Anexo 1.

IDEAM

Documento del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia.

Gases de efecto invernadero (1990-2021)
Contaminantes criterio y carbono negro (2010-2021)

Presentado ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

PRIMER **INFORME BIENAL DE TRANSPARENCIA BTR 1** DE COLOMBIA

Documento del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de efecto invernadero (1990-2021). Contaminantes criterio y carbono negro (2010-2021). Primer informe bienal de transparencia (BTR 1) de Colombia. Presentado ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

REPÚBLICA DE COLOMBIA

Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de la República
Francia Elena Márquez Mina
Vicepresidenta

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

María Susana Muhamad González
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Mauricio Cabrera Leal
Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental
Lilia Tatiana Roa Avendaño
Viceministra de Ordenamiento Ambiental del Territorio
María Saralux Valbuena López
Directora de Cambio Climático y Gestión de Riesgo
Mauricio Galvan Gómez
Coordinador Mitigación

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Martha Viviana Carvajalino Villegas
Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural
Polivio Leandro Rosales Cadena
Viceministro de Desarrollo Rural
Geidy Xiomara Ortega
Viceministra de Asuntos Agropecuarios
Santos Alonso Beltrán Beltrán
Director de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria
Nelson Enrique Lozano Castro
Coordinador de Cambio Climático

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)

Ghisliane Echeverry Prieto
Directora general
Elizabeth Patiño Correa
Subdirectora de Estudios Ambientales
Leonardo Alfredo Pineda Pardo
Coordinador del Grupo de Cambio Global
Andrés Felipe Tapiero Ríos
Profesional del Grupo de Comunicaciones y Prensa

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD

Sara Ferrer Olivella
Representante residente

Alejandro Pacheco
Representante residente adjunto
Jimena Puyana
Gerente de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Catalina Quintero
Analista jefe en Cambio Climático
Katherine Romero
Profesional en Comunicación Ambiental

Fundación Natura

Clara Ligia Solano
Directora ejecutiva
Claudia Lorena Franco
Subdirectora técnica
Nancy Vargas Tovar
Subdirectora técnica
Sandra Galán
Subdirectora técnica
Eliana Garzón
Jefe de Comunicaciones

Proyecto GEF-CBIT "Transparencia Climática Colombia" (Ideam - PNUD - Fundación Natura)

Laura María Aranguren Niño
Coordinadora
Yina Viviana Sora Sanchez
Profesional administrativa y financiera
Natalia Andrea Garzón Vargas
Profesional monitoreo y evaluación
Maigda Lorena Ossa Vargas
Profesional enlace técnico Fundación Natura-Ideam
Vanessa Vanegas Parra
Asistente técnico Monitoreo, Reporte y Verificación GEI
César Augusto Charris Martínez
Profesional de comunicaciones
Camilo Andrés Sarmiento Monroy
Diseñador gráfico

Proyecto Biocarbono Orinoquía - "Paisajes sostenibles bajos en carbono"

Johana Talina Lugo Rosero
Líder de Componente Definición del Programa de Reducción de Emisiones (PRE) y de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)
Juan David Turriago
Redactor ERPD
John Velásquez
Apoyo administrativo

AUTORES (Por orden alfabético)

Carlos Alberto Duarte Durán
Profesional sectorial Transporte

Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0000-0002-4753-3686

Carlos Andrés Pinzón Correa
Profesional de incertidumbre
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0009-0007-5891-9406

Daniela María Bernal Escobar
Líder INGEI y Profesional sectorial Industria
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0000-0002-9886-248X

David Alejandro Buitrago Mesa
Profesional Contaminantes Criterio
Ideam
ORCID - ID: 0009-0002-0375-7773

Diana Leidy Manrique Luna
Profesional sectorial Agricultura
IDEAM - Proyecto Biocarbono Orinoquía
ORCID - ID: 0000-0002-7512-1822

Edilneyi Zúñiga Avirama
Profesional de incertidumbre AFOLU
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0009-0007-4204-6890

Elizabeth Patiño Correa
Subdirectora de Estudios Ambientales
Ideam
ORCID - ID: 0000-0002-4706-6408

Fiorella López Uribe
Profesional de apoyo al componente de género
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0009-0003-3421-8059

Laura María Aranguren Niño
Coordinadora Proyecto GEF CBIT
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0009-0003-8432-6824

Laura Carolina Niño Moreno
Líder del componente de género
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0009-0001-9113-0454

Laura Natalia Solano
Profesional sectorial Residuos
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0009-0003-5014-0829

Leonardo Alfredo Pineda Pardo
Coordinador del Grupo de Cambio Global
Ideam

ORCID - ID: 0000-0001-6645-6615

Lina Alejandra Obando Estupiñán
Profesional Grupo Cambio Global
Ideam
ORCID - ID: 0009-0007-0296-2384

Lizet Jimena Robayo Rocha
Profesional sectorial LULUCF
IDEAM - Proyecto Biocarbono Orinoquía
ORCID - ID: 0009-0006-0141-1647

Luis Carlos Garzón Franco
Profesional sectorial carbono negro y contaminantes criterio
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0009-0008-2011-8475

Luis Enrique Caicedo Navarro
Profesional sectorial LULUCF
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0009-0002-8504-360X

Natalia Andrea Cifuentes Castellanos
Profesional sectorial Energía
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0009-0008-7519-6251

Sergio Andrés Garcés Jiménez
Profesional sectorial Energía - Emisiones Fugitivas
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0000-0002-1770-2135

Vanessa Vanegas Parra
Asistente técnico Monitoreo, Reporte y Verificación GEI
Ideam - Fundación Natura – PNUD
ORCID - ID: 0009-0001-7280-3473

REVISORES DE TERCERA PARTE

A través del Programa CBIT – GSP
Agricultura, Paulo Cornejo
Energía, Fernando Farias
Energía, Nidia Chaparro
IPPU, Alexander Valencia
LULUCF, Walter Oyhantcabal
Residuos, Guadalupe Martinez

REVISORES DE PRIMERA PARTE

Lady Mateus Fontecha
Ideam - Fundación Natura – PNUD
Eliana Isabel Toro Huertas
Ideam
Lina Alejandra Obando
Ideam
Carol Samanta Narváez Blanco

Ideam
Javier Darío Aristizábal Hernández
Ideam
Yuli Andrea Pedraza Lancheros
Ideam

COORDINACIÓN TÉCNICA

Daniela María Bernal Escobar
Diana Leidy Manrique Luna
Elizabeth Patiño Correa
Laura María Aranguren Niño
Leonardo Alfredo Pineda Pardo

DISEÑO CARÁTULA

Camilo Andrés Sarmiento Monroy

NOTA: El presente documento corresponde a la versión final presentada ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, como respuesta al compromiso de Colombia con el Acuerdo de París a corte de diciembre de 2024. La publicación oficial para consulta y descarga se divulgará por parte del Ideam en el 2025.

CÍTESE COMO: Ideam, Minambiente, PNUD, Fundación Natura. 2024. Anexo 1: Documento del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de efecto invernadero (1990-2021). Contaminantes criterio y carbono negro (2010-2021). Primer informe bienal de transparencia (BTR 1) de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.

Bogotá, Colombia – 2024

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este documento para fines comerciales.

Para un mayor detalle de la información aquí presentada consultar www.ideam.gov.co o escribir a contacto@ideam.gov.co.

Tabla de contenido

Tabla de contenido 7
Abreviaturas 11
Resumen Ejecutivo 14
Información general sobre los inventarios y cambio climático 14
Tendencia de emisiones y absorciones nacionales 14
Estimaciones y tendencias de las emisiones de las categorías de fuentes y sumideros 15
Otra información (Inventario de carbono negro y contaminantes criterio) 16
Categorías clave 17
Mejoras introducidas – Flexibilidades 17
1. Circunstancias nacionales, acuerdos interinstitucionales e información transversal 19
1.1 Información general sobre los inventarios de GEI y el cambio climático .. 20
1.2 Descripción de circunstancias nacionales y arreglos institucionales 20
1.3 Proceso para la aprobación oficial del inventario 27
1.4 Enfoque de género en el INGEI 28
1.5 Resumen general de la descripción de metodologías y fuentes de datos 32
2. Tendencias de las emisiones y absorciones 82
2.1 Emisiones y absorciones de GEI para el último año del inventario - 2021 .. 83
2.2 Descripción de la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI para la serie 1990-2021 87
3. Energía (CRT 1) 104
3.1 Emisiones del sector Energía – año 2021 108
3.2 Tendencias de las emisiones del sector Energía (1990-2021) 112
3.3 Actividades de quema de combustibles (CRT. 1.A) 115
3.4 Emisiones Fugitivas de combustibles (CRT. 1.B.) 245
4. Procesos industriales y uso de productos (CRT 2) 292
4.1 Emisiones del sector IPPU – año 2021 296
4.2 Industria de los minerales (CRT. 2.A.) 308
4.3 Industria química (CRT. 2.B.) 334
4.4 Industria de los metales (CRT. 2.C.) 355

4.5 Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes (CRT. 2.D.) 376
4.6 Industria electrónica (CRT. 2.E.) ... 389
4.7 Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (CRT. 2.F.) ... 390
4.8 Manufactura y utilización de otros productos (CRT. 2.G.) ... 416
4.9 Otros (CRT. 2.H.) ... 422
5. Agricultura (CRT 3) ... 423
5.1 Emisiones del sector Agricultura – año 2021 ... 426
5.2 Tendencia de las emisiones del sector Agricultura (1990-2021) ... 433
5.3 Fermentación entérica (CRT 3.A.) ... 436
5.4 Gestión de estiércol (CRT 3.B.) ... 468
5.5 Cultivo de arroz (CRT 3.C.) ... 506
5.6 Suelos agrícolas (CRT 3.D.) ... 515
5.7 Quema prescrita de sabanas (CRT 3.E.) ... 538
5.8 Quema de residuos agrícolas en el campo (CRT 3.F.) ... 538
5.9 Encalado (CRT 3.G.) ... 538
5.10 Aplicación de urea (3.H.) ... 543
5.11 Otros fertilizantes que contienen carbono (CRT 3.I.) ... 548
5.12 Otro (CRT 3.J.) ... 548
6. Silvicultura, uso de la tierra y cambio de uso de la tierra (CRT 4) ... 549
6.1 Emisiones del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra – año 2021 554
6.2 Tendencia de las emisiones del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (1990-2021) ... 559
6.3 Definiciones de uso de la tierra y enfoques de representación de la tierra utilizados y su correspondencia con las categorías de LULUCF ... 562
6.4 Enfoques específicos de Colombia ... 564
6.5 Tierras forestales (CRT 4.A.) ... 569
6.6 Cultivos (CRT 4.B.) ... 593
6.7 Pastizales (CRT 4.C.) ... 615
6.8 Humedales (CRT 4.D.) ... 630
6.9 Asentamientos (CRT 4.E.) ... 642
6.10 Otras tierras (CRT 4.F.) ... 655

6.11 Productos de la madera recolectada PMR (CRT 4.G.) 664
6.12 Quema de biomasa (CRT 4.(IV).) 676
7. Residuos (CRT. 5) *684*
7.1 Emisiones del sector Residuos año 2021 687
7.2 Tendencia de las emisiones del sector residuos (1990-2021) 690
7.3 Eliminación de residuos sólidos (CRT. 5.A) 693
7.4 Tratamiento biológico de residuos (CRT. 5.B) 708
7.5 Incineración y quema a cielo abierto de residuos (CRT. 5.C) 708
7.6 Tratamiento y eliminación de aguas residuales (CRT. 5.D) 727
8. Otros sectores - Inventario de carbono negro y contaminantes criterio 757
8.1 Descripción metodológica, fuentes de datos y exhaustividad. 758
8.2 Completitud del Inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio 767
8.3 Análisis de categorías clave 769
8.4 Control y aseguramiento de calidad 781
8.5 Descripción de la tendencia de las emisiones de los contaminantes por gas y sector 781
8.6 Plan de mejora 944
9. Recálculos y mejoras *950*
9.1 Explicación y justificación de recálculos 951
9.2 Implicaciones en niveles de emisión y remoción 951
9.3 Implicaciones de la tendencia de emisiones y remociones, incluyendo consistencia y/o coherencia de la serie temporal 951
9.4 Principales recálculos por sector IPCC 957
9.5 Áreas de Mejora 959
10. Referencias *976*
11. Anexos *999*
Anexo 1-1. Método para la estimación de categorías clave *1000*
Categorías clave en el inventario de GEI con LULUCF 1002
Categorías clave en el inventario de GEI sin LULUCF 1007
Anexo 1-2. Métodos para realizar el análisis de incertidumbre del INGEI de Colombia *1013*
11.1 Descripción metodológica para estimar la incertidumbre para Energía, IPPU, Residuos 1013

11.2 Descripción metodológica para estimar la incertidumbre para Agricultura y LULUCF..... 1018

11.3 Resultados de Incertidumbre asociada a los sectores 1023

Anexo 5. Información detallada sector Agricultura (Anexo 5-1 a 5-26) .. 1181

Anexos 6. Información detallada sector LULUCF (Anexo 6-1 a 6-4) 1218

Anexo 8-1. Elementos informativos – Inventario nacional de carbono negro y contaminantes criterio 1228

Anexo 8-2. Tablas de reporte desagregadas por subcategoría, contaminante y año evaluado – Inventario nacional de carbono negro y contaminantes criterio 1232

Listado de Tablas 1329

Listado de Figuras 1344

Listado de Cuadros..... 1359

Abreviaturas

ACM	Asociación Colombiana de Minería
ADR	Agencia de Desarrollo Rural
AEROCIVIL	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil
AGRONET	Red de información y comunicación del sector Agropecuario Colombiano
AGROSAVIA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
ANM	Agencia Nacional de Minería
BECO	Balance Energético Colombiano
BOF	Horno básico de oxigeno
BTR	Informe bienal de transparencia
BUR3	Tercer Informe Bienal de Actualización
Calac+	Programa de clima y aire limpio en ciudades de América Latina
CAR'S	Corporaciones Autónomas Regionales
CEED	Censo de edificaciones
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CH_4	Metano
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical-Bioversity International
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico
CIF	Certificado de Incentivo Forestal
CIIU	Clasificación Internacional Industrial Uniforme
CLC	Corine Land Cover
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CNCC	Comunicaciones nacionales de cambio climático
CN	Carbono negro
CNCPS	Sistema de carbohidratos y proteínas netos de Cornell, por sus siglas en inglés
CO	Monóxido de carbono
CO_2	Dióxido de carbono
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano
CRT	Tablas de reporte común, por sus siglas en inglés
CSIRO	Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth, por sus siglas en inglés
CSM	Cuenta Satélite de Minería
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DBO	Demanda biológica de oxígeno
DEM	Modelo Digital de Elevación
DIAN	Dirección de impuestos y aduanas nacionales
DP	Doble propósito
DQO	Demanda química de oxígeno
EAF	Horno de arco eléctrico
EAM	Encuesta Anual Manufacturera
ECG	Estadísticas de cemento gris
Ecopetrol	Empresa Colombiana de Petróleos S.A.
ECV	Encuesta de Calidad de Vida
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
EPA	Agencia para la protección ambiental de Estados Unidos
EPSEA	Entidades Prestadoras del Servicio de Extensión Agropecuaria
eq	Equivalente
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAOSTAT	Base de datos estadísticos corporativos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, por sus siglas en inglés
FDA	Fibra Detergente Ácida
FDN	Fibra Detergente Neutra

FECOC	Factores de emisión de combustibles colombianos
FEDEARROZ	Federación Nacional de Arroceros
FEDECACAO	Federación Nacional de Cacaoteros
FEDEGAN	Federación Colombiana de Ganaderos
FEDEPALMA	Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite
FENALCARBÓN	Federación Nacional de Productores de Carbón
FENAVI	Federación Nacional de Avicultores de Colombia
FICEM	Federación interamericana del cemento
FICEM	Federación interamericana del cemento
FNC	Federación Nacional de Cafeteros
FNCER	Fuentes no convencionales de energía renovable
FNG	Fondo Nacional del Ganado
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Agencia alemana de cooperación internacional, por sus siglas en alemán
GLP	Gas licuado de petróleo
H_2	Hidrógeno
HFC	Hidrofluorocarbonos
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICPC	Instituto Colombiano de Productores de Cemento
IE	Clave de notación. Estimado en otro lugar.
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Panel intergubernamental de expertos sobre el cambio climático
IPPU	Procesos industriales y uso de productos
IPSE	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas
LULUCF	Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra, por sus siglas en inglés
MDL	Mecanismo de desarrollo limpio
MinAgricultura	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MinAmbiente	Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible
MinComercio	Ministerio de comercio, industria y turismo
MinTransporte	Ministerio de Transporte
MinVivienda	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia
MPG	Modalidades, procedimientos y directrices
MRT	Marco Reforzado de Transparencia
MRVme	Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación del Ministerio de Minas y Energía
MS	Materia seca
N_2O	Óxido nitroso
NA	Clave de notación. No estimado.
NACAG	Grupo de Acción Climática del Ácido Nítrico, por sus siglas en inglés
NDC	Contribución nacionalmente determinada, por sus siglas en inglés
NE	Clave de notación. No estimado
NFR	Nomenclatura de reporte. Guía EMEP/EEA.
NH_3	Amoniaco
NO	Clave de notación. No ocurre
NO_x	Óxidos de nitrógeno
NRC	Consejo Nacional de Investigaciones, por sus siglas en inglés
PERS	Planes de Energización Rural Sostenible
PFC	Perfluorocarbonos
PIB	Producto interno bruto
$PM_{2.5}$	Material Particulado menor a 2.5 micrómetros
PM_{10}	Material Particulado menor a 10 micrómetros
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PORKOLOMBIA	Asociación Colombiana de Porcicultores Porkcolombia - FNP
PROCEMCO	Cámara Colombiana del Cemento y el Concreto
PTAR	Planta de Tratamiento de Agua Residual

PTARind	Planta de tratamiento de agua residual industrial
RAC	Refrigeración y aire acondicionado
RENARE	Registro nacional de reducción de emisiones de GEI
RESPEL	Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos
RNMA	Registro nacional de maquinaria agrícola, industrial y de construcción autopropulsada
RUA Manufacturero	Registro Único Ambiental para el sector manufacturero
RUNT	Registro Único Nacional de Tránsito
RUV	Registro Único de Vacunación
SAO	Sustancias agotadoras de la capa de ozono
SCRR-GEI	Sistema de contabilidad de reducción y remoción de GEI
SF_6	Hexafluoruro de azufre
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SICOM	Sistema de información de combustibles
SIMCO	Sistema de Información Minero Colombiano
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SINGEI	Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero
SISCLIMA	Sistema Nacional de Cambio Climático
SMByC	Sistema de Monitoreo e Bosques y Carbono
SNICC	Sistema Nacional de Información de Cambio Climático
SNIF	Sistema Nacional de Información Forestal
SO_2	Dióxido de azufre
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
SUI	Sistema único de información
Swisscontact	Fundación Suiza para la cooperación técnica
UPAC	Unidad de poder adquisitivo constante
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
UPTC	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
UTO	Unidad Técnica de Ozono
UVR	Unidad de valor real
VKT	Valores de kilómetros recorridos
WBCSD	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, por sus siglas en inglés
WSA	Asociación Mundial del Acero, por sus siglas en inglés
ZNI	Zonas No Interconectadas

Resumen Ejecutivo

Información general sobre los inventarios y cambio climático

Colombia presenta el detalle del Documento del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero (1990-2021) y contaminantes criterio y carbono negro (2010-2021) en el Anexo 1 del Primer Informe Bienal de Transparencia del país. Adicional a esto, se somete a revisión bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático las Tablas de Reporte Común (CRT, por sus siglas en inglés), las cuales hacen parte integral de este informe y pueden ser consultadas por el público en el link correspondiente https://unfccc.int/first-biennial-transparency-reports.

Se presenta el documento incluyendo las estimaciones de emisiones y absorciones antropógenas de gases de efecto invernadero (1990-2021), carbono negro y contaminantes criterio (2010-2021), como respuesta al Artículo 4 y 12 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Artículo 13 del Acuerdo de París.

Estas estimaciones se realizan siguiendo las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) del 2006, sus refinamientos del 2019 y la Guía para la estimación del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos (EMEP/EEA) del 2019. A su vez el reporte se construye siguiendo las Modalidades Procedimientos y Directrices (MPG) establecidas en el Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París con las disposiciones descritas en la Decisión 18/CMA.1 y la Decisión 5/CMA.3.

Colombia no reporta información de emisiones indirectas de N_2O y CO_2 derivadas de fuentes distintas de los sectores de Agricultura y Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (LULUCF).

El documento consta de 10 capítulos en los que se abordan las circunstancias nacionales y los arreglos interinstitucionales, el análisis de la tendencia de las emisiones y absorciones y aspectos transversales como el análisis de incertidumbre y la determinación de categorías clave, el reporte de emisiones y absorciones por sector, recálculos, mejoras y la aplicación a flexibilidades de acuerdo con las MPG.

Estos inventarios permiten evaluar el impacto de las actividades humanas sobre la atmósfera, identificando los sectores, fuentes y actividades que emiten y absorben gases de efecto invernadero, contaminantes criterio y carbono negro, con el fin de desarrollar políticas, estrategias y medidas de mitigación efectivas, y permitir la implementación de mejores tecnologías, prácticas y procesos a partir de datos científicos para la toma de decisiones.

Tendencia de emisiones y absorciones nacionales

Las emisiones netas del año 2021 son de 280.101,98 kt CO_2eq, mientras que en el año 1990 fueron de 222.664,72 kt CO_2eq, representando un aumento del 25,80% (Ver Figura 1). Dentro de ellas, las emisiones netas de CO_2, incrementaron un 9,90% de 1990 a 2021, pasando de 169.698,39 kt CO_2eq a 186.498,10 kt CO_2eq, principalmente por la deforestación, la quema de combustibles fósiles y de biomasa y al desarrollo industrial.

Por otro lado, en cuanto a los gases, las emisiones de CH_4, representaron un aumento del 70,62% siendo de 44.398,45 kt CO_2eq en 1990 y de 75.752,29 kt CO_2eq en 2021, estimaciones relacionadas principalmente con la fermentación entérica, la gestión de estiércol y el tratamiento de aguas residuales. Así mismo, las emisiones de N_2O se incrementaron un 57,55% pasando de 8.526,24 kt CO_2eq a 13.433,41 kt CO_2eq entre 1990 y 2021, principalmente por las actividades de gestión de tierras (uso de fertilizantes nitrogenados, orina de animales de pastoreo, residuos de cultivo, entre otros). Finalmente, la influencia de las emisiones de gases fluorados como los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) o el hexafluoruro de azufre (SF_6), se relaciona principalmente con el uso de sustancias sustitutas de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) como el HFC-134a, el HFC-125 y el HFC-143a, empleados como refrigerantes a nivel industrial, comercial y

residencial para la refrigeración, climatización y aire acondicionado. En el año 1990 sus emisiones estaban representadas solamente por el SF_6 (41,70 kt CO_2eq), sin embargo, desde el 2001 se empezó a estimar la influencia de los HFC y PFC, llegando a estimarse sus emisiones en 4.418,16 kt CO_2eq para el 2021.

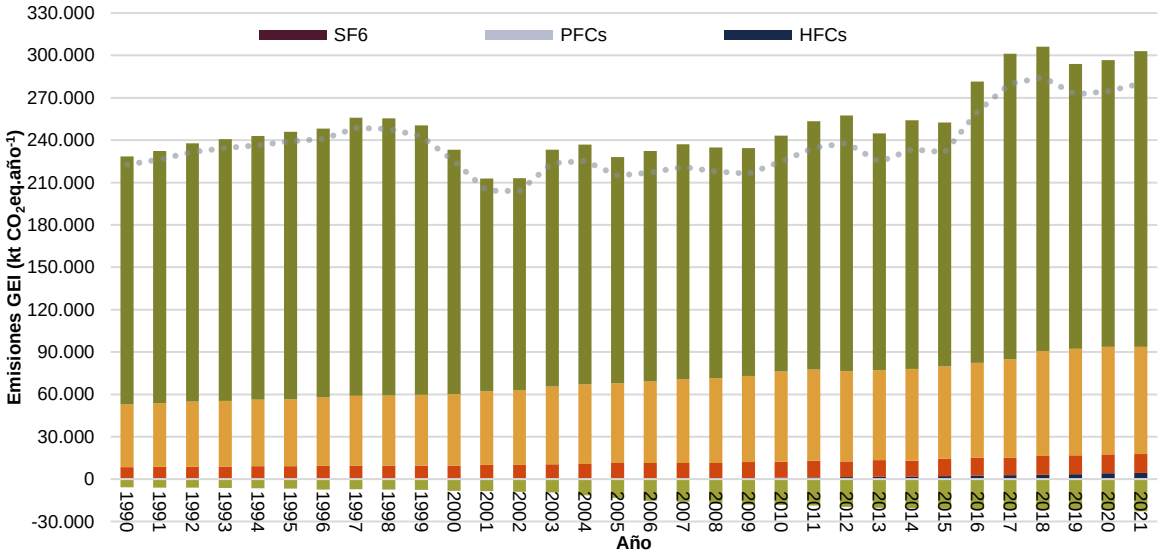


Figura 1. Tendencia de emisiones de GEI (1990-2021)

Estimaciones y tendencias de las emisiones de las categorías de fuentes y sumideros

Las emisiones totales, sin silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (LULUCF por sus siglas en inglés) lograron un crecimiento de 81,91% del año 1990 al 2021, pasando de 100.875,87 kt CO_2eq a 183.498,92 kt CO_2eq, mientras que las emisiones netas considerando LULUCF, lograron un incremento del 25,80%, pasando de 222.664,78 kt CO_2eq a 280.101,96 kt CO_2eq en el mismo periodo.

Las causas del comportamiento de las emisiones se pueden conocer en detalle en cada uno de los capítulos sectoriales. A nivel general, LULUCF es el sector con mayor aporte a las emisiones netas en el año 2021 (34,49%), seguido por energía (32,71%) y agricultura con (20,69%) (Ver Figura 2). Estas emisiones se relacionan principalmente con las actividades de deforestación y degradación de bosque natural en LULUCF, en el sector de energía se relacionan con las actividades de transporte por carretera y aviación nacional, las actividades de producción de electricidad y calor, la fabricación de combustibles sólidos y las actividades de refinación del petróleo, mientras que, en el sector de agricultura, las emisiones se relacionan con la gestión del ganado y la gestión de suelos agrícolas.

Aunque la participación del sector de procesos industriales y uso de productos (Procesos industriales y uso de productos, IPPU por sus siglas en inglés) y del sector residuos es reducida (12,11% en 2021), sobresalen actividades como la producción de cemento, el uso de sustancias sustitutas de las SAO, el tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales y domésticas y la gestión de residuos.

Por otro lado, las absorciones en el sector de LULUCF se han cuadruplicado al pasar de 5.745,81 kt CO_2eq en 1990 a 22.832,04 kt CO_2eq en 2021, gracias al crecimiento de tierras forestales, pastizales y sistemas silvopastoriles.

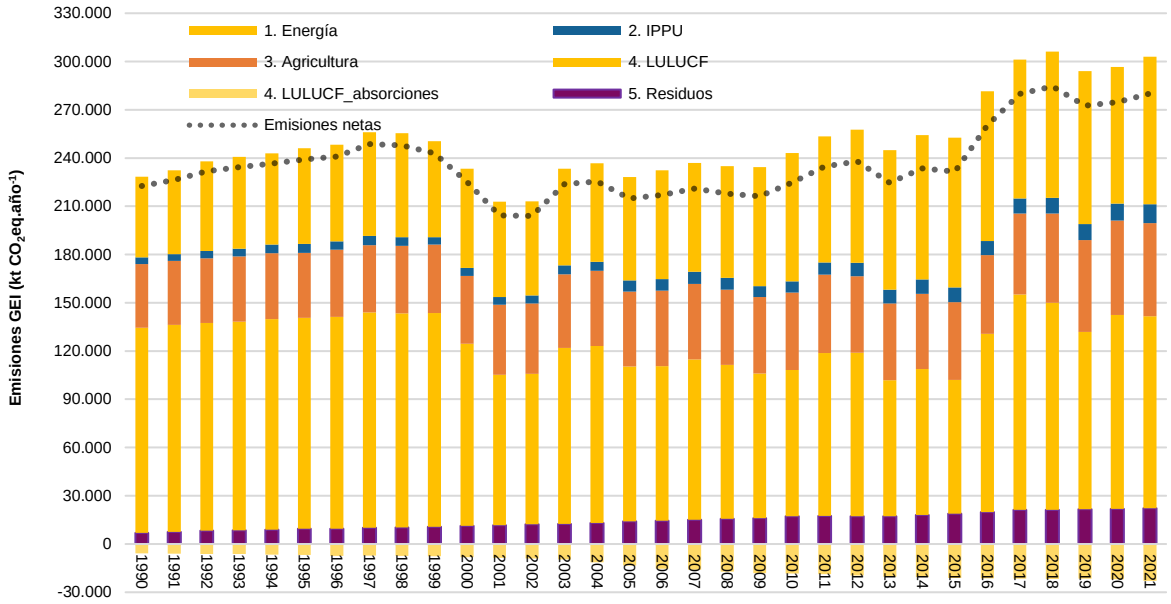


Figura 2. Tendencia de emisiones de GEI por sector (1990-2021)

En la siguiente figura se presentan las emisiones de GEI per cápita del país, desde 1990 a 2021:

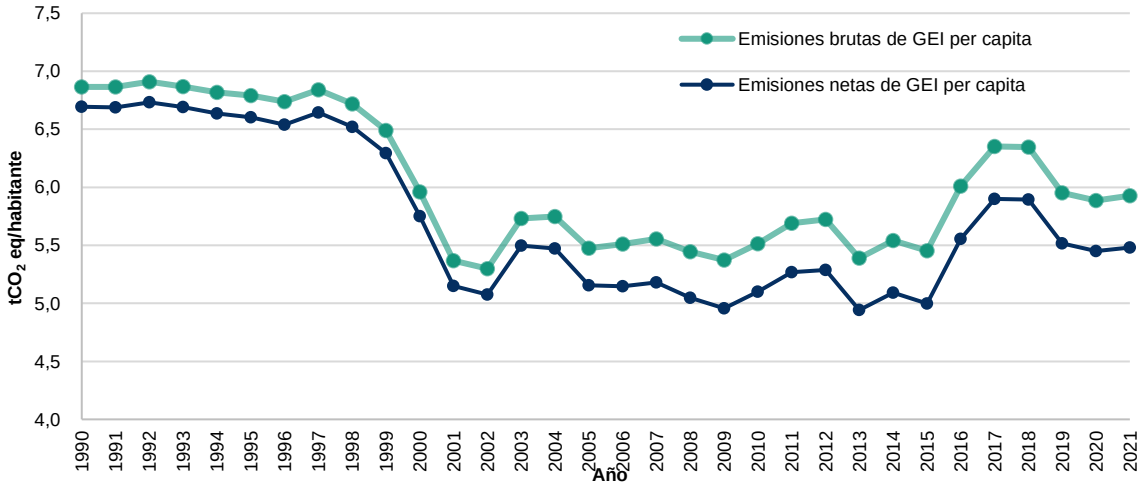


Figura 3. Emisiones de GEI per cápita (1990-2021)

El promedio de emisiones totales por habitante para la serie de tiempo 1990 a 2021 es de 6,0 t CO_2eq, siendo para el año 2021 de 5,9 t CO_2eq. En términos de emisiones netas, el promedio de emisiones es de 5,7 t CO_2eq, siendo de 5,5 t CO_2eq para el año 2021. Desde el año 1990, se observa una tendencia decreciente en las emisiones per cápita con una reducción del 18,13% en términos de emisiones netas.

Otra información (Inventario de carbono negro y contaminantes criterio)

El presente reporte incluye la estimación de emisiones de material particulado (PM_{10}, $PM_{2.5}$), carbono negro (CN) y gases precursores (CO, NOx, SO_2, COVDM) de acuerdo con la Guía técnica para la elaboración de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos conjunta EMEP/EEA 2019.

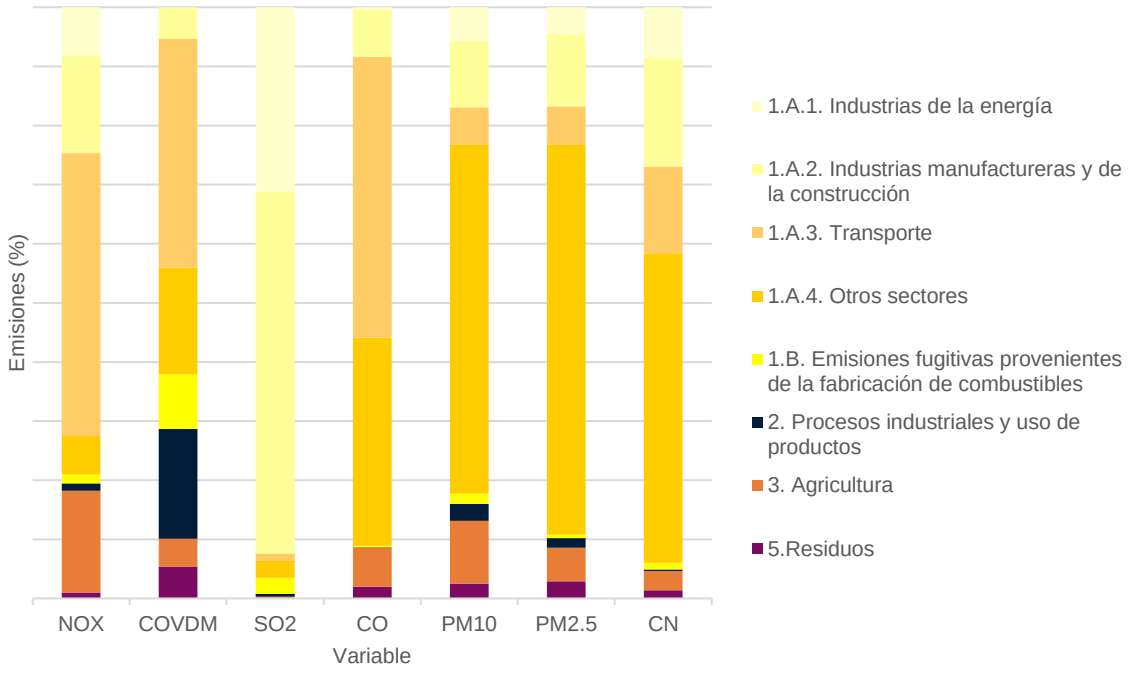


Figura 4. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio – 2021

En la Figura 4, se aprecia que el sector de energía abarca la mayor participación, mientras que las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) son lideradas por el sector transporte y agricultura, las emisiones de compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM) por el sector transporte y procesos industriales y uso de productos, las emisiones de dióxidos de azufre (SO_2) por el uso de energéticos en las industrias manufactureras y de la construcción y la generación de energía eléctrica y calor y el Monóxido de carbono (CO) por el sector transporte y el consumo de energéticos en otros sectores, que a su vez tienen gran influencia sobre las emisiones de material particulado y carbono negro. Para más información consulte el Capítulo 8 del presente reporte.

Categorías clave

El análisis de categorías clave se realiza siguiendo las Directrices del IPCC 2006, con el método 1 y 2 con estimaciones de nivel y de tendencia para todas las categorías del inventario con y sin LULUCF.

Incluyendo LULUCF, se analizaron 240 subcategorías con la influencia por GEI de las cuales 65 corresponden a categorías clave (61 fuentes y 4 sumideros). Sin LULUCF, se analizaron 188 subcategorías de las cuales 54 son categorías clave. Para más información consulte el Capítulo 1 del presente documento.

Mejoras introducidas – Flexibilidades

El plan de mejora se centra en establecer las actividades a realizar para optimizar la calidad de la información empleada para las estimaciones, mapear nuevas fuentes de información, implementar niveles metodológicos de estimación superiores (nivel 2 o 3), aplicar refinamientos metodológicos, incorporar categorías o subcategorías no estimadas, reducir la incertidumbre y propender por la completitud y transparencia del inventario para solventar la aplicación del país a la flexibilidad de la serie de tiempo. Para mayor información consulte el Capítulo 9 del presente reporte.

Tabla 1. Resumen de flexibilidades empleadas en el Informe del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de gases de efecto invernadero (1990-2021)

Disposición de MPG a la que se aplica flexibilidad (según párrafo 6, Anexo Decisión 18/CMA1.)	Año	Sector	Subcategoría	Gas	Limitaciones en materia de capacidad	Estimación aproximada de plazo para introducir la mejora
57	1990-2005	Energía	1.A.2.g.i. Manufactura de maquinaria	CO2 CH4 N2O	Falta de información histórica en consumo de combustibles	BTR2-BTR3
57	1990-2005	Energía	1.A.2.g.ii. Manufactura de equipos de transporte	CO2 CH4 N2O	Falta de información histórica en consumo de combustibles	BTR2-BTR3
57	1990-2009	Energía	1.A.2.g.iii. Minería (excluidos los combustibles) y explotación de canteras	CO2 CH4 N2O	Falta de información histórica en consumo de combustibles	BTR2-BTR3
57	1990-2005	Energía	1.A.2.g.iv. Madera y productos de madera	CO2 CH4 N2O	Falta de información histórica en consumo de combustibles	BTR2-BTR3
57	1990-2009	Energía	1.A.2.g.v. Construcción	CO2 CH4 N2O	Falta de información histórica en consumo de combustibles	BTR2-BTR3
57	1990-1991	IPPU	2.A.3. Producción de vidrio	CO2	Falta de información histórica	BTR2-BTR3
57	1990-2001	IPPU	2.B.8.b. Etileno	CO2 CH4	Falta de información histórica	BTR2-BTR3
57	1990-1991	IPPU	2.D.1. Uso de lubricantes	CO2	Falta de información histórica	BTR2-BTR3
57	1990-1991	IPPU	2.D.2. Uso de cera de parafina	CO2	Falta de información histórica	BTR2-BTR3
57	1990-2000	IPPU	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC PFC	Falta de información histórica	BTR2-BTR3
57	1990-2016	IPPU	2.F.2. Agentes espumantes	HFC	Falta de información histórica	BTR2-BTR3
57	1990-2008	IPPU	2.F.3. Protección contra incendios	HFC	Falta de información histórica	BTR2-BTR3
57	1990-2007	IPPU	2.F.4. Aerosoles	HFC	Falta de información histórica	BTR2-BTR3
57	1990-2007	IPPU	2.F.5. Solventes	HFC	Falta de información histórica	BTR2-BTR3
57	1990-2004	IPPU	2.F.6. Otras aplicaciones	HFC	Falta de información histórica	BTR2-BTR3
58	2022	Energía	1.A.2.g.i. Manufactura de maquinaria	CO2 CH4 N2O	Falta de información reciente sobre consumos de combustibles en el subsector	BTR2-BTR3
58	2022	Energía	1.A.2.g.ii. Manufactura de equipos de transporte	CO2 CH4 N2O	Falta de información reciente sobre consumos de combustibles en el subsector	BTR2-BTR3
58	2022	Energía	1.A.2.g.iii. Minería (excluidos los combustibles) y explotación de canteras	CO2 CH4 N2O	Falta de información reciente sobre consumos de combustibles en el subsector	BTR2-BTR3
58	2022	Energía	1.A.2.g.iv. Madera y productos de madera	CO2 CH4 N2O	Falta de información reciente sobre consumos de combustibles en el subsector	BTR2-BTR3
58	2022	Energía	1.A.2.g.v. Construcción	CO2 CH4 N2O	Falta de información reciente sobre consumos de combustibles en el subsector	BTR2-BTR3
58	2022	Energía	1.A.3.b. Transporte por carretera	CO2 CH4 N2O	Falta de información sobre consumos de combustibles para ciertos tipos de vehículos	BTR2-BTR3
58	2022	IPPU	2.A.3. Producción de vidrio	CO2	Falta de información reciente	BTR2-BTR3
58	2022	IPPU	2.D.1. Uso de lubricantes	CO2	Falta de información reciente	BTR2-BTR3
58	2022	IPPU	2.D.2. Uso de cera de parafina	CO2	Falta de información reciente	BTR2-BTR3

1. Circunstancias nacionales, acuerdos interinstitucionales e información transversal

5.

Autores:

Carlos Andrés Pinzón Correa - Profesional Incertidumbre (Ideam – PNUD - Fundación Natura), Daniela María Bernal Escobar - Líder INGEI y Profesional sectorial Industria (Ideam – PNUD - Fundación Natura), Edilneyi Zíñiga – Profesional de apoyo de incertidumbre (Ideam – PNUD - Fundación Natura), Diana Leidy Manrique Luna - Profesional sectorial agricultura (Ideam - Proyecto Biocarbono Orinoquía), Fiorella López Uribe - Profesional de apoyo al componente de género (Ideam – PNUD - Fundación Natura), Laura Carolina Niño Moreno - Líder del componente de género (Ideam – PNUD - Fundación Natura), Lina Alejandra Obando Estupiñán - Profesional Grupo Cambio Global, SEA (Ideam), Vanessa Vanegas Parra - Asistente Técnico MRV (Ideam – PNUD – Fundación Natura).

Colaboradores:

Laura María Aranguren Niño - Coordinadora del Proyecto CBIT (Ideam – PNUD - Fundación Natura), Leonardo Alfredo Pineda Pardo - Coordinador del Grupo de Cambio Global, SEA (Ideam).

1.1 Información general sobre los inventarios de GEI y el cambio climático

Con la ratificación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1994, Colombia asumió el compromiso establecido en el artículo 4 de la Convención de elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes (COP) los inventarios nacionales de emisiones antropogénicas por fuentes y absorciones por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal (CMNUCC, 1992).

En la COP16, se determinó además que los países debían presentar Informes Bienales de Actualización (BUR, por sus siglas en inglés), los cuales incluyen información actualizada sobre el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI). En este contexto, Colombia ha preparado y reportado su INGEI en el marco de tres Comunicaciones Nacionales y tres BUR, incorporando diversas actualizaciones que se resumen en la Tabla 2.

Con la entrada en vigor del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, en este primer Informe Bienal de Transparencia, Colombia presenta los resultados del INGEI para los años 2018 a 2021, una actualización del INGEI correspondiente al periodo 1990-2018 y los resultados del Inventario de Carbono Negro y gases precursores para el periodo 2010-2021.

Tabla 2. Reportes e inventarios nacionales de GEI de Colombia entregados a la CMNUCC

Reporte	Año de envío a la CMNUCC	Año del INGEI reportado
Primera comunicación Nacional	2001	1990 y 1994
Segunda comunicación Nacional	2010	2000 y 2004
Primer Informe Bienal de Actualización	2015	Actualización de los inventarios de los años 1990, 1994, 2000 y 2004 y estimación del inventario para los años 2010 - 2012
Tercera Comunicación Nacional	2017	Inventarios anuales para la serie de tiempo de 1990 a 2012, incluyendo actualización de los 6 inventarios presentados previamente
Segundo Informe Bienal de Actualización	2018	Actualización de los inventarios para la serie de tiempo 1990 – 2012 y estimación del inventario para los años 2013 y 2014
Tercer Informe Bienal de Actualización	2021	Actualización de los inventarios para la serie de tiempo 1990 – 2018 y estimación del inventario para los años de 2015 a 2018. Inclusión del inventario de Carbono Negro y Gases Precursores para la serie 2010 – 2018.

1.2 Descripción de circunstancias nacionales y arreglos institucionales

Desde 2016, en el país se han hecho diferentes e importantes avances en política pública para gestionar el cambio climático, bajo los cuales se han formalizado arreglos institucionales referentes al funcionamiento del Sistema Nacional de Inventarios de Gases Efecto Invernadero (SINGEI). Entre los más importantes se destacan:

1. Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) – 2017: En relación con el INGEI, la PNCC establece que el mismo, forma parte del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación, estableciendo lo descrito a continuación (Ministerio de Educación Nacional, 2017):
   En materia de medición y reporte de emisiones: “El sistema deberá organizar la medición de las emisiones nacionales de todos los gases de efecto invernadero por las distintas fuentes

y sumideros tanto para efectos de la elaboración del inventario nacional de gases de efecto invernadero, como para efectos de dar soporte a instrumentos económicos o regulatorios de las emisiones por fuentes o sumideros. La coordinación técnica del inventario deberá estar en cabeza del Ideam, mientras que los respectivos Ministerios, con el apoyo de sus entidades de investigación o planeación, serán los responsables de generar o recopilar la información requerida para la medición de las emisiones en su respectivo sector(..) La elaboración y reporte del inventario deberá sujetarse a los estándares y disposiciones definidas en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (…)"

2. Ley 1844 de 2017 – Por medio de la cual se aprueba el Acuerdo de París: En el marco de esta Ley, Colombia se acoge como país a la adopción y cumplimiento del Acuerdo de París y, en el marco del INGEI, al cumplimiento del artículo 13 el cual establece la "obligación de proporcionar información sobre el inventario nacional de las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción por los sumideros de GEI" (Congreso de la República, 2017)
3. Ley 1931 de 2018 – Ley de Cambio Climático por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático: Dentro del capítulo II, artículo 7, se hace mención a los instrumentos de las entidades vinculadas al SISCLIMA y se define que "corresponde a los Ministerios que hacen parte del SISCLIMA en el ámbito de sus competencias y, con sujeción a las decisiones adoptadas por la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), lo siguiente: *(…) Generar y recopilar, de acuerdo a lo definido por el Ideam, los insumos de información necesarios para la actualización de los inventarios de gases de efecto invernadero, o cualquier otro reporte que surja de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, de acuerdo con la CICC, y dar cuenta del avance en los medios de implementación en su sector con el apoyo de sus entidades de investigación y/o planeación".* (Congreso de la República , 2018)
4. Resolución 1447 de 2018 – Por la cual se reglamenta el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de las acciones de mitigación a nivel nacional (Sistema MRV): La presente resolución tiene por objeto reglamentar el Sistema de MRV, administrado por el Ideam y del cual hacen parte el registro Nacional de Reducción de las Emisiones de GEI (RENARE), el Sistema de Contabilidad de reducción y remoción de GEI-SCRR, el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) y el Sistema Nacional de Inventarios de Gases Efecto Invernadero (SINGEI). Asimismo, la Ley específica que dentro de las funciones del Sistema MRV, se encuentra la de "recolectar información sobre iniciativas de mitigación de GEI y emisiones de GEI, a nivel nacional, subnacional y sectorial" y que, dentro del componente de Monitoreo, se encuentran los *"procesos de recolección, análisis y seguimiento de la información a través del tiempo y el espacio, (…), con el propósito de suministrar información para los reportes de emisiones, reducciones de emisiones o remociones de GEI"*. Adicionalmente, hace mención de que, dentro de los alcances del Sistema MRV, se encuentra el suministro de "la información relacionada con las emisiones de GEI a nivel nacional, sub nacional y sectorial estimadas por el INGEI" (Ministerio de Educación Nacional, 2018)
5. *Ley 2169 de 2021.* En cuanto al SINGEI, la ley modifica el artículo 26 de la ley 1931 de 2018 en relación al Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático como proveedor de datos e información transparente y consistente para la toma de decisiones relacionadas con la gestión del cambio climático (Congreso de la República, 2021). Dentro de este sistema, se encuentra el Sistema MRV de mitigación, en el que se encuentra el SINGEI como instrumento para la generación de información oficial para la toma de decisiones, formulación de políticas y gestión del cambio climático.

1.2.1 Punto focal nacional

En Colombia, según la Política Nacional de Cambio Climático y el Decreto 291 de 2004, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) es la institución nacional pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, encargada de la elaboración y aprobación final de los INGEI, bajo la coordinación de la Subdirección de Estudios Ambientales y, específicamente del Grupo de Cambio Global. Para lograr el objetivo de la elaboración y presentación del INGEI, Colombia ha contado con el apoyo de los proyectos GEF CBIT "Transparencia climática Colombia" y "Biocarbono Orinoquía", bajo los cuales se contratan los profesionales encargados de realizar los cálculos de cada uno de los sectores asociados al INGEI y aquellas necesidades asociadas a mejoras de información de las categorías del inventario.

Además, la elaboración del INGEI es parte de un proceso colectivo y participativo entre instituciones nacionales, privado y público, ministerios, autoridades ambientales, sectores industriales y gremios que generan estadísticas nacionales y sectoriales, constituyéndose como fuentes principales de información para la cuantificación y elaboración del INGEI. El Comité Técnico y Científico de Cambio Climático (CTICC), como institución de transparencia en el país, tiene entre sus funciones, diseñar, evaluar y difundir las metodologías y protocolos de recolección, análisis y presentación de la información del INGEI. Este comité juega un papel importante al revisar y aprobar las comunicaciones nacionales, los reportes bienales y el INGEI, garantizando que se cumplan los más altos estándares de calidad en la información presentada.

1.2.2 Proceso de preparación del inventario

Bajo el liderazgo del Ideam, se coordinan esfuerzos para garantizar la integración de datos, proporcionar conocimientos especializados y suministrar toda la información requerida para la elaboración de los INGEI. Para operar estas actividades y cumplir con los informes solicitados por la CMNUCCC, el SINGEI está dotado de herramientas tecnológicas, protocolos, procesos y formatos adecuados para generar los reportes con la frecuencia y calidad necesarias para cumplir los compromisos ante la Convención.

El SINGEI, el cual se encuentra enmarcado en el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC), tiene como funciones principales recopilar, almacenar, procesar, analizar, transformar y divulgar los datos de las emisiones y remociones de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero en Colombia. Es un sistema integral desarrollado con base en cuatro áreas: mandatos institucionales, sistemas e instrumentos, conocimientos técnicos y participación de las partes interesadas. Además, de manera transversal, el Ideam se encuentra en el proceso de documentar e implementar los procesos de la operación estadística del SINGEI de acuerdo con la Norma Técnica de Calidad 1000 de 2020 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Los procesos cíclicos de los que consta el SINGEI para la elaboración de los inventarios de una manera periódica y oportuna se muestran en la Figura 5 en donde se destacan las etapas principales, los actores participantes en cada fase y los tiempos necesarios para su ejecución.

Figura 5. Ciclo de preparación del INGEI en Colombia

Por otra parte, en la Figura 6 se presentan los actores que participan con el Ideam en la realización del inventario en el marco del SINGEI y sus respectivos roles.

ACTORES	ROL
IDEAM	Producir y gestionar información como líder técnico del CITCCC, elaborar el INGEI y coordinar el SINGEI como parte del MRV de mitigación nacional
Miembros de la CICC, institutos de investigación y planificación y el DANE.	Producir y recopilar, de acuerdo a los lineamientos de IDEAM, los insumos de información necesariios para la actualización de los INGEI, en el marco de la CICC
Demás entidades e institutos de investigación y planificación que no forman parte de la CICC, la academia y el sector privado.	Proveer los datos requeridos para el cálculo del INGEI y prestar apoyo técnico y científico en temáticas asociadas a gestión del cambio climático.

Figura 6. Arreglos institucionales existentes en el marco del SINGEI

Los actores mencionados, apoyan las funciones y responsabilidades específicas de los roles que aseguran la coordinación, recopilación, análisis y validación de la información necesaria para cumplir con los estándares internacionales de transparencia, descritos en la siguiente tabla:

Tabla 3. Roles de profesionales y responsabilidades claves asociadas en el proceso de elaboración del INGEI

ROL	RESPONSABILIDADES
Líder del INGEI	• Coordinar y gestionar los procesos asociados al desarrollo del INGEI • Definir el cronograma de actividades • Comunicar las responsabilidades a los miembros del equipo de inventario. • Revisar los formatos generados para corroborar su calidad Responsable de hacer verificaciones, enlace con entidades,
Compilador del INGEI	Encargado de consolidar la información relacionada con el inventario
Profesionales sectoriales del INGEI, carbono negro y gases precursores	Realizan cálculos, control de calidad del inventario, gestión con entidades para obtener información
Líder de incertidumbre del INGEI	Realiza análisis de incertidumbre
Revisor(es) externo(s)	Realizar la revisión del inventario según los aspectos definidos para el proceso de aseguramiento de calidad en la sección 4 de este protocolo
Entidades proveedoras de información	Diferentes actores que suministran la información para el inventario

Las etapas principales del INGEI se integrarán como módulos dentro de una plataforma tecnológica del SINGEI, teniendo así una herramienta para facilitar la compilación, transformación, cálculo y reporte de los INGEI. Esta plataforma está siendo diseñada y desarrollada con el apoyo del proyecto GEF CBIT "Transparencia Climática Colombia" y se espera su entrada en operación a más tardar en noviembre de 2025.

Por otra parte, se cuenta con instrumentos técnicos como protocolos y formatos para facilitar la compilación de datos y el cumplimiento de las directrices del IPCC para la elaboración de INGEI. En la Tabla 4 y la Tabla 5 se presenta una breve descripción de estos.

Tabla 4. Actividades e instrumentos técnicos empleados en la preparación del INGEI

FASE	ACTIVIDADES
1. Alistamiento	1.1. Selección de métodos y fuentes de datos según las mejoras a implementar en el nuevo ciclo del inventario. 1.2. Definición plan de trabajo según las mejoras propuestas en planes de mejora. 1.3. Revisión, actualización y alistamiento de instrumentos. 1.4. Reunión de inicio.
2. Recopilación y procesamiento de información	2.1. Solicitud y recopilación de datos de actividad. 2.2. Consolidación primera bases de datos de actividad, revisión rango de incertidumbre, procesamiento de datos y consolidación de bases de datos de actividad final. 2.3. Selección de factores de emisión. 2.4. Definición de la incertidumbre de los datos de actividad y factores de emisión, por sector. 2.5. Talleres/reuniones bilaterales sectoriales de socialización de metodologías y datos a emplear.
3. Cálculos y reportes preliminares por sector	3.1. Cálculo de emisiones GEI de los nuevos años y ajuste de la serie. 3.2. Generación de tablas de reporte de emisiones GEI por sector (resultados preliminares). 3.3. Generación de la primera versión del reporte sectorial (NIR sectorial). 3.4. Consolidación y validación de las incertidumbres de los datos de actividad y factores de emisión, por sector.
4. Validación sectorial y ajustes a resultados.	4.1. Socialización de resultados por sector con actores sectoriales para validación de resultados. 4.2. Cálculo y reporte de la incertidumbre por sector y total. 4.3. Estimación y reporte de categorías clave. 4.4. Generación de tablas de reportes de resultados finales por sector (si se requiere ajuste luego del primer control de calidad y de la validación de resultados con sectores).

FASE	ACTIVIDADES
	4.5. Generación de reporte final del NIR por sector.
5. Compilación y generación reportes finales	5.1. Generación tabla de reporte total de resultado del INGEI. 5.2. Escritura final del Informe de Inventario Nacional (NIR) compilado para todo el inventario y del reporte del INGEI para el BTR. 5.3. Aseguramiento de calidad con expertos. 5.4. Talleres socialización de resultados finales y totales.
6. Actualización de plan de mejora y del sistema de archivo	1. Actualización del plan de mejora del SINGEI (teniendo en cuenta análisis de incertidumbre, categorías clave, prioridades de mitigación del país y resultados del proceso de aseguramiento de calidad). 2. Archivo de los cálculos, resultados, controles de calidad y demás soportes del cálculo del respectivo ciclo del SINGEI.

Tabla 5. Descripción de los instrumentos asociados a la preparación del INGEI

TIPO DE NSTRUMENTO	NOMBRE DEL INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
PROTOCOLOS DE LOS PROCESOS ASOCIADOS AL SINGEI	Protocolo Maestro	Documento que describe las etapas, procedimientos, instrumentos, bases de datos, formatos, roles y usuarios del SINGEI. Es el documento que le da al lector la visión general de cómo se tiene estandarizado el proceso y cómo se debe realizar.
	Protocolos de indicadores	Documento que explica los procedimientos y metodologías estandarizadas para el cálculo y monitoreo de los indicadores del SINGEI en línea con las directrices del IPCC y adaptado a las necesidades de Colombia.
	Protocolo de control y aseguramiento de calidad	Documento que explica los procedimientos de control y aseguramiento de calidad que se deben realizar en todas las etapas y módulos del SINGEI.
	Protocolo de compilación y reportes	Documento que explica los diferentes procesos para la compilación de bases de datos y de resultados y para la generación de diferentes reportes. Este protocolo tiene los algoritmos de programación empleados para facilitar las diferentes compilaciones.
	Protocolo de sistema de archivo	Documento que presenta la estructura del sistema de archivo de los documentos del SINGEI (protocolos, bases de datos, hojas de cálculo, tablas de reporte y otros).
	Protocolo de factores	Documento que describe los factores de emisión y otros factores empleados para la estimación y desarrollo del INGEI.
	Protocolo de consulta a expertos	Documento que explica los procesos para obtener información mediante consulta de expertos que permitirá obtener datos coherentes y con menor incertidumbre en la cuantificación de emisiones de las categorías 3C del sector Agricultura.
	Protocolo de cálculo e incertidumbre	Documento que presenta los procesos y metodologías usadas para el desarrollo de los cálculos e incertidumbre para el SINGEI
BASES DE DATOS ASOCIADOS A LA OPERACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL SINGEI	B0_Datos_actividad	Primera base de datos de actividad (B0) en Excel, consolidada para la serie 1990 a 2021. Contiene los datos de actividad “crudos” (datos tal como se obtienen, capturan, recopilan y/o entrega la fuente de información). Se presenta por sector IPCC. En esta base de datos, se refiere al archivo fuente de información, archivado en la carpeta Bibliografía.
	B2_Datos_actividad	Segunda base de datos de actividad (B2) en Excel, para la serie 1990 a 2021. Contiene los datos de actividad ya procesados y que son empleados en el cálculo. Se presenta por sector IPCC.
	F2_Factores	Base de datos de factores de emisión y otros factores, empleados para la estimación del INGEI de Colombia. Consolida los factores para todos los sectores y para la serie de tiempo 1990 – 2021.
HOJAS DE CÁLCULO	ENEcal IPPUcal AGRIcal LULUCFcal REScal	Libros de cálculo para cada sector, formulados y estandarizados de acuerdo con la metodología utilizada en el INGEI (Directrices IPCC 2006 y refinamientos 2019). Estos libros de cálculo se emplean en el INGEI de Colombia para estimar los inventarios a partir del año 2013. Cada libro de cálculo contiene las siguientes hojas necesarias para realizar el cálculo, verificar su trazabilidad y realizar los respectivos controles de

TIPO DE NSTRUMENTO	NOMBRE DEL INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
		calidad: B0, B2, F2, CONTROL, CALCULO, HOJA DE REPORTE, und & GWP. • B0 y B2. Bases de datos de actividad ("crudos" y procesados respectivamente). En algunos casos en los libros de cálculo se encuentran pestañas con el procesamiento de los datos de actividad "crudos". En otros casos, el procesamiento de los datos de actividad "crudos" se encuentran en archivos independientes archivados en la carpeta B2. • F2. Base de datos de factores de emisión y otros factores empleados en la estimación de las emisiones del sector, por año. • Cálculo. Hoja formulada según la metodología de cálculo empleada para cada subcategoría. En algunos casos, se presentan archivos de cálculo adicionales, principalmente cuando la estimación se realiza a partir de un modelo. • Hoja de reporte. Presenta la tabla de reporte de las emisiones de cada sector por subcategoría. • und & GWP. Hoja con la información para la conversión de unidades y con los potenciales de calentamiento global del AR5 – IPCC. Para la serie de tiempo 1990-2012, el INGEI cuenta con libros de cálculo basados en las plantillas EPA para la construcción de inventarios.
TABLAS DE REPORTE (CTR)	60 CTR por año (1920 Tablas en total)	Tablas de reporte con los resultados de las emisiones y absorciones de GEI (por gas y en CO_2eq y totales) para la serie 1990-2021. Se presenta por sector IPCC. Tablas de reporte que presentan los resultados de la estimación de la incertidumbre y de categorías clave del INGEI.
BIBLIOGRAFÍA	N/A	Archivos fuente de información (datos crudos) y literatura revisada que aporta a la construcción del INGEI. Se presenta por sector IPCC.

1.2.3 Almacenamiento de la información

El sistema de archivo del SINGEI, alberga carpetas que tienen como objetivo documentar y archivar toda la información necesaria para la estimación y reporte de información. Este sistema de archivo se encuentra almacenado en el repositorio digital del Ideam. Este sistema de archivo se utiliza en un proceso continuo en cada ciclo del INGEI que tiene en cuenta la serie histórica a reportar, los factores de emisión, datos de actividad desglosados, la incertidumbre, documentación asociada a la generación y agregación de datos, información asociada al aseguramiento y control de calidad, los resultados de las revisiones (internas y externas) y las mejoras que se haya previsto introducir en el INGEI.

A continuación, se describe detalladamente la información contenida en las cuatro grandes secciones que conforman el sistema de archivo:

a) Trazabilidad: almacena información sobre los protocolos del INGEI, el plan de mejora y su evolución o actualización temporal, la bibliografía de los sectores que tienen modelos de cálculo, el control de calidad por sector y los casos de uso para el diseño de la plataforma tecnológica SINGEI.
b) Bases de datos: contiene la base de datos de actividad B0, los procesamientos de los datos de actividad, la base de datos de actividad procesados B2 y la base de factores de emisión por sector IPCC.
c) Cálculos: carpeta que almacena los archivos de cálculo de cada sector, los modelos empleados en cada caso y los cálculos de incertidumbre.
d) Reportes: en esta carpeta se almacenan los reportes del INGEI, el inventario de carbono negro, categorías clave, incertidumbre, proyecciones, indicadores, género y las tablas de reporte maestras.

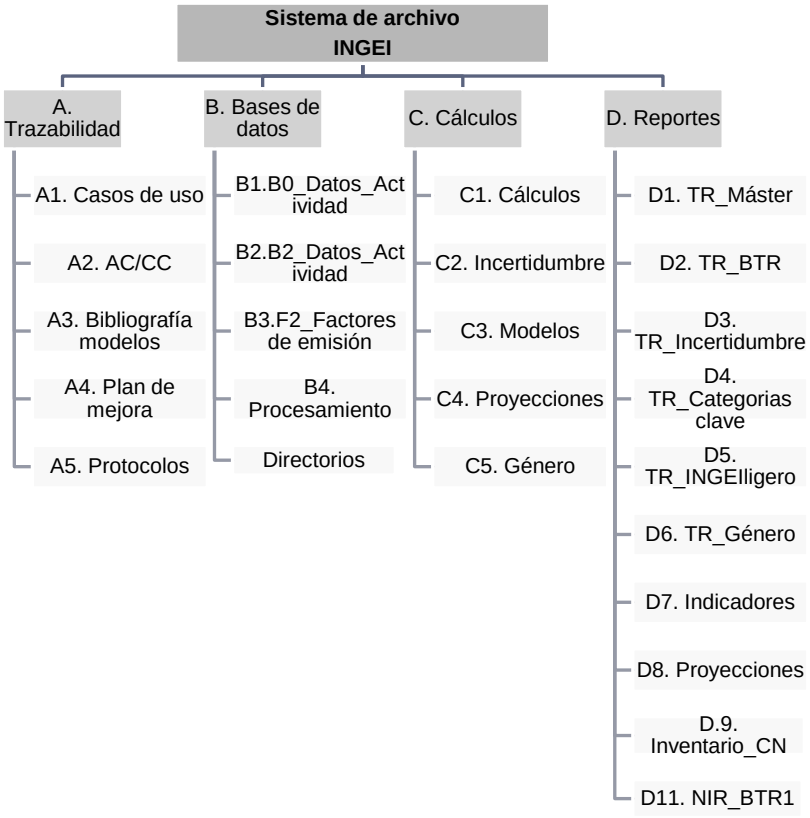


Figura 7. Despliegue del Sistema de archivo del INGEI en Colombia.

1.3 Proceso para la aprobación oficial del inventario

Como se ha mencionado, el proceso de realización y consolidación de las estimaciones del INGEI es realizado por el Ideam. Posteriormente, el equipo técnico realiza talleres de socialización de resultados con las entidades proveedoras de información pertenecientes al sector público, privado y la academia para además de presentar los resultados por sector cartera para su discusión, identificar oportunidades de mejora y nuevas fuentes de información.

Luego, el Ideam aprueba los resultados del INGEI e inicia el proceso de construcción del Informe del Inventario Nacional de Emisiones Atmosféricas (NIR, por sus siglas en inglés) siguiendo las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París (Decisión 18/CMA.1 y Decisión 5/CMA.3).

Cuando finaliza la realización del NIR, el Ideam somete el documento a un proceso de revisión de pares expertos, como parte del cumplimiento del aseguramiento de calidad establecido en el protocolo CC/AC, que en el caso del presente reporte fue posible gracias a la Iniciativa de Fomento de la Capacidad para la Transparencia y Programa de Apoyo Global (CBIT-GSP) financiado por el GEF e implementado por UNEP-CCC. En esta revisión se evaluó el cumplimiento de las MPG, se realizaron espacios de diálogo a través de la construcción de preguntas preliminares y se entregaron recomendaciones y comentarios.

Con dichas observaciones el equipo técnico del Ideam procede a priorizar los ajustes pertinentes de acuerdo con las circunstancias nacionales y a ejecutarlos conforme al plan de priorización.

Finalmente, el Ideam como Secretaría Técnica del CITCCC socializa los resultados del NIR ante las entidades que lo conforman para su aprobación, teniendo en cuenta que este Comité es la instancia encargada de "coordinar las acciones relacionadas con la producción, comunicación y gestión de la información técnica y científica como insumo de los procesos y de la toma de decisiones para la gestión del cambio climático y de las instancias del SISCLIMA" (Comisión intersectorial de cambio climático, 2016). Con el visto bueno, el Ideam entrega el reporte ante la CMNUCC, como parte del Informe Bienal de Transparencia de Colombia o Comunicación Nacional, según proceda.

1.4 Enfoque de género en el INGEI

El Estado colombiano, a través de sus entidades del sector ambiental, especialmente el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ideam, ha asumido el compromiso de avanzar en la integración del enfoque de género en las acciones climáticas que se adelantan en torno a mitigación y adaptación, incluyendo también aspectos relacionados con las causas del cambio climático, siendo la principal, las emisiones de GEI. Lo anterior, en consonancia con los compromisos nacionales e internacionales en materia de igualdad de género y la agenda climática mundial. Estos avances parten de la premisa de que el cambio climático no es neutral al género, reconociendo los impactos diferenciados de este fenómeno de alcance global y su intrínseca relación con aspectos estructurales de desigualdad como el género, la raza, la clase social, entre otros. Esto quiere decir, que desde una mirada interseccional la exacerbación de fenómenos climáticos, los cambios abruptos de tiempo y temperatura en diferentes regiones del mundo, y demás consecuencias negativas asociadas al cambio climático, no afectan de igual forma a hombres y mujeres.

A partir de este reconocimiento y comprensión, se evidencia la importancia estratégica de recolectar información sobre actividades de emisión y absorción de gases de efecto invernadero (GEI), con una perspectiva que contemple las influencias de las relaciones de género. Esto es clave para implementar acciones que integren de manera transversal las necesidades, roles y capacidades de mujeres y hombres en la mitigación de los impactos del cambio climático, contribuyendo así al avance de diversas agendas de carácter internacional y nacional en torno a la acción climática con igualdad de género. Este subcapítulo presenta los avances para la generación y reporte de información que refleje el vínculo entre las relaciones de género y las actividades de emisión y absorción de GEI en Colombia.

- **Problemática de género identificada**

A pesar de que el estado colombiano reconoce la relación que existe entre desigualdad de género y cambio climático, así como la importancia de la participación equitativa de mujeres y hombres en las acciones de mitigación y adaptación, existen aún grandes necesidades en términos de información sobre las desigualdades de género y su relación con las actividades de emisiones y absorciones de Gases de Efecto Invernadero. Lo anterior, parte de una invisibilización sobre cómo los roles, estereotipos de género, la división sexual del trabajo, el acceso y uso diferenciado de recursos y derechos por parte de hombres y mujeres, así como las diferencias generadas por factores como la etnia, la orientación sexual, identidad de género, discapacidad, entre otras, influyen en las actividades que generan emisiones de Gases de Efecto Invernadero GEI y absorción.

Este subregistro en la producción de información, que vincule las emisiones y absorciones GEI con las relaciones y brechas de género está relacionado con una desconexión entre las relaciones que establecen los grupos humanos con los recursos naturales, que están mediadas no sólo por el sistema productivo, sino también por patrones culturales y sociales que han sido construidos históricamente, como el género, la etnia/ raza, la clase social, entre otros. "La discusión sobre el cambio climático ha estado centrada en aspectos económicos y sociales; no obstante, su análisis ha considerado marginalmente la situación de las mujeres y las desigualdades de género que se reproducen y potencian con este fenómeno global." (Aguilar, 2021, pág. 11)

Una de las principales causas de esta invisibilización es que no se tienen en cuenta las responsabilidades, potencialidades y necesidades de mujeres y hombres en la medición de GEI, profundizando el círculo vicioso entre desigualdad de género y cambio climático. Esto quiere decir que, no se tienen en cuenta los aspectos culturales, económicos y sociales que dan como resultado las brechas de género, que constituyen la base de las actividades que contaminan el aire por medio del exceso en la producción de Gases de Efecto Invernadero.

Es importante aclarar que, aunque el enfoque de género no se centra exclusivamente en las problemáticas de las mujeres, sino también en las relaciones de género que conllevan a las desigualdades anteriormente mencionadas, hay un foco especial en las necesidades y potencialidades de las mujeres, relacionados con los factores de vulnerabilidad que pueden influir en la desigualdad. Por lo tanto, "*la falta de información sobre las decisiones de consumo y patrones de producción de las mujeres, su acceso, uso y protección de los recursos naturales o sobre su posibilidad de participación en espacios donde se discute el manejo de estos, el rol de las mujeres en los procesos de adaptación, mitigación y reducción de desastres vinculados a fenómenos climatológicos extremos, entre otros temas, es una limitante para el desarrollo de políticas relevantes sensibles al género."* (Aguilar, 2021, pág. 25)

Otra de las causas de la problemática señalada es que persiste la deficiencia de metodologías de recolección y procesamiento de información sobre la relación entre brechas de género y emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Esto quiere decir, no se han estandarizado proceso que permitan entender cuáles son las necesidades de información y la importancia de dichos datos tanto cuantitativos y cualitativos en las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. *"Incorporar el género en las estadísticas ambientales no consiste solo en compilar datos desglosados por sexo. También requiere el desarrollo de metodologías y orientaciones sobre cómo medir y monitorear las actividades relacionadas con el medio ambiente. Esto, a su vez, puede garantizar la captura de datos sobre vulnerabilidades construidas socialmente, los roles diferenciados que desempeñan mujeres y hombres en la conservación del medio ambiente y la toma de decisiones, y las necesidades, desafíos y prioridades específicas de todos los géneros en relación con el medio ambiente."* (UNEP and IUCN, 2018, pág. 14). El reto se encuentra entonces en encontrar esas rutas metodológicas que puedan ser estandarizables y que permitan a países con diferentes características, pero con objetivos similares, aprender métodos y pasos posibles para incorporar la perspectiva de género en la contabilidad de emisiones de GEI.

- **Metodología**

Teniendo en cuenta lo anterior, en Colombia bajo el liderazgo del Ideam y con el apoyo del proyecto GEF CBIT "Transparencia Climática Colombia" se ha realizado un planteamiento metodológico para facilitar la identificación del potencial para la integración del enfoque de género de emisiones de GEI, con el fin de contribuir a la mejora continua del SINGEI y a la generación de insumos clave para la gestión de las emisiones de GEI con enfoque de género. Integrar el enfoque de género en la gestión del cambio climático es clave ya que permite garantizar que las necesidades, roles y habilidades de mujeres y hombres formen parte integral del diseño, ejecución, monitoreo y evaluación de políticas, planes, estrategias y proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021, pág. 15). A continuación, en la Figura 7 se presenta un esquema de la metodología diseñada:

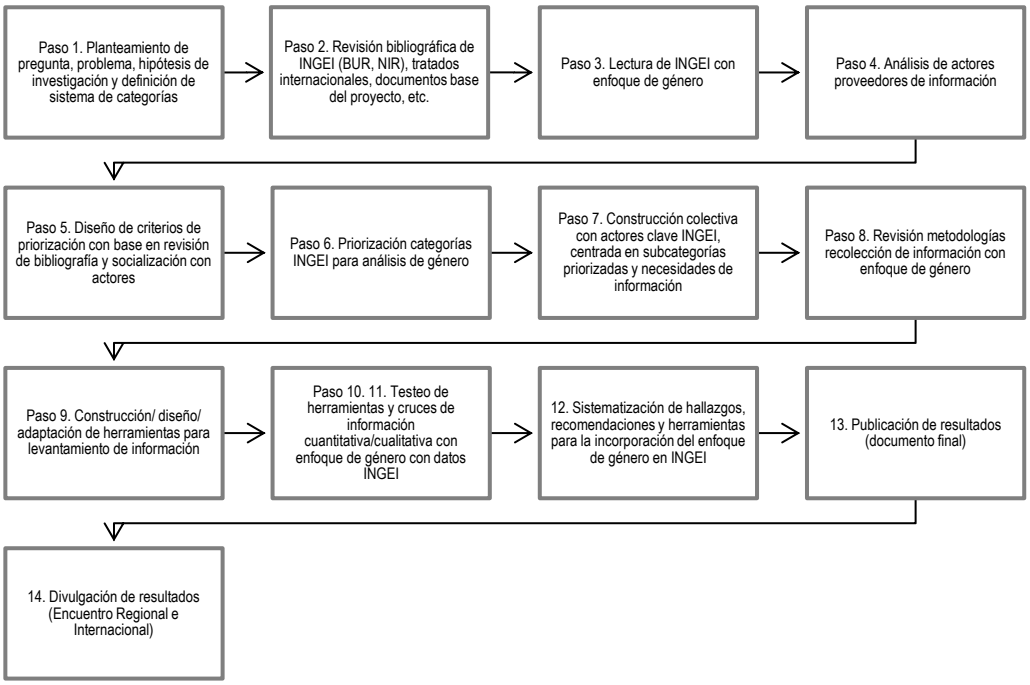


Figura 8. Metodología para incorporación del enfoque de género en INGEI

En la siguiente figura se exponen las principales categorías de género que han sido utilizadas para analizar las acciones de emisión y absorción de GEI.

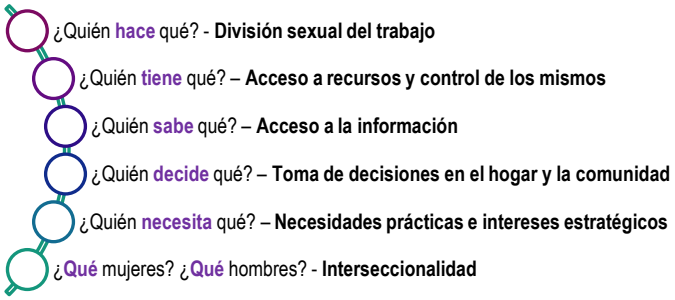


Figura 9. Principales categorías de género que han sido utilizadas para analizar las acciones de emisión y absorción de GEI

En un segundo nivel de lectura con enfoque de género, corresponde a un análisis estructural aplicable tanto a las condiciones nacionales como a las características sectoriales del INGEI. Esta estructura se replica en diferentes fases del proceso de implementación de esta metodología, ya que permite entender esferas de influencia y marcos normativos, socio culturales y económicos (Ver Figura 10). Esto permite también identificar necesidades y brechas de información, que serán susceptibles de ser abordadas para la producción de datos con enfoque de género en INGEI.

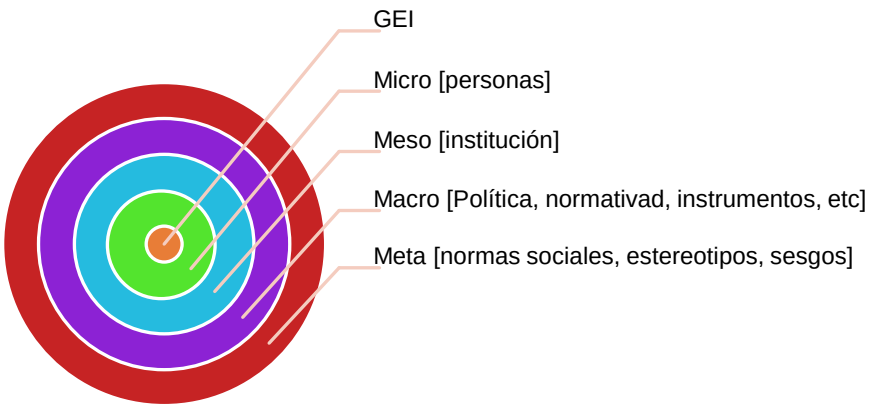


Figura 10. Análisis de género por niveles deductivos de interpretación

- **Fortalecimiento de capacidades para la transparencia climática con enfoque de género**

La integración del enfoque de género en el INGEI requiere del fortalecimiento de capacidades por parte de los diversos actores que intervienen en la recolección y cálculo de emisiones y absorciones de GEI. Estos procesos de capacitación y sensibilización frente al tema conforman el contexto habilitante en el que la recolección y uso de esta información darán paso a proceso de toma de decisiones y diseño e implementación de planes de mitigación y adaptación más integrales y sostenibles social y económicamente.

Este proceso de fortalecimiento se desarrolla de forma paralela al diseño de metodologías y herramientas para la recolección y análisis de información con enfoque de género en el INGEI. Su propósito principal es permitir la incorporación de la mirada de género e interseccional en los actores que se encargan de recolectar información y procesar dicha información con el objetivo de reportar el comportamiento de las principales actividades de emisión y absorción de GEI en el país. Por el carácter estratégico de este conocimiento se ha buscado extenderlo a toda la población de tal forma de llegar a públicos diversos.

En primer lugar, se han definido los productos de conocimiento como aquellos resultados del proceso de incorporación del enfoque de género que serán presentados públicamente y que constituirán un paquete de diferentes documentos cuyo fin es informar, capacitar y divulgar los resultados y hallazgos. Los principales productos de conocimiento que se han utilizado son:

A. Curso Transparencia Climática con enfoque de género. Este curso tiene una estructura deductiva, es decir que va de los conocimientos más generales en temas de género, y se va acercando cada vez más a la relación analítica que hay entre relaciones de género y cambio climático en las diferentes subcategorías del INGEI.
B. Guías infográficas. Relatan el avance del proceso de incorporación del enfoque de género, buscan mantener informada
C. Otros productos: documentos de sistematización de la implementación de la metodología para incorporación del enfoque de género en INGEI, encuentros nacionales, regionales e internacionales

Con base en lo anterior, Colombia diseña la metodología para la incorporación del enfoque de género en el INGEI y el programa de fortalecimiento de capacidades para la transparencia climática con enfoque de género. Estos esfuerzos hacen parte de una avanzada estratégica en términos de inclusión de la mirada de género e interseccional como una capacidad técnica que complementa los

actuales mecanismos para recolección y reporte de información sobre emisiones de GEI y sobre acciones de adaptación y mitigación al cambio climático.

1.5 Resumen general de la descripción de metodologías y fuentes de datos

El inventario de Colombia se elabora de conformidad con las recomendaciones de las Decisiones 5/CMA.3 y 18/CMA.1. Adicionalmente se emplean las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2006; IPCC, 2019), el Suplemento de 2013 Humedales y la guía de buenas prácticas y gestión de la incertidumbre de las Directrices del IPCC de 2006.

Siguiendo las orientaciones del IPCC (2006), los métodos aplicados en cada categoría son definidos mediante árboles de decisiones. El inventario proporciona información de los siguientes gases de efecto invernadero (GEI):

1. Dióxido de carbono (CO_2)
2. Metano (CH_4)
3. Óxido nitroso (N_2O)
4. Perfluorocarbonos (PFC)
5. Hidrofluorocarbonos (HFC)
6. Hexafluoruro de azufre (SF_6)

En los capítulos de cada sector del presente informe se puede consultar la información detallada sobre la metodología, las fuentes de datos de actividad y factores de emisión empleada en cada subcategoría. A continuación, se presentan algunos comentarios generales de la metodología utilizada por sector.

1. Energía

Se emplea en la mayoría de los casos un nivel metodológico 1, junto con factores de emisión por defecto. En particular, en el sector transporte, se ha desarrollado metodología nivel 3 y avances en la desagregación del dato de actividad para la categoría de fuera de ruta. Adicionalmente, se utiliza el método de referencia (método top-down) que utiliza los datos de oferta de energía para calcular las emisiones de CO_2 procedentes de la quema de combustibles fósiles. La comparabilidad entre el método de referencia y los cálculos para la categoría 1.A en el inventario permite contar con dos estimaciones para las emisiones de CO_2 derivadas de la quema de combustibles de manera independiente.

2. IPPU

Utiliza un nivel metodológico 1 y factores de emisión por defecto en la mayoría de sus subcategorías. En algunos casos se emplea un método de estimación nivel 2, como es el caso de las emisiones de CO_2 por la producción de cal, vidrio y otros usos de la ceniza de sosa, contando con datos de actividad por tipo de material.

En el sector, también se emplean factores de emisión nacionales como en la producción de cemento (FICEM), la producción de ácido nítrico (South Pole) y la producción de ferroaleaciones. Se resalta que para estimar las emisiones de la categoría 2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan de la capa de ozono, se emplea un nivel metodológico 1a que implica un enfoque de factor de emisión y que para la estimación de 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado y 2.F.3. Protección contra incendios se utilizan las herramientas de cálculo descritas en el Anexo 1 de las Directrices IPCC 2006 (Volumen 3, Capítulo 7).

3. Agricultura

Para la mayoría de las categorías se utilizan niveles metodológicos 1, 1 avanzado y 2. La metodología 2 se realiza en ganadería bovina aplicando factores de emisión desarrollados a partir de información específica del país, utilizando el modelo AFOLU 1 Colombia (Moreno et al., 2021).

En las estimaciones del nivel 1 avanzado se utilizan factores de emisión predeterminados que varían por las características de los sistemas de producción en el país, como es el caso de las especies porcinas y avícolas.

Es fundamental resaltar que el país ha realizado esfuerzos para refinar datos que no tienen una base oficial y carecen de antecedentes históricos, como los relacionados con el nitrógeno, la cal y la urea aplicados en el campo, así como el manejo de los residuos de cultivo. Para ello, se llevó a cabo una consulta nacional con expertos agropecuarios.

4. Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra - LULUCF

En la mayoría de las subcategorías se utiliza nivel metodológico 2. Se utiliza adicionalmente nivel metodológico 1c para tierras forestales, cultivos, asentamientos y pastizales que permanecen como tales para biomasa, otros suelos e incendios forestales (Ver Tabla 8*)*. Así mismo, se emplea método 1 de representación coherente de las tierras para las estimaciones de las categorías que permanecen en el mismo uso, tales como consumo de leña, plantaciones forestales, cultivos permanentes, sistemas silvopastoriles, embalses, arbolado urbano y quema de biomasa (en el que se cuenta con datos de área total del uso de la tierra, pero no existe información de las conversiones entre los usos de la tierra). Por otro lado, el método 3 se usa en los casos en que se cuenta con información de la superficie total del uso de la tierra y de las conversiones a otros usos de manera espacialmente explícita, como ocurre con las estimaciones por deforestación y degradación del bosque natural.

5. Residuos

La metodología utilizada generalmente es de nivel 2 con factores de emisión por defecto. Un aspecto destacado es la utilización del método de descomposición de primer orden (FOD – por sus siglas en inglés) para la estimación de emisiones de CH_4 derivadas de la eliminación de residuos sólidos en sitios de eliminación. Gracias a la aplicación de este modelo, se pueden ir acumulando las emisiones generadas a lo largo del tiempo, de acuerdo con su nivel de degradación e ir sumando las emisiones restantes de todos los años.

Este modelo funciona siempre y cuando las condiciones sean constantes para los sitios de eliminación, entendiendo que la degradación de los residuos está íntimamente relacionada con variables climáticas y caracterización de los residuos.

En la Tabla 6, donde se detallan las ecuaciones utilizadas en el desarrollo del inventario por cada sector y categoría.

Tabla 6. Ecuaciones IPCC, 2006 e IPCC, 2019 empleadas para estimar las emisiones por sector

Sector		**IPPU**		**AGRICULTURA**		**LULUCF**		**RESIDUOS**	
Volumen 2		**Volumen 3**		**Volumen 4**		**Volumen 4**		**Volumen 5**	
Capítulos 2, 3 y 4		**Capítulo 1 al 8**		**Capítulos 1 a 12**		**Capítulos 1 a 12**		**Capítulo 1 a 6**	
Subcategoría	**Ecuaciones**	**Subcategoría**	**Ecuaciones**	**Subcategoría**	**Ecuaciones**	**Subcategoría**	**Ecuaciones**	**Subcategoría**	**Ecuaciones**
1.A.1. Industrias de la energía.	2.1.	2.A.1. Producción de cemento. (IPCC, 2006).	2.1.	3.A.1. Ganado. (IPCC, 2019).	10.2, 10.3, 10.4, 10.6, 10.8, 10.11, 10.13, 10.14, 10.15, 10.16, 10.19, 10.20 y 10.21.	4.A.1.a Tierras forestales que permanecen como tierras forestales. (IPCC, 2006).	2.7, 2.9*, 2.10*, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.16, 2.26, 2.9*, 2.10* y 2.25.	5.A. Eliminación de residuos. (IPCC, 2006).	Método de descomposición de primer orden (FOD) contenido en el modelo IPCC Waste Model.
1.A.3.b Transporte terrestre. (IPCC, 2006).	3.2.1 y 3.2.3.	2.A.2. Producción de cal. (IPCC, 2006).	2.6, 2.9.	3.A.2. Ovinos. (IPCC, 2019).	10.19, 10.20	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales. (IPCC, 2006).	2.15, 2.16, 2.18 y 2.25.	5.C.1. Incineración de residuos. (IPCC, 2006).	5.1 y 5.3
1.A.3.e. Otro transporte. (IPCC, 2006).	3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3.	2.A.3. Producción de vidrio. (IPCC, 2006).	2.11.	3.A.3. Porcinos. (IPCC, 2019).	10.1,10.19, 10.20	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales. (IPCC, 2006).	2.7, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.14 y 2.26.	5.C.2. Quema a cielo abierto de residuos. (IPCC, 2006).	5.7, 5.2, 5.4 y 5.5
1.A.3.c Ferroviario. (IPCC, 2006).	3.4.1. y 3.4.2.	2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa. (IPCC, 2006).	2.15.	3.A.4. Otro Ganado. (IPCC, 2019).	10,1,10.19, 10.20	4.B.2. Tierras convertidas a tierras forestales. (IPCC, 2006).	2.15, 2.16, 2.18 y 2.25.	5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas. (IPCC, 2006).	6.1, 6.2, 6.7 y 6.8
1.A.3.d Navegación marítima y fluvial. (IPCC, 2006).	3.5.1.	2.B.1. Producción de amoníaco. (IPCC, 2006).	3.1.	3.B.1. Ganado. (IPCC, 2019).	10.2, 10.3, 10.4, 10.6, 10.8, 10.11, 10.13, 10.14, 10.15, 10.16, 10.22, 10.23, 10.24, 10.25, 10.30, 10.34, 10.34A y 10.34B.	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales. (IPCC, 2006).	2.7, 2.9, 2.10, 2.11, 2.14 y 2.26.	5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales. (IPCC, 2006; IPCC, 2019).	(IPCC 2006): 6.4, 6.5, 6.6. (IPCC 2019): 6.11, 6.12, 6.13, 6.14
1.A.3.a. Aviación civil. (IPCC, 2006).	3.6.1, 3.6.2., 3.6.3., 3.6.4., 3.6.5.	2.B.2. Producción de ácido nítrico. (IPCC, 2006).	3.5.	3.B.2. Ovinos. (IPCC, 2019).	10.22, 10.22A, 10,25, 10,30, 10.34, 10.34A y 10.34B	4.C.2.a Tierras forestales convertidas en Pastizales. (IPCC, 2006).	2.15, 2.16, 2.18 y 2.25.		
1.A.4. Otros sectores. (IPCC, 2006).	2.1.	2.B.4. Producción de caprolactama. (IPCC, 2006).	3.9.	3.B.3. Porcinos. (IPCC, 2019).	10.1,10.22, 10.22A, 10,25, 10,30, 10.34, 10.34A y 10.34B	4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales. (IPCC, 2006).	2a.1 y 3a.1		
1.B.1 Combustibles sólidos. (IPCC, 2006).	4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.7A.	2.B.8.b. Etileno. (IPCC, 2006).	3.15.	3.B.4. Otro Ganado. (IPCC, 2019; IPCC, 2006).	10.1,10.22, 10.22A, 10,25, 10,30, 10.34, 10.34A y 10.34B	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en Pastizales (IPCC, 2006).	2.15, 2.16, 2.18 y 2.25.		
1.B.2 Petróleo y Gas Natural y otras emisiones provenientes de la energía. (IPCC, 2006).	4.2.1 - 4.2.2.	2.B.8.c. Monómero cloruro de vinilo. (IPCC, 2006).	3.15.	3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol. (IPCC, 2019; IPCC, 2006).	10.1, 10,25, 10,26, 10,28	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales. (2006).	8.1 y 8.3.		
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción. (IPCC, 2006).	2.1.	2.B.8.f. Negro de humo. (IPCC, 2006).	3.15.	3.C.1. Arroz riego. (IPCC, 2019).	5.1, 5.2, 5.3	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos. (IPCC, 2006).	2.15, 2.16, 2.18 y 2.25.		
Método de referencia. (IPCC, 2006).	6.2	2.C.1. Producción de hierro y acero. (IPCC, 2006).	4.4, 4.7, 4.12.	3.C.2. Arroz secano. (IPCC, 2019).	5.1, 5.2, 5.3	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras. (IPCC, 2006).	2.15, 2.16, 2.18 y 2.25		

Sector		IPPU		AGRICULTURA		LULUCF		RESIDUOS	
Volumen 2		Volumen 3		Volumen 4		Volumen 4		Volumen 5	
Capítulos 2, 3 y 4		Capítulo 1 al 8		Capítulos 1 a 12		Capítulos 1 a 12		Capítulo 1 a 6	
Subcategoría	Ecuaciones	Subcategoría	Ecuaciones	Subcategoría	Ecuaciones	Subcategoría	Ecuaciones	Subcategoría	Ecuaciones
		2.C.2. Producción de ferroaleaciones. (IPCC, 2006).	4.15.	3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados. (IPCC, 2019).	11.1, 11.2, 11.3, 11.5, 11.6 11.7 y 11.8 10.34, 10.34A y 10.34B	4.G. Productos de la madera recolectada. (IPCC, 2006).	12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.7 y 12.8		
		2.C.5. Producción de plomo. (IPCC, 2006).	4.32.	3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados. (IPCC, 2019).	11.9, 11.10,11.11	4(IV). Quema de biomasa. (IPCC, 2006).	2.27		
		2.D.1. Uso de lubricantes. (IPCC, 2006).	5.2.	3.G. Encalado. (IPCC, 2006).	11.12				
		2.D.2. Uso de cera de parafina. (IPCC, 2006).	5.4.	3.H. Aplicación de urea. (IPCC, 2006).	11.13				
		2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado. (IPCC, 2006).	7.2B.						
		2.F.2. Agentes espumantes. (IPCC, 2006).	7.8.						
		2.F.3. Protección contra incendios. (IPCC, 2006).	7.17.						
		2.F.4. Aerosoles. (IPCC, 2006).	7.6.						
		2.F.5. Solventes. (IPCC, 2006).	7.5.						
		2.F.6. Otras aplicaciones. (IPCC, 2006).	7.18.						
		2.G.1.b. Uso de equipos eléctricos. (IPCC, 2006).	8.1.						

Las estimaciones en el presente inventario se realizan utilizando los valores de potencial de calentamiento global para un horizonte temporal de 100 años (GWP100) del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5) (Myhre et al., 2013) (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Potenciales de calentamiento empleados

Gas	Potencial de calentamiento (GWP) AR5
Dióxido de carbono (CO_2)	1
Metano (CH_4)	28
Óxido nitroso (N_2O)	265
Hidrofluorocarbonos (HFC)	
HFC-32	677
HFC-125	3.170
HFC-134a	1.300
HFC-143a	4.800
HFC-152a	138
HFC-227ea	3.350
HFC-23	12.400
HFC-245fa	858
HFC-43-10mee	1.650
Perfluorocarbonos (PFC)	
PFC-116	11.100
Hexafluoruro de azufre (SF_6)	23.500

Varias instituciones proveen los datos de actividad para las estimaciones de las emisiones. Entidades gubernamentales, centros de investigación y gremios de distintos sectores, han permitido establecer un plan de trabajo continuo, para asegurar la coherencia de los datos y la calidad de los resultados. La información recolectada debe cumplir con las características requeridas para la estimación en cada uno de los sectores y garantizar el cumplimiento del Protocolo de control y aseguramiento de calidad del SINGEI y el plan de mejora del inventario.

La recolección de datos es variable dentro de los sectores; en el sector de Energía, desde el 2010 el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación Minero Energético del Ministerio de Minas y Energía (MRVme) es la principal fuente de información. Desde allí se recopilan y procesan los datos de actividad empleados para las estimaciones de gran parte de las categorías del sector. Estos son compartidos al profesional sectorial de energía del Ideam en archivos Excel. Los datos de actividad como el consumo de gas natural, GLP y otros energéticos en el sector comercial/institucional, residencial y agricultura, son extraídos desde las páginas web oficiales que centralizan la información en el país (Balance Energético Colombiano – BECO, UPME, Sinergox, entre otros). Datos de actividad como biogás y leña se recolectan desde los sectores de residuos y LULUCF.

En el sector de IPPU, varios datos de actividad se recolectan mediante oficios de solicitud o acuerdos de intercambio de información con empresas privadas y gremios sectoriales. Por ejemplo, PROCEMCO que reporta datos de producción de cemento y producción de Clinker, CERROMATOSO proporciona información sobre la producción de ferroníquel, y la ANDI informa sobre la producción de amoniaco y ácido nítrico. Además, Ecopetrol reporta la producción de etileno, mientras que la UTO ofrece datos sobre el consumo de sustancias y mezclas sustitutos SAO. Otros datos utilizados en las estimaciones se extraen de páginas web oficiales de entidades como el DANE, SIMCO y WSA.

En el sector de Agricultura la recolección de datos se realiza principalmente a través de páginas web oficiales. La información sobre las poblaciones animales se extrae del ICA que reporta el inventario bovino y de otras especies. Adicionalmente, se utiliza la página de FAOSTAT (FAO) para dar completitud de toda la serie temporal desde 1990 en lo que respecta a especies menores y equinos. Las cantidades de nitrógeno inorgánico son proporcionadas por el MADR mediante solicitud de información, mientras que las áreas sembradas de los principales cultivos se obtienen de la página oficial de UPRA (evaluaciones agropecuarias municipales), FEDECACAO, FEDEPALMA,

FEDECAFE-FNC y DANE-FEDEARROZ (encuesta nacional de arroz mecanizado). La información relacionada con mapas de suelos y clima es proporcionada por el Ideam e IGAC, cuyas publicaciones están disponibles en sus sitios web oficiales.

En el sector de LULUCF la recolección de datos de actividad para deforestación y degradación se realiza mediante solicitud vía correo electrónico al Ideam. Para estimar el consumo de leña, se extraen datos de población rural por departamento desde la página del DANE, así como información sobre el consumo y el porcentaje de uso de leña de la Encuesta de Calidad de Vida del DANE. Para la recolección de datos sobre cultivos, se descargan registros desde la página de AGRONET de la UPRA, según el tipo de cultivo. En cuanto a las plantaciones forestales, se solicita información sobre áreas plantadas anuales y áreas cosechadas al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y al ICA mediante correo electrónico. Para los datos de áreas incendiadas en cultivos, tierras forestales y pastizales se solicita la información al Ideam. Los datos sobre productos de la madera se obtienen de la página de FAOSTAT (FAO), mientras que la información sobre el arbolado urbano se revisa en los sitios web de las alcaldías de ciudades como Barranquilla, Medellín y Bogotá y sus Secretarías de Ambiente.

En el sector de Residuos la mayoría de información se extrae desde páginas web oficiales. La principal fuente es el SUI de la Superintendencia de Servicios Público donde se recolecta el reporte de toneladas de residuos sólidos que ingresan al sitio de disposición final, el tratamiento de aguas residuales, la producción per cápita de residuos entre otros datos. Para el caso de los datos de población total, rural y urbana y la cantidad de desechos quemados, la información se recopila a través de la página del DANE. Otros datos de actividad utilizados son recolectados desde las páginas oficiales de FAO y World Steel Association (WSA). Finalmente, los datos relacionados con incineración generación y aprovechamiento de biogás son solicitados a administradores de los sitios de disposición y plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los datos recolectados en cada uno de los sectores son también empleados para las estimaciones de contaminantes criterio y carbono negro.

Los factores de emisión utilizados provienen de diversas fuentes. Los de nivel 1 se recopilan de las guías del IPCC 2006 y 2019, adaptándose a las características específicas del país. Además, se han incluido factores de nivel 2 que resultan de consultorías y estudios realizados in situ, tales como factores de la orina y el estiércol de animales en pastoreo y arroz en el sector de Agricultura, y los cultivos de cacao, marañón y plantaciones forestales en el sector de LULUCF. También se aplican factores de emisión de nivel 2 obtenidos a partir de modelos desarrollados por el equipo del inventario, como es el caso de las categorías de fermentación entérica y gestión del estiércol (modelo AFOLU 1 Colombia) en el sector agrícola (Moreno et al., 2021), y el modelo FOD, basado en el IPCC, en la categoría de eliminación de residuos sólidos en el sector de residuos. Además, existen factores de emisión de nivel 2 proporcionados por diversas instituciones, que complementan los datos en diferentes sectores. Estos factores reflejan los avances en investigación en el país, permitiendo obtener estimaciones más precisas y contribuyendo a una gestión más efectiva, eficiente y adaptada a las particularidades nacionales.

En la Tabla 8 se presenta una descripción detallada de los métodos aplicados y las fuentes de información empleadas en el inventario nacional GEI de Colombia.

Tabla 8. Métodos y fuentes de información utilizadas en el inventario

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
1.A. Actividades de quema de combustibles (enfoque sectorial)	1.A.1. Industrias de la energía	1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2. CH4, N2O	Min Energía
		1.A.1.b. refinación del petróleo	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2. CH4, N2O	Min Energía
		1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2. CH4, N2O	Min Energía
		1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías. COQUE	CO2, CH4, N2O	Nivel 1	Producción de coque: IPCC 2006. Volumen 3. Capítulo 4. Cuadro 4.1 y Cuadro 4.2	BECO - UPME
						Min Energía
	1.A.2. Industrias manufactureras y construcción.	1.A.2.a. Hierro y acero	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
		1.A.2.b. Metales no ferrosos	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	Cerro Matoso-South32
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	MRVme
		1.A.2.c. Productos químicos	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
		1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
		1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
		1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
		1.A.2.g. Otros (especificar)	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	---	---
				Nivel 1: CH4, N2O		
		1.A.2.g.i. Manufactura de maquinaria	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
		1.A.2.g.ii. Manufactura de equipos de transporte	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
		1.A.2.g.iii. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	SICOM - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
		1.A.2.g.iv. Madera y productos de la madera	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
		1.A.2.g.v. Construcción	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
		1.A.2.g.vi. Textiles y cueros	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
		1.A.2.g.vii. Vehículos todoterreno y otra maquinaria	CO2, CH4, N2O	IE	IE	IE
		1.A.2.g.viii. Otros (especificar)	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.3: CH4, N2O	
	1.A.3. Transporte	1.A.3.a. Aviación nacional	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC - UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.6.9	Aerocivil
					IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.6.5	
		1.A.3.b. Transporte por carretera 1.A.3.b.i. Carros	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC –UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2 y Capítulo 3. Cuadro 3.4.1.	RUNT

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
		1.A.3.b. Transporte por carretera 1.A.3.b.ii. Camiones Ligeros	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC –UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2 y Capítulo 3. Cuadro 3.4.1.	RUNT
		1.A.3.b. Transporte por carretera 1.A.3.b.iii. Camiones pesados y buses	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC –UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2 y Capítulo 3. Cuadro 3.4.1.	RUNT
		1.A.3.b. Transporte por carretera 1.A.3.b.iv. Motocicletas	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC –UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2 y Capítulo 3. Cuadro 3.4.1.	RUNT
		1.A.3.b. Transporte por carretera1.A.3.b.iv. Otros	NO	NO	NO	NO
		1.A.3.c. Ferrocarriles	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC –UPME/MADS: CO2	Transporte en cifras
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2 y Capítulo 3. Cuadro 3.4.1.	
		1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC –UPME/MADS: CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.5.3	
		1.A.3.e. Otro transporte 1.A.3.e.i. Transporte por tuberías	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC –UPME/MADS: CO2	Ministerio de Minas y Energía
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.3.2,	
		1.A.3.e. Otro transporte 1.A.3.e.ii. Otros	CO2, CH4, N2O	Nivel 3: CO2	FECOC –UPME/MADS, CO2	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	Swisscontact – CALAC+,EPA.	Swisscontact – CALAC+,EPA.
					IPCC 2006. Volumen 2.	
					Capítulo 3. Cuadro 3.3.1,	
					IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.2.2	
	1.A.4. Otros sectores	1.A.4.a. Comercial/institucional	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC – UPME	BECO - UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.4	Se consultan proyectos MDL de PTAR y rellenos sanitarios
		1.A.4.b. Residencial	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC – UPME	BECO – UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.4	PERS – UPME
		1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CO2, CH4, N2O	Nivel 2: CO2	FECOC – UPME	BECO – UPME
				Nivel 1: CH4, N2O	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.5	Ministerio de Transporte – RNMA, Información aduanera
					Capítulo 3. Cuadro 3.2.2	
		1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca Fuentes Móviles	CO2, CH4, N2O	Nivel 3: CO2	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.3.1,	EPA
				Nivel 1: CH4, N2O	Swisscontact – CALAC+	Swisscontact – CALAC+
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	1.B.1. Combustibles sólidos	1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CO2, CH4	Nivel 1: CO2	IPCC	SIMCO - UPME
				Nivel 2: CH4	UPME – UPTC	Min Energía
	1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía	1.B.2.a. Petróleo	CO2, CH4, N2O	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	UPME
						Min Energía
		1.B.2.b. Gas natural	CO2, CH4, N2O	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.4, Cuadro 4.2.5	
2.A. Industria de los minerales	2.A.1. producción de cemento		CO2	Nivel 1	Serie 1990-2021: WBCSD	ECG - DANE, PROCEMCO
					Serie 2015-2021: Reporte Colombia - FICEM	
	2.A.2. producción de cal		CO2	Nivel 2	IPCC 2006. Volumen 3. Capítulo 2. Cuadros 2.4.	EAM - DANE
	2.A.3. producción de vidrio		CO2	Nivel 2	IPCC 2006. Volumen 3. Capítulo 2. Cuadros 2.6.	EAM - DANE
	2.A.4. Otros usos de proceso de	2.A.4.b Otros usos de la ceniza de sosa	CO2	Nivel 2	IPCC 2006. Volumen 3. Capítulo 2. Cuadros 2.1.	EAM - DANE

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
	carbonatos en los procesos					
2.B. Industria química	2.B.1. producción de amoníaco		CO2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 3. Capítulo 3. Cuadro 3.1.	ANDI – Cámara Procultivos y empresas del sector
	2.B.2. Producción de ácido nítrico		N2O	Nivel 1	Serie 1990-2009: IPCC 2006. Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.3.	ANDI – Cámara Procultivos y empresas del sector
					Serie 2010-2021: South Pole – Proyecto NACAG en Colombia	
	2.B.4. Producción de caprolactama, glioxal y ácido glioxílico	2.B.4.a. Caprolactama	N2O	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.5	ANDI – Cámara Procultivos y empresas del sector
	2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo.	2.B.8.b. Etileno	CO2, CH4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.14, 3.15, 3.16	Ecopetrol
	2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo.	2.B.8.c. Dicloruro de etileno y monómero cloruro de vinilo	CO2, CH4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.17, 3.19	EAM - DANE
	2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo.	2.B.8.f. Negro de humo	CO2, CH4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.23, 3.24	EAM - DANE
2.C. Industria de los metales	2.C.1. Producción de hierro y acero.	2.C.1.a Acero	CO2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 3, Capítulo 4, Cuadro 4.1	SIMCO - UPME
						WSA
	2.C.1. Producción de hierro y acero.	2.C.1.d Sinterizado	CO2, CH4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 3, Capítulo 4, Cuadro 4.1	SIMCO - UPME
						WSA
	2.C.2. Producción de ferroaleaciones		CO2	Nivel 1	Cerro Matoso – South32. MRVme.	Cerro Matoso – South32
						EAM - DANE
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	2.C.5. producción de plomo		CO2	Nivel 1	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 4, Cuadro 4.21	Empresas del sector
	2.D.1. Uso de lubricantes		CO2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 3, Capítulo 5, Numeral 5.2.2.2. Cuadro 5.2.	EAM - DANE
2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	2.D.2. Uso de cera de parafina		CO2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 3, Capítulo 5, Numeral 5.3.2.2	EAM - DANE
	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	2.F.1.a Refrigeración comercial	HFC-23, HFC-32,	Nivel 1a	IPCC 2006. Volumen 3, Capitulo 7, Anexo 1	UTO-MADS
		2.F.1.b Refrigeración industrial	HFC-125, HFC-134a,			
		2.F.1.c Refrigeración doméstica	HFC-143a, HFC-236fa,			
		2.F.1.d Refrigeración en transporte	PFC-14, PFC-116			
		2.F.1.e. Aire acondicionado móvil				

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
		2.F.1.f. Aire acondicionado estacionario				
		2.F.2.b Celda abierta	HFC-227ea, HFC-245fa, HFC-365mfc	Nivel 1a	IPCC 2006. Volumen 3, Capitulo 7, Anexo 1	UTO-MADS
	2.F.3. Protección contra incendios	2.F.3. Protección contra incendios	HFC-125, HFC-227ea, HFC-236fa	Nivel 1a	IPCC 2006. Volumen 3, Capitulo 7, Anexo 1	UTO-MADS
	2.F.4. Aerosoles	2.F.4. Aerosoles	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-43-10mee	Nivel 1a	IPCC 2006. Volumen 3, Capitulo 7, Anexo 1	UTO-MADS
	2.F.5. Solventes	2.F.5. Solventes	HFC-134a	Nivel 1a	IPCC 2006. Volumen 3, Capitulo 7, Anexo 1	UTO-MADS
	2.F.6. Otras aplicaciones	2.F.6. Otras aplicaciones	HFC-134a	Nivel 1a	IPCC 2006. Volumen 3, Capitulo 7, Anexo 1	UTO-MADS
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	2.G.1. Equipos eléctricos	2.G.1. Equipos eléctricos	SF6	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 3, Capitulo 8.	XM, Banco Mundial
3.A. Fermentación entérica	3.A.1. Ganado	3.A.1.a. Otro3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción	CH4	Nivel 2	Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.A.1.a. Otro3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH4	Nivel 2	Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.A.1.a. Otro3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH4	Nivel 2	Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.A.1.a. Otro3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	CH4	Nivel 2	Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.A.1.a. Otro3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	CH4	Nivel 2	Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.A.1.a. Otro3.A.1.a.vi. Novillas de reemplazo	CH4	Nivel 2	Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.A.1.a. Otro3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	CH4	Nivel 2	Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
	3.A.2. Ovinos	3.A.2.a. Otro3.A.2.a.i. Ovinos	CH4	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.10	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
	3.A.3. Porcinos	3.A.3.a. Otro3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses	CH4	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.10	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.A.3.a. Otro3.A.3.a.ii. Porcinos > 6 meses	CH4	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.10	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.A.3.a. Otro3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad	CH4	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.10	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
	3.A.4. Otro ganado	3.A.4.a. Búfalos	CH4	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.11	Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.A.4.b. Camellos	CH4	NO	NO	NO
		3.A.4.c. Ciervos	CH4	NE	NE	NE
		3.A.4.d. Caprinos	CH4	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.10	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.A.4.e. Caballos	CH4	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.10	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.A.4.f. Mulas y asnos	CH4	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.10	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.A.4.g. Aves de corral3.A.4.g.i. Ponedoras	CH4	NE	NE	NE

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
		3.A.4.g.ii. Pollo de engorde	CH4	NE	NE	NE
		3.A.4.h. Otros3.A.4.h.i. Conejos	CH4	NE	NE	NE
		3.A.4.h. Otros3.A.4.h.ii. Renos	CH4	NO	NO	NO
		3.A.4.h. Otros3.A.4.h.iii. Avestruz	CH4	NE	NE	NE
		3.A.4.h. Otros3.A.4.h.iv. Animales de piel	CH4	NO	NO	NO
3.B. Gestión del estiércol	3.B.1. Ganado	3.B.1.a. Otro3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción	CH4, N2O	Nivel 2: CH4	CH4: Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
				Nivel 1a: N2O	N2O: IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.21	
		3.B.1.a. Otro3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH4, N2O	Nivel 2: CH4	CH4: Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
				Nivel 1a: N2O	N2O: IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.21	
		3.B.1.a. Otro3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH4, N2O	Nivel 2: CH4	CH4: Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
				N2O Reportado en 3.D.	N2O: Metodología de 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo (Proyecto Biocarbono-CIAT-Bioversity International)	
		3.B.1.a. Otro3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	CH4, N2O	Nivel 2: CH4	CH4: Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
				N2O Reportado en 3.D.	N2O: Metodología de 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo (Proyecto Biocarbono-CIAT-Bioversity International)	
		3.B.1.a. Otro3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos	CH4, N2O	Nivel 2: CH4	CH4: Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
				N2O Reportado en 3.D.	N2O: Metodología de 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo (Proyecto Biocarbono-CIAT-Bioversity International)	
		3.B.1.a. Otro3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo	CH4, N2O	Nivel 2: CH4	CH4: Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.B.1.a. Otro		N2O Reportado en 3D	N2O: Metodología de 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo (Proyecto Biocarbono-CIAT-Bioversity International)	
		3.B.1.a. Otro3.B.1.a.vii. Ganado de engorde	CH4, N2O	Nivel 2: CH4	CH4: Modelo AFOLU 1 Colombia	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
				N2O Reportado en 3D	N2O: Metodología de 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo (Proyecto Biocarbono-CIAT-Bioversity International)	
	3.B.2. Ovinos	3.B.1.a. Otro3.B.2.a.i. Ovinos	CH4, N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.14, 10.17 y 10.21	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
	3.B.3. Porcinos	3.B.1.a. Otro3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses	CH4, N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.17, 10.14, ecuación 10.22	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.1.a. Otro3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses	CH4, N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.17, 10.14, ecuación 10.22	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.1.a. Otro3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad	CH4, N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.17, 10.14, ecuación 10.22	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
	3.B.4. Otro ganado	3.B.4.a. Búfalos	CH4, N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.17, 10.14, ecuación 10.22	Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.4.b. Camellos	CH4, N2O	NO	NO	NO
		3.B.4.c. Ciervos	CH4, N2O	NE	NE	NE
		3.B.4.d. Caprinos	CH4, N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.17, 10.14, ecuación 10.22	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.4.e. Caballos	CH4, N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.17, 10.14, ecuación 10.22	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.4.f. Mulas y asnos	CH4, N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.17, 10.14, ecuación 10.22	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.4.g. Aves de corral3.B.4.g.i. Ponedoras	CH4, N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.17, 10.14, ecuación 10.22	FAOSTAT- Federación Nacional de Avicultores-FENAVI
		3.B.4.g. Aves de corral3.B.4.g.ii. Pollos de engorde	CH4, N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 10, Cuadro 10.17, 10.14, ecuación 10.22	FAOSTAT- Federación Nacional de Avicultores-FENAVI

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
		3.B.4.h. Otro3.B.4.h.i. Conejos	CH4, N2O	NE	NE	NE
		3.B.4.h. Otro3.B.4.h.ii. Renos	CH4, N2O	NO	NO	NO
		3.B.4.h. Otro3.B.4.h.iii. Avestruz	CH4, N2O	NE	NE	NE
		3.B.4.h. Otro3.B.4.h.iv. Animales de piel	CH4, N2O	NO	NO	NO
		3.B.4.h. Otro				
	3.B.5. Emisiones indirectas de N2O de gestión de estiércol	3.B.5.a. Ganado3.B.5.a.i. Vacas de Alta Producción	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.B.5.a. Ganado3.B.5.a.ii. Vacas de Baja Producción	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.B.5.a. Ganado3.B.5.a.iii. Vacas para producción de carne	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.B.5.a. Ganado3.B.5.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.B.5.a. Ganado3.B.5.a.v. Terneros pre-destetos	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.B.5.a. Ganado3.B.5.a.vi. Novillas de reemplazo	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
		3.B.5.a. Ganado 3.B.5.a.vii. Ganado de engorde	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Inventario bovino FEDEGAN- Censo Pecuario Nacional-ICA
			N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.5.c. Porcinos 3.B.5.c.i. Porcinos < 6 meses	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.5.c. Porcinos 3.B.5.c.ii. Porcinos > 6 meses	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.5.c. Porcinos3.B.5.c.iii. Porcinos baja productividad	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.5.d. Otro Ganado3.B.5.d.i. Búfalos	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.5.d. Otro Ganado 3.B.5.d.ii. Caprinos	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.5.d. Otro Ganado 3.B.5.d.iii. Caballos	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.5.d. Otro Ganado 3.B.5.d.iv. Mulas y asnos	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	FAOSTAT-Censo Pecuario Nacional - ICA
		3.B.5.d. Otro Ganado3.B.5.d.v. Aves 3.B.5.d.vi. Ponedoras	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	FAOSTAT- Federación Nacional de Avicultores-FENAVI
		3.B.5.d. Otro Ganado 3.B.5.d.vii. Pollo de engorde	N2O	Nivel 1a	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	FAOSTAT- Federación Nacional de Avicultores-FENAVI
3.C. Cultivo de arroz	3.C.1. Arroz riego	3.C.1.a. Continuamente inundado	CH4	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 5, Cuadro 5.12, 5.13 y 5.14	DANE-FEDEARROZ
		3.C.1.b. Inundado intermitentemente 3.C.1.b.i. Aireación simple	CH4	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 5, Cuadro 5.12, 5.13 y 5.14	DANE-FEDEARROZ
		3.C.1.b. Inundado intermitentemente 3.C.1.b.ii. Aireación múltiple	CH4	Nivel 2: Región de la Orinoquia	Proyecto Biocarbono-CIAT-Bioversity International	DANE-FEDEARROZ
				Nivel 1: otras regiones	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 5, Cuadro 5.12, 5.13 y 5.14	
	3.C.2. Arroz secano	3.C.2.b. Propenso a la sequía	CH4	Nivel 2: Región de la Orinoquia	Proyecto Biocarbono-CIAT-Bioversity International	DANE-FEDEARROZ
				Nivel 1: otras regiones	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 5, Cuadro 5.12, 5.13 y 5.14	
	3.C.3. Aguas profundas		CH4	NO	NO	NO

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
	3.C.4. Otro		CH4	NO	NO	NO
3.D. Suelos agrícolas	3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados	3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.1	CIAT, USAID - Evaluaciones agropecuarias municipales - Anuario estadístico del sector agropecuario - FEDECAFÉ-FEDECACAO-FEDEPALMA
						Consulta nacional de expertos agropecuarios.
	3.D.2. Emisiones indirectas de N2O de suelos gestionados	3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N 3.D.1.b.i Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.1	Población animal: tasas de excreción, fracciones de nitrógeno en los sistemas de gestión de estiércol
		3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N 3.D.1.b.ii. Lodos de depuradora aplicados a los suelos	N2O	NO	NO	NO
		3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N				
		3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos	N2O	NE	NE	NE
		3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo	N2O	Nivel 2: Región de la Orinoquia	Proyecto Biocarbono-CIAT-Bioversity International	Fracción de N depositado en los suelos de pastizales, y potreros por cada especie de animal. Nitrógeno excretado en los pastizales (estimado en 3.B.).Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados en el sistema de pasturas (3.D.1.b).
				Nivel 1: otras regiones	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.1	
		3.D.1.d. Residuos de cosecha	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.1	Evaluaciones agropecuarias municipales - Anuario estadístico del sector agropecuario - FEDECAFÉ-FEDECACAO-FEDEPALMA
						Consulta nacional de expertos agropecuarios.
		3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.1	Ideam-SMByC
		3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	N2O	Nivel 1	Suplemento 2013 IPPC 2006. Volumen 4, Capitulo 2, Cuadro 2.5	Mapa Digital de Geo pedología en Colombia 2018 - IGAC; Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. Escala 1:100.000. versión 2.1. Año 2017 -Ideam; Mapa de Biomas Naturales de Colombia 2014- Ideam; Mapa de clasificación climática Caldas Lang - Ideam
		3.D.2.a.i. Deposición atmosférica - Fertilizantes N inorgánicos3.D.2.a.i. Deposición atmosférica - Fertilizantes N inorgánicos	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	CIAT, USAID - Evaluaciones agropecuarias municipales - Anuario estadístico del sector agropecuario - FEDECAFÉ-FEDECACAO-FEDEPALMA
						Consulta nacional de expertos agropecuarios.
		3.D.2.a. Deposición atmosférica3.D.2.a.ii. Deposición atmosférica - Fertilizantes N orgánicos	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Población animal: tasas de excreción, fracciones de nitrógeno en los sistemas de gestión de estiércol
		3.D.2.a. Deposición atmosférica3.D.2.a.iii. Deposición atmosférica - Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Fracción de N depositado en los suelos de pastizales, y potreros por cada especie de animal. Nitrógeno excretado en los pastizales (estimado en 3.B.).Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados en el sistema de pasturas (3.D.1.b).

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
		3.D.2.b. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno3.D.2.b.i. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Fertilizantes N inorgánicos	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	CIAT, USAID - Evaluaciones agropecuarias municipales - Anuario estadístico del sector agropecuario - FEDECAFÉ-FEDECACAO-FEDEPALMA
						Consulta nacional de expertos agropecuarios.
		3.D.2.b. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno3.D.2.b.ii. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Fertilizantes N orgánicos	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Población animal: tasas de excreción, fracciones de nitrógeno en los sistemas de gestión de estiércol
		3.D.2.b. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno3.D.2.b.iii. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Residuos de cosecha	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Evaluaciones agropecuarias municipales - Anuario estadístico del sector agropecuario - FEDECAFÉ-FEDECACAO-FEDEPALMA
						Consulta nacional de expertos agropecuarios.
		3.D.2.b. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno3.D.2.b.iv. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Ideam-SMByC
		3.D.2.b. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno3.D.2.b.v. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo	N2O	Nivel 1	IPCC 2019. Volumen 4, Capitulo 11, Cuadro 11.3	Fracción de N depositado en los suelos de pastizales, y potreros por cada especie de animal. Nitrógeno excretado en los pastizales (estimado en 3.B.).Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados en el sistema de pasturas (3.D.1.b).
3E Quema prescrita de sabanas	3.E.1. Tierra forestal		CH4, N2O	IE	IE	IE
	3.E.2. Pastizales		CH4, N2O	IE	IE	IE
3F Quema de residuos agrícolas en el campo			CH4, N2O	NE	NE	NE
3.G. Encalado	3.G.1. Piedra caliza CaCO3		CO2	NE	NE	NE
	3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)2		CO2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 4, Capitulo 11	Evaluaciones agropecuarias municipales - Anuario estadístico del sector agropecuario - FEDECAFÉ-FEDECACAO-FEDEPALMA
						Consulta nacional de expertos agropecuarios.
3.H. Aplicación de urea			CO2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 4, Capitulo 11	Evaluaciones agropecuarias municipales - Anuario estadístico del sector agropecuario - FEDECAFÉ-FEDECACAO-FEDEPALMA
						Consulta nacional de expertos agropecuarios.
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono			NE	NE	NE	NE
3.J. Otro			NO	NO	NO	NO
4.A. Tierras forestales	4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural) 4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras	CO2	Nivel 2	Encuesta de Calidad de Vida, 2019	Censo población DANE, 2018

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
		forestales (Bosque natural)BiomasaCO2				
		4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural) 4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural)MOMCO2	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural) 4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural)SuelosCO2	CO2	Nivel 1c	Suplement IPCC. 2013. Table 2.1	Mapa Digital de Geo pedología en Colombia 2018 - IGAC; Mapa de Ecosistemas Continentales. Costeros y Marinos de Colombia. Escala 1:100.000. versión 2.1. Año 2017 -Ideam; Mapa de Biomas Naturales de Colombia 2014- Ideam; Mapa de clasificación climática Caldas Lang - Ideam
4.A. Tierras forestales	4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	4.A.1.b Tierras forestales que permanecen como tales (degradación) 4.A.1.b Tierras forestales que permanecen como tales (degradación)Biomasa	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.A.1.b Tierras forestales que permanecen como tales (degradación) 4.A.1.b Tierras forestales que permanecen como tales (degradación)MOM	CO2	Nivel 2	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.A.1.b Tierras forestales que permanecen como tales (degradación) 4.A.1.b Tierras forestales que permanecen como tales (degradación)Suelos	CO2	Nivel 2	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
4.A. Tierras forestales	4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	4.A.1.c Tierras forestales que permanecen como tales (conversión de bosque natural a tierras forestales) 4.A.1.c Tierras forestales que permanecen como tales (conversión de bosque natural a tierras forestales)Biomasa	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.A.1.c Tierras forestales que permanecen como tales (conversión de bosque natural a tierras forestales) 4.A.1.c Tierras forestales que permanecen como tales (conversión de bosque natural a tierras forestales)MOM	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.A.1.c Tierras forestales que permanecen como tales (conversión de bosque natural a tierras forestales) 4.A.1.c Tierras forestales que permanecen como tales (conversión de bosque natural a tierras forestales)Suelos	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
4.A. Tierras forestales	4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	4.A.1.d Tierras forestales que permanecen como tales (plantaciones forestales) Biomasa	CO2	Nivel 2	(Barrios, Segura, & Andrade, 2021)	ICA y MADR
		4.A.1.d Tierras forestales que permanecen como tales (plantaciones forestales) MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.A.1.d Tierras forestales que permanecen como tales (plantaciones forestales) Suelos	CO2	Nivel 1c	Suplement IPCC. 2013. Table 2.1	Mapa Digital de Geo pedología en Colombia 2018 - IGAC; Mapa de Ecosistemas Continentales. Costeros y Marinos de Colombia. Escala 1:100.000. versión 2.1. Año 2017 -Ideam; Mapa de Biomas Naturales de Colombia 2014- Ideam; Mapa de clasificación climática Caldas Lang - Ideam
4.A. Tierras forestales	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales Biomasa	CO2	Nivel 2	IFN (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales MOM	CO2	Nivel 2	IFN (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales Suelos	CO2	Nivel 2	IFN (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.a Cultivo de café Biomasa	CO2	Nivel 2	Andrade, 2014	Federación Nacional de Cafeteros
		4.B.1.a Cultivo de café MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.B.1.a Cultivo de café Suelos	NE		NE	NE
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.b Palma de aceite Biomasa	CO2	Nivel 2	Henson et al, 2012	SISPA-Fedepalma
		4.B.1.b Palma de aceite MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	IPCC 2006
		4.B.1.b Palma de aceite Suelos	NE		NE	NE
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.c Cacao Biomasa	CO2	Nivel 2	Proyecto Biocarbono-AGROSAVIA	UPRA (Agronet)
		4.B.1.c Cacao MOM	CO2	Nivel 2	Proyecto Biocarbono-AGROSAVIA	UPRA (Agronet)
		4.B.1.c Cacao Suelos	CO2	Nivel 2	Proyecto Biocarbono-AGROSAVIA	UPRA (Agronet)
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.d Aguacate Biomasa	CO2	Nivel 2	MADR- CIAT	UPRA (Agronet)
		4.B.1.d Aguacate MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.B.1.d Aguacate Suelos	NE		NE	NE
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.e. Caucho Biomasa	CO2	Nivel 2	MADR- CIAT	UPRA (Agronet)
		4.B.1.e. Caucho MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.B.1.e. Caucho Suelos	NE		NE	NE
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.f. Mango Biomasa	CO2	Nivel 2	MADR- CIAT	UPRA (Agronet)
		4.B.1.f. Mango MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.B.1.f. Mango Suelos	NE		NE	NE
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.g Mandarina Biomasa	CO2	Nivel 2	MADR- CIAT	UPRA (Agronet)
		4.B.1.g Mandarina MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.B.1.g Mandarina Suelos	NE		NE	NE
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.g. Limón Biomasa	CO2	Nivel 2	MADR- CIAT	UPRA (Agronet)
		4.B.1.g. Limón MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.B.1.g. Limón Suelos	NE		NE	NE
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.h. Mandarina Biomasa	CO2	Nivel 2	MADR- CIAT	UPRA (Agronet)
		4.B.1.h. Mandarina MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
		4.B.1.h. Mandarina Suelos	NE		NE	NE
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.i. Naranja Biomasa	CO2	Nivel 2	MADR- CIAT	UPRA (Agronet)
		4.B.1.i. Naranja MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.B.1.i. Naranja Suelos	NE		NE	NE
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.j. Tangelo Biomasa	CO2	Nivel 2	MADR- CIAT	UPRA (Agronet)
		4.B.1.j. Tangelo MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.B.1.j. Tangelo Suelos	NE		NE	NE
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.k. Marañón Biomasa	CO2	Nivel 2	Proyecto Biocarbono-AGROSAVIA	UPRA (Agronet)
		4.B.1.k. Marañón MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.B.1.k. Marañón Suelos	CO2	Nivel 2	Proyecto Biocarbono-AGROSAVIA	UPRA (Agronet)
4.B. Cultivos	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	4.B.1.l. Otro Biomasa	CO2	Nivel 1c	IFN (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024), (Yepes, Duque, Navarrete, & Phillips, 2011), IPCC (2006); Vol 4. Cap 4. , CVC-CIAT (2015).	Ideam(SNIF), Evaluaciones agropecuarias municipales
		4.B.1.l. Otro MOM	NE		NE	NE
		4.B.1.l. Otro Suelos	CO2	Nivel 1c	Suplement IPCC. 2013. Table 2.1	Mapa Digital de Geo pedología en Colombia 2018 - IGAC; Mapa de Ecosistemas Continentales. Costeros y Marinos de Colombia. Escala 1:100.000. versión 2.1. Año 2017 -Ideam; Mapa de Biomas Naturales de Colombia 2014- Ideam; Mapa de clasificación climática Caldas Lang - Ideam
4.B. Cultivos	4.B.2. Tierras convertidas en Cultivos	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos Biomasa	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos MOM	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos Suelos	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
4.C. Pastizales	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales Biomasa	CO2	Nivel 2	TNC	MADR, y FEDEGAN – Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible (GCS)
		4.C.1. Pastizales que permanecen como tales MOM	CO2	Nivel 1	Ideam, IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		4.C.1. Pastizales que permanecen como tales Suelos	CO2	Nivel 1c	Suplement IPCC. 2013. Table 2.1	Mapa Digital de Geo pedología en Colombia 2018 - IGAC; Mapa de Ecosistemas Continentales. Costeros y Marinos de Colombia. Escala 1:100.000. versión 2.1. Año 2017 -Ideam; Mapa de Biomas Naturales de Colombia 2014- Ideam; Mapa de clasificación climática Caldas Lang - Ideam
4.C. Pastizales	4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales Biomasa	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales MOM	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales Suelos	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
4.D. Humedales	4.D.1. Humedales que permanecen como tales	Difusión	CO2, CH4	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Apéndice 2 y 3. IPCC (2013) Suplemento LULUCF	MME
4.D. Humedales		4.D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales 4.D.2.c.i.	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
	4.D.2. Tierras convertidas a humedales	Tierras forestales convertidas en otros humedales - Biomasa				
		4.D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales - MOM - CO2	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales - Suelos - CO2	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
4.E. Asentamientos	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Biomasa	CO2	Nivel 1c	IPCC (2019); Vol 4, Cap 4.	Indicadores e Informes de gestión (Bogotá, Cali, Medellín)
		MOM	CO2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.	Supuesto por defecto de las Directrices del IPCC de 2006
		Suelos	NE		NE	NE
4.E. Asentamientos	4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos - Biomasa	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos - MOM	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos - Suelos	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
4.F. Otras tierras	4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras - Biomasa	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras - MOM	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
		4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras - Suelos	CO2	Nivel 2	IFN y SMByC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024)	Ideam (SMByC)
4.G. Productos de madera recolectada	4.G.1. Madera maciza	4.G.1.a. Madera aserrada -	CO2	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 12.	FAOSTAT
		4.G.1.b. Paneles de madera -	CO2	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 12.	FAOSTAT
		4.G.1.c. Otros productos de madera maciza -	NE		NE	NE
4.G. Productos de madera recolectada	4.G.2. Papel y cartón	-	CO2	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 12.	FAOSTAT
4.(IV) Quema de biomasa	4(IV).A. Tierras forestales	4(IV).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales - 4(IV).A.1.b. Incendios forestales	CO2, CH4, N2O	Nivel 1c	IFN (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024), (Yepes, Duque, Navarrete, & Phillips, 2011), IPCC (2006); Vol 4. Cap 4. , CVC-CIAT (2015).	Ideam(SNIF), Evaluaciones agropecuarias municipales
4.(IV) Quema de biomasa	4(IV).B. Tierras de cultivo	4(IV).B.1. Cultivos que permanecen como tales - 4(IV).B.1.b. Incendios forestales	CO2, CH4, N2O	Nivel 1c	IFN (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024), (Yepes, Duque, Navarrete, & Phillips, 2011), IPCC (2006); Vol 4. Cap 4. , CVC-CIAT (2015).	Ideam(SNIF), Evaluaciones agropecuarias municipales
4.(IV) Quema de biomasa	4(IV).C. Pastizales	4(IV).C.1. Pastizales que permanecen como tales - 4(IV).C.1.b. Incendios forestales	CO2, CH4, N2O	Nivel 1c	IFN (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ideam, 2024), (Yepes, Duque, Navarrete, & Phillips, 2011), IPCC (2006); Vol 4. Cap 4. , CVC-CIAT (2015).	Ideam(SNIF), Evaluaciones agropecuarias municipales
5.A. Eliminación de residuos sólidos	5.A.1. Sitios de eliminación de residuos gestionados	5.A.1.a. Anaeróbico -	CH4	Nivel 2	IPCC 2006. Volumen 5. Capítulo 3. Cuadros 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4,	SSPD
		5.A.1.b. Semi-Anaeróbico -	IE	IE	IE	IE
		5.A.1.c. Aireación activa -	IE	IE	IE	IE
	5.A.3. Sitios de eliminación de residuos sin categoría	5.A.3.a. Residuos altamente degradables -	IE	IE	IE	IE
		5.A.3.b. Residuos moderadamente degradables -	CH4	Nivel 2	IPCC 2006. Volumen 5. Capítulo 3. Cuadros 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4,	SSPD

Categorías BTR	Subcategorías BTR		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
		5.A.3.c. Residuos menos degradables -	IE	IE	IE	IE
		5.A.3.d. Bulk waste (Granel – Sin fracciones de residuos) -	IE	IE	IE	IE
5.C. Incineración e incineración abierta de desechos	5.C.1. Incineración de residuos	5.C.1.a Biogénicos -	IE	IE	IE	IE
		5.C.1.b No biogénicos-5.C.1.b.ii Otros - 5.C.1.b.ii.1 Residuos sólidos industriales	NO	NO	NO	NO
		5.C.1.b No biogénicos-5.C.1.b.ii Otros-5.C.1.b.ii.2 Residuos peligrosos	CO2	Nivel 2a	IPCC 2006. Volumen 5. Capítulo 5. Cuadro 5.2	Registro de generación de Residuos Peligrosos (RESPEL) - Ideam
		5.C.1.b No biogénicos-5.C.1.b.ii Otros-5.C.1.b.ii.3 Residuos hospitalarios				
		5.C.1.b No biogénicos-5.C.1.b.ii Otros-5.C.1.b.ii.4 Lodos de depuradora				
		5.C.1.b No biogénicos-5.C.1.b.ii Otros-5.C.1.b.ii.5 Residuos líquidos fósil				
5.C. Incineración e incineración abierta de desechos	5.C.2. Incineración abierta de residuos	5.C.2.a Biogénicos	IE	IE	IE	IE
		5.C.2.b No biogénicos - 5.C.2.b.i Residuos sólidos municipales	CO2	Nivel 2a	IPCC 2006. Volumen 5. Capítulo 5. Cuadros 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5	ECV - DANE
			CH4, N2O	Nivel 1		SSPD
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales.	5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	5.D.1.a. Población cabecera municipal - 5.D.1.ai Alcantarillado y PTAR	CH4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 5. Capítulo 6. Cuadro 6.3, 6.4 y 6.7	ECV - DANE
						Proyección de población - DANE
		5.D.1.a. Población cabecera municipal - 5.D.1.aii Alcantarillado sin PTAR				SSPD
		5.D.1.a. Población cabecera municipal - 5.D.1.aiii Sin alcantarillado				FAOFAST
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales.	5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales -	CH4, N2O	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 5. Capítulo 6. Cuadros 6.2 y 6.8.	EAM - DANE
					Ideam: Ponderación con base en registros del RUA – Ideam: CO2.	WSA
					Refinamientos IPCC 2019. Volumen 5. Capítulo 6. Cuadros 6.8A y 6.12	
					Ideam: Ponderación con base en registros del RUA – Ideam: N2O	

1.5.1 Categorías clave en el inventario de GEI con y sin LULUCF

A continuación, y en concordancia con el párrafo 25 de la Decisión 18/CMA.1, se presenta el análisis de categorías clave con y sin la influencia de LULUCF, siguiendo la metodología descrita en el refinamiento de las Directrices IPCC 2019. Asimismo, más detalle puede ser consultado en el Anexo 1-1.

Las categorías clave se estimaron utilizando los métodos 1 y 2, tanto a nivel como en tendencia, con datos de emisiones y/o absorciones de los años 1990 y 2021, las incertidumbres de emisiones y/o absorciones para 2021 y el listado del nivel de agregación deseado. Los resultados se reportan con las siguientes notaciones: método 1 – nivel (N1), método 1 – tendencia (T1), método 2 – nivel (N2) y método 2 – tendencia (T2).

Para guiar las acciones de mejora en la estimación de emisiones o absorciones, se priorizan las fuentes y sumideros identificados como clave bajo los cuatro criterios (marcados en azul). La Tabla 9 resume las subcategorías clave con el sector LULUCF, la mayoría de las cuales tienen acciones de mejora planificadas a corto plazo.

Tabla 9. Categorías clave del INGEI con LULUCF

Subcategoría IPCC	GEI	Criterios de identificación			
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CO_2	N1	N2	T1	
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO_2	N1	N2	T1	
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.2.a. Hierro y acero	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.2.c. Productos químicos	CO_2	N1	N2	T1	
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO_2	N1	N2		
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO_2	N1	N2		
1.A.2.g. Otros	CO_2	N1	N2		
1.A.3.a. Aviación nacional	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.3.b. Transporte por carretera	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.3.b. Transporte por carretera	N_2O		N2		T2
1.A.3.e. Otro transporte	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.4.b. Residencial	CH_4	N1	N2	T1	T2
1.A.4.b. Residencial	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CH_4	N1	N2		
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CO_2	N1		T1	
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CH_4	N1	N2	T1	T2
1.B.2.b. Gas natural	CH_4	N1	N2	T1	T2
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CH_4	N1	N2	T1	T2
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO_2	N1	N2	T1	T2
2.A.1. producción de cemento	CO_2	N1	N2	T1	T2
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N_2O	N1		T1	
2.C.1. Producción de hierro y acero.	CO_2	N1	N2		
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC	N1	N2	T1	T2
3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.1.a.vi. Novillas de reemplazo	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	CH_4	N1	N2	T1	
3.A.4.a. Búfalos	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.4.e. Caballos	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH_4			T1	T2
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	N_2O	N1	N2		
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	N_2O	N1	N2		
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O	N1		T1	T2
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	N_2O	N1	N2		T2

Subcategoría IPCC	GEI	Criterios de identificación			
3.D.2.a.iii. Deposición atmosférica - Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo	N_2O	N1	N2		
3.D.2.b.v. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo	N_2O	N1	N2		
4(IV).A.1.b. Incendios forestales	CH_4			T1	T2
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	CO_2	N1	N2	T1	T2
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	CO_2	N1	N2	T1	T2
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	CO_2	N1	N2	T1	T2
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO_2	N1	N2	T1	T2
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO_2 **[1]	N1	N2	T1	T2
4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	CO_2 **	N1	N2	T1	T2
4.B.1.a. Cultivo de café	CO_2	N1	N2	T1	T2
4.B.1.a. Cultivo de café	CO_2 **	N1	N2	T1	T2
4.B.1.b. Palma de aceite	CO_2	N1	N2	T1	T2
4.B.1.c. Cacao	CO_2	N1	N2	T1	T2
4.B.1.d. Aguacate	CO_2			T1	T2
4.B.1.e. Caucho	CO_2			T1	T2
4.B.1.l. Otro	CO_2	N1	N2	T1	T2
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	CO_2			T1	T2
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO_2	N1	N2	T1	T2
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO_2 **	N1		T1	T2
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO_2	N1	N2	T1	T2
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	CO_2	N1	N2	T1	
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO_2			T1	T2
4.G.1.a. Madera aserrada	CO_2			T1	T2
5.A.1.a. Anaeróbico	CH_4	N1	N2	T1	T2
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH_4	N1	N2	T1	T2
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH_4	N1	N2	T1	T2

La Tabla 10 resume las subcategorías clave excluyendo el sector LULUCF. Igualmente, se priorizan las fuentes y sumideros identificados como clave bajo los cuatro criterios (marcados en azul).

Tabla 10. Categorías clave del INGEI sin LULUCF

Subcategoría IPCC	GEI	Criterios de identificación			
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.2.a. Hierro y acero	CO_2	N1	N2	T1	
1.A.2.c. Productos químicos	CO_2	N1	N2		
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.2.g. Otros	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.3.a. Aviación nacional	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.3.b. Transporte por carretera	CH_4		N2		T2
1.A.3.b. Transporte por carretera	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.3.b. Transporte por carretera	N_2O	N1	N2		T2
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	CO_2			T1	T2
1.A.3.e. Otro transporte	CO_2	N1	N2	T1	T2

[1] CO_2** hace referencia a las absorciones

Subcategoría IPCC	GEI	Criterios de identificación			
1.A.3.e. Otro transporte	N_2O		N2	T1	T2
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO_2	N1	N2	T1	T2
1.A.4.b. Residencial	CH_4	N1	N2	T1	T2
1.A.4.b. Residencial	CO_2	N1	N2	T1	
1.A.4.b. Residencial	N_2O		N2	T1	T2
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CH_4	N1	N2		T2
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CO_2	N1		T1	
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CH_4	N1	N2	T1	T2
1.B.2.b. Gas natural	CH_4	N1	N2	T1	T2
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CH_4	N1	N2		
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO_2	N1	N2	T1	T2
2.A.1. producción de cemento	CO_2	N1	N2	T1	
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N_2O	N1		T1	
2.C.1. Producción de hierro y acero.	CO_2	N1	N2	T1	T2
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC	N1	N2	T1	T2
3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción	CH_4	N1	N2	T1	
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	CH_4	N1	N2	T1	
3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.1.a.vi. Novillas de reemplazo	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.2.a.i. Ovinos	CH_4			T1	T2
3.A.4.a. Búfalos	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.4.e. Caballos	CH_4	N1	N2	T1	T2
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH_4			T1	T2
3.C.1. Arroz riego	CH_4	N1		T1	
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	N_2O	N1	N2	T1	T2
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	N_2O	N1	N2	T1	T2
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O	N1		T1	T2
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	N_2O	N1	N2	T1	T2
3.D.2.a.iii. Deposición atmosférica - Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo	N_2O	N1	N2	T1	T2
3.D.2.b.i. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Fertilizantes N inorgánicos	N_2O	N1		T1	
3.D.2.b.iv. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O			T1	T2
3.D.2.b.v. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo	N_2O	N1	N2	T1	T2
5.A.1.a. Anaeróbico	CH_4	N1	N2	T1	T2
5.A.3. Sitios de eliminación de residuos sin categoría	CH_4			T1	T2
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH_4	N1	N2	T1	
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH_4	N1	N2	T1	T2

1.5.2 Descripción de la implementación del protocolo de control y aseguramiento de calidad del SINGEI

Para llevar a cabo una adecuada documentación y trazabilidad del proceso de elaboración de los INGEI, asegurando la calidad de los resultados obtenidos, dentro del sistema de archivo del SINGEI se cuenta con el Protocolo de control y aseguramiento de calidad (CA/CC) y verificación. En este se disponen lineamientos sobre actores, roles y responsabilidades del CC/AC; metodología del CC/AC y verificación; Procedimiento de CC; Procedimiento de AC; Verificación; Documentación y registro; Revisión y mejora continua; y Gestión de cambios y problemas.

En la Tabla 11, se relacionan los puntos de aplicación de cada subproceso de CA/AC en las fases del ciclo del INGEI:

Tabla 11. Aplicación de la gestión de calidad en las fases del ciclo del INGEI. Fuente: Protocolo CC/AC INGEI

Fase del ciclo del INGEI	Control de calidad	Aseguramiento de calidad	Verificación
Alistamiento			
Recopilación de información	X		X
Cálculos y reportes preliminares	X		X
Validación sectorial y ajustes	X		X
Compilación y reportes finales	X	X	
Plan de mejora y sistema de archivo	X		

A continuación, en la Tabla 12 se describe específicamente las actividades desarrolladas, archivos y/o productos generados y las etapas generales de CC de cada una de las etapas de elaboración del INGEI.

Tabla 12. Etapas de Control de Calidad definidas por etapas de elaboración de INGEI

Etapa del INGEI	Etapas del CC	Documentos soporte para ciclo INGEI 2024
Alistamiento	Control de calidad inicial (CC0): Control de calidad al plan de trabajo y a la actualización de los instrumentos empleados.	Plan de trabajo y cronograma. SISTEMA_ARCHIVO_BTR_1 En el sistema de archivo se almacena la siguiente información: A.5.PROTOCOLOS B.BASE_DATOS C.CALCULOS D.REPORTES A.2.AC-CC
Recopilación y procesamiento de información	Primer control de calidad (CC1): Control de calidad a la información de entrada al INGEI.	B.BASE_DATOS C.CÁLCULOS C.2.INCERTIDUMBRE A.2.AC-CC A.3.BIBLIOGRAFÍA
Cálculos y reportes preliminares por sector	Segundo control de calidad (CC2): Control de calidad a los cálculos y resultados preliminares (por sector) del INGEI.	C.2.INCERTIDUMBRE D.REPORTES D11.1.NIR_V1 A.2.AC-CC
Validación sectorial y ajustes a resultados	Tercer control de calidad (CC3): Control de calidad a los cálculos y resultados finales (por sector) del INGEI.	D11.3.PRESENTACIONES_SECTORIALES C.2.INCERTIDUMBRE D11.2.NIR_VF A.2.AC-CC
Generación de reportes finales y aseguramiento de calidad	Cuarto control de calidad (CC4): Control de calidad a los reportes del INGEI Aseguramiento de calidad de INGEI (AC).	D10. CRT_PLATAFORMA D11.2.NIR_VF A.2.AC-CC 6.AC-CC_REPORTE
Actualización del plan de mejora y del sistema de archivo	Quinto control de calidad (CC5): Control de calidad al sistema de archivo del INGEI y del plan de mejora del INGEI.	A.4.PLAN_MEJORA SISTEMA_ARCHIVO_BTR_1 A.2.AC-CC

Como parte de las actividades de control de calidad cada profesional sectorial realiza las siguientes actividades:

a) Revisión del registro de la información en las bases de datos de actividad, factores de emisión y bases de cálculo, así como los procesos de conversión de unidades para la serie de tiempo (1990-2021).
b) Análisis de tendencia de datos de actividad para la serie de tiempo (1990-2021).
c) Revisión de aplicación de ecuaciones de acuerdo con los niveles metodológicos de estimación descritos en las Directrices IPCC
d) Análisis de tendencia de los resultados de las emisiones reportados durante la serie temporal (1990-2021) y su relación con el comportamiento de los datos de actividad.

e) Desarrollo de mesas de trabajo con diferentes sectores o proveedores de información para la construcción conjunta y colaborativa del inventario, incluyendo la actualización de supuestos, factores de emisión y datos de actividad que favorecen la transparencia del inventario.
f) Reuniones específicas con los proveedores de información para la socialización de resultados, así como el desarrollo de talleres por sector cartera nacional para además de presentar las estimaciones realizadas, identificar posibles oportunidades de mejora y nuevas fuentes de información.
g) Comparación de resultados con otros reportes de inventario como el BUR3.
h) Verificación de la información registrada en las tablas de reporte común con respecto a los reportes internos.

Para conocer las actividades realizadas en el cumplimiento del protocolo de CC/AC, consulte los capítulos sectoriales (3 -7) del presente informe.

Por otro lado, el proceso de *Aseguramiento de Calidad (AC)* se realiza en la etapa 5 de Compilación y generación de reportes finales. Las reuniones bilaterales comprendidas en la etapa 4 también son consideradas acciones de aseguramiento de la calidad. Dentro del protocolo de CC/AC también se cuenta con lineamientos para el proceso de revisión o auditoria. Para la presente actualización del INGEI, el proceso de AC ha contado con validaciones realizadas con las diferentes entidades proveedoras de información y ministerios de los múltiples sectores. Adicionalmente, el reporte fue sometido a una revisión externa realizada por la Iniciativa de Fomento de la Capacidad para la Transparencia y Programa de Apoyo Global (CBIT-GSP) y su Red de Transparencia Climática para América Latina y el Caribe Hispanohablante, en la cual expertos externos realizaron revisiones frente a la adhesión a las MPGs. A partir de la misma, se incorporaron ajustes al documento, así como la identificación de mejoras para el próximo ciclo de INGEI en el marco del segundo Informe Bienal de Transparencia y la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático.

Los aspectos mínimos a ser considerados dentro del proceso de Aseguramiento de Calidad internos del INGEI, descritos en el Protocolo de control y aseguramiento de calidad (CC/AC) y verificación del Sistema de Inventario de Emisiones de GEI para Colombia, se exponen a continuación en la Tabla 13:

Tabla 13. Aspectos mínimos por considerar en el proceso de aseguramiento de calidad

Criterio general	Descripción
Metodología empleada	Revisar si se realizó una adecuada interpretación de la metodología, de manera tal que exista coherencia entre lo esperado con los métodos definidos por el IPCC y el cálculo realizado para el INGEI. En este ítem es importante mencionar si se documentan los supuestos empleados (en caso de que se requieran) y si estos son coherentes.
Datos de actividad	Revisar la coherencia de los datos de actividad empleados en el cálculo (en magnitud y coherencia de la serie temporal) y su adecuado uso para el respectivo método. Esta revisión incluye análisis de los métodos para ajustar y/o completar series de datos (en los casos que se requiera). También se espera que se realice una revisión de la forma de documentar las fuentes de información sobre los datos de actividad y sobre los supuestos empleados al respecto (en caso de que se requieran).
Factores de emisión	Revisar la coherencia de los factores de emisión, su adecuada selección y empleo en los respectivos métodos de cálculo. Describir y evaluar la forma de documentar las fuentes de información sobre los factores de emisión empleados y sobre los supuestos realizados al respecto (en caso de que se requieran).
Documentación	Revisar si se realiza una adecuada documentación de los métodos empleados (definición del nivel metodológico (nivel 1, nivel 2, nivel 3) y si se menciona la ecuación y/o modelo empleado.
Resultados	Evaluar la coherencia de los resultados reportados y la forma de reporte.
Observaciones generales	Documentar cualquier otra observación que no se encuentre en los ítems anteriores, como lo relacionado con la adopción de las buenas prácticas para la estimación del INGEI.
Recomendaciones de mejora para próximos inventarios	Incluir recomendaciones sobre las oportunidades de mejora identificadas para el adecuado cálculo del inventario y su respectivo reporte

Para el actual NIR, con serie histórica de 1990 – 2021, se presentaron ciertas mejoras frente al INGEI presentado para el BUR 3, las cuales incluyen la actualización de metodologías, nuevas fuentes de información, desarrollo de mesas técnicas con los sectores, consulta de experto, entre otros, acciones que han permitido la mejora en la eficiencia, calidad y coherencia nacional de las estimaciones. Estas se describen más adelante.

Asimismo, es importante tener en cuenta la trazabilidad metrológica en el proceso de cuantificación de emisiones de GEI, ya que las medidas climáticas basadas en conceptos metrológicos son una garantía de calidad y permite la comparabilidad de los datos climáticos y las conclusiones que pueden ser obtenidas de los mismos (E-medida Revista española de Metrología, 2024). Para llevar a cabo esta temática, se cuenta con una cooperación de la Organización Meteorológica Mundial (WMO) y el Bureau International des Poids Mesures (BIPM), bajo la generación de un acuerdo de reconocimiento mutuo para el establecimiento de un marco de cooperación en metrología climática, lo cual busca mejorar la calidad y comparabilidad de las mediciones climáticas a nivel global.

Respecto al proceso de verificación, es importante tener en cuenta que aquí se incluyen comparaciones con las estimaciones de emisiones o absorciones elaboradas por otros organismos, ya sean de carácter internacional y/o nacional, para así confirmar la transparencia y veracidad de los resultados. Además, dentro de estos procesos de verificación, se contempla el INGEI presentado por el país en el BUR 3, inventarios de emisiones por sector, como el realizado por el equipo MRV del Ministerio de Minas y Energía, entre otros.

1.5.3 Análisis general de incertidumbre

El proceso de elaboración del INGEI de Colombia considera la cuantificación de la incertidumbre de todas las categorías y sumideros estimados, de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 (IPCC, 2006).

La estimación de la incertidumbre de las emisiones se realiza principalmente por el método de propagación de error para los sectores de energía, IPPU y residuos, mientras que para Agricultura y LULUCF se emplea el método de Montecarlo en los niveles más desagregados de información y, para las categorías y el sector, se emplea el método de propagación de error. La agregación de la incertidumbre de las subcategorías, sectores y del INGEI se realiza únicamente por el método de propagación de error.

Los valores de incertidumbre en los datos de actividad y los factores de emisión utilizados en el INGEI se obtienen de la siguiente manera:

- Datos de actividad: Los valores de incertidumbre acompañan a cada dato de actividad desde su respectiva fuente. Si no están disponibles, se recurre al concepto de experto. En el sector Agricultura y LULUCF, se emplea el método de Montecarlo, considerando la incertidumbre asociada a cada una de las variables que componen los modelos utilizados en la estimación de los datos de actividad.
- Factores de emisión: La incertidumbre de los factores de emisión por defecto corresponde a la sugerida por el IPCC 2006. Para los factores de emisión propios, los valores de incertidumbre acompañan a cada factor de emisión desde su respectiva fuente y, en algunos casos, se obtienen a partir del concepto de experto. La estimación de la incertidumbre en el sector Agricultura y LULUCF, se realiza mediante el método de Montecarlo, considerando la incertidumbre asociada a cada una de las variables que componen los modelos utilizados en la estimación de los factores de emisión.

Es relevante señalar que, en lugar de especificar aquellos límites exactos que son menores y mayores al 100%, se opta por aproximar la incertidumbre como un rango simétrico de ±100%, para simplificación y facilidad en la interpretación.

Para la serie 1990-2021 se realizó el análisis de incertidumbre por GEI, subcategoría, sector y para todo el inventario, considerando tanto emisiones totales como netas. En la Tabla 14 se reporta el resumen de los resultados de la incertidumbre estimada para el último año de la serie (2021) y de la

tendencia 1990-2021, desagregada por subcategoría y GEI para las emisiones netas (balance neto entre emisiones y absorciones).

Los resultados en la Tabla 14 indican que las emisiones netas del año 2021 son de 280.101,98 kt CO_2 eq con una incertidumbre de ±3,47%, que corresponde a un rango de probabilidad de 95% (270.373,62 a 289.830,35 kt CO_2 eq). Si bien la variación de las emisiones entre 1990 a 2021 fue de un 25,80% incremental, la incertidumbre de la tendencia es ±6,18%, que corresponde a un rango de probabilidad del 95% para la tendencia de 19,62% a 31,97% respecto de las emisiones del año de base.

Adicionalmente, en la Tabla 15 se presentan los resultados de la incertidumbre estimada para toda la serie (1990 a 2021). Se reporta la incertidumbre por sector (emisiones y absorciones), para el total de emisiones y para las emisiones netas (balance neto). En cuanto a las emisiones netas de 2021, la incertidumbre se estimó en ±3,47%, distribuyéndose por sector IPCC de la siguiente manera: Energía: ±4,61%, IPPU: ±9,68%, Agricultura: ±4,75%, LULUCF (Emisiones): ±6,31%, LULUCF (Absorciones): ±6,43% y Residuos: ±12,96.

Al mismo tiempo, las incertidumbres estimadas para los gases de efecto invernadero (GEI) fueron las siguientes: para el CO_2, ±4,05%, para el CH_4, ±5,65%, para el N_2O, ±8,49%, para el CO_2 (Absorciones) ±6,43%, para el HFC, ±10,56%, para el PFC, ±20,65% y para el SF6, ±79,06%.

En el Anexo 1-2 se presentan las incertidumbres de los datos de actividad, factores de emisión y otros factores usados para la estimación de las emisiones de GEI en este ciclo del inventario, junto con las consideraciones realizadas y metodología detallada empleada para el cálculo de incertidumbre por propagación de error y simulaciones Montecarlo.

Tabla 14. Reporte de Incertidumbre[2] del INGEI, año 2021 y de la tendencia 1990-2021

Nombre de categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año de base	Emisiones o absorciones del año (2021)	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre de los factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre introducida la incertidumbre del factor	Incertidumbre introducida la incertidumbre de los datos	Incertidumbre introducida en la tendencia en
		kt CO_2eq	kt CO_2eq	± (%)	± (%)	± (%)	± (%)	%	%	%	%	%
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CH4	2,80	3,88	76,21	0,0	76,21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CO2	6.050,48	8.668,35	7,45	0,0	7,45	0,053	0,005	0,039	0,000	0,410	0,168
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	N2O	12,93	20,71	111,82	0,0	111,82	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CH4	2,06	1,85	83,97	0,0	83,97	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO2	3.932,92	3.755,41	7,34	0,0	7,34	0,010	0,005	0,017	0,000	0,175	0,031
1.A.1.b. Refinación del petróleo	N2O	2,14	1,75	83,93	0,0	83,93	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CH4	0,55	4,47	63,08	0,0	63,08	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO2	1.262,74	7.130,21	13,15	0,0	13,15	0,112	0,025	0,032	0,000	0,595	0,355
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	N2O	0,68	7,24	67,24	0,0	67,24	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
1.A.2.a. Hierro y acero	CH4	0,41	0,59	80,74	0,0	80,74	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1.A.2.a. Hierro y acero	CO2	681,76	1.422,12	36,06	0,0	36,06	0,034	0,003	0,006	0,000	0,326	0,106
1.A.2.a. Hierro y acero	N2O	2,60	4,42	127,73	0,0	127,73	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
1.A.2.b. Metales no ferrosos	CH4	0,06	0,20	114,41	0,0	114,41	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1.A.2.b. Metales no ferrosos	CO2	127,20	399,36	5,00	0,0	5,00	0,000	0,001	0,002	0,000	0,013	0,000
1.A.2.b. Metales no ferrosos	N2O	0,06	0,20	111,54	0,0	111,54	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1.A.2.c. Productos químicos	CH4	1,46	3,40	114,85	0,0	114,85	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
1.A.2.c. Productos químicos	CO2	707,24	1.181,23	35,55	0,0	35,55	0,022	0,001	0,005	0,000	0,267	0,071
1.A.2.c. Productos químicos	N2O	1,74	6,04	79,45	0,0	79,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CH4	3,19	0,75	84,77	0,0	84,77	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

[2] En algunas subcategorías, el cálculo de la incertidumbre combinada depende de múltiples datos de actividad y factores de emisión. Por lo tanto, no es posible asignar un valor específico de incertidumbre a cada dato de actividad o factor de emisión. En estos casos, las guías del IPCC 2019 establecen que el valor de incertidumbre combinada de la emisión debe ser reportado en la columna de incertidumbre del dato de actividad. Esto significa que el valor de incertidumbre del dato de actividad y la incertidumbre combinada de la emisión serán iguales. Además, la incertidumbre del factor de emisión se reportará como cero

Nombre de categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año de base	Emisiones o absorciones del año (2021)	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre de los factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor	Incertidumbre introducida por incertidumbre de los datos	Incertidumbre introducida en la tendencia en
		kt CO_2eq	kt CO_2eq	± (%)	± (%)	± (%)	± (%)	%	%	%	%	%
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO2	1.738,32	1.950,63	37,14	0,0	37,14	0,067	0,001	0,009	0,000	0,460	0,212
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	N2O	10,09	6,41	129,73	0,0	129,73	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CH4	45,47	61,10	134,34	0,0	134,34	0,001	0,000	0,000	0,000	0,052	0,003
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO2	1.351,80	2.810,81	36,40	0,0	36,40	0,133	0,005	0,013	0,000	0,650	0,422
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	N2O	59,95	85,01	97,44	0,0	97,44	0,001	0,000	0,000	0,000	0,053	0,003
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CH4	2,04	1,72	86,47	0,0	86,47	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO2	3.394,17	4.324,26	41,81	0,0	41,81	0,417	0,000	0,019	0,000	1,148	1,319
1.A.2.f. Minerales no metálicos	N2O	12,00	16,79	132,06	0,0	132,06	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000
1.A.2.g. Otros	CH4	0,71	1,13	60,36	0,0	60,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1.A.2.g. Otros	CO2	980,94	1.255,22	23,27	0,0	23,27	0,011	0,000	0,006	0,000	0,185	0,034
1.A.2.g. Otros	N2O	3,08	3,64	83,94	0,0	83,94	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
1.A.3.a. Aviación nacional	CH4	2,43	3,16	101,66	0,0	101,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
1.A.3.a. Aviación nacional	CO2	1.312,83	3.052,59	21,02	0,0	21,02	0,052	0,006	0,014	0,000	0,407	0,166
1.A.3.a. Aviación nacional	N2O	3,10	9,61	73,94	0,0	73,94	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000
1.A.3.b. Transporte por carretera	CH4	189,91	244,55	65,83	0,0	65,83	0,003	0,000	0,001	0,000	0,102	0,010
1.A.3.b. Transporte por carretera	CO2	17.286,01	34.686,51	5,24	0,0	5,24	0,420	0,058	0,156	0,000	1,153	1,330
1.A.3.b. Transporte por carretera	N2O	204,23	508,99	52,87	0,0	52,87	0,009	0,001	0,002	0,000	0,171	0,029
1.A.3.c. Ferrocarriles	CH4	0,10	0,08	127,92	0,0	127,92	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1.A.3.c. Ferrocarriles	CO2	69,41	54,74	92,97	0,0	92,97	0,000	0,000	0,000	0,000	0,032	0,001
1.A.3.c. Ferrocarriles	N2O	6,29	5,19	149,33	0,0	149,33	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	CH4	1,41	0,89	111,48	0,0	111,48	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	CO2	483,24	298,52	21,24	0,0	21,24	0,001	0,001	0,001	0,000	0,040	0,002
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	N2O	3,82	2,40	112,13	0,0	112,13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
1.A.3.e. Otro transporte	CH4	0,30	14,99	115,82	0,0	115,82	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000
1.A.3.e. Otro transporte	CO2	190,71	3.057,03	18,88	0,0	18,88	0,042	0,013	0,014	0,000	0,367	0,134
1.A.3.e. Otro transporte	N2O	19,47	231,33	87,00	0,0	87,00	0,005	0,001	0,001	0,000	0,128	0,016
1.A.4.a. Comercial/institucional	CH4	0,53	2,69	100,19	0,0	100,19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO2	225,19	1.093,13	20,66	0,0	20,66	0,007	0,004	0,005	0,000	0,143	0,021
1.A.4.a. Comercial/institucional	N2O	0,10	0,51	100,19	0,0	100,19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1.A.4.b. Residencial	CH4	2.104,90	1.328,32	85,48	0,0	85,48	0,164	0,006	0,006	0,000	0,721	0,520
1.A.4.b. Residencial	CO2	2.826,45	4.874,74	17,96	0,0	17,96	0,098	0,006	0,022	0,000	0,556	0,309
1.A.4.b. Residencial	N2O	261,75	166,78	116,29	0,0	116,29	0,005	0,001	0,001	0,000	0,123	0,015
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CH4	429,58	677,37	79,36	0,0	79,36	0,037	0,001	0,003	0,000	0,341	0,117

Nombre de categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año de base	Emisiones o absorciones del año (2021)	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre de los factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor	Incertidumbre introducida por la incertidumbre de los datos	Incertidumbre introducida en la tendencia en
		kt CO_2eq	kt CO_2eq	± (%)	± (%)	± (%)	± (%)	%	%	%	%	%
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CO2	258,79	768,86	20,61	0,0	20,61	0,003	0,002	0,003	0,000	0,101	0,010
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	N2O	56,94	127,39	63,64	0,0	63,64	0,001	0,000	0,001	0,000	0,051	0,003
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CH4	1.476,47	2.225,99	34,50	0,0	34,50	0,075	0,002	0,010	0,000	0,488	0,238
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CO2	78,53	97,37	46,77	0,0	46,77	0,000	0,000	0,000	0,000	0,029	0,001
1.B.2.a. Petróleo	CH4	86,23	140,80	92,47	0,0	92,47	0,002	0,000	0,001	0,000	0,083	0,007
1.B.2.a. Petróleo	CO2	55,24	92,49	105,36	0,0	105,36	0,001	0,000	0,000	0,000	0,062	0,004
1.B.2.a. Petróleo	N2O	0,00	0,00	144,10	0,0	144,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1.B.2.b. Gas natural	CH4	269,72	1.358,31	64,39	0,0	64,39	0,097	0,005	0,006	0,000	0,555	0,309
1.B.2.b. Gas natural	CO2	0,31	2,01	72,51	0,0	72,51	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
1.B.2.b. Gas natural	N2O	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CH4	640,61	1.148,09	67,82	0,0	67,82	0,077	0,002	0,005	0,000	0,495	0,245
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO2	1.295,61	2.197,51	71,46	0,0	71,46	0,314	0,003	0,010	0,000	0,997	0,995
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	N2O	5,21	8,74	140,15	0,0	140,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000
2.A.1. producción de cemento	CO2	2.739,65	4.794,32	20,62	0,0	20,62	0,125	0,006	0,022	0,000	0,628	0,394
2.A.2. producción de cal	CO2	62,80	180,01	31,78	0,0	31,78	0,000	0,000	0,001	0,000	0,036	0,001
2.A.3. producción de vidrio	CO2	0,00	107,04	23,15	0,0	23,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	CO2	44,24	104,93	50,25	0,0	50,25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033	0,001
2.B.1. producción de amoníaco	CO2	185,16	181,71	11,66	0,0	11,66	0,000	0,000	0,001	0,000	0,013	0,000
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N2O	201,59	629,57	22,36	0,0	22,36	0,003	0,002	0,003	0,000	0,089	0,008
2.B.4. Producción de caprolactama, glioxal y ácido glioxílico	N2O	62,18	0,00	0,00	0,0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo.	CH4	0,11	6,74	10,69	0,0	10,69	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo.	CO2	103,19	303,14	21,83	0,0	21,83	0,001	0,001	0,001	0,000	0,042	0,002
2.C.1. Producción de hierro y acero.	CH4	0,26	0,31	32,02	0,0	32,02	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.C.1. Producción de hierro y acero.	CO2	599,47	755,64	30,77	0,0	30,77	0,007	0,000	0,003	0,000	0,148	0,022
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	CO2	83,03	212,06	7,07	0,0	7,07	0,000	0,000	0,001	0,000	0,010	0,000
2.C.5. producción de plomo	CO2	0,80	4,05	70,71	0,0	70,71	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
2.D.1. Uso de lubricantes	CO2	0,00	0,09	35,63	0,0	35,63	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.D.2. Uso de cera de parafina	CO2	0,00	23,66	50,25	0,0	50,25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000

Nombre de categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año de base	Emisiones o absorciones del año (2021)	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre de los factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor	Incertidumbre introducida por incertidumbre de los datos	Incertidumbre introducida en la tendencia en
		kt CO_2eq	kt CO_2eq	± (%)	± (%)	± (%)	± (%)	%	%	%	%	%
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,00	3.931,65	23,60	0,0	23,60	0,110	0,018	0,018	0,000	0,589	0,347
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	PFC	0,00	0,26	29,20	0,0	29,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.F.2. Agentes espumantes	HFC	0,00	170,63	29,15	0,0	29,15	0,000	0,001	0,001	0,000	0,032	0,001
2.F.3. Protección contra incendios	HFC	0,00	9,25	29,15	0,0	29,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
2.F.4. Aerosoles	HFC	0,00	104,07	29,20	0,0	29,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,000
2.F.6. Otras aplicaciones	HFC	0,00	2,69	29,15	0,0	29,15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.G.1. Equipos eléctricos	SF6	41,70	199,63	79,06	0,0	79,06	0,003	0,001	0,001	0,000	0,100	0,010
3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción	CH4	1.296,62	2.139,82	30,19	0,0	30,19	0,053	0,002	0,010	0,000	0,410	0,168
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH4	4.642,72	7.401,45	14,90	0,0	14,90	0,155	0,007	0,033	0,000	0,701	0,491
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH4	6.287,18	8.944,77	12,04	0,0	12,04	0,148	0,005	0,040	0,000	0,684	0,468
3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	CH4	766,66	1.162,84	19,24	0,0	19,24	0,006	0,001	0,005	0,000	0,142	0,020
3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	CH4	1.887,29	2.982,82	29,52	0,0	29,52	0,099	0,003	0,013	0,000	0,559	0,313
3.A.1.a.vi. Novillas de reemplazo	CH4	6.831,55	10.105,34	11,92	0,0	11,92	0,185	0,007	0,045	0,000	0,765	0,585
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	CH4	6.975,92	9.664,92	11,44	0,0	11,44	0,156	0,004	0,043	0,000	0,702	0,493
3.A.2.a.i. Ovinos	CH4	356,58	249,16	45,46	0,0	45,46	0,002	0,001	0,001	0,000	0,072	0,005
3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses	CH4	74,74	75,53	42,38	0,0	42,38	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000
3.A.3.a.ii. Porcinos > 6 meses	CH4	8,06	20,96	53,21	0,0	53,21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000
3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad	CH4	18,71	38,48	51,33	0,0	51,33	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000
3.A.4.a. Búfalos	CH4	15,84	789,47	37,20	0,0	37,20	0,011	0,003	0,004	0,000	0,187	0,035
3.A.4.d. Caprinos	CH4	134,26	159,16	33,11	0,0	33,11	0,000	0,000	0,001	0,000	0,033	0,001
3.A.4.e. Caballos	CH4	995,40	671,22	33,80	0,0	33,80	0,007	0,003	0,003	0,000	0,144	0,021
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH4	355,04	98,80	40,00	0,0	40,00	0,000	0,002	0,000	0,000	0,025	0,001
3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción	CH4	136,72	226,54	31,88	0,0	31,88	0,001	0,000	0,001	0,000	0,046	0,002
3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH4	48,82	77,75	16,82	0,0	16,82	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000
3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	N2O	44,60	71,13	28,71	0,0	28,71	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000
3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH4	62,07	88,28	13,07	0,0	13,07	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000
3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	CH4	7,81	11,85	20,34	0,0	20,34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos	CH4	21,64	34,24	14,10	0,0	14,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000

Nombre de categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año de base	Emisiones o absorciones del año (2021)	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre de los factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor	Incertidumbre introducida por incertidumbre de los datos	Incertidumbre introducida en la tendencia en
		kt CO_2eq	kt CO_2eq	± (%)	± (%)	± (%)	± (%)	%	%	%	%	%
3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo	CH4	60,23	88,80	13,68	0,0	13,68	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000
3.B.1.a.vii. Ganado de engorde	CH4	57,97	80,37	13,74	0,0	13,74	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000
3.B.2.a.i. Ovinos	CH4	4,77	3,33	14,53	0,0	14,53	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3.B.2.a.i. Ovinos	N2O	17,84	12,46	18,36	0,0	18,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses	CH4	277,14	342,33	10,07	0,0	10,07	0,000	0,000	0,002	0,000	0,022	0,000
3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses	N2O	59,95	58,49	14,35	0,0	14,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000
3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses	CH4	42,42	133,05	9,37	0,0	9,37	0,000	0,000	0,001	0,000	0,008	0,000
3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses	N2O	10,22	26,42	24,07	0,0	24,07	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad	CH4	171,10	399,56	13,63	0,0	13,63	0,000	0,001	0,002	0,000	0,035	0,001
3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad	N2O	49,42	101,61	25,22	0,0	25,22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000
3.B.4.a. Búfalos	CH4	0,36	17,86	11,68	0,0	11,68	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
3.B.4.a. Búfalos	N2O	0,22	10,85	27,27	0,0	27,27	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
3.B.4.d. Caprinos	CH4	2,32	2,75	24,90	0,0	24,90	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3.B.4.d. Caprinos	N2O	7,32	8,67	34,83	0,0	34,83	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
3.B.4.e. Caballos	CH4	99,08	71,62	9,16	0,0	9,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
3.B.4.e. Caballos	N2O	88,50	65,67	33,10	0,0	33,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000
3.B.4.f. Mulas y asnos	CH4	38,78	10,83	10,35	0,0	10,35	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
3.B.4.f. Mulas y asnos	N2O	19,50	5,43	28,30	0,0	28,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
3.B.4.g.i. Ponedoras	CH4	27,06	95,58	9,98	0,0	9,98	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000
3.B.4.g.i. Ponedoras	N2O	35,25	126,32	26,94	0,0	26,94	0,000	0,000	0,001	0,000	0,022	0,000
3.B.4.g.ii. Pollos de engorde	CH4	57,95	252,83	9,30	0,0	9,30	0,000	0,001	0,001	0,000	0,015	0,000
3.B.4.g.ii. Pollos de engorde	N2O	53,17	232,31	24,30	0,0	24,30	0,000	0,001	0,001	0,000	0,036	0,001
3.B.5.a.i. Vacas de Alta Producción	N2O	4,32	7,14	24,26	0,0	24,26	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
3.B.5.a.ii. Vacas de Baja Producción	N2O	9,25	14,82	9,87	0,0	9,87	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
3.B.5.b. Ovinos	N2O	2,57	1,88	16,95	0,0	16,95	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3.B.5.c.i. Porcinos < 6 meses	N2O	50,37	50,30	26,97	0,0	26,97	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000
3.B.5.c.ii. Porcinos > 6 meses	N2O	8,74	22,72	19,69	0,0	19,69	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
3.B.5.c.iii. Porcinos baja productividad	N2O	32,03	65,30	15,45	0,0	15,45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000
3.B.5.d.i. Búfalos	N2O	0,05	2,28	13,52	0,0	13,52	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3.B.5.d.ii. Caprinos	N2O	0,74	0,90	19,00	0,0	19,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3.B.5.d.iii. Caballos	N2O	14,80	11,01	11,94	0,0	11,94	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
3.B.5.d.iv. Mulas y asnos	N2O	3,24	0,89	18,00	0,0	18,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3.B.5.d.v. Aves	N2O	49,49	200,69	15,20	0,0	15,20	0,000	0,001	0,001	0,000	0,019	0,000
3.C.1. Arroz riego	CH4	486,93	467,50	12,30	0,0	12,30	0,000	0,001	0,002	0,000	0,037	0,001
3.C.2. Arroz secano	CH4	40,99	53,55	24,66	0,0	24,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	N2O	1.845,17	2.323,52	22,70	0,0	22,70	0,035	0,000	0,010	0,000	0,335	0,112

Nombre de categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año de base	Emisiones o absorciones del año (2021)	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre de los factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre introducida por incertidumbre del factor	Incertidumbre introducida por incertidumbre de los datos	Incertidumbre introducida en la tendencia en
		kt CO_2eq	kt CO_2eq	± (%)	± (%)	± (%)	± (%)	%	%	%	%	%
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	N2O	48,63	75,41	63,93	0,0	63,93	0,000	0,000	0,000	0,000	0,031	0,001
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	N2O	1.509,75	2.141,13	21,81	0,0	21,81	0,028	0,001	0,010	0,000	0,297	0,088
3.D.1.d. Residuos de cosecha	N2O	113,33	231,43	62,35	0,0	62,35	0,003	0,000	0,001	0,000	0,092	0,008
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N2O	51,51	711,56	17,37	0,0	17,37	0,002	0,003	0,003	0,000	0,078	0,006
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	N2O	748,78	748,78	57,49	0,0	57,49	0,024	0,001	0,003	0,000	0,273	0,075
3.D.2.a.i. Deposición atmosférica - Fertilizantes N inorgánicos	N2O	186,83	237,00	43,90	0,0	43,90	0,001	0,000	0,001	0,000	0,066	0,004
3.D.2.a.ii. Deposición atmosférica - Fertilizantes N orgánicos	N2O	22,33	35,46	36,05	0,0	36,05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000
3.D.2.a.iii. Deposición atmosférica - Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo	N2O	777,25	1.188,41	34,69	0,0	34,69	0,022	0,001	0,005	0,000	0,262	0,069
3.D.2.b.i. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Fertilizantes N inorgánicos	N2O	321,97	407,16	36,60	0,0	36,60	0,003	0,000	0,002	0,000	0,095	0,009
3.D.2.b.ii. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Fertilizantes N orgánicos	N2O	21,87	33,65	46,71	0,0	46,71	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000
3.D.2.b.iii. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Residuos de cosecha	N2O	52,65	104,94	42,37	0,0	42,37	0,000	0,000	0,000	0,000	0,028	0,001
3.D.2.b.iv. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N2O	22,69	313,37	38,77	0,0	38,77	0,002	0,001	0,001	0,000	0,077	0,006
3.D.2.b.v. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo	N2O	704,13	1.073,66	36,30	0,0	36,30	0,019	0,001	0,005	0,000	0,248	0,061
3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)	CO2	2,42	54,00	36,98	0,0	36,98	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000
3.H. Aplicación de urea	CO2	245,92	217,73	26,51	0,0	26,51	0,000	0,000	0,001	0,000	0,037	0,001
4(IV).A.1.b. Incendios forestales	CH4	373,86	38,17	27,69	0,0	27,69	0,000	0,002	0,000	0,000	0,007	0,000

Nombre de categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año de base	Emisiones o absorciones del año (2021)	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre de los factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor	Incertidumbre introducida por incertidumbre de los datos	Incertidumbre introducida en la tendencia en
		kt CO_2eq	kt CO_2eq	± (%)	± (%)	± (%)	± (%)	%	%	%	%	%
4(IV).A.1.b. Incendios forestales	N2O	97,09	11,71	32,07	0,0	32,07	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
4(IV).B.1.b. Incendios forestales	CH4	151,69	373,53	24,64	0,0	24,64	0,001	0,001	0,002	0,000	0,058	0,003
4(IV).B.1.b. Incendios forestales	N2O	46,68	104,04	23,04	0,0	23,04	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000
4(IV).C.1.b. Incendios forestales	CH4	21,65	0,26	32,68	0,0	32,68	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4(IV).C.1.b. Incendios forestales	N2O	21,37	0,29	33,36	0,0	33,36	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	CO2	16.160,33	10.884,22	15,88	0,0	15,88	0,381	0,042	0,049	0,000	1,098	1,205
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	CO2	42.038,90	32.072,24	16,98	0,0	16,98	3,780	0,093	0,144	0,000	3,459	11,962
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	CO2	19.666,74	18.855,39	15,47	0,0	15,47	1,084	0,026	0,085	0,000	1,853	3,432
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO2	-890,57	-7.432,29	14,78	0,0	14,78	0,154	0,028	0,033	0,000	0,698	0,487
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO2	208,79	4.774,61	18,46	0,0	18,46	0,099	0,020	0,021	0,000	0,560	0,314
4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	CO2	-125,17	-1.357,32	17,75	0,0	17,75	0,007	0,005	0,006	0,000	0,153	0,023
4.B.1.a. Cultivo de café	CO2	3.682,43	2.720,42	19,65	0,0	19,65	0,036	0,009	0,012	0,000	0,340	0,115
4.B.1.a. Cultivo de café	CO2	-2.967,43	-3.339,24	17,35	0,0	17,35	0,043	0,002	0,015	0,000	0,368	0,135
4.B.1.b. Palma de aceite	CO2	-367,50	-1.777,15	17,96	0,0	17,96	0,013	0,006	0,008	0,000	0,203	0,041
4.B.1.b. Palma de aceite	CO2	8,68	272,65	21,37	0,0	21,37	0,000	0,001	0,001	0,000	0,037	0,001
4.B.1.c. Cacao	CO2	-1.169,50	-2.131,94	14,18	0,0	14,18	0,012	0,003	0,010	0,000	0,192	0,037
4.B.1.c. Cacao	CO2	0,00	150,01	26,92	0,0	26,92	0,000	0,001	0,001	0,000	0,026	0,001
4.B.1.d. Aguacate	CO2	-35,28	-371,64	29,35	0,0	29,35	0,002	0,001	0,002	0,000	0,069	0,005
4.B.1.d. Aguacate	CO2	0,00	72,68	32,18	0,0	32,18	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000
4.B.1.e. Caucho	CO2	-55,07	-549,25	21,52	0,0	21,52	0,002	0,002	0,002	0,000	0,075	0,006
4.B.1.e. Caucho	CO2	0,00	1,03	22,79	0,0	22,79	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4.B.1.f. Mango	CO2	-42,09	-182,36	24,37	0,0	24,37	0,000	0,001	0,001	0,000	0,028	0,001
4.B.1.f. Mango	CO2	0,00	75,60	21,06	0,0	21,06	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000
4.B.1.g. Limón	CO2	-1,96	-310,01	23,45	0,0	23,45	0,001	0,001	0,001	0,000	0,046	0,002
4.B.1.g. Limón	CO2	0,00	52,73	25,67	0,0	25,67	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000

Nombre de categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año de base	Emisiones o absorciones del año (2021)	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre de los factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre introducida por la incertidumbre del factor	Incertidumbre introducida por incertidumbre de los datos	Incertidumbre introducida en la tendencia en
		kt CO_2eq	kt CO_2eq	± (%)	± (%)	± (%)	± (%)	%	%	%	%	%
4.B.1.h. Mandarina	CO2	-0,06	-153,13	24,07	0,0	24,07	0,000	0,001	0,001	0,000	0,023	0,001
4.B.1.h. Mandarina	CO2	0,00	45,01	26,59	0,0	26,59	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000
4.B.1.i. Naranja	CO2	-21,90	-311,09	22,96	0,0	22,96	0,001	0,001	0,001	0,000	0,045	0,002
4.B.1.i. Naranja	CO2	0,00	38,80	24,03	0,0	24,03	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000
4.B.1.j. Tangelo	CO2	0,00	-0,59	24,65	0,0	24,65	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4.B.1.j. Tangelo	CO2	0,00	0,35	26,08	0,0	26,08	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4.B.1.k. Marañón	CO2	0,00	-45,51	19,58	0,0	19,58	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000
4.B.1.k. Marañón	CO2	0,00	21,99	28,67	0,0	28,67	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000
4.B.1.l. Otro	CO2	1.687,53	3.223,50	16,86	0,0	16,86	0,038	0,005	0,014	0,000	0,345	0,119
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	CO2	10.111,82	627,80	14,90	0,0	14,90	0,001	0,054	0,003	0,000	0,059	0,004
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO2	0,00	-4.852,87	11,68	0,0	11,68	0,041	0,022	0,022	0,000	0,360	0,130
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO2	2.487,23	1.655,60	12,03	0,0	12,03	0,005	0,007	0,007	0,000	0,127	0,016
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO2	28.452,82	40.187,15	9,36	0,0	9,36	1,805	0,020	0,180	0,000	2,390	5,711
4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	CH4	25,18	65,82	33,69	0,0	33,69	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000
4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	CO2	99,98	156,75	26,88	0,0	26,88	0,000	0,000	0,001	0,000	0,027	0,001
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	CO2	888,67	1.585,83	14,42	0,0	14,42	0,007	0,002	0,007	0,000	0,145	0,021
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	CO2	-0,56	-17,65	21,07	0,0	21,07	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	CO2	4,57	1,83	24,40	0,0	24,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO2	681,37	112,64	17,40	0,0	17,40	0,000	0,003	0,001	0,000	0,012	0,000
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	CO2	551,55	883,58	15,70	0,0	15,70	0,002	0,001	0,004	0,000	0,088	0,008
4.G.1.a. Madera aserrada	CO2	0,00	346,46	35,07	0,0	35,07	0,002	0,002	0,002	0,000	0,077	0,006
4.G.1.a. Madera aserrada	CO2	-57,96	0,00	0,00	0,0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4.G.1.b. Paneles de madera	CO2	-10,76	14,94	30,37	0,0	30,37	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
4.G.2. Papel y cartón	CO2	65,79	7,47	32,09	0,0	32,09	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
5.A.1.a. Anaeróbico	CH4	1.327,88	11.372,72	22,92	0,0	22,92	0,866	0,044	0,051	0,000	1,656	2,741
5.A.3. Sitios de eliminación de residuos sin categoría	CH4	448,28	309,82	22,52	0,0	22,52	0,001	0,001	0,001	0,000	0,044	0,002
5.C.1.b. No biogénico	CO2	0,00	54,23	42,84	0,0	42,84	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000
5.C.2.b. No biogénicos	CH4	147,35	182,99	19,69	0,0	19,69	0,000	0,000	0,001	0,000	0,023	0,001
5.C.2.b. No biogénicos	CO2	270,42	323,14	24,02	0,0	24,02	0,001	0,000	0,001	0,000	0,049	0,002
5.C.2.b. No biogénicos	N2O	32,18	22,95	18,32	0,0	18,32	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000

Nombre de categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año base	Emisiones o absorciones del año (2021)	Incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre de los factores de emisión	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre introducida por incertidumbre del factor	Incertidumbre introducida por incertidumbre de los datos	Incertidumbre introducida en la tendencia en
		kt CO_2eq	kt CO_2eq	± (%)	± (%)	± (%)	± (%)	%	%	%	%	%
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH4	1.854,80	3.188,83	30,21	0,0	30,21	0,118	0,004	0,014	0,000	0,612	0,374
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	N2O	313,27	623,05	18,88	0,0	18,88	0,002	0,001	0,003	0,000	0,075	0,006
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH4	2.495,72	6.025,42	12,19	0,0	12,19	0,069	0,013	0,027	0,000	0,466	0,218
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	N2O	97,23	105,90	16,40	0,0	16,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000
TOTAL NACIONAL		222.664,78	280.101,98		8617	12,063		38,2				
		Porcentaje de Incertidumbre del inventario total:	± 3,47%			Porcentaje de incertidumbre en la tendencia	± 6,18%					

Tabla 15. Reporte de Incertidumbre del INGEI por sector y total, 1990-2021

Año	Energía		IPPU		Agricultura		LULUCF (Emisiones)		LULUCF (Absorciones)		Residuos		Emisiones Totales		Emisiones Netas	
	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	U (-%)	Tg CO_2eq	U (-%)
1990	50,24	13,90%	4,12	17,75%	39,53	11,10%	127,53	14,67%	-5,75	21,65%	6,99	18,01%	228,41	8,97%	222,66	9,22%
1991	52,02	13,89%	4,21	17,51%	39,85	10,68%	128,76	14,35%	-5,94	20,62%	7,45	16,66%	232,29	8,76%	226,35	9,01%
1992	55,75	14,09%	4,42	17,60%	40,25	10,47%	129,20	14,14%	-6,14	19,65%	8,27	17,13%	237,89	8,57%	231,75	8,81%
1993	57,10	13,92%	4,72	18,46%	40,58	10,27%	129,78	13,94%	-6,25	18,92%	8,44	16,01%	240,63	8,42%	234,38	8,66%
1994	56,76	13,85%	5,43	18,93%	41,01	10,03%	130,90	13,72%	-6,53	17,91%	8,85	15,81%	242,96	8,28%	236,42	8,52%
1995	59,37	13,75%	5,62	18,31%	40,39	9,75%	131,16	13,61%	-6,83	16,98%	9,48	17,38%	246,02	8,17%	239,19	8,42%
1996	59,95	13,41%	5,25	17,81%	41,69	9,60%	131,77	13,46%	-7,31	15,96%	9,50	16,87%	248,16	8,04%	240,85	8,30%
1997	64,39	13,39%	5,69	17,61%	41,95	9,41%	133,84	13,18%	-7,25	15,01%	10,09	18,48%	255,97	7,87%	248,72	8,11%
1998	64,62	13,40%	5,39	17,88%	41,93	9,21%	133,09	13,17%	-7,47	14,64%	10,33	15,74%	255,35	7,84%	247,88	8,09%
1999	59,73	12,97%	4,42	16,89%	42,68	8,93%	132,89	13,15%	-7,56	14,27%	10,71	16,42%	250,43	7,82%	242,87	8,08%
2000	61,71	12,73%	4,88	16,80%	42,20	8,76%	113,22	12,49%	-8,28	13,80%	11,25	18,08%	233,26	7,18%	224,98	7,46%
2001	59,42	12,45%	4,74	16,54%	43,51	8,78%	93,48	23,05%	-8,60	13,40%	11,78	12,58%	212,92	10,88%	204,33	11,35%
2002	58,36	12,21%	4,99	15,42%	43,92	8,63%	93,40	11,42%	-8,98	12,87%	12,31	12,66%	212,97	6,33%	204,00	6,64%
2003	60,12	12,13%	5,42	15,52%	45,87	8,39%	109,31	11,80%	-9,55	12,38%	12,56	12,80%	233,27	6,61%	223,72	6,91%
2004	61,28	11,97%	5,62	15,83%	46,89	8,25%	109,91	11,38%	-11,42	11,19%	13,11	12,94%	236,81	6,39%	225,39	6,74%
2005	64,29	12,30%	6,85	16,38%	46,65	8,04%	96,32	10,51%	-13,32	10,48%	14,02	12,88%	228,13	5,94%	214,82	6,34%
2006	67,70	10,88%	7,11	16,04%	46,99	7,83%	96,09	10,35%	-15,29	10,00%	14,47	13,19%	232,37	5,64%	217,08	6,07%

Año	Energía		IPPU		Agricultura		LULUCF (Emisiones)		LULUCF (Absorciones)		Residuos		Emisiones Totales		Emisiones Netas	
	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	Incertidumbre (±%)	Tg CO_2eq	U (-%)	Tg CO_2eq	U (-%)
2007	67,64	10,74%	7,74	16,22%	46,82	7,54%	99,76	9,67%	-16,05	9,65%	15,04	13,06%	237,00	5,40%	220,95	5,84%
2008	69,31	10,83%	7,34	16,13%	46,89	7,42%	95,67	9,85%	-17,13	9,94%	15,66	13,94%	234,86	5,44%	217,74	5,92%
2009	74,08	9,56%	6,71	15,60%	47,56	7,15%	89,86	8,88%	-18,13	9,82%	16,12	13,02%	234,33	4,88%	216,20	5,35%
2010	79,81	5,51%	6,98	15,22%	48,23	6,96%	90,88	8,56%	-18,28	10,02%	17,22	13,87%	243,12	4,07%	224,84	4,48%
2011	78,39	5,55%	7,71	15,61%	48,71	6,72%	101,25	8,60%	-18,81	9,88%	17,42	11,15%	253,49	4,15%	234,67	4,55%
2012	82,67	5,52%	8,43	14,74%	47,56	6,53%	101,61	8,51%	-19,59	9,63%	17,29	11,17%	257,55	4,08%	237,96	4,49%
2013	86,62	5,23%	8,61	11,88%	47,70	6,32%	84,53	7,82%	-20,28	9,43%	17,36	11,56%	244,82	3,62%	224,54	4,04%
2014	89,55	5,16%	8,99	11,77%	46,86	6,13%	90,70	7,67%	-20,61	9,27%	18,03	11,53%	254,13	3,60%	233,52	4,00%
2015	93,07	4,87%	9,10	11,33%	48,33	5,86%	83,27	7,40%	-21,09	8,79%	18,82	11,77%	252,60	3,37%	231,51	3,76%
2016	93,05	4,78%	8,83	10,61%	49,00	5,76%	110,66	7,29%	-21,32	8,50%	19,96	12,48%	281,50	3,55%	260,18	3,90%
2017	86,48	4,95%	9,22	10,24%	50,32	5,44%	133,96	7,60%	-21,45	8,01%	21,29	12,48%	301,27	3,89%	279,81	4,23%
2018	90,97	4,89%	9,69	10,16%	55,52	5,32%	128,79	7,46%	-21,72	7,66%	21,27	12,40%	306,23	3,71%	284,51	4,03%
2019	95,06	4,76%	10,04	10,04%	57,03	5,11%	110,25	6,77%	-21,54	7,40%	21,67	11,82%	294,05	3,27%	272,51	3,57%
2020	84,99	4,73%	10,62	9,43%	58,64	4,94%	120,52	6,75%	-21,89	6,98%	21,93	12,62%	296,70	3,36%	274,81	3,67%
2021	91,61	4,61%	11,72	9,68%	57,96	4,75%	119,44	6,31%	-22,83	6,43%	22,21	12,96%	302,93	3,16%	280,10	3,47%

A partir de los resultados presentados en la Tabla 15, a continuación, se presentan los resultados de la incertidumbre estimada para las emisiones totales y las emisiones netas sectoriales, junto con una breve descripción de las principales fuentes de incertidumbre.

1. Energía

El sector de energía presenta una incertidumbre promedio histórica de ±9,78% para la serie 1990 a 2021. La incertidumbre del sector presenta una reducción de aproximadamente 9,3% a lo largo de la serie. Esta reducción se debe, principalmente, al uso de factores de emisión de CO_2 determinados para el país, en conjunto con la mejora continua en los datos de actividad usados en el inventario. Las subcategorías 1.B.1 y 1.B.2 son las que mayor incertidumbre presentan en el sector de energía a lo largo de la serie 1990-2021, con valores promedio históricos de ±33,11% y ±39,72%, respectivamente. El mayor aporte a la incertidumbre de estas dos subcategorías está relacionado con los factores de emisión empleados en el cálculo, los cuales presentan una alta incertidumbre con valores entre 0-1000%.

Al mismo tiempo, para este sector, durante el periodo 1990-2021, las incertidumbres promedio para los gases de efecto invernadero (GEI) fueron las siguientes: para el CO_2, ±10,34%, con una reducción porcentual del 70%; para el CH_4, ±31,78%, con una reducción del 37%; y para el N_2O, ±42,98%, con una reducción del 38%.

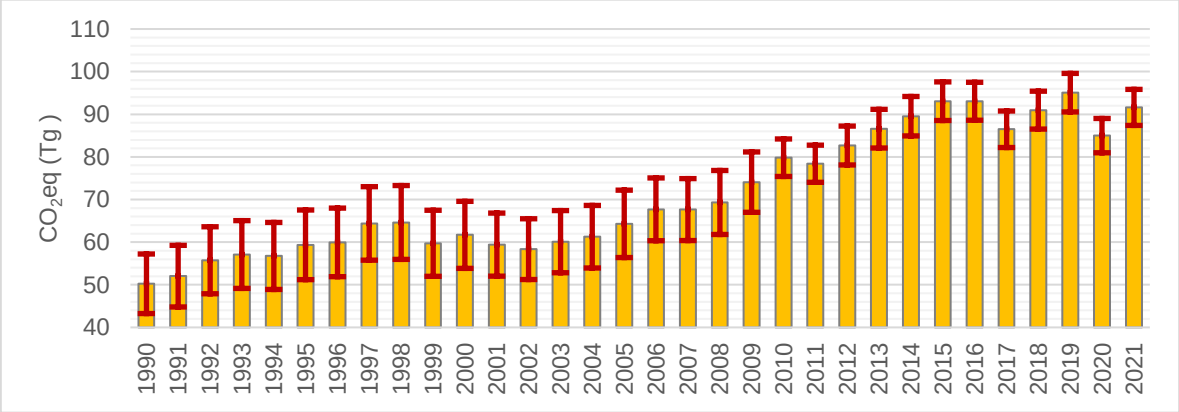


Figura 11. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector Energía.

2. Procesos industriales y uso de productos (IPPU)

La incertidumbre promedio histórica del sector IPPU se estima en 15,00%. Las tres categorías que mayor contribuyen con la incertidumbre en el año 2021 de este sector son: 2.C. Industria del metal (±23,97%), 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes (±50,06%) y 2.G. Manufactura y utilización de otros productos (±79,06%). Estas incertidumbres están influenciadas tanto por datos actividad como factores de emisión con altas incertidumbres. La incertidumbre del sector tuvo una reducción porcentual del 45% entre 1990 y 2021.

Al mismo tiempo, las incertidumbres promedio para los gases de efecto invernadero (GEI) fueron las siguientes: para los HFC la incertidumbre promedio fue de ±24,81%, para los PFC, ±29,15% y para el SF6, ±79,06%, estos GEI no registraron reducciones significativas. Mientras que CO_2 presentó una incertidumbre promedio de ±17,80%, con una reducción porcentual del 19%, el CH_4, ±15,53% con una reducción del 59% y el N_2O, ±29,77% con una reducción del 32%.

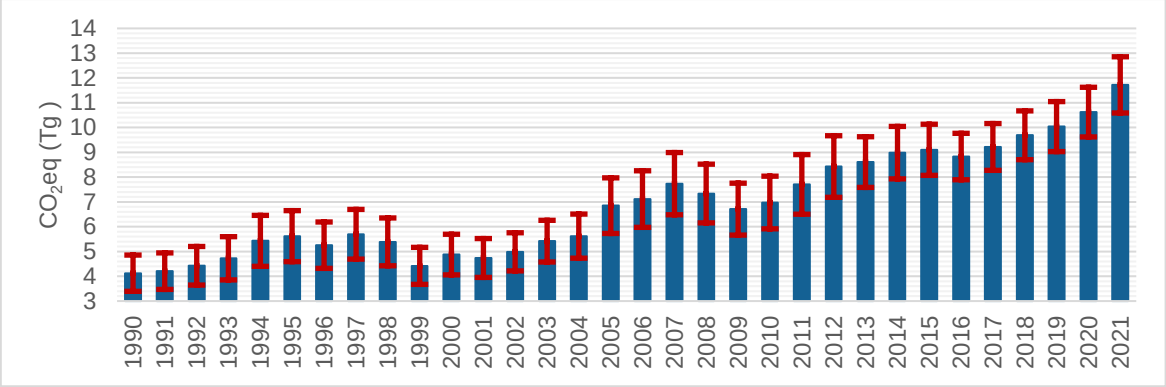


Figura 12. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector IPPU

3. **Agricultura**

La incertidumbre promedio histórica del sector Agricultura se estima en 7,81%. Las tres subcategorías que mayor contribuyen con la incertidumbre en el año 2021 sobre este sector son: 3.A.3. Porcinos (±29,07%), 3.G.2. Dolomita (±36,98%) y 3.A.2. Ovinos (±45,46%). Estas incertidumbres están influenciadas tanto por datos actividad como factores de emisión con altas incertidumbres (Para más información consulte en el capítulo 5, las secciones de análisis de incertidumbre por categoría y el Anexo 1-2).

La incertidumbre del sector tuvo una reducción porcentual del 57% entre 1990 y 2021. Al mismo tiempo, para este sector, durante este periodo las incertidumbres promedio para los gases de efecto invernadero (GEI) fueron las siguientes: para el CO_2, ±37,11%, con una reducción porcentual del 55%; para el CH_4, ±9,06%, con una reducción del 58%; y para el N_2O, ±14,57%, con una reducción del 53%.

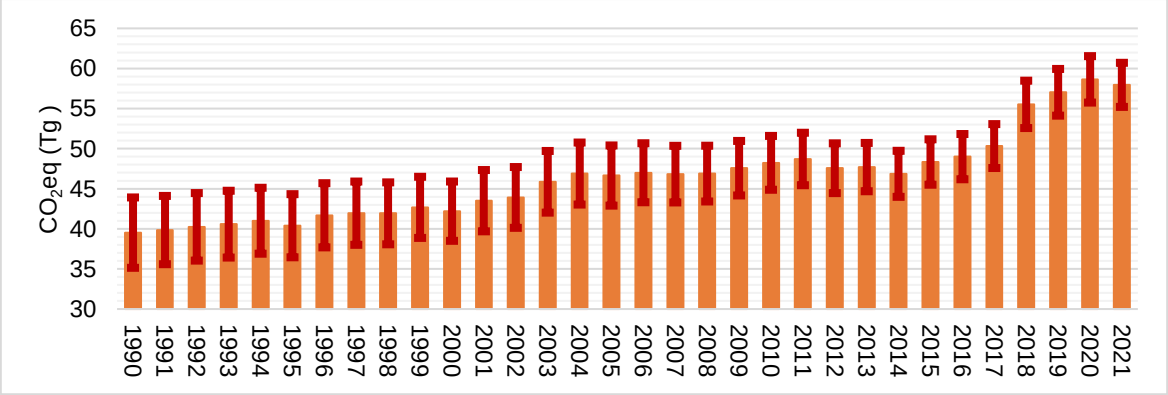


Figura 13. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector Agricultura.

4. **Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (LULUCF)**

La incertidumbre promedio histórica del sector LULUCF (Emisiones) se estima en 10,86%. Las tres subcategorías que mayor contribuyen con la incertidumbre en el año 2021 sobre este sector son: 4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales (±23,67%), 4.G.2. Papel y cartón (±32,09%) y 4.G.1. Madera maciza (±33,64%). Estas incertidumbres están influenciadas tanto por datos actividad como factores de emisión con altas incertidumbres. La incertidumbre del sector tuvo una reducción porcentual del 57% entre 1990 y 2021.

Al mismo tiempo, para este sector, durante el periodo 1990-2021, las incertidumbres promedio para los gases de efecto invernadero (GEI) fueron las siguientes: para el CO_2, ±10,93%, con una reducción porcentual del 57%; para el CH_4, ±31,29%, con una reducción del 56%; y para el N_2O, ±31,14%, con una reducción del 53%.

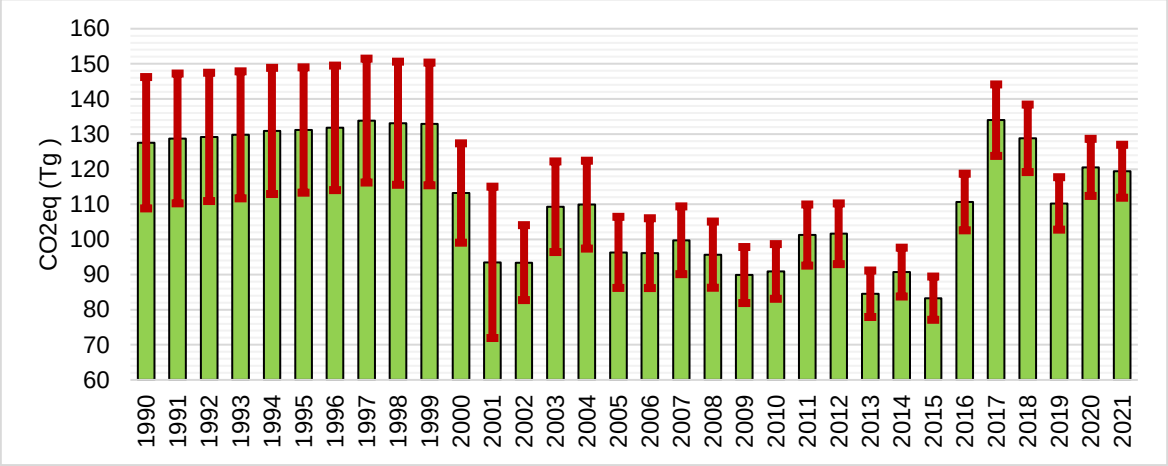


Figura 14. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector LULUCF (Emisiones)

La incertidumbre promedio histórica del sector LULUCF (Absorciones) se estima en 12,22%. Las tres subcategorías que mayor contribuyen con la incertidumbre en el año 2021 sobre este sector son: 4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales (±17,75%), 4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales (±21,07%) y 4.G.1. Madera maciza (±30,37%). Estas incertidumbres están influenciadas tanto por datos actividad como factores de emisión con altas incertidumbres. La incertidumbre del sector tuvo una reducción porcentual del 70% entre 1990 y 2021.Al mismo tiempo, para este sector, durante el periodo 1990-2021, la incertidumbre promedio absorciones de CO_2 fue de ±12,22%.

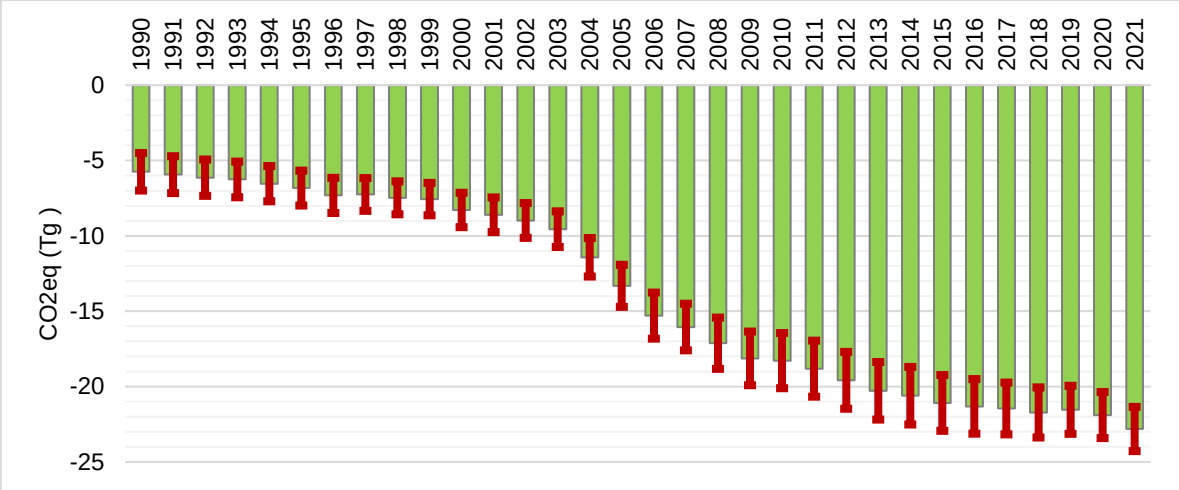


Figura 15. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector LULUCF (Absorciones)

5. Residuos

La incertidumbre promedio histórica del sector Residuos se estima en 14,05%. Las tres categorías que mayor contribuyen con la incertidumbre en el año 2021 de este sector son: 5.A.3. Sitios de eliminación de residuos sin categoría (±22,52%), 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (±25,46%) y 5.A.3. Sitios de eliminación de residuos sin categoría (±42,84%). Estas incertidumbres están influenciadas tanto por datos actividad como factores de emisión con altas incertidumbres. La incertidumbre del sector tuvo una reducción porcentual del 28% entre 1990 y 2021.

Al mismo tiempo, para este sector, durante el periodo 1990-2021, las incertidumbres promedio para los gases de efecto invernadero (GEI) fueron las siguientes: para el CO_2, ±32,67%, con una reducción porcentual del 44%; para el CH_4, ±14,99%, con una reducción del 31%; y para el N_2O, ±24,17%, con una reducción del 53%.

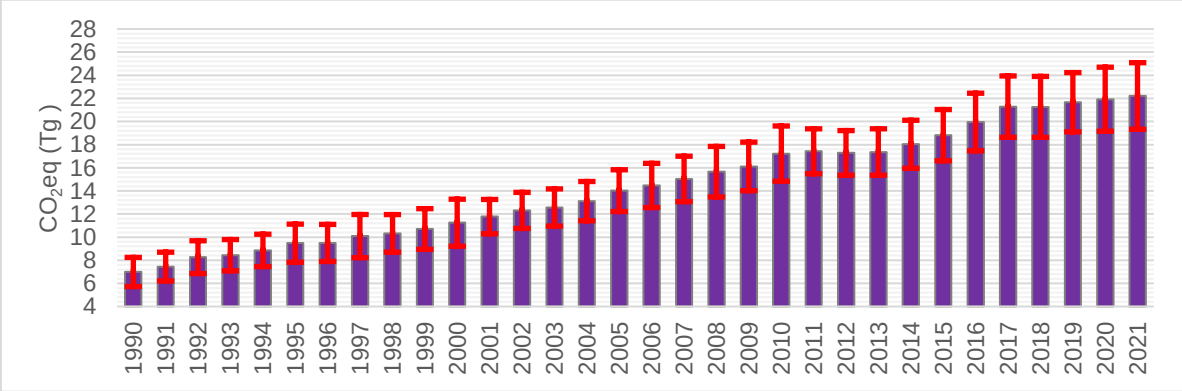


Figura 16. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector Residuos.

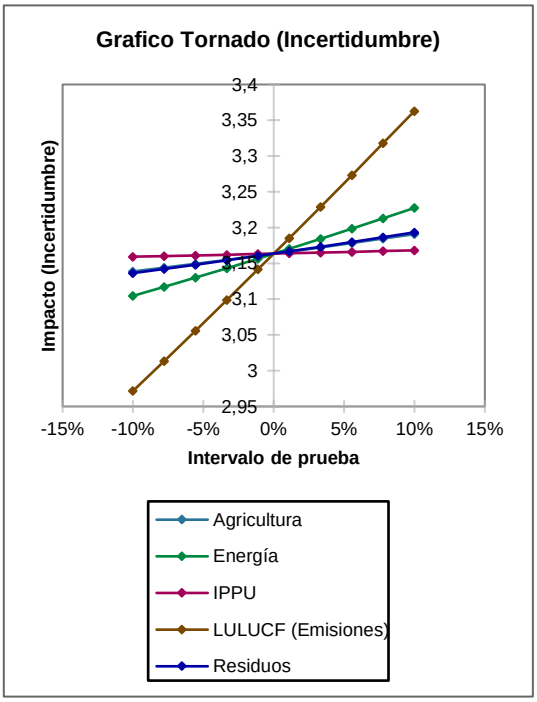
1.5.4 Análisis de sensibilidad para el inventario

Para identificar los sectores que mayor contribución tienen en los resultados de incertidumbre del INGEI, se realizó un análisis de sensibilidad para la incertidumbre estimada por sector para el año 2021. En este análisis, se ingresa una perturbación, la cual, es generada dentro del rango de incertidumbre propio de cada emisión. Posteriormente, se observa cómo cambia el resultado original de incertidumbre por causa de la perturbación. Por medio de un algoritmo desarrollado en lenguaje de programación, son creadas 1000 perturbaciones por cada sector, categoría o subcategoría. Al ingresar una perturbación se realiza un nuevo cálculo de incertidumbre, permitiendo observar posibles cambios en los intervalos originales de incertidumbre inferior y superior. De este modo, es posible identificar aquellos sectores, categorías o subcategorías que inciden más sobre los resultados de incertidumbre. Para representar los resultados del análisis de sensibilidad se emplean diagramas tipo tornado.

En la Figura 17 (b) de sensibilidad, los resultados indican que el sector LULUCF (Emisiones Totales) es el más sensible con una contribución del 86%, seguido del sector Energía que contribuye en un 11%, el sector Agricultura contribuye en un 1,54%, Residuos contribuye 0,98% e IPPU contribuye en un 0,03% a la incertidumbre total del inventario.

Las emisiones del sector LULUCF (Emisiones Totales) tienen un impacto significativo en la incertidumbre total del inventario, contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±0,20% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±3,16%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 2,97% y 3,36%.

a)



b)

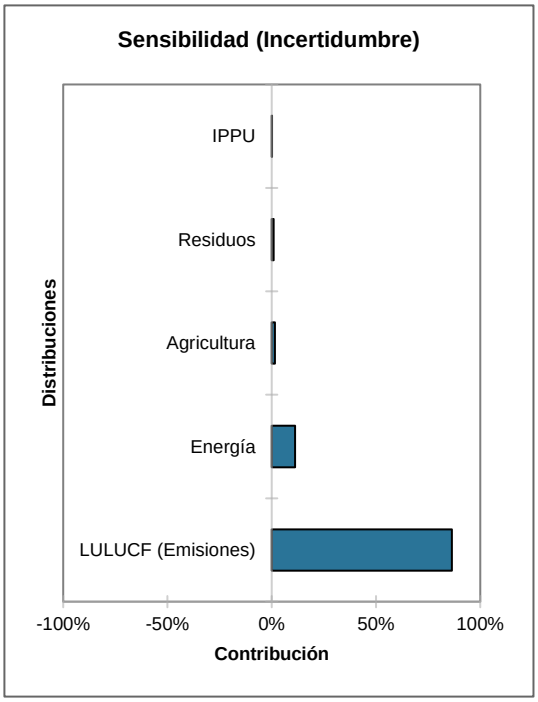
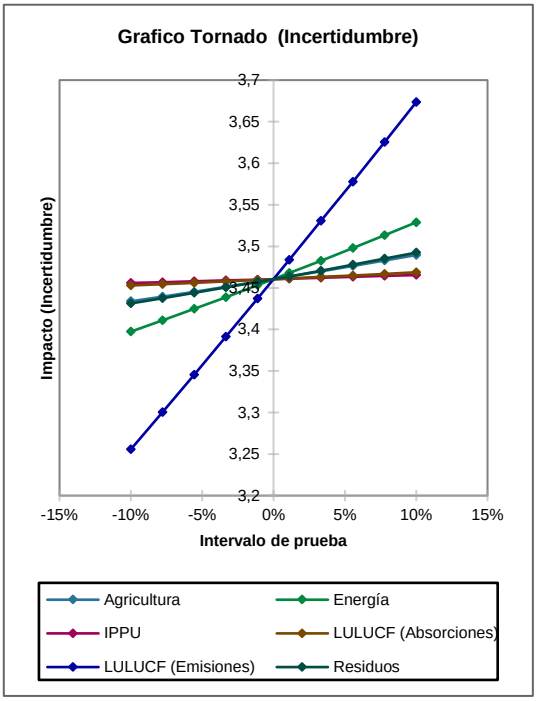


Figura 17. Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones totales de GEI, 2021

En la Figura 18 (b) de sensibilidad, los resultados indican que el sector LULUCF (Emisiones Netas) es la más sensible con una contribución del 86%, seguido del sector Energía que contribuye en un 9,79%, el sector Residuos contribuye en un 3,12%, Agricultura contribuye 0,37% e IPPU contribuye en un 0,06% y LULUCF (Absorciones) aporta un 0,03% a la incertidumbre total del inventario.

Las emisiones del sector LULUCF (Emisiones Netas) tienen un impacto significativo en la incertidumbre total del inventario, contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±0,21% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±3,46%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 3,26% y 3,67%.

a)



b)

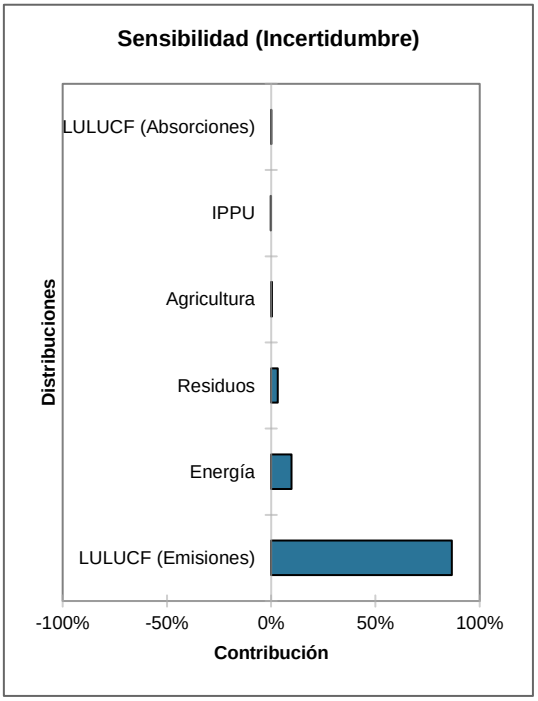


Figura 18. Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones netas de GEI, 2021

1.5.5 Evaluación general de la exhaustividad

El inventario de Colombia incluye las principales fuentes de emisiones y absorciones que se presentan en el país identificadas por las directrices del IPCC, con excepciones reportadas dentro de las tablas sectoriales CRT y en el presente informe como “No Estimadas” (NE).

Es de resaltar que el país ha centrado sus esfuerzos para generar información en las categorías clave; se espera lograr la integralidad para futuros inventarios a medida que el país continue generando y recopilando información pertinente. A continuación, se proporciona el listado de subcategorías para las cuales no se realizaron estimaciones con la explicación de su exclusión, junto con una propuesta de posibles acciones a implementar para fomentar su inclusión en futuros ciclos de INGEI.

Tabla 16. Subcategorías No Estimadas (NE)

Subcategoría	Periodo	Explicación
2. Energía		
1.A.1.c.i Manufactura de combustibles sólidos	1990 – 2021	No se cuenta con el factor de emisión de N_2O para la producción de coque.
1.A.1.c.iii Otras industrias de la energía	1990 – 2009	No se cuenta con la información sobre el consumo de combustible en operaciones mineras de extracción de carbón, para este periodo.
1.A.2.g.i. Manufactura de maquinaria	1990-2005	No se cuenta con información histórica sobre el consumo de combustibles para esta subcategoría
1.A.2.g.ii. Equipo de transporte	1990-2005	No se cuenta con información histórica sobre el consumo de combustibles para esta subcategoría
1.A.2.g.iii. Minería y cantería	1990-2009	No se cuenta con información del consumo de combustibles líquidos en las operaciones de minería y cantería en el país, para este periodo.
1.A.2.g.iv. Madera y productos de madera	1990-2005	No se cuenta con información histórica sobre el consumo de combustibles para esta subcategoría
1.A.2.g.v. Construcción	1990-2009	No se cuenta con información del consumo de combustibles líquidos en las operaciones de construcción en el país, para este periodo.
1.A.3.ei. Transporte por tuberías (gasoductos)	1990 - 2008	No se cuenta con información del consumo de combustibles en las operaciones de estaciones de bombeo y mantenimiento de tuberías, para este periodo.
1.A.3.c. Ferrocarriles	1993-2021	No se cuenta con información del consumo de combustible sólido para este periodo de tiempo.
1.A.3.d. Navegación Marítima y Fluvial	1900-1999 2006-2021	No se cuenta información del consumo de petróleo para ese periodo de tiempo.
1.D.2. Operaciones multilaterales (Elemento informativo)	1990-2021	No se cuenta con información respecto al consumo de combustibles para la aviación y la navegación marítima y fluvial en las operaciones militares - multilaterales, conforme a la Carta de las Naciones Unidas.
1.B.1.a.i.3 Minas subterráneas abandonadas	1990 – 2021	Las emisiones de CH_4 que ocurren después del abandono o clausura de minas no han sido estimadas debido a que no se cuenta con la información necesaria para el cálculo (cantidad de minas de carbón abandonadas que permanecen no inundadas, la fracción de minas de carbón gaseosas y la cantidad de CH_4 recuperado). Con el acuerdo sectorial ya establecido entre el MADS, el Ideam y la Asociación Colombiana de Minería (ACM) se espera avanzar en la consecución de información que permita estimar las emisiones de esta subcategoría.
1.B.1.a.ii.2. Emisiones posteriores a la minería	1990 – 2021	No hay factor de emisión disponible para CO_2
1.B.2.a.v Distribución de productos petrolíferos	1990 – 2021	No hay dato de actividad disponible para el periodo 1990-2009
1.B.2.a.vi. Otros	1990 – 2021	No hay dato de actividad disponible.
1.B.2.b.vi. Otro	1990 – 2021	No hay dato de actividad disponible.
3. IPPU		
2.A.3 Producción de vidrio	1990-1991	No se cuenta con información histórica sobre la producción de vidrio (botellas, vidrio plano, fibra de vidrio)
2.B.8.b. Producción de etileno	1990-2001	No se cuenta con información histórica sobre la producción de etileno previo al año 2002
2.A.4.a. Cerámica	1990-2021	En Colombia, la producción de cerámica implica el consumo de carbonatos, lo que se traduce en emisiones de CO_2 en los procesos a altas temperaturas. Sin embargo, actualmente no se dispone de datos sobre este consumo.
2.C.3 Producción de aluminio	1990-2021	En Colombia existe la explotación de los minerales de base para extraer este tipo de metal, sin embargo, se debe verificar si existe su producción primaria y/o secundaria para contemplar su estimación en los siguientes ciclos de inventario.

Subcategoría	Periodo	Explicación
2.C.4 Producción de magnesio	1990-2021	En Colombia existe la explotación de los minerales de base para extraer este tipo de metal, sin embargo, se debe verificar si existe su producción primaria y/o secundaria para contemplar su estimación en los siguientes ciclos de inventario.
2.C.6 Producción de zinc	1990-2021	En Colombia existe la explotación de los minerales de base para extraer este tipo de metal, sin embargo, se debe verificar si existe su producción primaria y/o secundaria para contemplar su estimación en los siguientes ciclos de inventario.
2.D.1. Uso de lubricantes	1990-1991	No se cuenta con la información histórica sobre el uso de aceites y grasas lubricantes
2.D.2. Uso de cera de parafina	1990-1991	No se cuenta con la información histórica sobre el uso de cera de parafina (velas, veladoras, cirios, etc.)
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	1990-2000	No se cuenta con información histórica sobre los datos de consumo, importación y/o exportación de sustancias sustitutas de las SAO
2.F.2 Agentes espumantes	1990-2016	
2.F.3 Protección contra incendios	1990-2008	
2.F.4 Aerosoles	1990-2007	
2.F.5 Solventes	1990-2007	
2.F.6 Otros	1990-2004	
2.G.2. SF6 y PFC de otros usos de productos	1990-2021	No se cuenta con información consolidada sobre otros usos del SF6 (Protección contra incendios, refrigerante, isonorizar ventanas, entre otros) y los PFC (Fluidos de transferencia térmica, entre otros).
2.G.3. N2O de usos de productos	1990-2021	Si bien se han identificado productores nacionales de N2O para aplicaciones médicas no se cuenta con información consolidada sobre su producción y consumo.
4. Agricultura		
3.A.4.g. Aves de corral: 3.A.4.g.i. Ponedoras 3.A.4.g.ii. Pollo de engorde	1990-2021	No se estima la fermentación entérica de la categoría (3.A.4.g. Aves de corral: 3.A.4.g.i. Ponedoras 3.A.4.g.ii. Pollo de engorde), ya que no se cuenta con información del factor de emisión predeterminado.
3.A.4.c. 3.B.4.c.Ciervos 3.A.4.h.i. 3.B.4.h.i. Conejos 3.A.4.h.iii. 3.B.4.h.iii. Avestruz	1990-2021	Se estima que las poblaciones de ciervos, conejos y avestruz son relativamente pequeñas. En particular, en el caso de los ciervos y los avestruces, no existen registros actualizados ni censos que permitan conocer con precisión el tamaño de sus poblaciones.
3.D.1.b.iii. Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos	1990-2021	No se dispone de información referente a la subcategoría 3.D.1.b.iii. Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos.
3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo 3.F.1. Cereales 3.F.2. Legumbres 3.F.3 Tubérculos y raíces 3.F.5. Otros	1990-2021	La categoría quema de residuos agrícolas en el campo (3.F.) se cuantificó únicamente para caña de azúcar, sin embargo esta se reportó en otra categoría (quema de biomasa 4.IV) en el sector de LULUCF. No se estimó la quema de residuos agrícolas como cereales, legumbres, tubérculos, raíces y otros.
3.G.1. Piedra Caliza CaCO3	1990-2021	No se cuantifica piedra caliza debido a la ausencia de información sobre las cantidades aplicadas en campo, de acuerdo con expertos en campo la cal con mayor relevancia es la dolomita, debido a sus propiedades específicas.
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	1990-2021	No se cuenta con información específica de las cantidades aplicadas en campo, de otros fertilizantes que contienen carbono.
3.J. Otro	1990-2021	No se cuenta con información específica de otro tipo de insumo agregado al suelo.
5. LULUCF		
4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	1990 - 2021	El país sólo cuenta con información sobre cambios anuales en áreas de Bosque (conversión de Bosque a otros usos y de áreas no bosque a Bosque)
4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos		

Subcategoría	Periodo	Explicación
4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos		
4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos		
4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales		
4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales		
4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales		
4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales		
4.D.2.a. Tierras convertidas a extracción de turba		
4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas		
4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas		
4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas		
4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas		
4.D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales		
4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos		
4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos		
4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos		
4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos		
4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras		
4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras		
4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras		
4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras		
4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	1990 - 2021	No se cuenta con información de áreas de turba y los contenidos de carbono correspondientes.
4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	1990 - 2021	El país aún se encuentra trabajando en la recopilación de información y factores de contenidos de carbono para la estimación de áreas de humedales diferentes a embalses para la generación de energía eléctrica, tales como humedales costeros.
4(I). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos gestionados diferentes a cultivos y pastizales, 4(II). Emisiones y absorciones provenientes del drenaje y Re humedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales y 4(III). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	1990 - 2021	No se cuenta con la información de datos de actividad necesarios para la estimación de esta categoría
6. Residuos		
5.B. Tratamiento biológico de residuos	1990 - 2021	No se cuenta con el consolidado para la cantidad de residuos que son sometidos a tratamiento biológico a nivel nacional.
5.C.1. Incineración de residuos	1990 - 2021	El país se encuentra en proceso de identificación y consolidación con la información relacionada con la cantidad de residuos biogénicos incinerados.

En la Tabla 17 se describen las categorías estimadas en otra categoría, indicadas con clave de notación IE “Estimada en otro lugar”.

Tabla 17. Subcategorías Estimadas en Otro lugar (IE)

Subcategoría Estimada en otro Lugar (IE)	Periodo	Explicación
1. Energía		
1.A.1.c.i Manufactura de combustibles sólidos	1990-2021	El dato de actividad empleado para calcular esta categoría no permite conocer los consumos de combustible, por ello es empleado el dato de producción nacional de coque. Debido a que las tablas CRT solicitan el consumo de combustible desagregado (sólido, líquido, gaseoso) el reporte se realizó en "Otros combustibles fósiles"
1.A.2.g.vii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria	1990-2021	Para evitar el doble conteo, se registran las emisiones de todo terreno en la subcategoría 1.A.3.e.ii Otros en el sector transporte
1.A.4.c.iii. Pesca	1990-2021	Son reportadas en 1.A.3.d Navegación marítima y fluvial nacional debido a que no se cuenta con la información con el suficiente nivel de desagregación para hacer el reporte de manera separada de la flota pesquera del país
1.B.2.c.i.3. Combinado	1990-2021	El dato es reportado en las categorías 1.B.2.c.i.1. Petróleo 1.B.2.c.i.2. Gas
1.B.2.c.ii.3. Combinados	1990-2021	El dato es reportado en las categorías 1.B.2.c.ii.1. Petróleo 1.B.2.c.ii.2. Gas
2. IPPU		
NA	NA	NA
3. Agricultura		
3.E. Quema prescrita de sabanas 3.E.1. Tierra forestal	1990-2021	Estas emisiones no se incluyen en el sector de agricultura, ya que se reportan bajo la categoría 4.(IV) correspondiente a la quema de biomasa de tierras forestales en el sector de LULUCF.
3.E. Quema prescrita de sabanas 3.E.2. Pastizales	1990-2021	Estas emisiones no se incluyen en el sector de agricultura, ya que se reportan bajo la categoría 4.(IV) correspondiente a la quema de biomasa de pastizales en el sector de LULUCF.
3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo 3.F.4. Caña de azúcar	1990-2021	La quema de residuos agrícolas de la caña de azúcar no se incluye en el sector de agricultura ya que estas emisiones se declaran y cuantifican en la categoría 4.(IV) correspondiente a la quema de biomasa (tierras de cultivo) dentro del sector LULUCF.
4. LULUCF		
4.A. Tierras forestales	1990-2021	Las emisiones por cambios en los contenidos de carbono de las subcategorías 4.A.1.b y 4.A.1.c con fines de reporte en las CRT son reportadas en suelos minerales dado que el país no cuenta con información de usos de la tierra discriminados por tipo de suelo, así mismo, según análisis del mapa geo pedológico de Colombia los suelos orgánicos representa tan solo el 0,5% del área del país, por tanto en las CRT se reporta IE en las emisiones de suelos orgánicos. Sin embargo, en la subcategoría 4.A.1.a se reportan estimaciones de emisiones por la gestión de suelos orgánicos en áreas de bosque, sin tener en cuenta su discriminación. El país aún no cuenta con información desagregada de la procedencia de PMR por usos de la tierra, por tanto, las transferencias de carbono de las tierras forestales a los PMR se presentan consolidas en la subcategoría 4.G. Productos de la madera recolectada
4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	1990-2021	El país no cuenta con información sobre el uso previo a la conversión a bosque natural, por lo tanto, con fines de reporte en las CRT, en la subcategoría 4.A.2.a se reportan todos los cambios de otros usos a tierras forestales (bosque natural)
4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	1990-2021	
4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	1990-2021	
4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	1990-2021	
4.B. Tierras de cultivo	1990-2021	Las emisiones por cambios en los contenidos de carbono de las subcategorías 4.B.1 con fines de reporte en las CRT son reportadas en suelos minerales dado

Subcategoría Estimada en otro Lugar (IE)	Periodo	Explicación
		que el país no cuenta con información de usos de la tierra discriminados por tipo de suelo, así mismo, según análisis del mapa geo pedológico de Colombia los suelos orgánicos representa tan solo el 0,5% del área del país, por tanto en las CRT se reporta IE en las emisiones de suelos orgánicos. Sin embargo en la subcategoría 4.B.1.l Otro se reportan estimaciones de emisiones por la gestión de suelos orgánicos en cultivos en general, sin tener en cuenta su discriminación y por tanto en las subcategorías 4.A.2 se reporta como IE en suelos orgánicos. El país aún no cuenta con información desagregada de la procedencia de PMR por usos de la tierra, por tanto las transferencias de carbono de las tierras de cultivo a los PMR se presenta consolida en la subcategoría 4.G. Productos de la madera recolectada
4.C. Pastizales, 4.D. Humedales , 4.E. Asentamientos, 4.F. Otras tierras	1990-2021	En las subcategoría 4.C.2, 4.D.2, 4.E.2, y 4.F.2 se reporta como IE las emisiones por cambio en los contenidos de carbono en suelos orgánicos ya que las emisiones por cambios en los contenidos de carbono debido al cambio de uso de áreas de bosque a estos usos con fines de reporte se presentan en suelos minerales al no contar con información de usos de la tierra discriminados por tipo de suelo, así mismo, según análisis del mapa geo pedológico de Colombia los suelos orgánicos representa tan solo el 0,5% del área del país, por tanto se asume que la mayoría de las emisiones se dan en suelos minerales. El país aún no cuenta con información desagregada de la procedencia de PMR por usos de la tierra, por tanto las transferencias de carbono de pastizales a los PMR se presenta consolida en la subcategoría 4.G. Productos de la madera recolectada.
4(II).D.1. Humedales que permanecen como tales	1990-2021	Con fines de reporte, en las CRT las emisiones de CO_2 por la difusión de este gas a través de la lámina de agua en embalses se reportan en la subcategoría 4.D.1.b
4.(III).A. Tierras forestales	1990-2021	Las emisiones de N2O de Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo (3.D.1.e) se estiman únicamente en tierras forestales. Adicionalmente en el sector, se reportan las emisiones de Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)-Tierras forestales (3.D.1.f.). Debido a la separación entre los sectores de agricultura y LULUCF (AFOLU), no se dispuso del tiempo necesario para reubicar de manera adecuada las estimaciones de N2O de Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo (3.D.1.) que se reportan en el sector agricultura.
4(IV).A. Tierras forestales	1990-2021	Las emisiones de CO2 por incendios forestales en plantaciones son reportadas en la categoría 4.A.1.d .
4(IV).B. Cultivos	1990-2021	Las emisiones de CO2 por incendios forestales en cultivos son reportadas en la categoría 4.B.1.l
4(IV).C. Pastizales	1990-2021	Las emisiones de CO2 por incendios forestales en pastizales son reportadas en la categoría 4.C.1.a
5. Residuos		
5.A.1.b. Semi-Anaeróbico	1990 - 2021	No se cuenta con los sitios de eliminación desagregados por el tipo de tecnología. Por esta razón de reportan todos lo sitios de eliminación en la subcategoría 5.A.1.a. Anaeróbico
5.A.1.c. Aireación activa	1990 - 2021	No se cuenta con los sitios de eliminación desagregados por el tipo de tecnología. Por esta razón de reportan todos los sitios de eliminación en la subcategoría 5.A.1.a. Anaeróbico
5.A.2. Sitios no gestionados de eliminación de residuos	1990 - 2021	De acuerdo con la clasificación de los tipos de disposición de residuos, en Colombia no se identifican los sitios no gestionados, sino son agrupado en gestionados. Por esta razón estas emisiones son cuantificadas en la categoría 5.A.1
5.C.2.a. Incineración a cielo abierto de residuos - Biogénicos	1990 - 2021	En Colombia, se realiza la quema de residuos biogénicos. Sin embargo, no es posible desagregar la cantidad que se quema in situ o ex situ. Por esta razón se reportan en estas emisiones en la subcategoría 4.(IV) quema de biomasa (tierras de cultivo) en el sector de Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (LULUCF).

1.5.6 Flexibilidades aplicadas

Colombia de acuerdo con las MPG establecidas en el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA1., se acoge a la flexibilidad relacionada con la serie de tiempo. Con lo anterior, el país presenta su inventario nacional de emisiones de GEI para el periodo comprendido entre 1990 a 2021, con una diferencia de 3 años respecto al año de reporte (2024), ya que al momento de realizar la consolidación del inventario no se contaba con la información oficial requerida para estimar algunas categorías del año 2022.

Así mismo, para algunas subcategorías, Colombia se acoge a la flexibilidad descrita en el párrafo 57 de la Decisión 18/CMA1. (UNFCCC, 2018), ya que no cuenta con algunos datos de información histórica oficial para realizar las estimaciones.

En el capítulo 9 del presente informe se detalla la información en relación con la aplicación a las flexibilidades por subcategoría y el plan de mejora propuesto para solventarlas.

1.5.7 Avances en la implementación del plan de mejora del reporte anterior (BUR3)

El Acuerdo de París y la implementación de la Contribución Nacionalmente Determinada requieren que el país refine y eleve la calidad de los procesos en el INGEI. Un inventario de alta calidad garantiza la exactitud de las estimaciones, ayuda a disminuir la incertidumbre y asegura que la información producida sea acorde con la realidad nacional. Según el plan de mejora establecido en el BUR 3, se propusieron diversas actividades a corto mediano y largo plazo para lograr ajustar y refinar las estimaciones. Los resultados en el presente inventario reflejan un esfuerzo de mejora continua, lo que implica la integración de variables y parámetros actualizados en las categorías, basándose en la información más reciente disponible en el país. Con base en esto, en la Tabla 18 se describen las mejoras más significativas que se han llevado a cabo en este inventario.

Tabla 18. Avances en la implementación del plan de mejora

Subcategoría	Avances en el plan de mejora BUR3 (1990-2018)
1. Energía	
1.A.1. Industrias de la energía	Estimación del consumo de diésel subcategoría 1.A.1.a.1 Generación de electricidad en las Zonas No Interconectadas para la serie histórica 1990-2009
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Estimación por separado de emisiones de 1.A.2.b., gracias al trabajo colaborativo con Cerro Matoso SA y el equipo MRVme.
1.A.3. Transporte	Mesas técnicas con el Ministerio de transporte para poder hacer el refinamiento de la información y procesamiento de la categoría transporte terrestre 1.A.3.b Se incluyen los consumos de combustible desagregados de diésel, gas natural y petróleo para la subcategoría 1.A.3.e.ii
1.B.1. Combustibles sólidos	Desarrollo de mesas de trabajo con el Servicio Geológico Colombiano, la Unidad de Planeación Minero-Energética y el Ministerio de Minas y Energía para identificar las acciones a realizar, pendientes actualizaciones de los FE.
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía	Desarrollo de metodología para mejorar la estimación de los datos de actividad y factores de emisión.
2. IPPU	
2.A.1. Producción de cemento	Acceso a datos de importación de clínker de PROCEMCO (2013-2021) Participación en mesas técnicas de MINCIT junto con PROCEMCO y FICEM asociadas a la estandarización metodológica de estimación de emisiones asociadas a la línea estratégica de mitigación del sector, trabajo crucial para en futuros ciclos lograr incrementar nivel metodológico de estimación o incluso adoptar la metodología del sector al INGEI
2.C.1. Hierro y acero	Actualización de supuesto de relación de sinter/arrabio para la estimación de tipos de acero producidos a nivel nacional
2.C.2. Ferroaleaciones	Actualización del factor de emisión de CO_2 con un trabajo colaborativo con Cerro Matoso SA y el equipo MRVme. Que permitió evitar la sobreestimación de emisiones en esta subcategoría.

Subcategoría	Avances en el plan de mejora BUR3 (1990-2018)
3. Agricultura	
3.A.1. Ganado	Actualización de la homologación de datos de actividad para todas las especies incluidas en las estimaciones desde el año 1990 hasta 2022. Dentro de las bases oficiales de cálculo se realizaron controles rutinarios y coherentes para revisar la consistencia de los datos y su exhaustividad.
3.A.2. Ovinos	Reprocesamiento de datos de actividad optimizado mediante actividades de control de calidad.
3.A.4. Otro ganado	Reprocesamiento de datos de actividad optimizado mediante actividades de control de calidad.
3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol	Ajustes de datos de actividad relacionados con la categoría 3.A.
3.C.1. Arroz riego	Se ajustan los datos de actividad empleando las fuentes de información de DANE y FEDEARROZ. Adicionalmente se emplea un factor de emisión nivel 2 para la región de la Orinoquia (Arauca, Casanare, Meta y Vichada), desarrollado en el marco del proyecto Biocarbono por el Centro Internacional de Agricultura Tropical-Bioversity International, basado en mediciones in situ mediante parcelas. Participación de mesas técnicas para dar retroalimentación de resultados en las consultorías que desarrollaron los factores de emisión de arroz riego y secano en la región de la Orinoquia.
3.C.2. Arroz secano	
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados	Escalamiento a nivel 2 del factor de emisión de la subcategoría 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo en los departamentos de la región de Orinoquia. Adicionalmente se actualizaron los datos de actividad de fertilizantes inorgánicos y manejo de los residuos de cultivo, a través de la consulta nacional de expertos agropecuarios. Participación de mesas técnicas para dar retroalimentación de resultados en las consultorías que desarrollaron los factores de emisión de orina y estiércol depositada en pasturas.
3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados	Recalculo asociado con ajustes en la subcategoría 3.D.1.
3.G. Encalado	Actualización de datos de actividad de urea aplicada a suelos agrícolas, mediante la consulta nacional de expertos agropecuarios.
3.H. Aplicación de urea	Actualización de datos de actividad de cal dolomita aplicada a suelos agrícolas, mediante la consulta nacional de expertos agropecuarios.
4. LULUCF	
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	Se estableció la primera aproximación para realizar los análisis de degradación del bosque natural a nivel nacional, el SMByC (Ideam). Se realizó la mejora de los factores de emisión para la categoría de consumo de leña, consolidando información de consumo por departamento. Se realizó la mejora de información en lo referente a los contenidos de carbono de los bosques para los 5 biomas, en biomasa y se incluyeron contenidos de carbono para los detritos de madera, también se mejoraron los factores en suelos. todo esto por medio del levantamiento de información en más conglomerados por parte de IFN (Ideam). Se completaron los datos de actividad, incluyendo la información de áreas de cambio del área insular del país, para la información de datos de actividad de bosques. Para plantaciones forestales se realizó la actualización de factores de emisión con información secundaria para las especies comerciales priorizadas en el país.
4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Se realizó la mejora de información en lo referente a los contenidos de carbono de los bosques para los 5 biomas, en biomasa y se incluyeron contenidos de carbono para los detritos, también se mejoraron los factores en suelos. todo esto por medio del levantamiento de información en más conglomerados por parte de IFN (Ideam)
4.B.2. Tierras convertidas en cultivos	Se realizó la mejora de información en lo referente a los contenidos de carbono de los bosques para los 5 biomas, en biomasa y se incluyeron contenidos de carbono para los detritos, también se mejoraron los factores en suelos. todo esto por medio del levantamiento de información en más conglomerados por parte de IFN (Ideam).
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	Se realizó la mejora de información en lo referente a los contenidos de carbono de los bosques para los 5 biomas, en biomasa y se incluyeron contenidos de carbono para los detritos, también se mejoraron los factores en suelos. todo esto por medio del levantamiento de información en más conglomerados por parte de IFN (Ideam).
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	Se realizó la mejora de información en lo referente a los contenidos de carbono de los bosques para los 5 biomas, en biomasa y se incluyeron contenidos de carbono para los detritos, también se mejoraron los factores en suelos. todo esto por medio del levantamiento de información en más conglomerados por parte de IFN (Ideam).
5. Residuos	
5.A. Eliminación de residuos sólidos	Actualización de la caracterización de residuos sólidos por ciudad.

Subcategoría	Avances en el plan de mejora BUR3 (1990-2018)
5.C.1 Incineración de residuos	Identificación de la cantidad de residuos peligrosos que van a incineración en el registro RESPEL.
5.C.2 Quema a cielo abierto de residuos	Identificación de fuentes de información alternativas para la estimación de emisiones de GEI.
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Actualización de los factores de emisión ponderados con base en la información de RUA manufacturero de 2015-2021.

2. Tendencias de las emisiones y absorciones

Autores:

Daniela María Bernal Escobar – Líder INGEI y Profesional sectorial Industria (IDEAM – PNUD - Fundación Natura).

Colaboradores:

Carlos Alberto Duarte Durán - Profesional Sectorial Transporte (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Diana Leidy Manrique Luna - Profesional sectorial agricultura (IDEAM - Proyecto Biocarbono Orinoquía), Laura María Aranguren Niño - Coordinadora del Proyecto CBIT (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Laura Natalia Solano - Profesional Sectorial Residuos (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Leonardo Alfredo Pineda Pardo - Coordinador del Grupo de Cambio Global, SEA (IDEAM), Lizet Jimena Robayo Rocha – Profesional Sectorial LULUCF (IDEAM - Proyecto Biocarbono Orinoquía), Luis Enrique Caicedo Navarro - Profesional Sectorial LULUCF (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Natalia Andrea Cifuentes Castellanos - Profesional Sectorial Energía (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Sergio Andrés Garcés Jiménez - Profesional Sectorial Energía - Emisiones Fugitivas (IDEAM – PNUD - Fundación Natura).

En este capítulo se presentan los resultados del Inventario Nacional de Emisiones y Remociones Antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero de Colombia para la serie de tiempo contemplada entre 1990 y 2021, con énfasis en el último año de estimación.

Como información de soporte se pueden consultar las tablas de reporte común (CRT, por sus siglas en inglés) disponibles en el link de la CMNUCC https://unfccc.int/first-biennial-transparency-reports .

2.1 Emisiones y absorciones de GEI para el último año del inventario - 2021

Las emisiones totales para el año 2021 son de 302.934,03 kt CO_2eq con absorciones de -22.832,04 kt CO_2eq, siendo así las emisiones netas de 280.101,98 kt CO_2eq. En la Figura 19, se evidencia la participación por sector y sus principales subcategorías en las emisiones totales del año 2021:

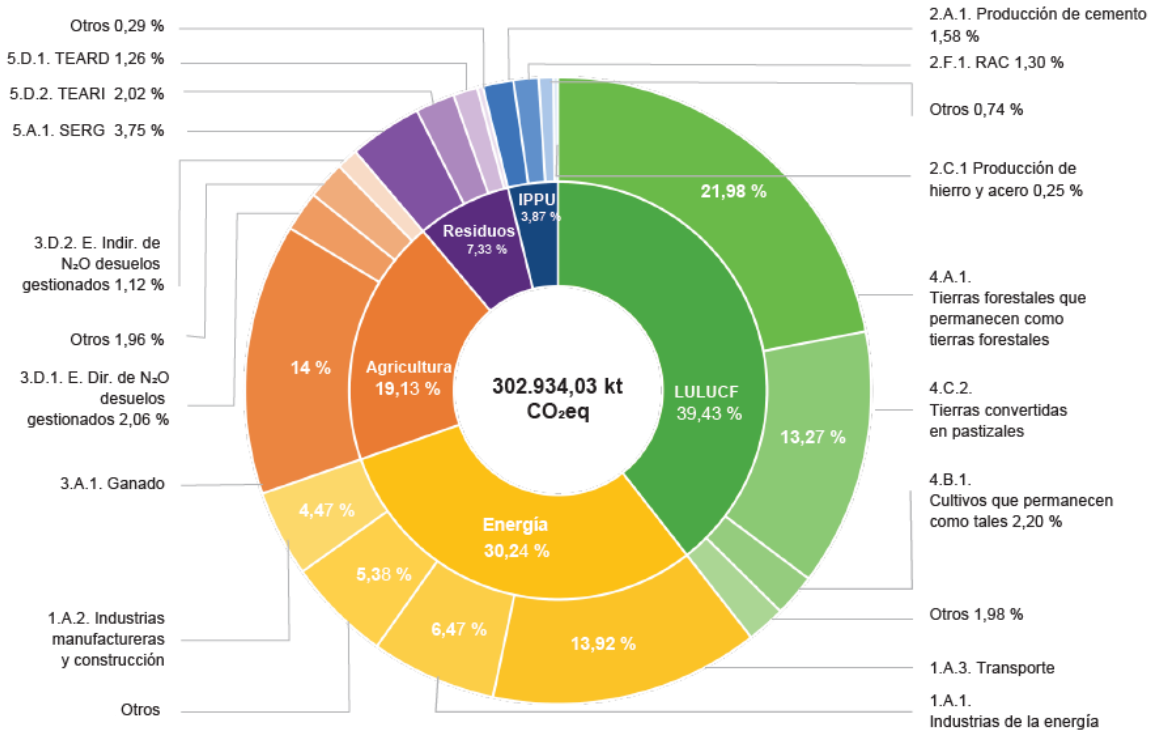


Figura 19. Participación por sector y subcategoría en las emisiones totales del año 2021[3]

De acuerdo con la Figura 19, el 39,43% de las emisiones del año 2021 corresponden al Sector 4. LULUCF, el 30,24% al Sector 1. Energía y el 19,13% al Sector 3. Agricultura. El restante 11,20% corresponde a los Sectores 5. Residuos y 2. IPPU.

[3] *Nota: E. Dir: Emisiones directas, E. Indir: emisiones indirectas, SERG: sitios de eliminación de residuos gestionados, TEARD: Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas, TEARI: Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales, RAC: Refrigeración y aire acondicionado*

Siguiendo con la misma figura, las subcategorías que aportan en mayor medida a las emisiones totales del año 2021 son: 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (21,98%), 3.A.1. Ganado (14,00%), 1.A.3. Transporte (13,92%), 4.C.2. Tierras convertidas en pastizales (13,27%). Dentro del sector de Energía, se destaca además del sector transporte (1.A.3), las emisiones de 1.A.1. Industrias de la Energía y 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción. En el sector de IPPU, se resalta la participación de 2.A.1. Producción de cemento y 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado (RAC). Mientras que, en el sector de residuos, la mayor participación en las emisiones del año 2021, se obtiene con 5.A.1. Sitios de eliminación de residuos gestionados y 5.D.1. y 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas e industriales, respectivamente.

Por otro lado, en la Figura 20, se muestra la participación en las absorciones por subcategoría en el año 2021. Se resalta que las absorciones solo se generan en el Sector 4. LULUCF:

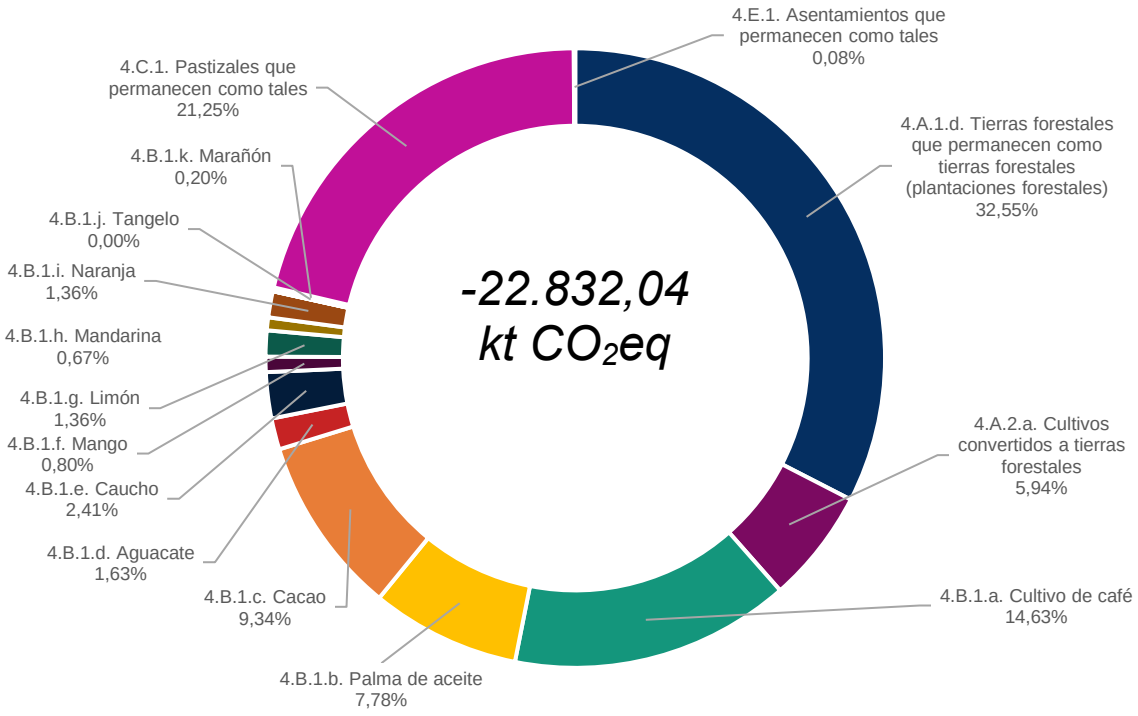


Figura 20. Participación por subcategoría en las absorciones de CO_2 en el 2021

En dicho sector, las mayores absorciones se generan en las subcategorías: 4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (32,55%), 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales (21,25%), 4.B.1.a. Cultivo de café (14,63%), 4.B.1.c. Cacao (9,34%) y 4.B.1.b. Palma de aceite (7,78%.).

En la Tabla 19, se presenta la tendencia de emisiones GEI detallada para el año 2021, incluyendo sus emisiones netas, absorciones y emisiones totales por subcategoría al mayor nivel de desagregación:

Tabla 19. Tendencia de emisiones GEI para el año 2021

FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2 equivalente (kt)								
	CO_2	CH_4	N_2O	HFC	PFC	Mezcla no especificada de HFC y PFC	SF_6	NF_3	Total
Total (Emisiones netas)	186.498,09	75.752,29	13.433,41	4.218,30	0,26	NO	199,63	NO	280.101,98
1. Energía	83.173,09	7.224,33	1.213,13						91.610,55
1.A. Combustión de combustibles	80.783,71	2.351,15	1.204,39						84.339,25
1.A.1. Industrias energéticas	19.553,97	10,20	29,70						19.593,86
1.A.2. Industrias manufactureras y construcción	13.343,63	68,89	122,50						13.535,02
1.A.3. Transporte	41.149,39	263,68	757,52						42.170,58
1.A.4. Otros sectores	6.736,73	2.008,38	294,68						9.039,79
1.A.5. Otros	NO	NO	NO						NO
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	2.389,38	4.873,19	8,74						7.271,31
1.B.1. Combustibles sólidos	97,37	2.225,99	NA,NE						2.323,36
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones procedentes de la producción de energía	2.292,02	2.647,19	8,74						4.947,94
1.C. Transporte y almacenamiento de CO_2	NO								NO
2. Procesos industriales y uso de productos	6.666,65	7,05	629,57	4.218,30	0,26	NO	199,63	NO	11.721,47
2.A. Industria mineral	5.186,30	NO	NO						5.186,30
2.B. Industria química	484,85	6,74	629,57	NO	NO	NO	NO	NO	1.121,17
2.C. Industria metalúrgica	971,76	0,31	NO	NO	NO	NO	NO	NO	972,06
2.D. Productos no energéticos procedentes de combustibles y uso de disolventes	23,75	NA,NO	NA,NO						23,75
2.E. Industria electrónica			NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Usos de productos como sustitutos de SAO				4.218,30	0,26	NO	NO	NO	4.218,56
2.G. Fabricación y uso de otros productos	NO	NO	NE,NO	NO	NE,NO	NO	199,63	NO	199,63
2.H. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Agricultura	271,73	46.963,33	10.722,78						57.957,85
3.A. Fermentación entérica		44.504,73							44.504,73
3.B. Gestión del estiércol		1.937,56	1.097,29						3.034,85
3.C. Cultivo del arroz		521,05							521,05
3.D. Suelos agrícolas		NA	9.625,49						9.625,49
3.E. Quema prescrita de sabanas		IE	IE						IE
3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo		IE,NE	IE,NE						IE,NE
3.G. Encalado	54,00								54,00
3.H. Aplicación de urea	217,73								217,73
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NE								NE

FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2 equivalente (kt)								
	CO_2	CH_4	N_2O	HFC	PFC	Mezcla no especificada de HFC y PFC	SF_6	NF_3	Total
3.J. Otros	NO	NO	NO						NO
4. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	96.009,24	477,78	116,04						96.603,06
4.A. Tierras forestales	57.796,85	38,17	11,71						57.846,73
4.B. Tierras de cultivo	-1.869,35	373,53	104,04						-1.391,79
4.C. Pastizales	36.989,89	0,26	0,29						36.990,44
4.D. Humedales	1.742,58	65,82	NE,NO						1.808,41
4.E. Asentamientos	96,82	NE	NE						96,82
4.F. Otras tierras	883,58	NE	NE						883,58
4.G. Productos madereros	368,87								368,87
4.H. Otros	NO	NO	NO						NO
5. Residuos	377,37	21.079,79	751,89						22.209,05
5.A. Eliminación de residuos sólidos		11.682,54							11.682,54
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos		NE	NE						NE
5.C. Incineración y quema al aire libre de residuos	377,37	182,99	22,95						583,31
5.D. Tratamiento y vertido de aguas residuales		9.214,25	728,94						9.943,20
5.E. Otros	NO	NO	NO						NO
6. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Memo items:									
1.D.1. Búnkeres internacionales	414,27	0,61	2,53						417,41
1.D.1.a. Aviación	294,86	0,26	1,57						296,69
1.D.1.b. Navegación	119,41	0,35	0,96						120,72
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE						IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 de la biomasa	33.130,53								33.130,53
1.D.4. CO_2 capturado	NO								NO
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en vertederos	NO								NO
N2O indirecto			NE,NO						
CO_2 indirecto	NE,NO								
Emisiones totales de CO_2 equivalente sin LULUCF									183.498,92
Emisiones totales equivalentes de CO2 con LULUCF									280.101,98
Emisiones totales equivalentes de CO_2, incluido el CO2 indirecto, sin LULUCF									183.498,92
Emisiones totales equivalentes de CO_2, incluido el CO2 indirecto, con LULUCF									280.101,98

Finalmente, en la siguiente figura se aprecia la participación por GEI en las emisiones netas del año 2021:

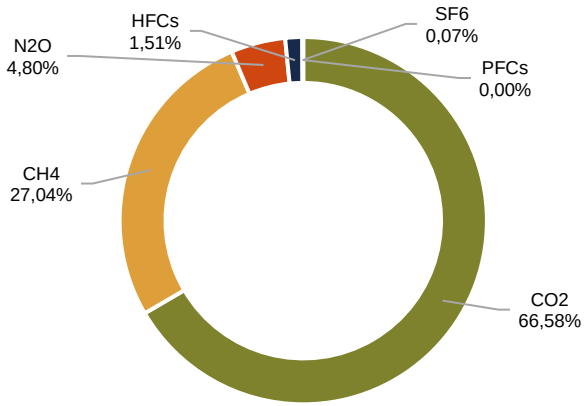


Figura 21. Participación por GEI en las emisiones netas del año 2021

En la Figura 21, se estima que el 66,58% de las emisiones son de CO_2, el 22,04% de CH_4 y el 4,80% de N_2O. El restante 1,58% corresponde a emisiones de HFCs, PFCs y SF6, de los que se resalta la participación del HFC-134a, HFC-125 y HFC-143a.

2.2 Descripción de la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI para la serie 1990-2021

En esta sección se describen los resultados de las emisiones y remociones de GEI estimadas para la serie de tiempo 1990 a 2021 en forma agregada y desagregada por sector y por gas.

2.2.1 Descripción de la tendencia de las emisiones y remociones de los GEI por sector y por gas

El promedio de las emisiones totales para el Inventario Nacional de Colombia entre 1990 y 2021 es de 250.703,91 kt CO_2eq, el promedio de las absorciones es de 13.847,13 kt CO_2eq y de las emisiones netas es de 236.856,78 kt CO_2eq.

Por otro lado, entre 1990 y 2021 las emisiones netas se incrementaron un 25,80% a una tasa de crecimiento anual compuesta de 0,74%. Las emisiones totales se incrementaron un 32,63% a una tasa de crecimiento anual compuesta de 0,92% y las absorciones incrementaron 4 veces su valor respecto a 1990 con una tasa de crecimiento anual compuesta de 4,55%.

Tabla 20. Emisiones GEI en kt CO_2eq por sector IPCC

SECTOR	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	1990 vs 2021
1. Energía	50.237,01	59.374,70	61.711,08	64.294,84	79.808,44	93.066,81	84.988,71	91.610,55	82,36%
2. IPPU	4.124,19	5.618,85	4.875,59	6.848,74	6.975,98	9.102,62	10.604,04	11.721,47	184,21%
3. Agricultura	39.527,55	40.388,05	42.203,43	46.649,91	48.233,57	48.335,14	58.642,66	57.957,85	46,63%
5. Residuos	6.987,13	9.476,34	11.247,89	14.022,48	17.223,17	18.820,15	21.929,36	22.209,05	217,86%
Emisiones totales (Sin LULUCF)	**100.875,87**	**114.857,95**	**120.037,99**	**131.815,97**	**152.241,16**	**169.324,71**	**176.164,76**	**183.498,92**	**81,91%**
4. LULUCF	**121.788,91**	**124.332,93**	**105.074,68**	**83.002,34**	**72.605,62**	**62.187,95**	**98.627,76**	**96.603,06**	**20,68%**
Emisiones netas (Con LULUCF)	**222.664,78**	**239.190,88**	**225.112,68**	**214.818,30**	**224.846,78**	**231.512,66**	**274.792,52**	**280.101,98**	**25,80%**

En la Figura 23 y en la Tabla 20, se muestra la tendencia de las emisiones por sector IPCC en el país. Se aprecian periodos de reducción en las emisiones netas relacionados con las crisis económicas enfrentadas por el país, (años 1999 y 2009). En el año 2002, se observa una caída en las emisiones asociada al cambio de la tasa de deforestación anual de bosque entre 2000 y 2002, que afecta las emisiones del Sector 4. LULUCF, por sus siglas en inglés (Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra). Luego en 2015 se observa un repunte de emisiones que es apaciguado por la pandemia de COVID-19 en el año 2020, afectando principalmente las emisiones del sector de energía.

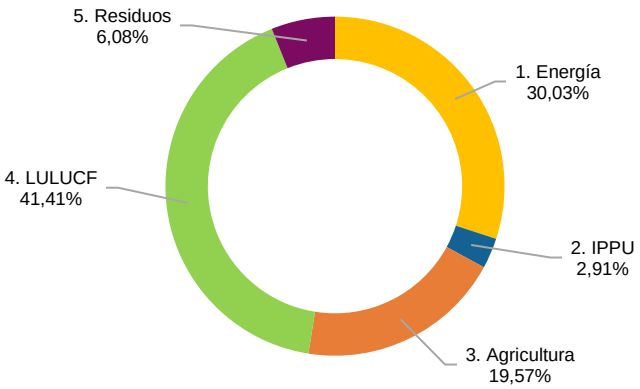


Figura 22. Participación promedio histórica en las emisiones netas por sector IPCC (1990-2021)

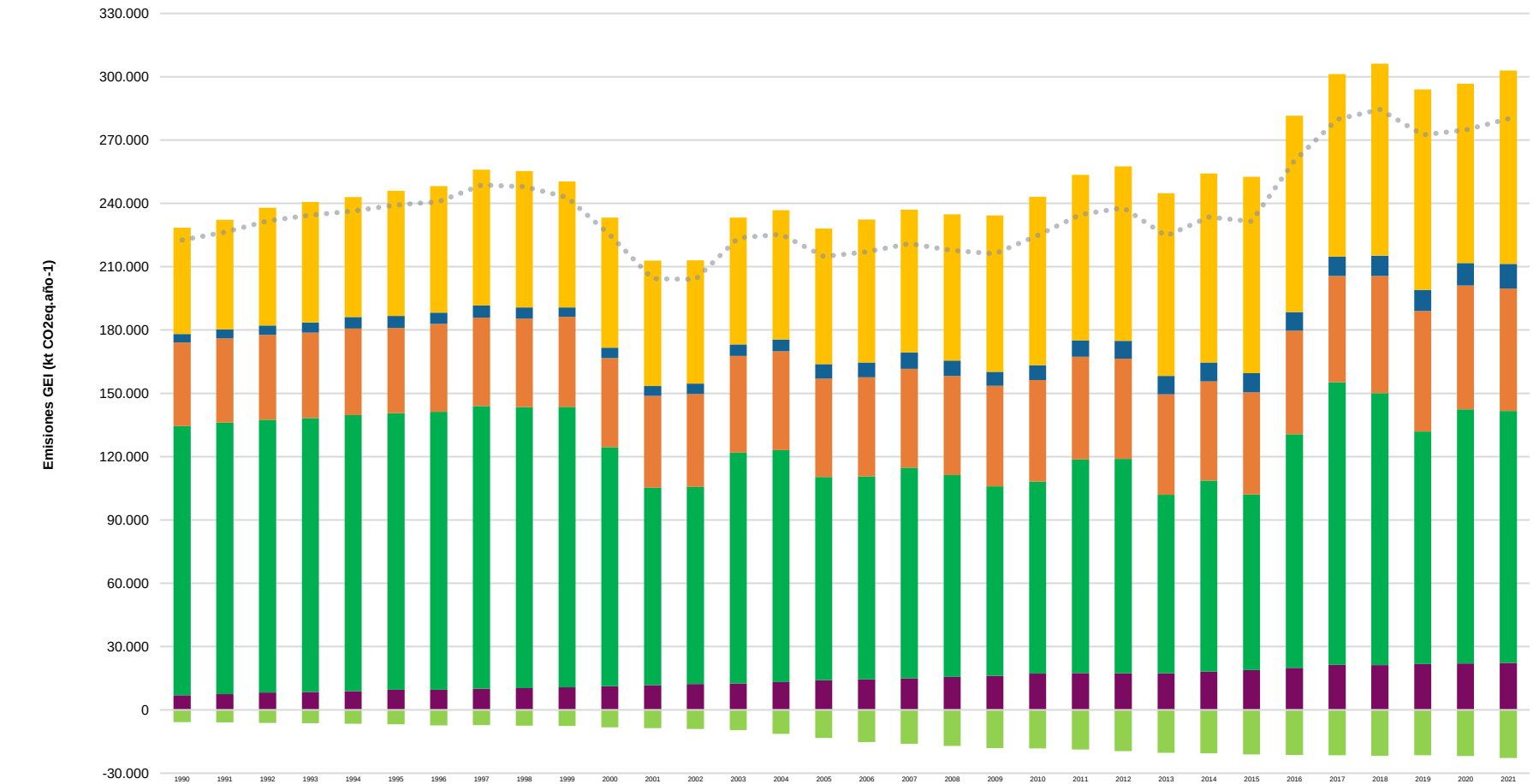
De acuerdo con la Figura 22, el 41,41% de las emisiones netas históricamente corresponde al Sector 4. LULUCF (Por sus siglas en inglés, Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra). El Sector 2. Energía, representa el 30,03%, mientras que el Sector 3. Agricultura, contribuye con un 19,57%. El 8,99% restante se distribuye entre el Sector 5. Residuos y el Sector 2. IPPU.

Es de resaltar que las emisiones de LULUCF se han reducido en el tiempo, pasando de una participación del 54,70% sobre las emisiones netas en 1990 a 34,49% en 2021 con una tasa de crecimiento anual compuesta de -0,74%. Mientras otros sectores como energía, procesos industriales y uso de productos, agricultura y residuos han incrementado su participación en las emisiones de la serie histórica.

La participación en las emisiones netas del sector de energía paso de 22,56% a 32,71% entre 1990 y 2021, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,96%, la participación para IPPU paso de 1,85% a 4,18% con una tasa de crecimiento anual compuesta de 3,43%, agricultura por su parte paso de una participación de 17,75% a 20,69% con una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,24% y residuos paso de una participación de 3,14% a 7,93% con una tasa de crecimiento anual compuesta de 3,80% (Ver Tabla 21).

Tabla 21. Participación por sector en las emisiones netas de GEI (1990-2021)

SECTOR	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
1. Energía	22,56%	24,82%	27,41%	29,93%	35,49%	40,20%	30,93%	32,71%
2. IPPU	1,85%	2,35%	2,17%	3,19%	3,10%	3,93%	3,86%	4,18%
3. Agricultura	17,75%	16,89%	18,75%	21,72%	21,45%	20,88%	21,34%	20,69%
4. LULUCF	54,70%	51,98%	46,68%	38,64%	32,29%	26,86%	35,89%	34,49%
5. Residuos	3,14%	3,96%	5,00%	6,53%	7,66%	8,13%	7,98%	7,93%



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Energía	50.237,01	52.024,07	55.749,50	57.101,67	56.764,33	59.374,70	59.948,21	64.389,56	64.618,68	59.733,27	61.711,08	59.422,11	58.362,29	60.115,09	61.276,15	64.294,84	67.700,61	67.642,96	69.309,20	74.080,88	79.808,44	78.394,35	82.670,60	86.616,43	89.548,44	93.066,81	93.048,75	86.482,72	90.968,89	95.064,34	84.988,71	91.610,55
2. IPPU	4.124,19	4.206,64	4.423,87	4.724,94	5.428,63	5.618,85	5.254,15	5.694,73	5.388,36	4.420,37	4.875,59	4.737,96	4.985,79	5.416,92	5.619,56	6.848,74	7.114,92	7.736,44	7.338,33	6.708,71	6.975,98	7.706,68	8.427,13	8.606,98	8.987,19	9.102,62	8.829,92	9.217,74	9.676,83	10.052,77	10.604,04	11.721,47
3. Agricultura	39.527,55	39.846,88	40.250,05	40.583,74	41.010,48	40.388,05	41.689,69	41.951,37	41.931,25	42.681,07	42.203,43	43.512,93	43.916,60	45.866,40	46.895,08	46.649,91	46.996,48	46.824,97	46.891,17	47.563,43	48.233,57	48.713,69	47.561,77	47.702,75	46.863,30	48.335,14	49.004,22	50.324,01	55.523,39	57.029,60	58.642,66	57.957,85
4. LULUCF	127.534,72	128.756,70	129.198,58	129.780,50	130.899,70	131.159,69	131.774,63	133.843,38	133.089,63	132.887,98	113.286,70	93.475,49	93.397,69	109.311,73	109.906,86	96.317,56	96.092,84	99.758,36	95.666,75	89.862,28	90.884,46	101.250,14	101.609,97	84.532,69	90.703,47	83.274,77	110.658,25	133.960,03	128.786,78	110.254,34	120.520,03	119.435,11
4. LULUCF_absorciones	-5.745,81	-5.935,69	-6.136,41	-6.254,08	-6.532,76	-6.826,76	-7.312,17	-7.250,25	-7.474,35	-7.558,23	-8.212,01	-8.597,80	-8.976,33	-9.551,88	-11.420,07	-13.315,22	-15.290,83	-16.049,65	-17.125,65	-18.130,67	-18.278,83	-18.812,17	-19.586,71	-20.282,56	-20.608,41	-21.086,82	-21.315,36	-21.454,45	-21.718,22	-21.543,63	-21.892,27	-22.832,04
5. Residuos	6.987,13	7.453,00	8.267,57	8.439,35	8.853,92	9.476,34	9.498,88	10.091,26	10.325,54	10.705,01	11.247,89	11.776,63	12.312,83	12.562,30	13.113,05	14.022,48	14.470,82	15.035,36	15.661,45	16.115,88	17.223,17	17.424,84	17.286,04	17.363,57	18.028,38	18.820,15	19.956,36	21.285,35	21.266,41	21.669,15	21.929,36	22.209,05
Emisiones netas	222.664,78	226.351,60	231.753,16	234.376,12	236.424,30	239.190,88	240.853,39	248.720,05	247.879,11	242.869,48	225.112,68	204.327,32	203.998,88	223.720,56	225.390,63	214.818,30	217.084,83	220.948,45	217.741,26	216.200,51	224.846,78	234.677,54	237.968,80	224.539,87	233.522,36	231.512,66	260.182,15	279.815,41	284.504,09	272.526,57	274.792,52	280.101,98

Figura 23. Tendencia de emisiones de GEI (1990-2021) por sector IPCC

Por otro lado, como se mencionó con anterioridad, las absorciones se dan en el sector 4. LULUCF, pasando de 5.745,81 kt CO_2eq en 1990 a 22.832,04 kt CO_2eq (Ver Figura 23). La Figura 24, presenta la participación histórica por subcategoría en las absorciones de CO_2 en LULUCF:

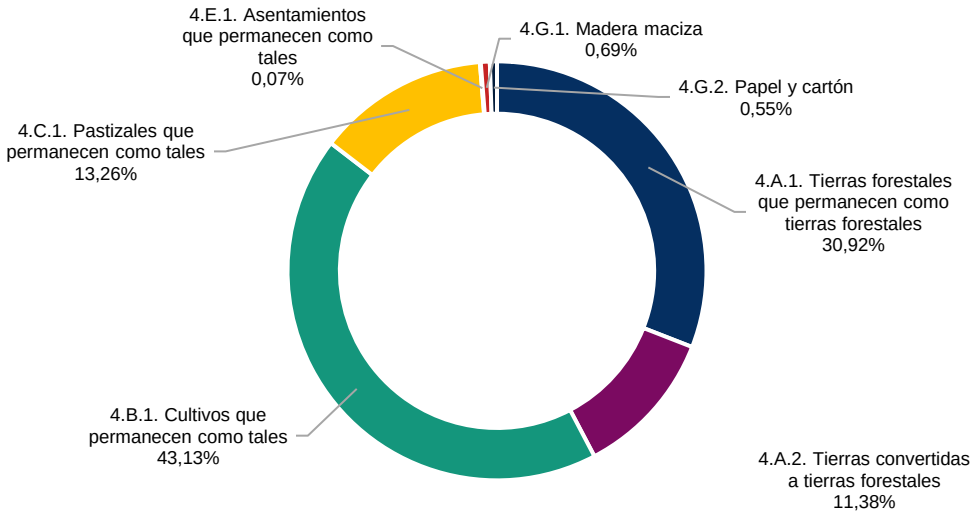


Figura 24. Participación promedio histórica por subcategorías en absorciones de CO_2 (1990-2021)

En relación con la figura anterior, en la Figura 25 se muestra el comportamiento creciente de las absorciones a lo largo de la serie de tiempo, asociado al crecimiento de tierras forestales, pastizales y sistemas silvopastoriles:

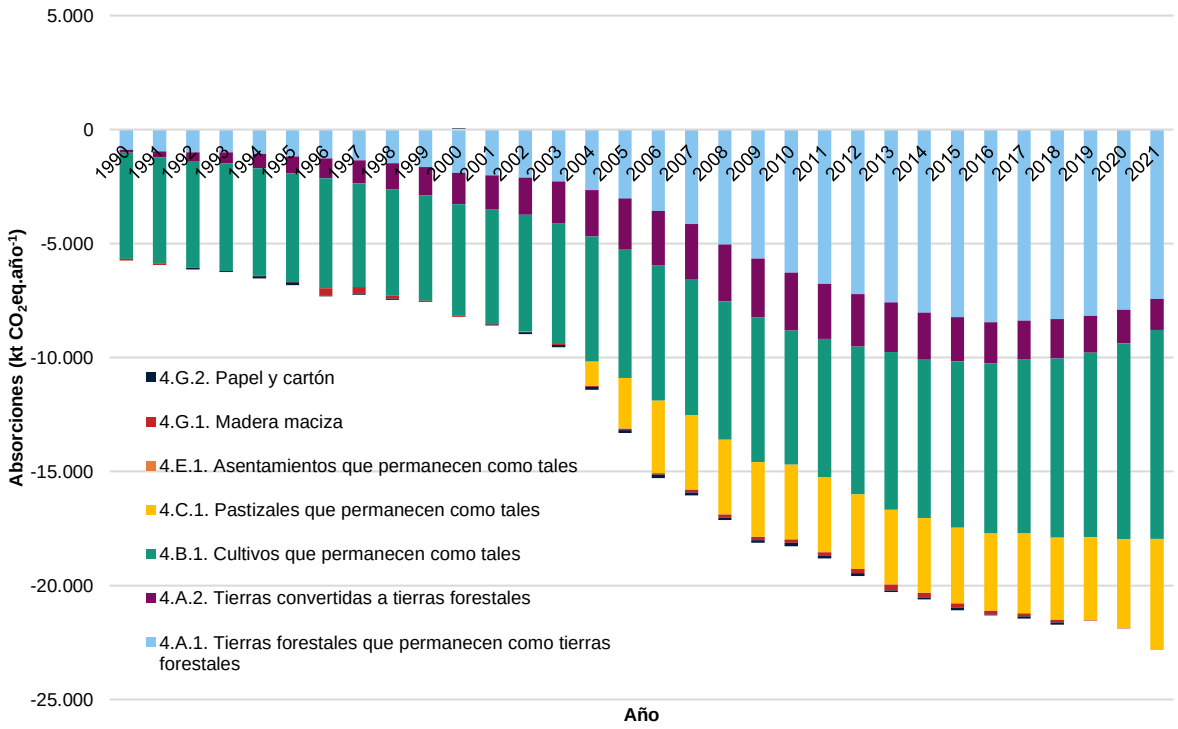


Figura 25. Absorciones de CO_2 1990-2021

1. Energía

El promedio de emisiones del sector de energía para la serie de tiempo de 1990 a 2021 es de 71.128,91 kt CO_2eq con un incremento del 82,36% durante los 31 años. De los que en promedio el 39,14% corresponde a emisiones del sector transporte (1.A.3), el 24,11% a industrias de la energía (1.A.1) y el 17,44% a Industrias manufactureras y de la construcción. El 89,46% de dichas emisiones son de CO_2, el 9,32% de CH_4 y el 1,22% de N_2O.

De las emisiones del sector transporte (1.A.3), la mayor participación promedio histórica la obtiene el transporte por carretera (1.A.3.b) con 82,43%, seguido por las emisiones de aviación nacional (1.A.3.a) con 9,06% y otro transporte (1.A.3.e) con 6,41%. En el transporte por carretera, el 42,50% de las emisiones corresponde en promedio a las emisiones de camiones y autobuses pesados, el 25,93% a las emisiones de carros y el 23,87% a emisiones por el uso de motocicletas.

Dentro de 1.A.1, se destacan las emisiones por producción de electricidad pública y calor (1.A.1.a.) con el 47,36%, la fabricación de combustibles sólidos (1.A.1.c.) con 29,98% y las actividades de refinación de petróleo (1.A.1.b.) con 22,66%.

De las emisiones de la industria manufacturera y de la construcción (1.A.2), el 36,77% de las emisiones corresponde en promedio a 1.A.2.f. Minerales no metálicos, el 17,48% a 1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco y el 14,46% a 1.A.2.d. Fabricación de pulpa, papel e imprenta.

Para el sector de energía, se destacan dos periodos importantes dentro de la serie histórica. El primero abarca desde 1990 hasta 2005, donde se observa un comportamiento creciente de las emisiones, alcanzando valores máximos en los años 1997 y 1998, asociados a las emisiones crecientes de la categoría de transporte e industrias de la energía con valores cercanos a los 25.900 y 15.400 kt CO_2eq, respectivamente. Estos picos se asocian en el sector transporte al transporte por carretera y aviación nacional y, en las industrias de la energía, al uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.

El segundo periodo, comprendido entre 2006 y 2021, se caracteriza por una tendencia creciente destacándose dos disminuciones importantes en las emisiones anuales. La primera ocurrió en 2017, debido a la reducción en el uso de combustibles en la generación térmica, lo que implicó una disminución de cerca de 5.000 kt CO_2eq respecto al año anterior en la categoría de industrias de la energía. La segunda disminución significativa se produjo en 2020, con una reducción de aproximadamente 8.000 kt CO_2eq en la categoría de transporte, principalmente asociada a las restricciones en la movilidad nacional provocados por la pandemia de COVID-19.

En el sector de energía, también se debe tener en cuenta que se estiman las emisiones por bunker internacional, sin embargo, éstas corresponden a elementos informativos, que tampoco afectan la totalidad de las emisiones del país. En la siguiente tabla se resumen dichas emisiones:

Tabla 22. Elementos informativos del sector de energía (kt CO_2eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
1.D.1.a Aviación internacional	119,38	189,02	174,87	200,88	263,25	541,24	179,38	296,69
1.D.1.b Navegación internacional	138,29	247,81	315,12	511,61	44,59	453,26	107,67	120,72
Operaciones multilaterales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Las emisiones bunker fueron de 417,41 kt CO_2eq para el año 2021 y corresponden a los gases generados por el consumo de combustible en vuelos internacionales (Vuelos que salen y llegan de otro país) y navegación marítima internacional (Transporte marítimo y fluvial que salen y llegan a otro), en cuanto a las emisiones de operaciones internacionales no son estimadas, debido a que no

se cuenta con la información necesaria. Estas emisiones se reportan de acuerdo con las Directrices del IPCC 2006 como elemento informativo y no suman al total del inventario.

2. IPPU

El promedio de emisiones del sector IPPU es de 6.893.03 kt CO_2eq entre 1990 y 2021, con un incremento del 184,21% durante dichos años. La mayor participación en las emisiones del sector la obtiene la industria de los minerales (2.A) con el 60,24%, seguido por el uso de sustitutos SAO (2.F) con el 13,93%, la industria química (2.B) con el 12,62% y la industria de los metales (2.C) con el (11,50%).

Se resalta la participación de 2.A.1 Producción de cemento con un promedio histórico de 56,04%, seguido por 2.F. Uso de sustancias sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono con el 13,93%, cuya contribución inicia en el año 2001 y de las que el 96,32% de sus emisiones corresponde a la subcategoría 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado. Dentro de la industria química, la mayor participación en sus emisiones se obtiene con la producción de ácido nítrico (2.B.2) (46,35%) y en la industria de los metales con la producción de hierro y acero (2.C.1) (78,36%) y ferroaleaciones (2.C.2) (23,19%).

En términos de GEI, el 77,88% corresponde históricamente a CO_2, el 13,93% a HFCs y PFCs (Principalmente HFC-134a, HFC-125 y HFC-143a en el sector 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado), el 6,76% a N_2O, el 1,36% a SF6 y el 0,08% a CH_4.

La tendencia de emisiones del sector IPPU presenta reducciones importantes en algunos periodos de tiempo asociadas a las crisis económicas que ha enfrentado el país. Por ejemplo, a finales de la década de los 90s Colombia enfrentó una crisis económico-financiera que desemboco en una crisis hipotecaria asociada a los créditos de vivienda. Posteriormente en el año 2009, la Gran Crisis de Estados Unidos causó una desaceleración económica en el país por el debilitamiento del sector construcción y el incremento de la inflación. En el año 2015, la caída de los precios del petróleo también causo una desaceleración económica nacional, que se repitió en el año 2020, por los efectos de la pandemia por COVID-19.

3. Agricultura

El promedio de emisiones para el sector de agricultura en la serie histórica es de 46.346,01 kt CO_2eq, con un incremento de 46,62% entre 1990 y 2021, causado por el comportamiento de las emisiones de fermentación entérica (3.A) y las emisiones directas e indirectas de N_2O de suelos agrícolas (3.D). El 72,70% de las emisiones corresponden a fermentación entérica del ganado bovino (3.A.1), el 11,22% a emisiones directas de N_2O de suelos gestionados (3.D.1) y el 5,78% a emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados (3.D.2).

En términos de GEI, el 80,78% de las emisiones corresponde a CH_4, el 18,68% a N_2O y el restante 0,54% a emisiones de CO_2.

Por lo anterior, la tendencia de emisiones del sector de agricultura se asocia en gran medida a las dinámicas de crecimiento de la población bovina, cuyo crecimiento ha sido mayor en los últimos años (2018-2021).

4. LULUCF

Las emisiones promedio del sector LULUCF son de 111.931,38 kt CO_2 eq entre 1990 y 2021. Este sector presenta un decrecimiento de emisiones entre 1990 y 2021 de 6,35%, causado principalmente por las emisiones de la categoría 4.A. Tierras forestales, 4.C. Pastizales y 4.B. Cultivos que históricamente aportan en promedio el 54,41%, el 32,66% y el 9,83% respectivamente, del total de las emisiones del sector y que se asocian a las tendencias de deforestación y degradación de bosque natural en el país.

Como se ha mencionado, en este sector se generan absorciones que han presentado un incremento del 297,37% entre 1990 y 2021, siendo para el último año de -22.832,04 kt CO_2eq. Las categorías que más aportan a las absorciones son 4.B. Cultivos, 4.A. Tierras forestales y 4.C. Pastizales con el 49,92%, 39,00% y 9,64% del promedio histórico de la serie respectivamente, cuyo incremento se asocia al crecimiento de cultivos permanentes (principalmente café, palma de aceite y cacao), plantaciones forestales y sistemas silvopastoriles.

El 99,24% de las emisiones netas del sector corresponden a CO_2, el 0,60% a CH_4 y el restante 0,16% a N_2O.

5. Residuos

El promedio de emisiones entre 1990 y 2021 para el sector de Residuos es de 14.402,45 kt CO_2eq con un crecimiento de 217,86%. El 93,80% de las emisiones corresponde a CH_4, gracias a la descomposición anaeróbica de la materia orgánica presente en residuos sólidos y aguas residuales. El 4,05% corresponde a emisiones de N_2O y el restante 2,15% a emisiones de CO_2.

El 40,86% de dichas emisiones pertenece históricamente a 5.A.1. Sitios de eliminación de residuos gestionados, seguido por 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales con el 31,01% y 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas con el 20,42%.

La tendencia creciente de las emisiones del sector de residuos desde el año 1990, se relaciona con el crecimiento de la población y la generación de residuos. El incremento de emisiones por la subcategoría 5.A.1. Sitios de eliminación de residuos gestionados influencia el comportamiento de la serie ya que a partir de 1994 se normatizó la disposición de residuos en sitios gestionados causando la reducción de emisiones en sitios no caracterizados (5.A.3).

2.2.2 Descripción de la tendencia de las emisiones y remociones de los GEI por gas

En la siguiente tabla se presentan las emisiones por GEI contemplando o no la influencia del sector LULUCF:

Tabla 23. Emisiones en kt CO_2eq por GEI

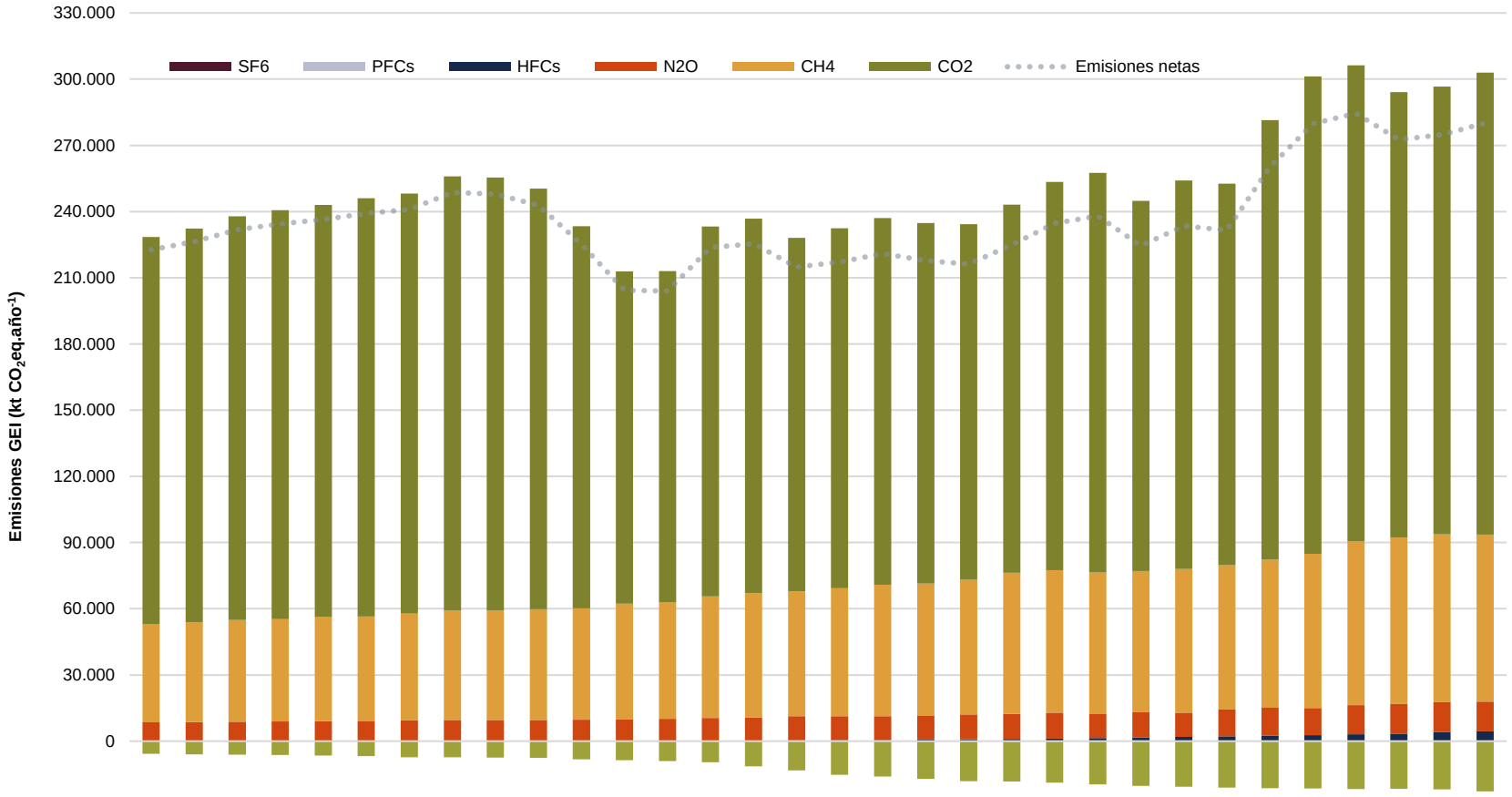
GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	1990 vs 2021
CO2 - Incluyendo LULUCF	169.698,39	182.707,82	164.945,02	146.962,87	148.578,97	151.721,88	181.071,12	186.498,09	9,90%
CO2 - Excluyendo LULUCF	48.647,00	59.001,81	60.584,96	64.403,73	77.002,08	90.380,01	83.030,79	90.488,85	86,01%
CH4 - Incluyendo LULUCF	44.398,45	47.327,37	50.470,90	56.549,27	63.893,27	65.431,77	76.105,75	75.752,29	70,62%
CH4 - Excluyendo LULUCF	43.826,07	46.838,48	49.915,42	56.203,10	63.115,01	64.745,24	75.633,60	75.274,50	71,76%
N2O - Incluyendo LULUCF	8.526,24	9.116,44	9.668,55	10.925,09	11.348,79	12.145,66	13.385,43	13.433,41	57,55%
N2O - Excluyendo LULUCF	8.361,10	8.978,41	9.509,41	10.828,08	11.098,33	11.986,11	13.270,15	13.317,37	59,28%
HFCs	NA	NA	NA	298,17	919,67	2.047,00	4.045,22	4.218,30	1314,59%
PFCs	NA	NA	NA	NA	0,09	0,12	0,16	0,26	200,00%
SF6	41,70	39,25	28,20	82,90	106,00	166,22	184,84	199,63	378,66%
Emisiones netas - Incluyendo LULUCF	**222.664,78**	**239.190,88**	**225.112,67**	**214.818,30**	**224.846,78**	**231.512,66**	**274.792,52**	**280.101,98**	**25,80%**
Emisiones totales - Excluyendo LULUCF	**100.875,87**	**114.857,95**	**120.037,99**	**131.815,96**	**152.241,16**	**169.324,71**	**176.164,76**	**183.498,92**	**81,91%**

En relación con la tabla anterior y acorde con la Figura 26, se observa que en Colombia los niveles máximos de emisiones provienen en su mayoría del CO_2, influenciadas directamente por el comportamiento de LULUCF. Por otro lado, las emisiones de CH_4 y N_2O se ven afectadas por las actividades en los sectores de energía, industria, agricultura y gestión de residuos.

Las emisiones de CO_2 presentaron un incremento del 9,90% entre 1990 y 2021 incluyendo LULUCF y una variación de 86,01% excluyéndolo. Por su parte, las emisiones de CH_4 presentaron un incremento de alrededor de 71% con o sin la influencia de UTCUTS y para N_2O el incremento fue de

alrededor de 58% (Ver Tabla 23). Lo anterior se relaciona con el desplazamiento del dominio en las emisiones de CO_2 por otros gases tradicionalmente estimados como el metano o el óxido nitroso y la influencia de otros gases que afectan el cambio climático conocidos como los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PFCs) y otros gases fluorados como el hexafluoruro de azufre (SF6), cuyas emisiones se estiman en el sector IPPU desde el año 2001 con una tendencia creciente.

Al analizar el escenario de emisiones netas considerando las emisiones de LULUCF, se observa que la participación del CO_2 en las emisiones netas, disminuyó de 76,21% en 1990 al 66,58% en 2021. La participación de CH_4 aumentó de 19,94% al 27,04%, mientras que las emisiones de N_2O crecieron de 3,83% a 4,80%. Adicionalmente los gases fluorados que no tuvieron participación en 1990 representaron el 1,58% de las emisiones netas en 2021.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	175444,2	178471,6	182962,0	185282,7	186690,8	189534,5	190310,2	196880,2	196239,0	190696,6	173157,0	150647,6	150161,9	167620,4	169723,0	160278,0	163115,6	166149,8	163429,6	161223,5	166857,8	176012,8	181136,4	167708,0	176078,0	172808,7	199241,7	216410,7	215598,2	201834,9	202963,3	209330,1
CO2_ABS	-5745,81	-5935,69	-6136,41	-6254,08	-6532,76	-6826,76	-7312,17	-7250,25	-7474,35	-7558,23	-8212,01	-8597,80	-8976,33	-9551,88	-11420,0	-13315,2	-15290,8	-16049,6	-17125,6	-18130,6	-18278,8	-18812,1	-19586,7	-20282,5	-20608,4	-21086,8	-21315,3	-21454,4	-21718,2	-21543,6	-21892,2	-22832,0
CH4	44398,45	45100,60	46160,96	46437,29	47198,00	47327,37	48418,73	49490,31	49582,84	50109,99	50470,90	52295,36	52737,28	55085,46	56324,31	56549,27	57963,04	59512,75	60045,23	60972,12	63893,27	64565,65	63944,43	63762,58	65092,86	65431,77	67167,70	69810,93	74325,77	75351,46	76105,75	75752,29
N2O	8526,24	8674,18	8730,47	8871,74	9028,73	9116,44	9398,66	9563,19	9497,82	9590,86	9668,55	9862,02	9904,95	10347,52	10483,84	10925,09	10845,31	10808,90	10714,38	11304,40	11348,79	11775,52	11121,19	11734,58	10996,34	12145,66	12617,80	12301,20	13223,94	13475,44	13385,43	13433,41
HFCs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,73	122,55	160,16	207,32	298,17	361,93	432,08	580,91	724,62	919,67	1016,85	1234,97	1469,09	1806,78	2047,00	2303,23	2575,30	2895,01	3223,60	4045,22	4218,30
PFCs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,09	0,13	0,13	0,14	0,12	0,12	0,12	0,11	0,16	0,17	0,16	0,26
SF6	41,70	40,84	36,14	38,42	39,53	39,25	37,93	36,58	33,73	30,24	28,20	38,32	48,51	58,88	72,19	82,90	89,74	94,50	96,70	106,47	106,00	118,74	118,35	147,98	156,64	166,22	166,93	171,59	179,17	184,58	184,84	199,63
Emisiones netas	222664,7	226351,6	231753,1	234376,1	236424,3	239190,8	240853,3	248720,0	247879,1	242869,4	225112,6	204327,3	203998,8	223720,5	225390,6	214818,3	217084,8	220948,4	217741,2	216200,5	224846,7	234677,5	237968,8	224539,8	233522,3	231512,6	260182,1	279815,4	284504,0	272526,5	274792,5	280101,9

Figura 26. Tendencia de emisiones de GEI (1990-2021)

De acuerdo con la Figura 27, las emisiones netas históricas corresponden a los gases de CO_2, CH_4, y N_2O con una participación de 70,47%, 24,56% y, 4,53% respectivamente. El restante de las emisiones (0,44%) obedecen a los gases fluorados. El promedio de emisiones netas de CO_2 es de 166.902 kt CO_2eq, mientras que el promedio para CH_4 y N_2O registran 58.168,28 kt CO_2eq y 10.731,95 kt CO_2eq respectivamente. Finalmente, los gases fluorados cuantifican 1.556,67 kt CO_2eq.

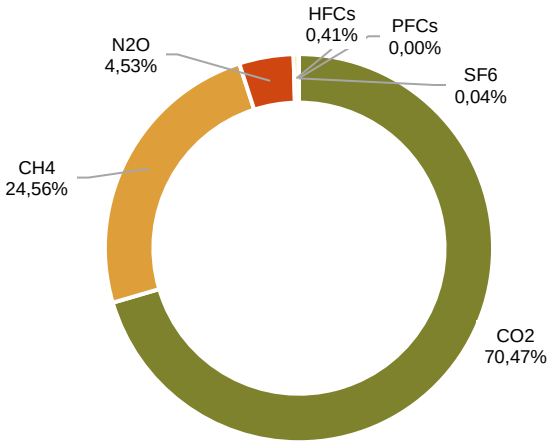


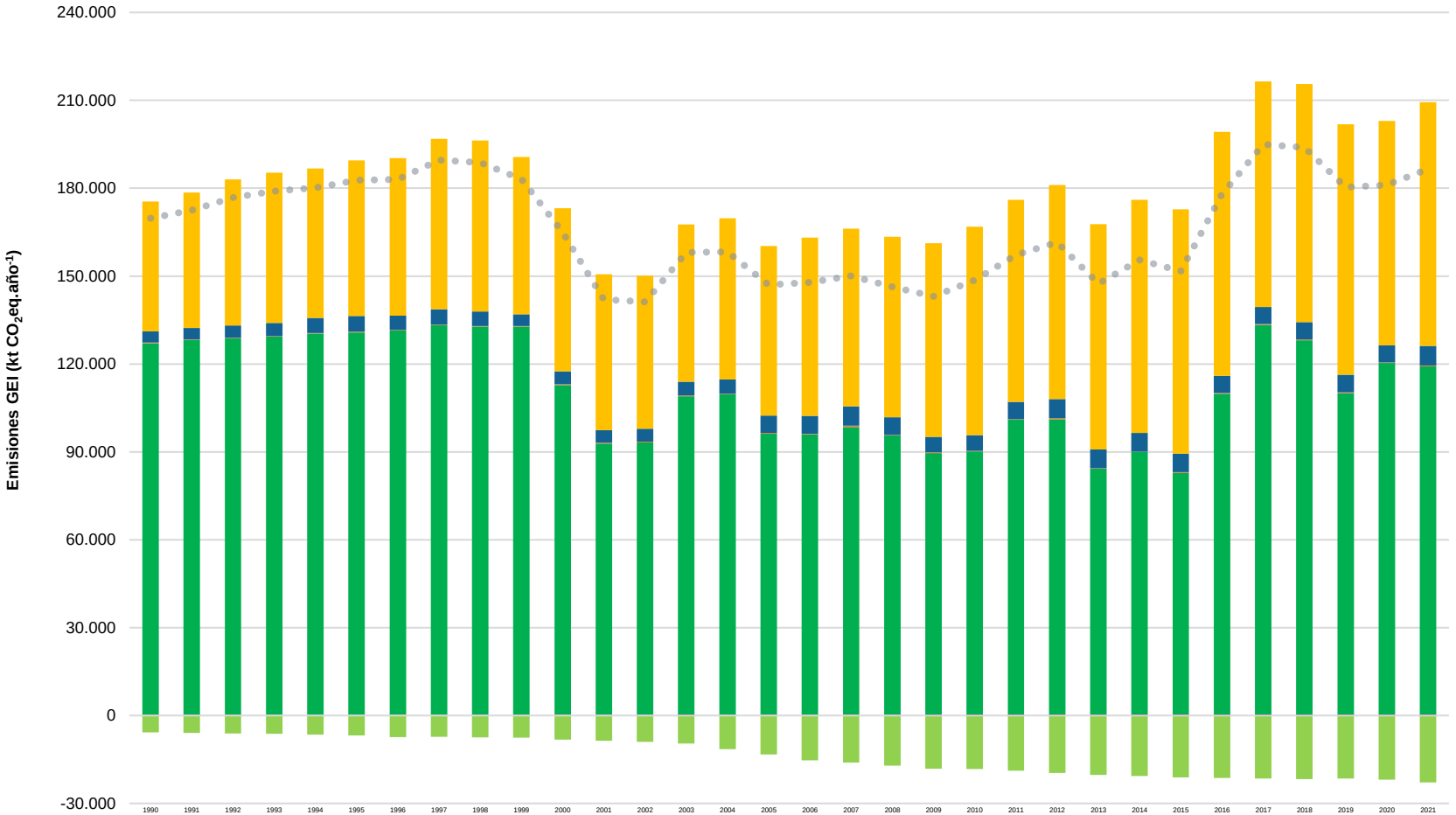
Figura 27. Participación promedio histórica en las emisiones netas por GEI (1990-2021)

A continuación, se describe la tendencia de emisiones de forma detallada por gas:

1. **CO_2**

El promedio de emisiones totales de CO_2 es de 180.750,00 kt CO_2eq y el promedio de las absorciones de CO_2 es de 13.847,13 kt CO_2eq, por tanto, el promedio de sus emisiones netas es de 166.902,88 kt CO_2eq.

En la Figura 28, se presenta la tendencia de emisiones de CO_2 por sector. En 1990 las emisiones netas estimadas fueron de 169.698,39 kt CO_2eq y pasaron a ser 186.498,10 kt CO_2eq en 2021, lo cual representa un 9,90% de incremento con una tasa de crecimiento anual compuesta de 0,30%.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Energía	44.309,90	46.178,00	49.833,12	51.269,73	50.927,47	53.167,31	53.801,98	58.152,83	58.288,74	53.708,96	55.628,53	53.264,53	52.255,68	53.653,47	55.008,19	57.860,21	60.811,54	60.562,97	61.598,54	66.082,32	71.136,42	68.909,28	73.157,60	76.877,88	79.565,24	83.387,05	83.322,81	76.946,07	81.276,40	85.483,09	76.641,26	83.173,09
2. IPPU	3.818,35	3.896,61	4.153,34	4.469,18	5.163,52	5.362,97	4.847,48	5.252,82	4.949,58	4.004,93	4.449,32	4.265,56	4.412,34	4.723,77	4.858,82	5.936,95	6.086,05	6.593,94	6.071,38	5.298,72	5.376,04	5.914,01	6.491,91	6.430,14	6.449,32	6.350,45	5.829,35	5.869,16	5.983,90	6.035,63	5.763,04	6.666,65
3. Agricultura	248,34	248,62	250,79	243,84	244,23	251,30	241,79	276,82	263,49	256,76	240,41	239,33	246,13	240,40	228,95	282,67	218,53	525,94	162,97	238,82	159,22	200,46	308,00	197,96	112,93	291,53	267,58	229,16	268,14	255,57	252,06	271,73
4. LULUCF	126.797,19	127.890,03	128.478,81	129.066,98	130.128,79	130.532,77	131.205,65	132.991,65	132.511,38	132.479,85	112.572,07	92.590,64	92.936,65	108.670,04	109.298,33	95.874,37	95.682,70	98.153,15	95.277,77	89.268,86	89.855,73	100.630,45	100.790,42	83.782,07	89.528,33	82.428,69	109.491,76	133.018,20	127.693,18	109.704,17	119.932,60	118.841,29
4. LULUCF_absorciones	-5.745,81	-5.935,69	-6.136,41	-6.254,08	-6.532,76	-6.826,76	-7.312,17	-7.250,25	-7.474,35	-7.558,23	-8.212,01	-8.597,80	-8.976,33	-9.551,88	-11.420,07	-13.315,22	-15.290,83	-16.049,65	-17.125,65	-18.130,67	-18.278,83	-18.812,17	-19.586,71	-20.282,56	-20.608,41	-21.086,82	-21.315,36	-21.454,45	-21.718,22	-21.543,63	-21.892,27	-22.832,04
5. Residuos	270,42	258,41	245,93	233,02	226,79	220,24	213,34	206,08	225,87	246,10	266,70	287,63	311,13	332,73	328,74	323,90	316,82	313,86	319,02	334,84	330,40	358,62	388,51	420,01	422,23	350,98	330,24	348,15	376,64	356,49	374,42	377,37
Emisiones netas	169.698,39	172.535,98	176.825,59	179.028,66	180.158,04	182.707,82	182.998,07	189.629,96	188.764,72	183.138,38	164.945,02	142.049,89	141.185,59	158.068,54	158.302,96	146.962,87	147.824,82	150.100,21	146.304,03	143.092,89	148.578,97	157.200,65	161.549,73	147.425,50	155.469,62	151.721,88	177.926,37	194.956,28	193.880,03	180.291,33	181.071,12	186.498,09

Figura 28. Tendencia de emisiones de CO_2 en kt CO_2eq (1990-2021)

Como se observa en la Figura 28 y la Figura 29, el sector LULUCF posee la mayor participación en las emisiones de CO_2 con 58,32%, seguido por el sector de energía (38,13%) y procesos industriales y uso de productos (3,22%).

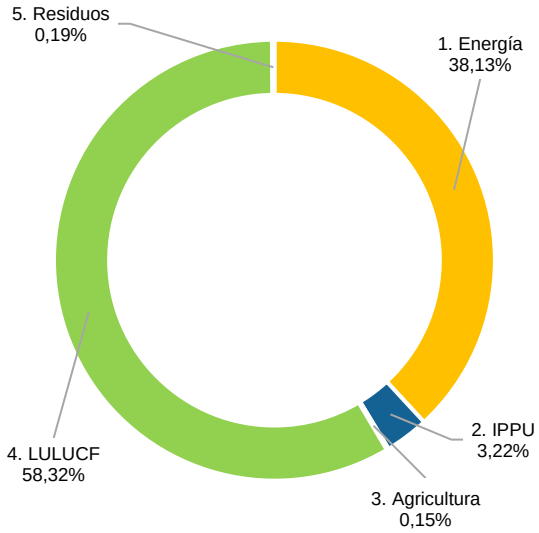


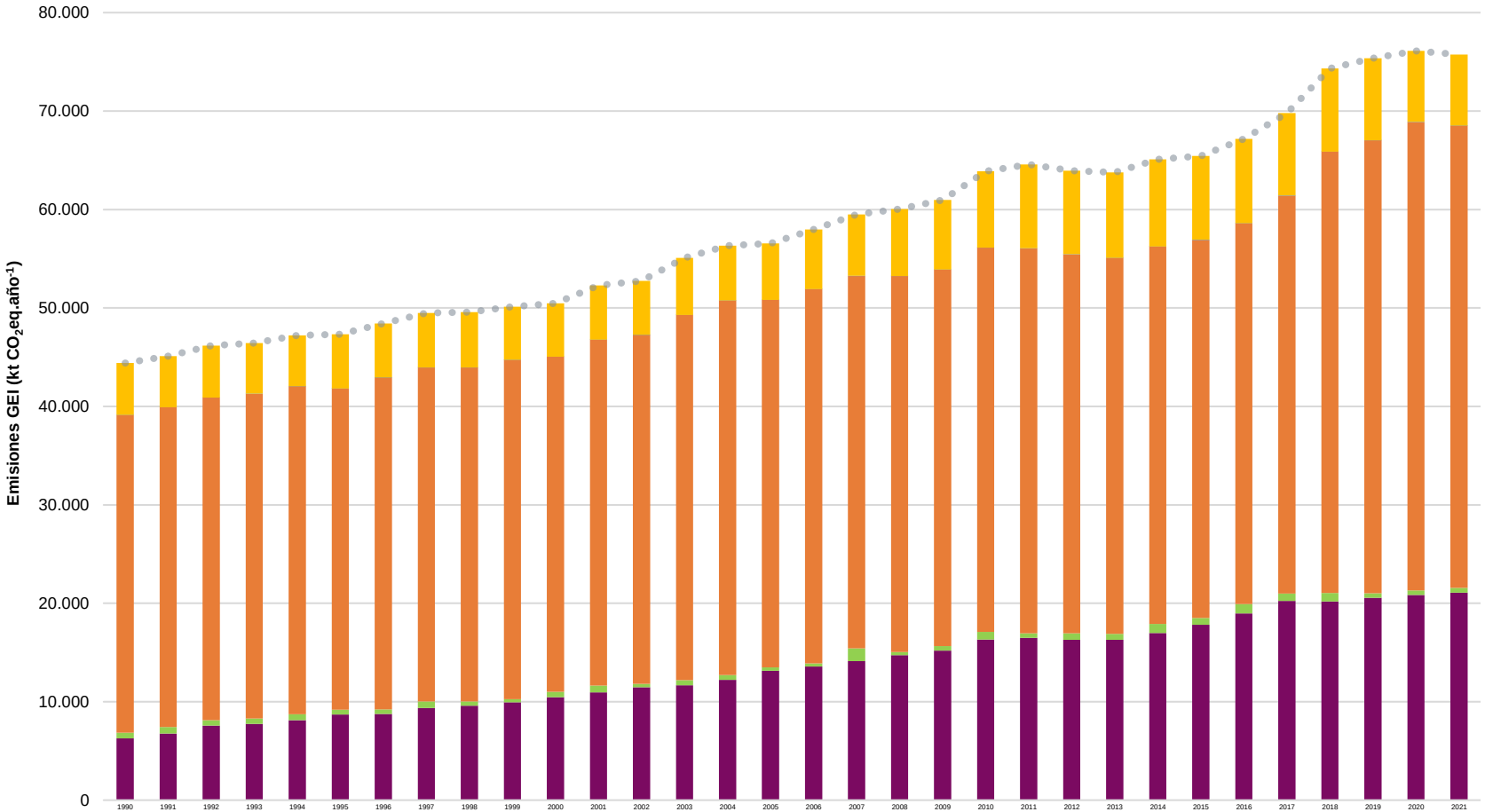
Figura 29. Participación promedio histórica en emisiones de CO_2 por sector IPCC (1990-2021)

Estas emisiones se relacionan principalmente al carbono contenido en la biomasa, al uso de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos, entre otros asociados a la deforestación, a las emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles y de biomasa en los diferentes sectores económicos del país y al desarrollo de actividades industriales como la industria de los minerales o de los metales.

2. CH_4

El promedio de emisiones de CH_4 para la serie histórica de 1990 a 2021 es de 58.168,27 kt CO_2eq, siendo las emisiones para el año 1990 de 44.398,45 kt CO_2eq y para el año 2021 de 75.752,29 kt CO_2eq, lo cual representa un incremento de 70,62% con una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,74%.

En la siguiente figura se presenta la tendencia creciente de las emisiones de metano en Colombia:



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Energía	5.260,94	5.176,04	5.259,61	5.156,00	5.156,37	5.524,24	5.466,90	5.543,36	5.641,33	5.371,43	5.427,05	5.515,39	5.468,27	5.799,80	5.561,40	5.720,64	6.043,46	6.255,29	6.797,48	7.071,34	7.757,69	8.512,81	8.495,70	8.666,23	8.857,02	8.507,48	8.554,64	8.387,19	8.447,41	8.311,44	7.215,68	7.224,33
2. IPPU	0,36	0,39	0,39	0,35	0,33	0,54	0,45	0,51	0,41	0,43	0,48	0,44	8,22	8,22	6,56	9,53	7,53	8,51	6,65	6,53	6,92	6,43	7,21	8,48	7,35	10,46	12,32	11,73	11,02	7,73	5,06	7,05
3. Agricultura	32.290,74	32.502,48	32.771,42	32.993,30	33.311,38	32.608,68	33.739,61	33.921,76	33.914,32	34.484,83	34.038,82	35.148,62	35.453,18	37.096,86	38.052,73	37.341,36	38.012,68	37.818,86	38.194,82	38.232,95	39.037,38	39.105,71	38.503,66	38.196,38	38.331,89	38.419,68	38.681,76	40.415,90	44.809,16	46.025,55	47.582,38	46.963,33
4. LULUCF	572,38	671,02	564,65	554,74	599,26	488,89	444,89	663,10	446,93	317,20	555,48	686,12	351,57	507,73	474,32	346,18	326,84	1.296,60	307,35	465,30	778,26	466,72	651,91	598,51	932,78	686,53	965,23	753,24	885,32	443,59	472,15	477,78
5. Residuos	6.274,03	6.750,67	7.564,89	7.732,90	8.130,66	8.705,03	8.766,89	9.361,59	9.579,85	9.936,10	10.449,08	10.944,80	11.456,04	11.672,84	12.229,30	13.131,57	13.572,53	14.133,49	14.738,94	15.196,00	16.313,02	16.473,97	16.285,94	16.292,97	16.963,82	17.807,63	18.953,76	20.242,86	20.172,87	20.563,16	20.830,49	21.079,79
Emisiones netas	44.398,45	45.100,60	46.160,96	46.437,29	47.198,00	47.327,37	48.418,73	49.490,31	49.582,84	50.109,99	50.470,90	52.295,36	52.737,28	55.085,46	56.324,31	56.549,27	57.963,04	59.512,75	60.045,23	60.972,12	63.893,27	64.565,65	63.944,43	63.762,58	65.092,86	65.431,77	67.167,70	69.810,93	74.325,77	75.351,46	76.105,75	75.752,29

Figura 30. Tendencia de emisiones de CH_4 en kt CO_2eq (1990-2021)

En referencia a la figura anterior, la Figura 31 resume la participación histórica promedio por sector en las emisiones de metano. De ella se concluye que el sector de agricultura aporta en promedio el 64,36% de las emisiones de metano, seguido por el sector de residuos con el 23,23% y energía con el 11,40%.

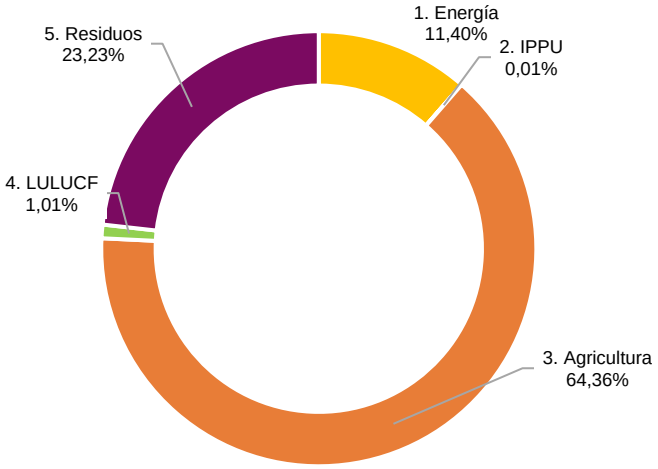


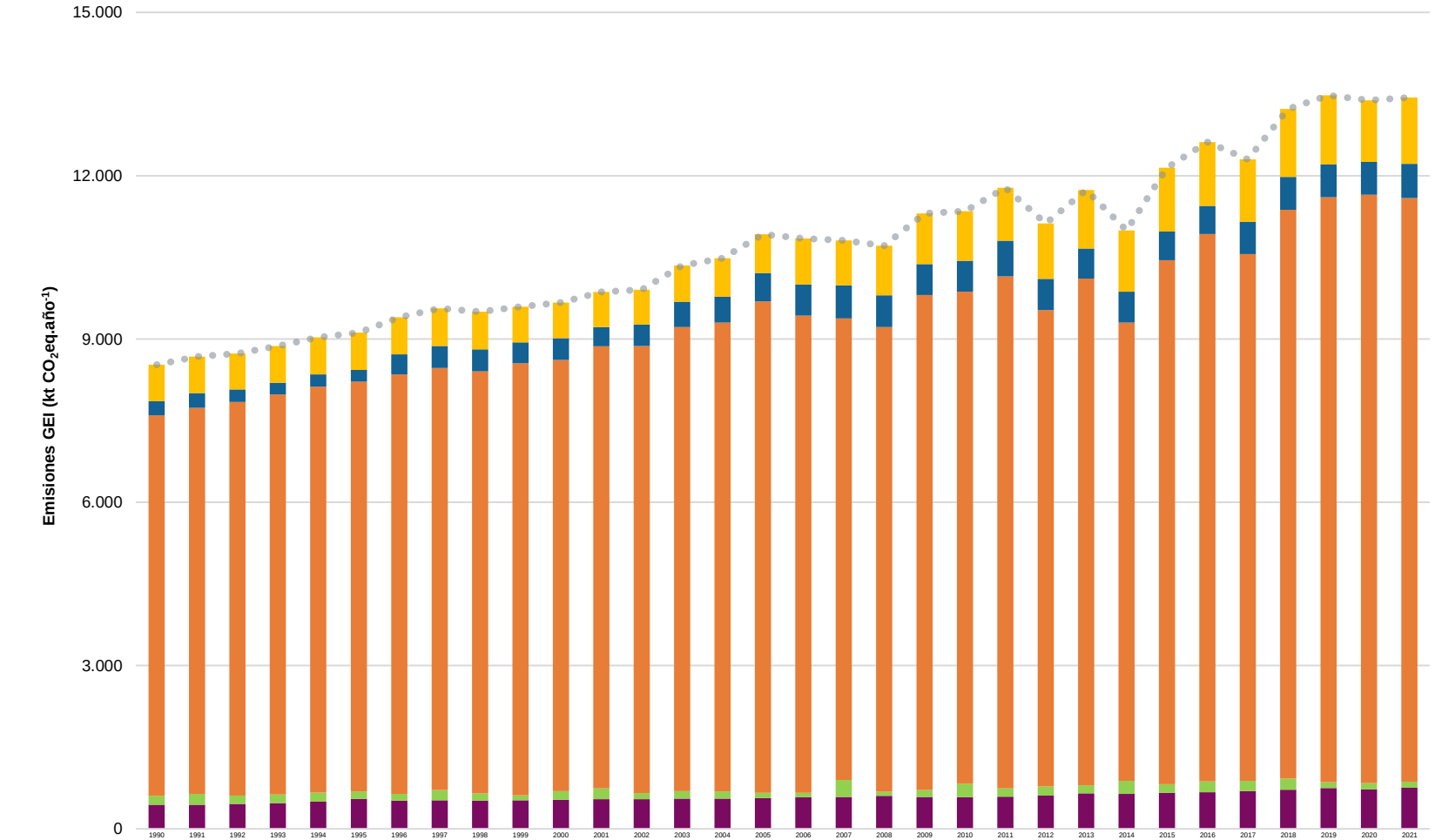
Figura 31. Participación promedio histórica en emisiones de CH_4 por sector IPCC (1990-2021)

Estas emisiones son generadas principalmente por actividades asociadas a la ganadería, la fermentación entérica y la gestión de estiércol, el tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales y domésticas y la gestión de residuos sólidos en los sitios de disposición final y las emisiones fugitivas por el proceso de extracción, transporte, procesamiento, almacenamiento de carbón mineral, gas natural y petróleo.

3. N_2O

El promedio de las emisiones de N_2O para la serie histórica de 1990 a 2021 es de 10.731,96 kt CO_2eq. Las emisiones durante dicho periodo se incrementaron un 57,55% pasando de 8.526,24 kt CO_2eq a 13.433,41 kt CO_2eq con una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,48%.

En la siguiente figura se presenta la tendencia de emisiones de N_2O en Colombia:



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Energía	666,17	670,03	656,76	675,95	680,50	683,16	679,33	693,37	688,61	652,87	655,50	642,20	638,35	661,81	706,57	713,99	845,60	824,70	913,19	927,22	914,33	972,26	1.017,31	1.072,32	1.126,18	1.172,28	1.171,31	1.149,47	1.245,09	1.269,81	1.131,76	1.213,13
2. IPPU	263,77	268,82	234,00	216,98	225,24	216,10	368,29	404,82	404,63	384,77	397,59	351,92	394,17	465,89	474,66	521,20	569,67	607,41	582,69	572,36	567,27	650,52	574,55	551,16	566,98	528,35	517,97	589,84	607,57	601,06	605,72	629,57
3. Agricultura	6.988,47	7.095,78	7.227,84	7.346,60	7.454,88	7.528,07	7.708,29	7.752,79	7.753,44	7.939,47	7.924,21	8.124,98	8.217,30	8.529,14	8.613,40	9.025,88	8.765,27	8.480,18	8.533,38	9.091,66	9.036,97	9.407,53	8.750,10	9.308,40	8.418,48	9.623,93	10.054,87	9.678,96	10.446,09	10.748,48	10.808,22	10.722,78
4. LULUCF	165,14	195,64	155,12	158,78	171,64	138,03	124,09	188,63	131,32	90,93	159,15	198,73	109,47	133,95	134,21	97,02	83,30	308,60	81,63	128,12	250,47	152,97	167,64	152,11	242,36	159,54	201,27	188,59	208,28	106,59	115,28	116,04
5. Residuos	442,68	443,92	456,75	473,43	496,47	551,08	518,65	523,59	519,82	522,82	532,11	544,20	545,67	556,73	555,01	567,00	581,47	588,01	603,49	585,04	579,75	592,25	611,59	650,58	642,34	661,55	672,37	694,34	716,91	749,50	724,45	751,89
Emisiones netas	8.526,24	8.674,18	8.730,47	8.871,74	9.028,73	9.116,44	9.398,66	9.563,19	9.497,82	9.590,86	9.668,55	9.862,02	9.904,95	10.347,52	10.483,84	10.925,09	10.845,31	10.808,90	10.714,38	11.304,40	11.348,79	11.775,52	11.121,19	11.734,58	10.996,34	12.145,66	12.617,80	12.301,20	13.223,94	13.475,44	13.385,43	13.433,41

Figura 32. Tendencia de emisiones de N_2O en kt CO_2eq (1990-2021)

Teniendo en cuenta la información de la figura anterior, en la Figura 33, se resume la participación promedio histórica por sector en las emisiones de óxido nitroso:

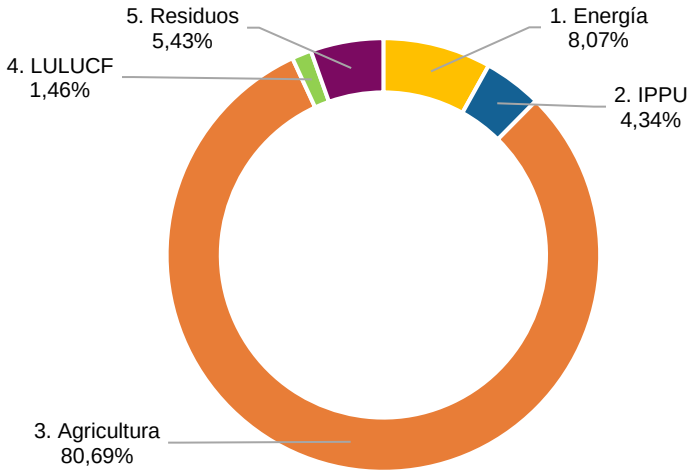
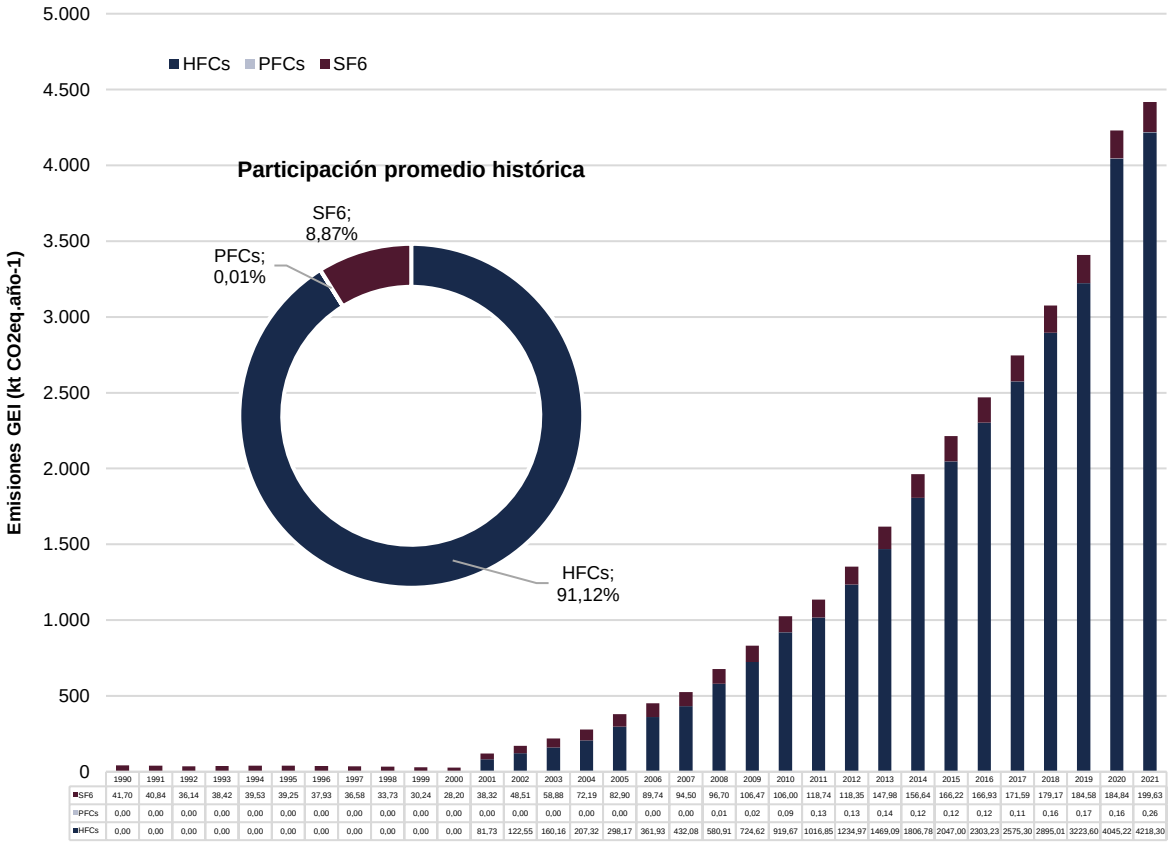


Figura 33. Participación promedio histórica en emisiones de N_2O por sector IPCC (1990-2021)

El 80,69% de las emisiones de N_2O se encuentran en el sector de agricultura, el 8,07% en el sector de energía, el 5,43% en el sector de residuos y el 4,34% en el sector de procesos industriales y uso de productos. Estas emisiones se relacionan principalmente con la gestión de tierras (entrada al suelo de nitrógeno por el uso de fertilizantes, orina de animales de pastoreo o residuos de cultivo), la quema de combustibles fósiles y de biomasa y el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas e industriales.

4. Gases fluorados (HFCs, PFCs, SF_6)

En la siguiente figura se presenta la tendencia de emisiones de los gases fluorados estimados en el sector de procesos industriales y uso de productos desde el año 2001 para los HFCs y PFCs y desde 1990 para SF6:



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
SF6	41,70	40,84	36,14	38,42	39,53	39,25	37,93	36,58	33,73	30,24	28,20	38,32	48,51	58,88	72,19	82,90	89,74	94,50	96,70	106,47	106,00	118,74	118,35	147,98	156,64	166,22	166,93	171,59	179,17	184,58	184,84	199,63
PFCs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,09	0,13	0,13	0,14	0,12	0,12	0,12	0,11	0,16	0,17	0,16	0,26
HFCs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,73	122,55	160,16	207,32	298,17	361,93	432,08	580,91	724,62	919,67	1016,85	1234,97	1469,09	1806,78	2047,00	2303,23	2575,30	2895,01	3223,60	4045,22	4218,30

Figura 34. Tendencia de emisiones de gases fluorados (1990-2021)

El promedio de emisiones de los HFCs desde el año 2001 es de 1,463.07 kt CO_2eq, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 21,80%, siendo los principales gases de consumo el HFC-134a, el HFC-125 y el HFC-143a en el sector de refrigeración y aire acondicionado. El promedio de emisiones de PFCs es de 0,12 kt CO_2eq con una tasa de crecimiento anual compuesta desde 2008 de 30,64%, también consumidos minoritariamente en el sector de refrigeración y aire acondicionado (CF_4 y C_2F_6). El promedio de emisiones de SF6 es de 93,48 kt CO_2eq con una tasa de crecimiento anual compuesta de 5,18%, este gas es empleado en los equipos de transmisión y distribución de electricidad como aislante térmico.

3. Energía (CRT 1)

Autores:

Carlos Alberto Duarte Durán - Profesional sectorial transporte (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Carlos Andrés Pinzón Correa – Profesional Incertidumbre (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Daniela María Bernal Escobar – Líder INGEI y Profesional sectorial industria (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Natalia Andrea Cifuentes Castellanos - Profesional sectorial energía (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Sergio Andrés Garcés Jiménez - Profesional sectorial emisiones fugitivas (IDEAM – PNUD - Fundación Natura).

Colaboradores:

Sebastián Orlando Espitia, Consultor estimación de emisiones del sector transporte

Agradecimientos:

Ministerio de transporte: Francisco Javier Sichacá - Profesional Especializado, Sonia Gaona Uscátegui - Coordinadora Asuntos Ambientales y Desarrollo Sostenible. **Swisscontact - Calac+:** Jaime Rueda Gómez - Coordinador. **UPME:** Jessica Arias - Subdirectora de Demanda, Juan Francisco Martínez - Profesional Especializado, Maryeni Enríquez - Contratista, Olga Tatiana Araque Mendoza - Subdirectora de Minería, Robinson González - Profesional Especializado. Edison Ortiz - Consultor. Patricia Dávila - Consultora. **Naturgas, Ecopetrol, Aeronáutica Civil, Exxon** y **Chevron.**

Este capítulo abarca las emisiones de CO_2, CH_4, N_2O generadas por las actividades del país que se encuentran asociados con la combustión de combustibles y emisiones fugitivas provenientes de minería de carbón, de petróleo y gas natural. Por su parte, las emisiones de los gases precursores y carbono negro asociados a estas actividades son reportados en el capítulo 9 Carbono Negro. El sector de energía se encuentra conformado por tres subcategorías, que son:

1.A. Actividades de quema de combustible: comprende todas aquellas emisiones que la oxidación intencional de combustibles dentro de un dispositivo diseñado para aumentar la temperatura y generar energía como calor o como trabajo mecánico a una secuencia de acciones o bien para uso fuera del dispositivo. Este grupo está conformado por las siguientes subcategorías: 1.A.1. Industrias de la energía, 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, 1.A.3. Transporte, 1.A.4. Otros sectores (Harnisch et al., 2006).

1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles: incorpora todas las emisiones intencionales y no intencionales liberadas en la extracción, el procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles hasta el sitio de utilización final. Esta sección incluye las siguientes subcategorías: 1.B.1. Combustibles sólidos, 1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía (Harnisch et al., 2006).

1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono: Emisiones liberadas en el desarrollo de actividades asociadas al transporte, inyección y almacenamiento de CO_2 (Harnisch et al., 2006).

De las categorías anteriores, solo las primeras dos son incluidas dentro del INGEI. Las emisiones correspondientes a la categoría 1.C. Transporte y almacenamiento de CO_2, no han sido incluidos en las estimaciones para la serie temporal 1990-2021, debido a que en el país no se desarrollan actividades relacionadas con esta categoría.

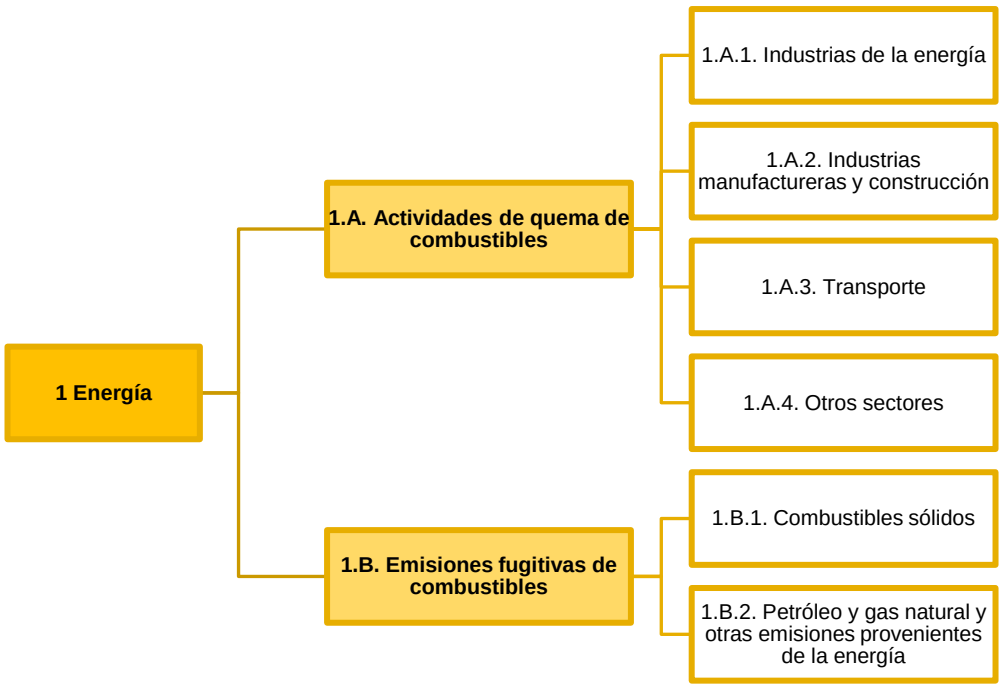


Figura 35. Categorías estimadas en el sector de Energía

El sector de energía ocupa el segundo lugar en la participación histórica de emisiones del país con 30,03%, su relevancia se describe a continuación:

La subcategoría transporte representa el 39,14% de las emisiones totales del sector. Las principales emisiones están asociadas a las emisiones por transporte terrestre que representan el 82,4% que corresponden a las emisiones generadas principalmente por automóviles y vehículos pesados. De igual forma las emisiones generadas por aviación alcanzan el 9,1% de la subcategoría.

Posteriormente, la categoría de industrias de la energía refleja el 24,11% de las emisiones totales del sector, su relevancia se encuentra asociada principalmente a los procesos de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, la cual, es producida por fuentes hidráulicas, térmicas y no convencionales (eólica, solar, biomasa, entre otras) (UPME - Unidad de Planeación Minero Energética, 2019a).

De acuerdo con lo descrito por XM (Operador del Sistema Interconectado Nacional – SIN y administrador del Mercado de Energía Mayorista – MEM), la generación del SIN para la vigencia 2021 fue de 73.933 GWh-año, cuya participación porcentual fue del 81,82% hidráulica, 16,6% térmica y 1,59% otras fuentes no convencionales (XM, 2022). En este sentido, es importante resaltar que a través del tiempo, Colombia ha optado por el desarrollo de proyectos solares y eólicos, marcando un aumento considerable del porcentaje de participación de las fuentes de energía renovables no convencionales.

El tercer lugar es ocupado por la categoría de industrias manufactureras y de la construcción, reflejando el 17,44% de las emisiones totales del sector, ocasionadas por la quema de combustibles fósiles y de biomasa para uso en la industria colombiana, incluyendo la generación de electricidad y calor en la elaboración de alimentos, productos de tabaco, fabricación de papel, cartón y sus derivados, sustancias y productos químicos, productos minerales no metálicos y productos metalúrgicos básicos (Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), 2019).

Posteriormente, se encuentra la categoría de Otros sectores, con una participación del 10,12% en las emisiones totales del sector, en la cual, tienen una mayor representatividad las emisiones derivadas de la quema de combustibles en las viviendas colombianas por el desarrollo de actividades como uso de equipos para: refrigeración, entretenimiento (televisión y sonido), iluminación y cocción.

Por su parte, las emisiones fugitivas derivadas de los procesos relacionados con el petróleo y el gas natural representan el 5,75% de las emisiones totales del sector abarcando la prospección, exploración sísmica, perforación exploratoria, producción, refinación, transporte, almacenamiento y distribución de petróleo y gas. De acuerdo con lo mencionado por el Ministerio de Minas y Energía en su segundo reporte del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRVme) de mitigación de emisiones, para el año 2021 se produjeron 42.731,07 10^3 m^3 de crudo y 13.395,04 de 10^6 m^3 de gas a nivel nacional (MME, 2021).

Las emisiones fugitivas liberadas por combustibles sólidos representan el 3,45% de las emisiones totales del sector, esta categoría aborda las actividades de prospección, exploración construcción, explotación, transporte, comercialización y el beneficio de minerales metálicos, no metálicos y materiales energéticos. De acuerdo con lo descrito por la Asociación Colombiana de Minería – ACM, en el 2021 el país produjo 59,3 millones de toneladas de carbón, representando el 22% de las exportaciones colombianas y el 60% de las exportaciones mineras (Asociación Colombiana de Minería, 2023).

Ahora bien, el crecimiento poblacional y las actividades de producción del país han representado un aumento significativo en el consumo de energía y una transformación en la composición de la matriz energética del país. La oferta de energéticos a lo largo del tiempo ha presentado una variación en su composición, asociada al aumento en el acceso a tecnologías de motor de combustión, así como de electrodomésticos y los procesos de industrialización del país (UPME, 2024b). Sin embargo, para los años 2020 y 2021 se evidencian comportamientos atípicos relacionados con la emergencia de salud pública de importancia internacional COVID-19, la cual, alteró las dinámicas económicas del mundo.

De acuerdo con lo descrito por la UPME en el Plan Energético Nacional 2020-2050 (UPME, 2024b), la demanda nacional de combustibles líquidos pasó de representar el 20% al inicio de la década de

los 80, a ocupar aproximadamente el 40% para el año 2021 con un consumo de 4.894 millones de galones (Mgal) (UPME, 2022).

Por su parte, el diésel destaca dentro de los combustibles líquidos porque ha tenido un comportamiento creciente para la serie histórica 1990-2021, debido al auge de la demanda del sector transporte y a la incorporación de un mandato de precios diferenciados con respecto a la gasolina, el cual entró en vigencia a principios de los años 2000 (García et al., 2016).

Finalmente, la energía eléctrica y el gas natural también han desempeñado un rol importante en la matriz energética, afianzándose gracias al desarrollo de zonas urbanas y a la adopción de la política de avance en la cobertura y reemplazo de energéticos tradicionales de baja eficiencia (bagazo y leña), que fomentaron el despliegue de la infraestructura de producción, transporte y distribución requerida para para la prestación de servicios públicos de estos dos productos (UPME, 2024b)

Es importante resaltar que dentro del sector Energía, por mencionar algunas subcategorías como: 1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías, 1.A.2.a. Hierro y acero, 1.A.3.b. Transporte por carretera, 1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón y 1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha, entro otras, son categorías clave de acuerdo con los métodos 1 y 2 tanto en evaluación de nivel como de tendencia.

Así mismo, para el año 2021 las subcategorías que aportan en mayor medida a la incertidumbre del sector son: 1.A.2. Industrias manufactureras y construcción que tiene una incertidumbre de ±17,14%, 1.A.3. Transporte con incertidumbre de ±4,85% y 1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía con incertidumbre ±39,72%, estas tres subcategorías pueden contribuir en un 92% en la incertidumbre del sector. Aunque los factores de emisión han mantenido una contribución constante a la incertidumbre total, los esfuerzos por optimizar la recopilación y procesamiento de los datos de actividad han permitido reducir progresivamente la incertidumbre general del sector, se destaca que la incertidumbre tuvo una reducción porcentual aproximadamente de un 66,82% entre 1990 y 2021. Con la validación de los datos de actividad en años recientes, por ejemplo, (1A1a) los datos de gas natural pasaron de tener 50% de incertidumbre para el periodo 1990-2005 a 10% en el periodo 2006-2021. En general, el sector ha experimentado una reducción en la incertidumbre, principalmente debido a una mejora en la calidad de los datos de actividad.

En relación con la incertidumbre del inventario nacional para el año 2021, considerando las emisiones netas, el sector Energía contribuye con un 10% a la incertidumbre total, generando además en este un rango de variación de ±0,07%.

En la Tabla 24 se presenta un resumen de las subcategorías, los GEI estimados para cada una de ellas y sus respectivos niveles metodológicos para el sector de energía:

Tabla 24. Subcategorías y GEI estimados en el sector de energía

Categoría	Subcategoría	GEI estimados	Nivel
1.A Actividades de quema de combustibles	1.A.1 Industrias de la energía	CO_2, CH_4, N_2O	Nivel 1, Nivel 2
	1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción	CO_2, CH_4, N_2O	Nivel 1, Nivel 2
	1.A.3 Transporte	CO_2, CH_4, N_2O	Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3
	1.A.4 Otros sectores	CO_2, CH_4, N_2O	Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3
1.B Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	1.B.1 Combustibles sólidos	CO_2, CH_4	Nivel 1, Nivel 2
	1.B.2 Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía.	CO_2, CH_4, N_2O	Nivel 1

Las subcategorías 1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía (CHP) y 1.A.1.a.iii- Plantas generadoras de energía (calor) no se incluyen porque a la fecha de elaboración del reporte, en Colombia no existen plantas que generen energía eléctrica y calor como actividad principal para vender como servicio público.

En cuanto a las categorías estimadas en otra categoría se encuentran las emisiones de 1.A.4.c.iii. Pesca (Combustión móvil) las cuales son reportadas en 1.A.3.d Navegación marítima y fluvial

nacional debido a que no se cuenta con la información con el suficiente nivel de desagregación para hacer el reporte de manera separada de la flota pesquera del país.

En Colombia, por falta de información no se estiman las emisiones de GEI de las etapas de manejo, combustión no controlada, ni abandono. Sumado a esto, algunos estudios han mencionado el aprovechamiento o quema del gas metano, sin embargo, no existen reportes de datos que permitan validar la realización de esta actividad (UPTC, 2016). En este sentido, se asume que las emisiones relacionadas con la subcategoría 1.B.1.a.i.4. “Quema en antorcha de CH_4 drenado o conversión de CH_4 en CO_2” no ocurren en el país.

En lo relacionado con las emisiones fugitivas de petróleo y gas, en las actividades de exploración (1.B.2.a.i) y (1.B.2.b.i) no se contemplan las emisiones por fugas, para el resto de los segmentos, en la industria de petróleo y gas solo se consideran emisiones de N_2O si se reconocieron que existieron actividades de quema en tea.

3.1 Emisiones del sector Energía – año 2021

En la Tabla 25, se relacionan las emisiones para el año 2021 por categoría y subcategoría. El total de emisiones del sector Energía para dicha vigencia es de 91.610,55 kt CO_2eq.

Como se observa en la Figura 36, la categoría con mayor participación en las emisiones de GEI para el sector de energía durante el 2021 es 1.A Actividades de quema de combustibles con una representación del 92,06%, seguido de 1.B Emisiones fugitivas de combustibles con un 7,94%.

Tabla 25. Emisiones de GEI del sector Energía en el año 2021

Emisiones (kt CO_2eq)							
Categorías IPCC 2006	CO_2	CH_4	N_2O	HFC	PFC	SF_6	Emisiones Totales
1 Energía	83.173,09	7.224,33	1.213,13	NA	NA	NA	91.610,55
1.A. Actividades de quema de combustibles (enfoque sectorial)	80.783,71	2.351,15	1.204,39	NA	NA	NA	84.339,25
1.A.1. Industrias de la energía	19.553,97	10,20	29,70	NA	NA	NA	19.593,86
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	8.668,35	3,88	20,71	NA	NA	NA	8.692,94
1.A.1.a.i. Generación de electricidad	8.668,35	3,88	20,71	NA	NA	NA	8.692,94
1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía (CHP)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.A.1.b. Refinación del petróleo	3.755,41	1,85	1,75	NA	NA	NA	3.759,00
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	7.130,21	4,47	7,24	NA	NA	NA	7.141,92
1.A.1.c.i. Manufactura de Combustibles sólidos	1.757,39	0,01	NE	NA	NA	NA	1.757,40
1.A.1.c.ii. Extracción de petróleo y gas	3.893,81	2,91	4,41	NA	NA	NA	3.901,13
1.A.1.c.iii. Otras industrias de la energía	1.479,02	1,55	2,83	NA	NA	NA	1.483,39
1.A.2. Industrias manufactureras y construcción.	13.343,63	68,89	122,50	NA	NA	NA	13.535,02
1.A.2.a. Hierro y acero	1.422,12	0,59	4,42	NA	NA	NA	1.427,12
1.A.2.b. Metales no ferrosos	399,36	0,20	0,20	NA	NA	NA	399,75
1.A.2.c. Productos químicos	1.181,23	3,40	6,04	NA	NA	NA	1.190,67
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	1.950,63	0,75	6,41	NA	NA	NA	1.957,80
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	2.810,81	61,10	85,01	NA	NA	NA	2.956,92
1.A.2.f. Minerales no metálicos	4.324,26	1,72	16,79	NA	NA	NA	4.342,76
1.A.2.g. Otros	1.255,22	1,13	3,64	NA	NA	NA	1.259,99
1.A.2.g.i. Manufactura de maquinaria	69,58	0,04	0,06	NA	NA	NA	69,68
1.A.2.g.ii. Manufactura de equipos de transporte	18,63	0,01	0,02	NA	NA	NA	18,66
1.A.2.g.iii. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	100,46	0,11	0,22	NA	NA	NA	100,79
1.A.2.g.iv. Madera y productos de la madera	17,19	0,35	0,45	NA	NA	NA	17,99
1.A.2.g.v. Construcción	270,10	0,30	0,57	NA	NA	NA	270,97
1.A.2.g.vi. Textiles y cueros	578,20	0,21	2,17	NA	NA	NA	580,58
1.A.2.g.v.ii. Vehículos todoterreno y otra maquinaria	IE	IE	IE	NA	NA	NA	IE
1.A.2.g.viii. Otro	201,06	0,10	0,16	NA	NA	NA	201,33
1.A.3. Transporte	41.149,39	263,68	757,52	NA	NA	NA	42.170,58
1.A.3.a. Aviación nacional	3.052,59	3,16	9,61	NA	NA	NA	3.065,36
1.A.3.b. Transporte por carretera	34.686,51	244,55	508,99	NA	NA	NA	35.440,05
1.A.3.bi Carros	8.888,72	146,14	154,85	NA	NA	NA	9.189,71
1.A.3.b.ii. Camiones ligeros	2.654,19	27,73	45,67	NA	NA	NA	2.727,59
1.A.3.b.iii. Camiones y autobuses pesados	14.795,53	36,36	229,84	NA	NA	NA	15.061,73
1.A.3.b.iv. motocicletas	8.348,07	34,32	78,63	NA	NA	NA	8.461,02
1.A.3.c. Ferrocarriles	54,74	0,08	5,19	NA	NA	NA	60,01
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	298,52	0,89	2,40	NA	NA	NA	301,80
1.A.3.e. Otro transporte	3.057,03	14,99	231,33	NA	NA	NA	3.303,35
1.A.3.ei Transporte por tuberías	831,54	11,51	4,12	NA	NA	NA	847,17
1.A.3.e.ii. Otro	2.225,49	3,48	227,21	NA	NA	NA	2.456,18
1.A.4. Otros sectores	6.736,73	2.008,38	294,68	NA	NA	NA	9.039,79
1.A.4.a. Comercial/institucional	1.093,13	2,69	0,51	NA	NA	NA	1.096,33
1.A.4.ai Combustión estacionaria	1.093,13	2,69	0,51	NA	NA	NA	1.096,33
1.A.4.b. Residencial	4.874,74	1.328,32	166,78	NA	NA	NA	6.369,83
1.A.4.bi Combustión estacionaria	4.874,74	1.328,32	166,78	NA	NA	NA	6.369,83
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	768,86	677,37	127,39	NA	NA	NA	1.573,62
1.A.4.ci Estacionario	363,25	676,74	85,98	NA	NA	NA	1.125,97
1.A.4.c.ii. Vehículos todoterreno y otra maquinaria.	405,61	0,63	41,41	NA	NA	NA	447,65
1.A.4.c.iii. Pesca	IE	IE	IE	NA	NA	NA	IE
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	2.389,38	4.873,19	8,74	NA	NA	NA	7.271,31
1.B.1. Combustibles sólidos	97,37	2.225,99	NO	NA	NA	NA	2.323,36
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	97,37	2.225,99	NO	NA	NA	NA	2.323,36
1.B.1.ai Minas subterráneas	53,39	1.057,49	NO	NA	NA	NA	1.110,88
1.B.1.ai.1. Minería	53,23	813,46	NO	NA	NA	NA	866,68
1.B.1.ai.2. Emisiones posteriores a la minería	0,16	244,04	NO	NA	NA	NA	244,20
1.B.1.a.i.3 Minas subterráneas abandonadas	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE
1.B.1.a.i.4. Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en CO2	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NO

Emisiones (kt CO_2eq)							
1.B.1.a.i5. Otro	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NO
1.B.1.a.ii. Minas de superficie	43,98	1.168,50	NO	NA	NA	NA	1.212,48
1.B.1.a.ii.1. Minería	43,98	898,85	NO	NA	NA	NA	942,82
1.B.1.a.ii.2. Emisiones posteriores a la minería	NE	269,65	NO	NA	NA	NA	269,65
1.B.1.a.ii.3. Otro	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NO
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía	2.292,02	2.647,19	8,74	NA	NA	NA	4.947,95
1.B.2.a. Petróleo	92,49	140,80	NO	NA	NA	NA	233,29
1.B.2.ai Exploración	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NO
1.B.2.a.ii. Producción y modernización	91,87	122,04	NO	NA	NA	NA	213,91
1.B.2.a.iii. Transporte	0,62	6,23	NO	NA	NA	NA	6,85
1.B.2.a.iv. Refinamiento y almacenamiento	NO	12,53	NO	NA	NA	NA	12,53
1.B.2.a.v Distribución de productos petrolíferos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B.2.a.vi. Otros	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE
1.B.2.b. Gas natural	2,01	1.358,31	NO	NA	NA	NA	1.360,32
1.B.2.b.i Exploración	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NO
1.B.2.b.ii. Producción y recolección	0,64	502,58	NO	NA	NA	NA	503,22
1.B.2.b.iii. Procesamiento	0,19	16,87	NO	NA	NA	NA	17,06
1.B.2.b.iv. Transmisión y almacenamiento	0,02	228,66	NO	NA	NA	NA	228,68
1.B.2.b.v Distribución	1,16	610,20	NO	NA	NA	NA	611,36
1.B.2.b.vi. Otro	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	2.197,51	1.148,09	8,74	NA	NA	NA	3.354,33
1.B.2.c.i Venteo	86,09	1.104,74	NO	NA	NA	NA	1.190,82
1.B.2.c.i.1. Petróleo	4,81	1.022,98	NO	NA	NA	NA	1.027,79
1.B.2.c.i.2. Gas	81,28	81,75	NO	NA	NA	NA	163,04
1.B.2.c.i.3. Combinado	IE	IE	NO	NA	NA	NA	IE
1.B.2.cii Quema en antorcha	2.111,42	43,35	8,74	NA	NA	NA	2.163,51
1.B.2.c.ii.1. Petróleo	2.089,66	42,55	8,64	NA	NA	NA	2.140,86
1.B.2.c.ii.2. Gas	21,76	0,80	0,10	NA	NA	NA	22,65
1.B.2.c.ii.3. Combinados	IE	IE	NO	NA	NA	NA	IE
1.B.2.d. Otros	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NO

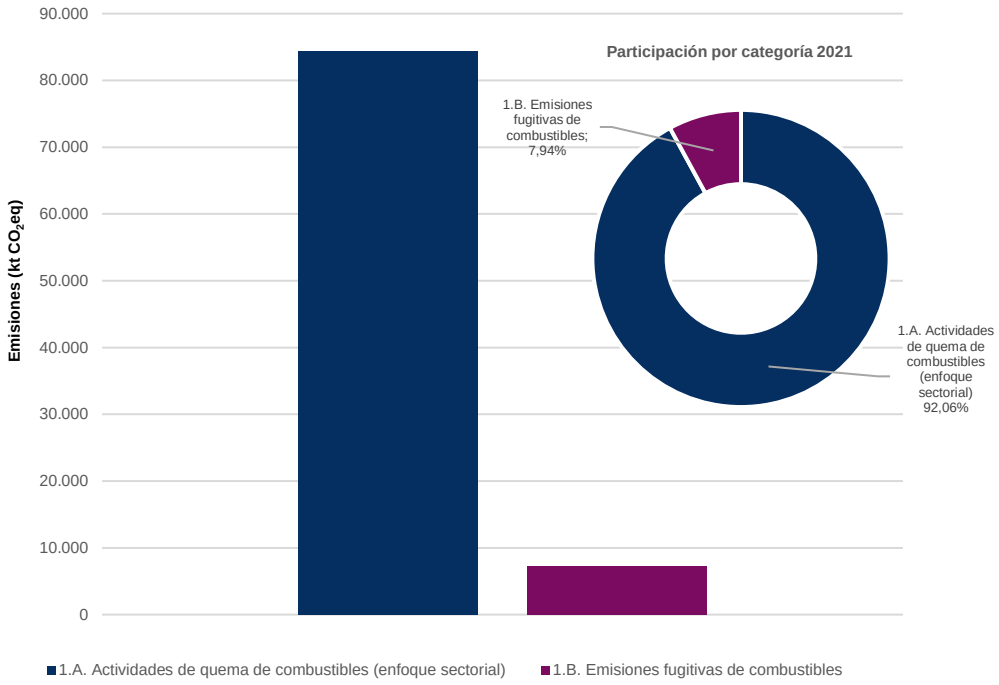


Figura 36. Emisiones del sector Energía por categorías para el año 2021

En la

Figura *37*, las subcategorías con mayor aporte en las emisiones de GEI para el sector Energía son: 1.A.3. Transporte (46,03%) y 1.A.1. Industrias de la energía (21,38%), seguido por 1.A.2. Industrias manufactureras y construcción (14,77%), 1.A.4. Otros sectores (9,86%), 1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía (5,40%) y finalmente 1.B.1. Combustibles sólidos (2,54%).

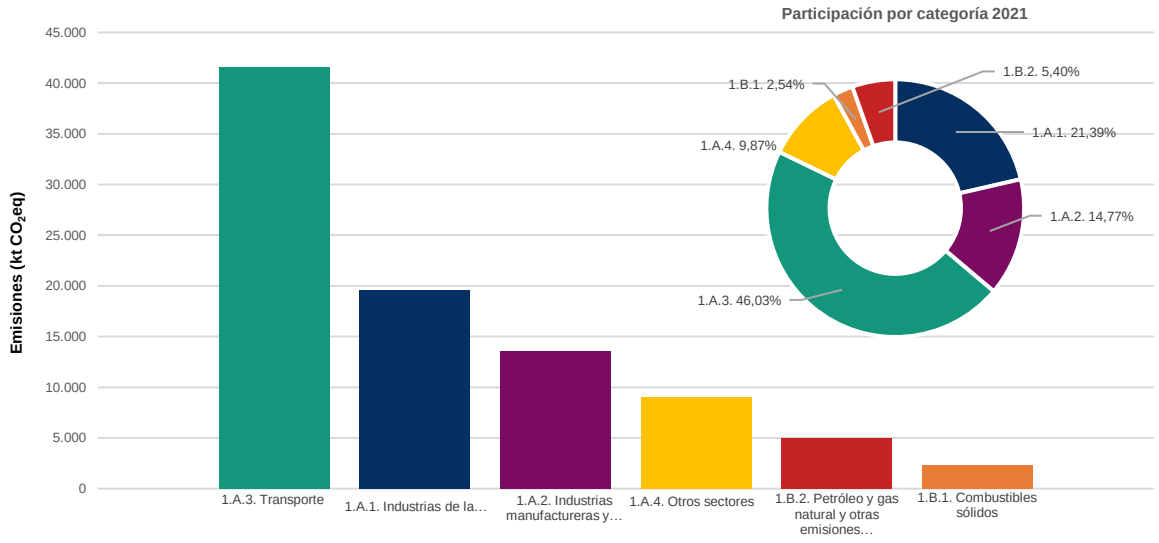


Figura 37. Emisiones del sector de Energía por subcategorías y grupos de subcategorías para el año 2021

De acuerdo con lo anterior, en el sector de Energía el 90,79% de las emisiones del año 2021 corresponden a CO_2, el 7,89% a CH_4 y el 1,32% a N_2O. (Ver Figura 38).

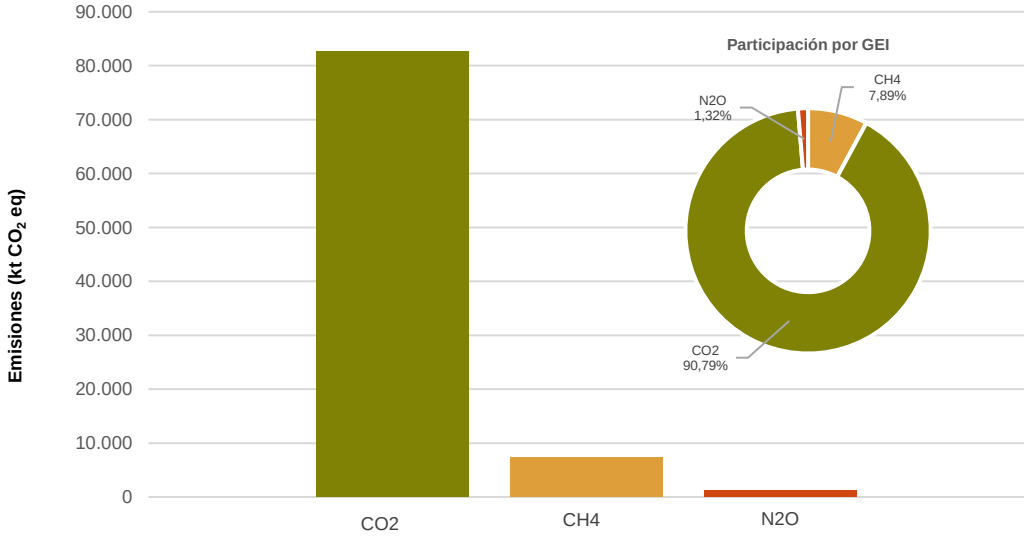


Figura 38. Emisiones del sector de Energía por tipo de GEI en el año 2021

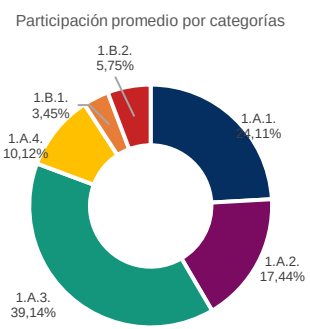
3.2 Tendencias de las emisiones del sector Energía (1990-2021)

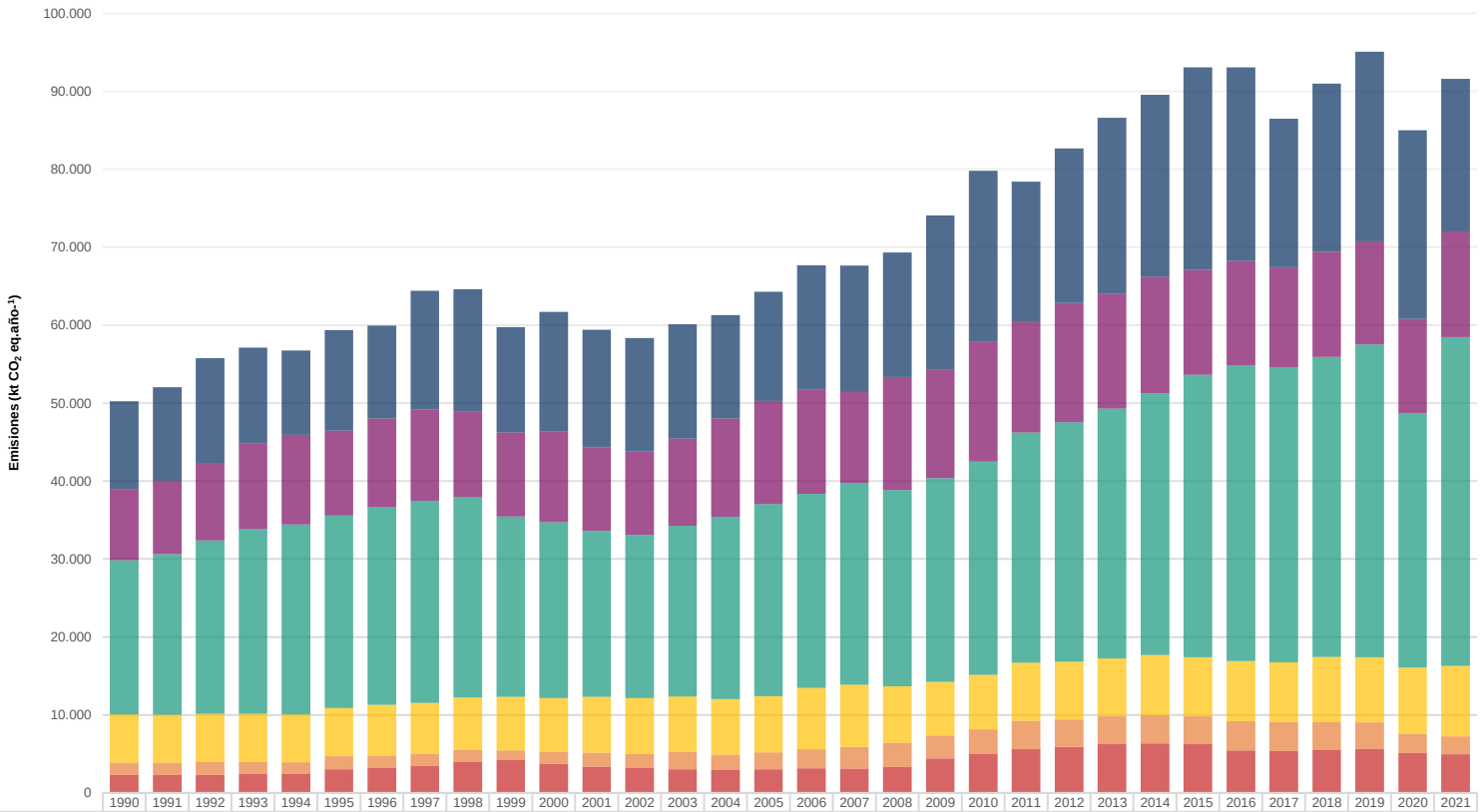
La tendencia de las emisiones del sector de Energía correspondientes a la serie de tiempo 1990-2021 se presenta en la Figura 39 por subcategoría y en la Figura 40 por tipo de GEI.

Durante el periodo estimado, el promedio de emisiones del sector Energía es de 71.128,91 kt CO_2eq, con un valor de 50.237,01 kt CO_2eq para el año 1990 y 91.610,55 kt CO_2eq para el año 2021, que representa un incremento del 82,36%, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,95%.

Si bien en la Figura 39 se observa un valor máximo de 95.064,34 kt CO_2eq en el año 2019, lo cual, se encuentra relacionado con el aumento de generación eléctrica por fuentes térmicas, posteriormente, en la vigencia 2020 las emisiones disminuyen en un 10,60% respecto al año anterior, producto principalmente de la pandemia por COVID 19, la cual repercutió principalmente en los consumos de combustible del sector transporte. Finalmente, en la vigencia 2021 se evidencia un incremento de las emisiones en un 7,79% como parte de la reactivación económica post pandemia. Históricamente el CO_2 es el GEI con mayor aporte a las emisiones totales del sector con el 89,46%, en promedio, seguido por el CH_4 (9,32%) y el N_2O (1,22%) (Ver Figura 40).

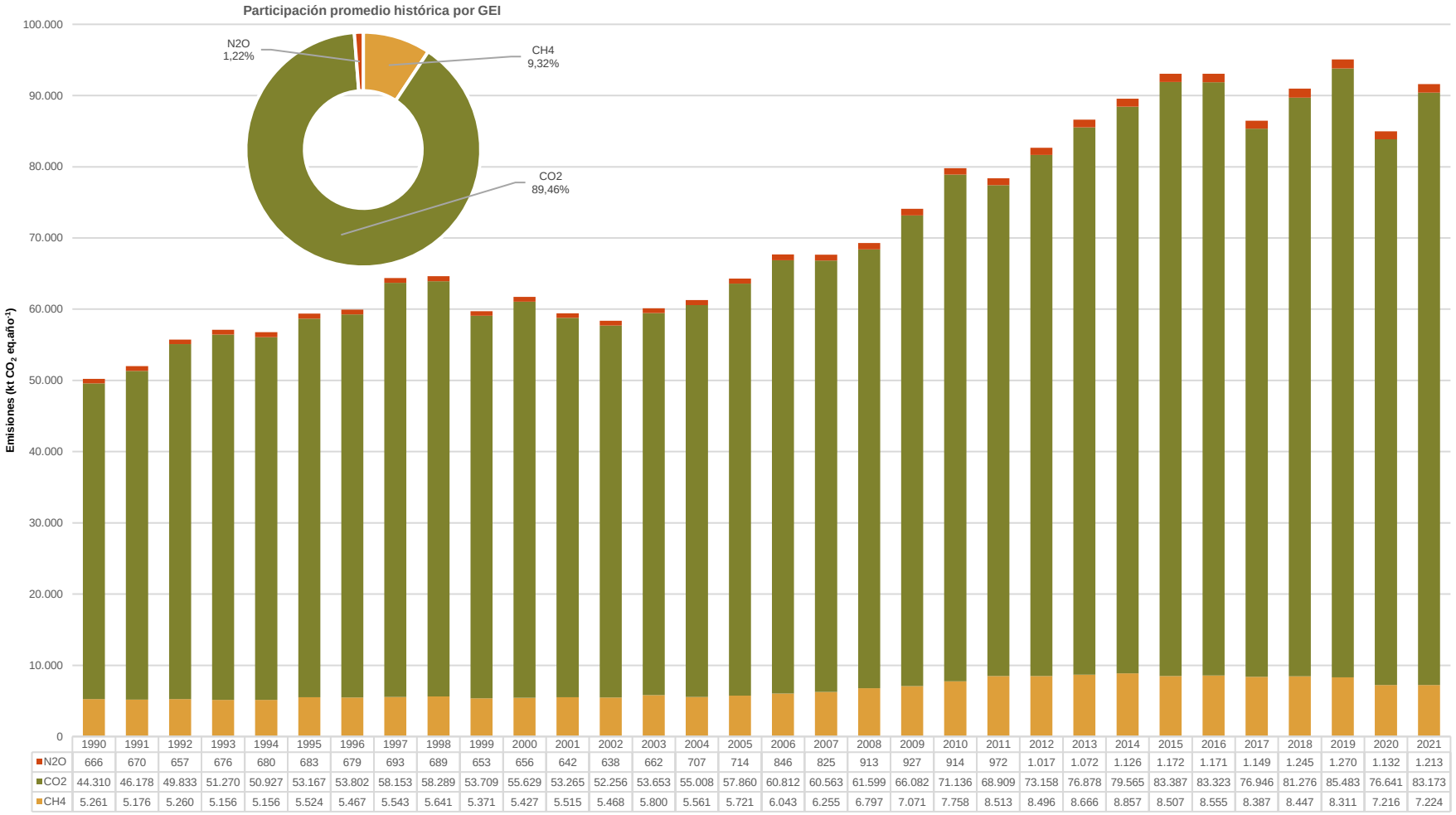
Así mismo, como se observa en la Figura 39, la subcategoría 1.A.3. Transporte es la más representativa en generación de emisiones en el sector (39,14% promedio histórico) seguido por la subcategoría 1.A.1. Industrias de la energía con un 24,11% en promedio para la serie histórica. Estas dos subcategorías representan más del 60% del total de las emisiones GEI totales del sector, por lo cual, tienen gran influencia sobre el comportamiento tendencial del mismo.





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.A.1. Industrias de la energía	11.267	11.971	13.408	12.212	10.818	12.880	11.898	15.211	15.628	13.506	15.317	15.076	14.564	14.679	13.232	13.995	15.975	16.214	15.960	19.758	21.964	18.015	19.830	22.596	23.345	25.951	24.780	19.053	21.550	24.323	24.194	19.594
1.A.2. Industrias manufactureras y construcción.	9.124	9.410	9.956	11.053	11.521	10.901	11.417	11.721	11.062	10.765	11.662	10.719	10.727	11.165	12.631	13.251	13.351	11.650	14.477	13.939	15.335	14.152	15.316	14.701	14.941	13.471	13.398	12.827	13.487	13.208	12.065	13.535
1.A.3. Transporte	19.773	20.590	22.239	23.672	24.348	24.680	25.341	25.924	25.697	23.139	22.572	21.304	20.899	21.907	23.359	24.619	24.904	25.897	25.180	26.130	27.336	29.514	30.698	32.097	33.584	36.243	37.936	37.854	38.493	40.124	32.650	42.171
1.A.4. Otros sectores	6.164	6.138	6.127	6.194	6.128	6.185	6.493	6.493	6.748	6.857	6.907	7.171	7.143	7.099	7.121	7.227	7.857	7.979	7.244	6.865	7.039	7.435	7.383	7.404	7.733	7.587	7.704	7.668	8.285	8.355	8.493	9.040
1.B.1. Combustibles sólidos	1.555	1.621	1.671	1.568	1.542	1.677	1.617	1.545	1.483	1.257	1.537	1.796	1.787	2.218	1.929	2.183	2.451	2.782	3.122	2.959	3.092	3.657	3.530	3.507	3.577	3.514	3.776	3.701	3.647	3.385	2.449	2.323
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía	2.353	2.294	2.348	2.402	2.407	3.051	3.182	3.495	4.002	4.210	3.716	3.355	3.242	3.046	3.004	3.020	3.163	3.121	3.326	4.430	5.042	5.622	5.913	6.311	6.369	6.301	5.455	5.380	5.506	5.670	5.138	4.948

Figura 39. Tendencia de emisiones de GEI del sector de Energía por subcategoría (1990-2021)



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	666	670	657	676	680	683	679	693	689	653	656	642	638	662	707	714	846	825	913	927	914	972	1.017	1.072	1.126	1.172	1.171	1.149	1.245	1.270	1.132	1.213
CO2	44.310	46.178	49.833	51.270	50.927	53.167	53.802	58.153	58.289	53.709	55.629	53.265	52.256	53.653	55.008	57.860	60.812	60.563	61.599	66.082	71.136	68.909	73.158	76.878	79.565	83.387	83.323	76.946	81.276	85.483	76.641	83.173
CH4	5.261	5.176	5.260	5.156	5.156	5.524	5.467	5.543	5.641	5.371	5.427	5.515	5.468	5.800	5.561	5.721	6.043	6.255	6.797	7.071	7.758	8.513	8.496	8.666	8.857	8.507	8.555	8.387	8.447	8.311	7.216	7.224

Figura 40. Tendencia de las emisiones del sector Energía por GEI (1990-2021)

3.3 Actividades de quema de combustibles (CRT. 1.A)

Las actividades de quema de combustibles incluyen las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O provenientes de la oxidación intencional de combustibles dentro de un aparato diseñado para calentar y proporcionar energía como calor o como trabajo mecánico a un proceso o bien para aplicaciones fuera del aparato (Harnisch et al., 2006)

Los energéticos contemplados en esta subcategoría se encuentran catalogados en primarios y secundarios. Dentro de la primera clasificación están incluidos el petróleo, el gas natural y carbón mineral; por su parte, la gasolina, el queroseno, el diésel, el fuel oíl, el GLP y el coque fueron agrupados como secundarios (Harnisch et al., 2006)

Esta subcategoría se encuentra dividida de la siguiente manera, tal y como se relaciona en la Figura 35:

- **1.A.1 Industrias de la energía:** emisiones de los energéticos quemados por la extracción de combustibles y por las industrias de producción energética.
- **1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción:** emisiones provenientes de la quema de energéticos en la industria.
- **1.A.3 Transporte:** emisiones liberadas por la quema de combustibles en fuentes móviles en las categorías de transporte terrestre, todo terreno, aéreo, ferrocarril, navegación marítima y fluvial.
- **1.A.4 Otros sectores:** emisiones generadas por la quema de energéticos en las actividades comercial / institucional, residencial, agricultura, silvicultura y piscifactorías.

3.3.1 Tendencia de las emisiones de la categoría

Las emisiones promedio anuales para la subcategoría 1.A. Actividades de quema de combustibles corresponden a 64.589,00 kt CO_2eq, con una participación histórica de 92,06% en las emisiones del sector de Energía.

Para el año 1990 se reportan 46.329,07 kt CO_2eq representando el 92,22% de las emisiones totales del sector de Energía, por su parte, en la vigencia 2021 se registran 84.339,25 kt CO_2eq reflejando el 92,06% de las emisiones totales del sector de Energía. La variación entre el primer y el último año de la serie temporal es del 82,04% y la tasa de crecimiento anual compuesta para la categoría de actividades de quema de combustibles es de 1,95%.

De acuerdo con la Tabla 26, las emisiones con mayor participación en la subcategoría 1.A corresponden a 1.A.3 Transporte con el 43,10% (Ver Figura 41) de contribución al promedio histórico, influyendo directamente el comportamiento de las emisiones de la serie temporal, debido a que este sector tiende al alza por el incremento en el número de vehículos del sector de transporte terrestre, el cual representa cerca del 82,4% de la categoría.

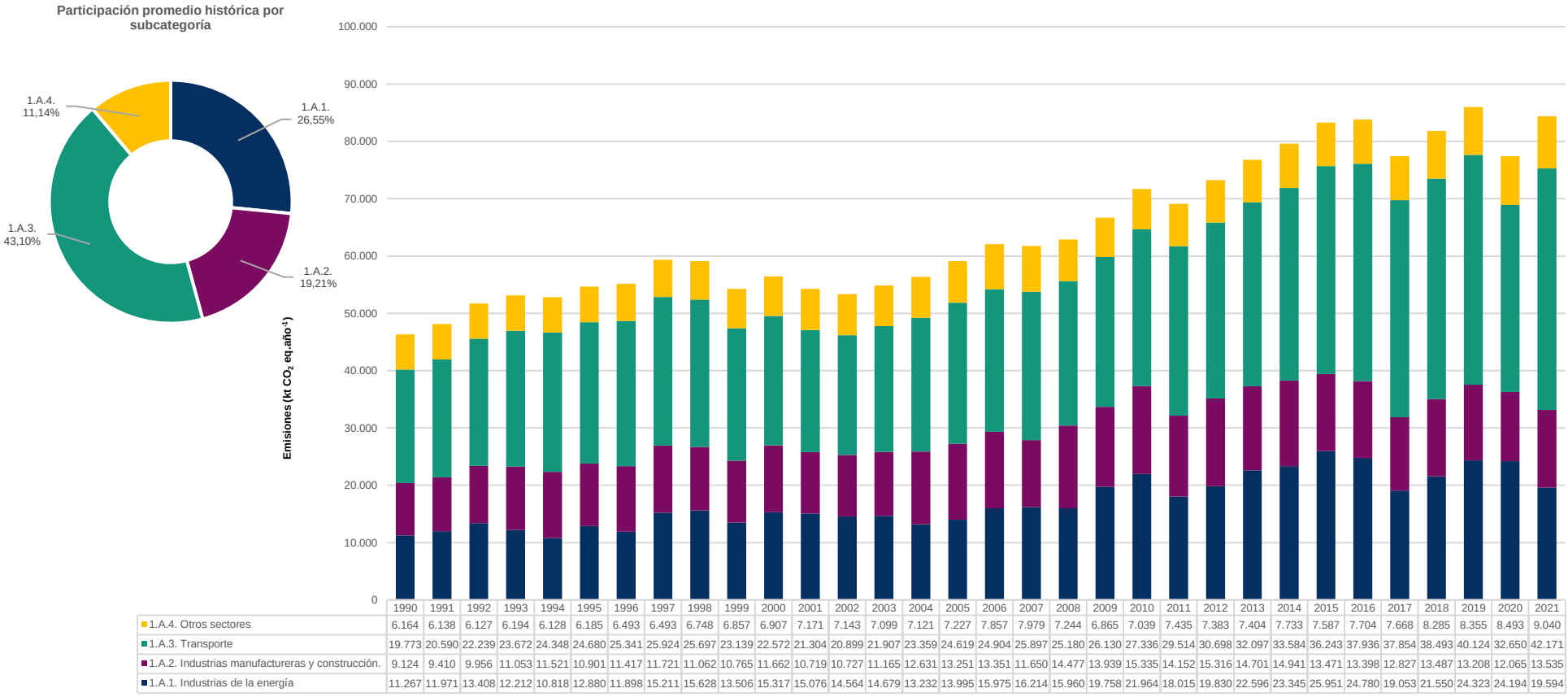
Dentro de las subcategorías no estimadas para la categoría 1.A. Actividades de quema de combustibles se encuentra que no se cuenta con el factor de emisión de N_2O para la producción de coque (1.A.1.c.i Manufactura de combustibles sólidos), sin embargo, dentro del Plan de Mejora se encuentra registrada una propuesta de actividad que permita llegar al cálculo de este gas en la subcategoría.

Tabla 26. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) - 1.A Actividades de quema de combustibles

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
1.A Actividades de quema de combustibles	46.329,07	54.645,91	56.458,43	59.093,86	71.674,88	83.252,27	77.402,08	84.339,24
1.A.1 Industrias de la energía	11.267,31	12.879,95	15.317,48	13.994,90	21.964,29	25.951,10	24.193,56	19.593,86
1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción	9.124,29	10.900,57	11.661,56	13.250,62	15.335,35	13.471,00	12.065,23	13.535,02

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
1.A.3 Transporte	19.773,25	24.680,47	22.571,97	24.619,43	27.336,34	36.243,21	32.650,08	42.170,60
1.A.4 Otros sectores	6.164,22	6.184,92	6.907,43	7.227,43	7.038,90	7.586,97	8.493,20	9.039,79

En la Figura 41 se aprecia una tendencia creciente de 1990 a 1998, seguido de decrecimiento de las emisiones en las industrias de la energía (1.A.1), industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2) y transporte (1.A.3) relacionado con la crisis hipotecaria presentada en 1999 (Roberto & Hernán, 2006). Posteriormente, en la vigencia 2011 y 2017 se evidencia una disminución de las emisiones, situación asociada a la crisis financiera de la época y para la vigencia 2020 se encuentra justificada en la desaceleración económica generada por el COVID 19.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.A.4. Otros sectores	6.164	6.138	6.127	6.194	6.128	6.185	6.493	6.493	6.748	6.857	6.907	7.171	7.143	7.099	7.121	7.227	7.857	7.979	7.244	6.865	7.039	7.435	7.383	7.404	7.733	7.587	7.704	7.668	8.285	8.355	8.493	9.040
1.A.3. Transporte	19.773	20.590	22.239	23.672	24.348	24.680	25.341	25.924	25.697	23.139	22.572	21.304	20.899	21.907	23.359	24.619	24.904	25.897	25.180	26.130	27.336	29.514	30.698	32.097	33.584	36.243	37.936	37.854	38.493	40.124	32.650	42.171
1.A.2. Industrias manufactureras y construcción.	9.124	9.410	9.956	11.053	11.521	10.901	11.417	11.721	11.062	10.765	11.662	10.719	10.727	11.165	12.631	13.251	13.351	11.650	14.477	13.939	15.335	14.152	15.316	14.701	14.941	13.471	13.398	12.827	13.487	13.208	12.065	13.535
1.A.1. Industrias de la energía	11.267	11.971	13.408	12.212	10.818	12.880	11.898	15.211	15.628	13.506	15.317	15.076	14.564	14.679	13.232	13.995	15.975	16.214	15.960	19.758	21.964	18.015	19.830	22.596	23.345	25.951	24.780	19.053	21.550	24.323	24.194	19.594

Figura 41. Tendencia de emisiones de GEI 1.A Actividades de quema de combustibles por subcategoría, 1990-2021

3.3.2 Comparación con el método de referencia

El método de referencia es un método top-down que utiliza los datos de oferta de energía para calcular las emisiones de CO_2 procedentes de la quema de combustibles fósiles. El método de referencia puede aplicarse de manera relativamente sencilla a partir de las estadísticas energéticas nacionales. La comparabilidad entre el método de referencia y los cálculos para la categoría 1.A en el inventario permite contar con dos estimaciones para las emisiones de CO_2 por quema de combustibles de manera independiente.

Para la realización del método de referencia, el BECO (UPME - Unidad de Planeación Minero Energética, 2018), se convierte en la principal fuente de información. El BECO consolida información de Oferta y Demanda Anual de los energéticos primarios y secundarios obtenidos en el país (UPME - Unidad de Planeación Minero Energética), 2018).

Metodología

La siguiente figura resume los pasos necesarios para realizar la estimación de las emisiones de CO_2 para un año determinado a través del método de referencia.

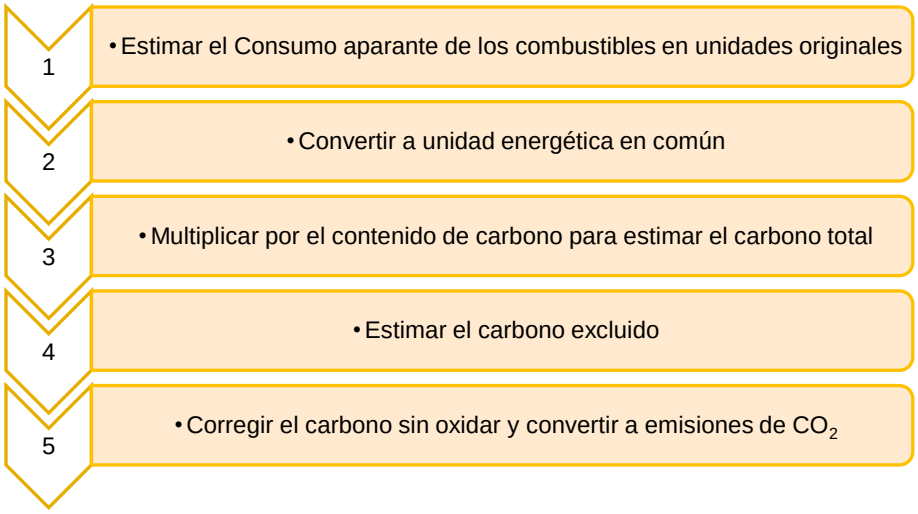


Figura 42. Metodología cálculo método de referencia

A continuación, se describe en que consiste cada uno de los pasos mencionados anteriormente.

Paso 1: Estimar el Consumo aparente de los combustibles.

El método de referencia parte de las estadísticas de producción, comercio internacional y cambio en stocks de los combustibles primarios y secundarios del país. Para la realización del método de referencia también es necesario identificar el uso de combustibles para uso no energéticos, donde el carbono puede ser emitido a través de actividades no relacionadas a la combustión.

El primer paso consiste en estimar el consumo aparente de los combustibles dentro del país, siendo necesario información sobre producción (solo para el caso de energéticos primarios), importación, exportación, búnkeres internacionales y cambios de stock. Teniendo en cuenta estas necesidades de información para el periodo 1990 – 2021, el BECO se convierte en la fuente principal de información para la aplicación de este método. Para evitar doble contabilidad es necesario distinguir entre los energéticos primarios y los secundarios, por su parte, el consumo aparente se estima dependiendo de la clasificación del energético.

- ***Consumo aparente de combustible primario***

El Cuadro 1 muestra la ecuación empleada para estimar el consumo aparente de combustibles primarios, siguiendo las Directrices del IPCC 2006:

Método de referencia

Ecuación 6.2: Ecuación consumo aparente de combustible primario(IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 6)

$$Consumo\ aparente_{combustible} = Producción_{combustible} + Importaciones_{combustible} - Exportaciones_{combustible} - Tanques\ internacionales_{combustible} - Cambio\ en\ las\ existencias_{combustible}$$

Dónde:
$\boldsymbol{Producción_{combustible}}$ = cantidad de combustible producido en el país (TJ).
$\boldsymbol{Importaciones_{combustible}}$= cantidad de combustible importado (TJ).
$\boldsymbol{Exportaciones_{combustible}}$ = cantidad de combustible exportado (TJ)
$\boldsymbol{Tanques\ internacionales_{combustible}}$ = cantidad de combustible almacenado en tanques internacionales (TJ)
$\boldsymbol{Cambio\ en\ las\ existencias_{combustible}}$= incrementos o reducciones netos de las existencias de combustibles (TJ)

Cuadro 1. Ecuación de estimación del consumo aparente de combustibles primarios

El consumo aparente total de energéticos primarios corresponderá a la suma de consumos aparentes de cada uno. Para el caso de la aplicación del método de referencia, los energéticos primarios considerados fueron: Petróleo, Gas natural y Carbón Mineral. La Figura 43 resume el consumo aparente anual de cada uno de los energéticos primarios a partir de la información del BECO.

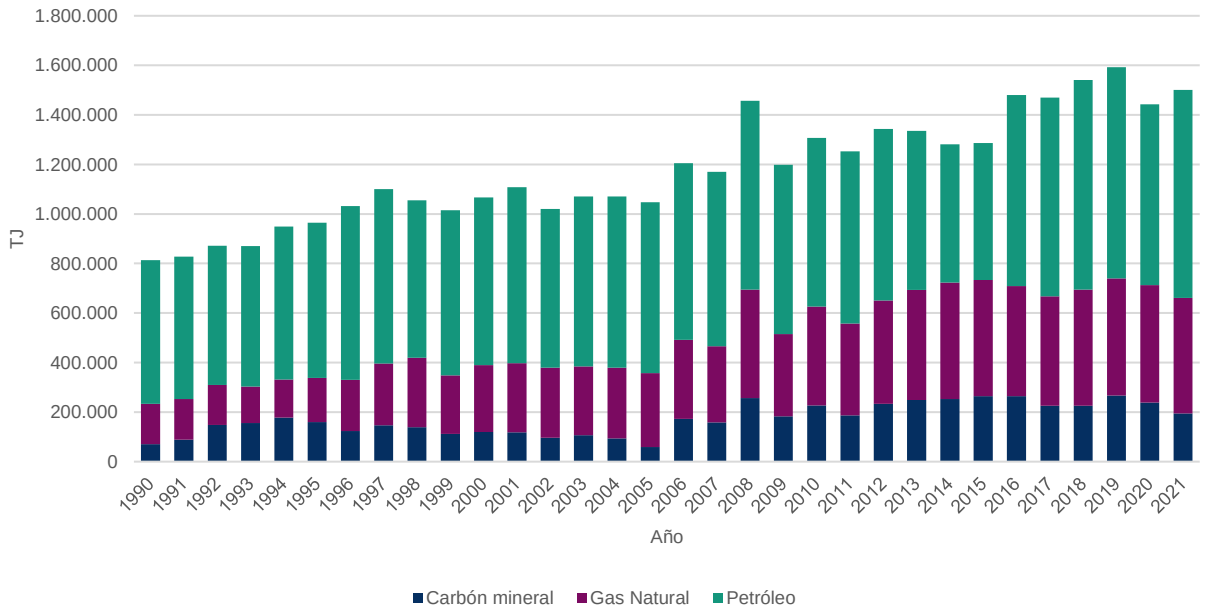


Figura 43. Consumo aparente de energéticos primarios

- ***Consumo aparente de combustible secundario***

El consumo aparente de combustibles secundarios debe ser sumado al consumo aparente de los primarios, el termino de producción para la determinación del consumo aparente para energéticos secundarios debe ser omitido porque el carbono en estos combustibles ya se contabiliza en el energético primario a partir del cual se deriva el combustible. El Cuadro 2 muestra la ecuación aplicada para el cálculo del consumo aparente de combustibles secundarios, siguiendo las Directrices del IPCC 2006:

Método de referencia

Ecuación 6.3: Ecuación consumo aparente de combustible secundario (IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 6)

$$Consumo\ aparente_{combustible} = Importaciones_{combustible} - Exportaciones_{combustible} - Tanques\ internacionales_{combustible} - Cambio\ en\ las\ existencias_{combustible}$$

Dónde:
$\boldsymbol{Importaciones_{combustible}}$= cantidad de combustible importado (TJ).

$Exportaciones_{combustible}$ = cantidad de combustible exportado (TJ)
$Tanques\ internacionales_{combustible}$ = cantidad de combustible almacenado en tanques internacionales (TJ)
$Cambio\ en\ las\ existencias_{combustible}$ = incrementos o reducciones netos de las existencias de combustibles (TJ)

Cuadro 2. Ecuación de estimación de consumo aparente de combustibles secundarios

Al aplicar la ecuación anterior es posible obtener valores negativos, esto indica que las exportaciones o el cambio de stock de este energético en el país aumentaron. Para el caso de este ejercicio se consideran como energéticos secundarios: Gasolina, Queroseno, Diesel, Fuel Oíl, GLP y Coque. La Figura 44 resumen el consumo aparente de los combustibles secundarios.

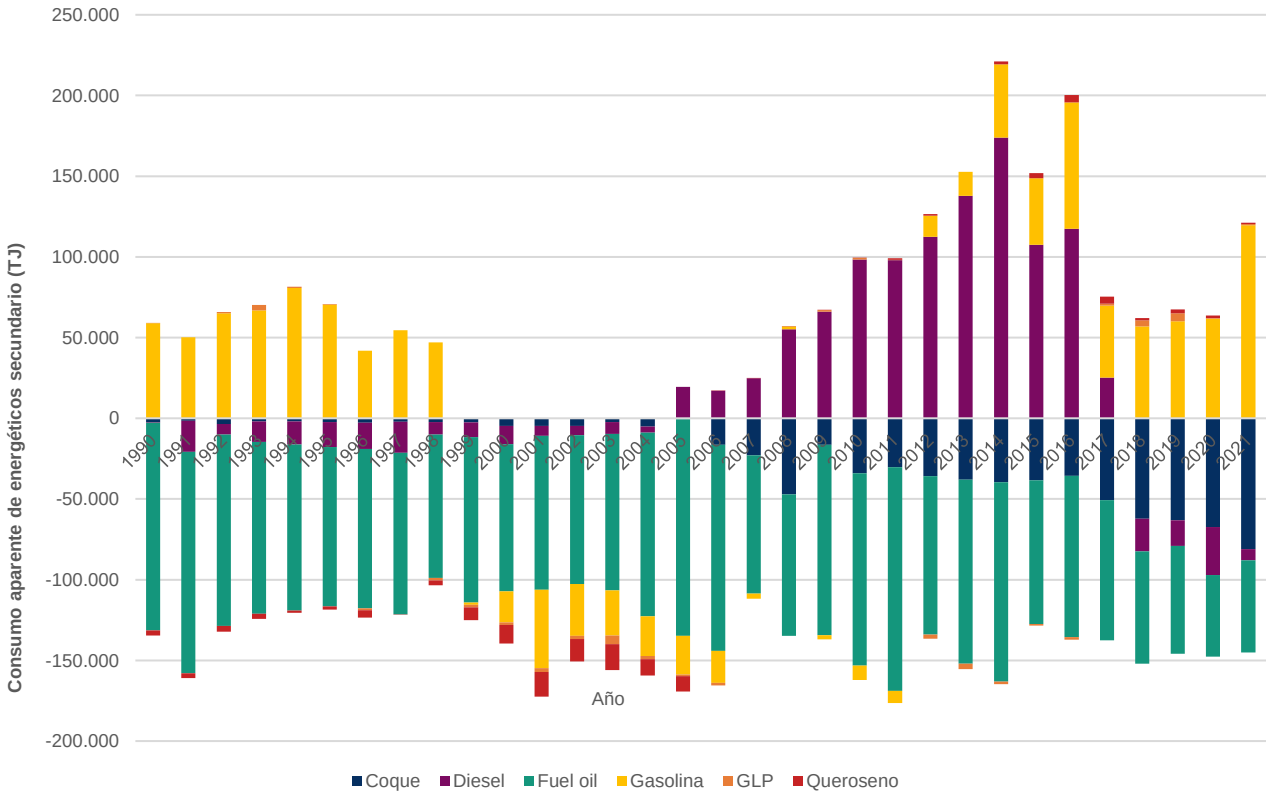


Figura 44. Consumo aparente de energéticos secundarios

Paso 2: Convertir a unidad energética común

El BECO ofrece la información de todos los energéticos en TJ, por tal motivo este paso no es necesario.

Paso 3: Multiplicar por el contenido de carbono total

El contenido de carbono del combustible para cada tipo de combustible primario y secundario se estimó siguiendo las Directrices del IPCC, que proporciona los factores por defecto de emisión de carbono sobre una base de valor calórico neto. La Tabla 27 resume los valores utilizados:

Tabla 27. Contenido de carbono por defecto – Guías IPCC

Combustible	Contenido de Carbono (Kg/GJ)
Petróleo	20.00
Gasolina Motor	18.90

Querosene	19.60
Diesel	20.20
Fuel Oíl	21.36
GLP	17.20
Carbón Mineral	25.80
Coque	29.20
Gas Natural	15.30

Paso 4: Carbono excluido

Este paso consiste en excluir del carbono total las cantidades que no corresponde a emisiones por quema de combustible, es decir, no corresponde a la Categoría 1.A. El carbono excluido puede ser emitido en otro sector del inventario o ser almacenado en productos manufacturados a partir combustibles. La mayoría de carbono tenido en cuenta en esta sección es usada como materia prima, reductores o usos no energéticos. Para la estimación del método de referencia identificar las fuentes de información para el carbón excluido puede ser la etapa que presenta mayor dificultad, a continuación, se presentan las diferentes fuentes de carbono excluido consideradas en la estimación:

- ***Gas natural usado para procesos en refinación***

Se ha identificado que parte importante del gas natural alimentado a la refinería es usado para procesos químicos dentro de la misma, principalmente para procesos de reformado con vapor donde se genera el hidrógeno usado como insumos en los diferentes procesos de refinación. La cantidad de gas usado en estos procesos es estimada como la diferencia entre la cantidad de Gas natural que es destinada a procesos de refinación reportada en el BECO y la cantidad de gas natural reportada por la empresa de hidrocarburos nacional usada para fines energéticos en la categoría 1.A.1.b.

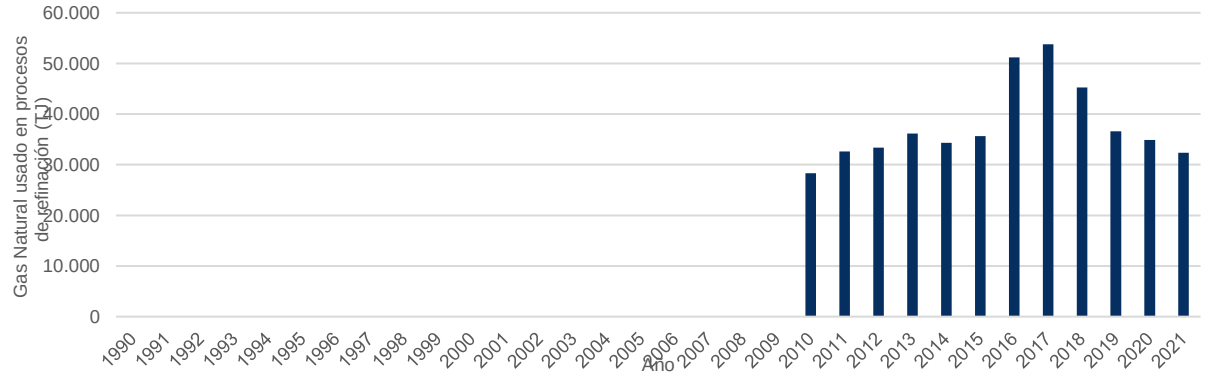


Figura 45. Estimación de Gas Natural usado en procesos de refinación

En la Figura 45 se visualiza que la información disponible solo permite obtener datos desde 2010 para el uso de Gas Natural en estos procesos.

- ***Otras Corrientes de Gas natural reportadas en el BECO***

Dentro de la información presentada en el BECO, se encuentran identificados los usos no energéticos del gas natural donde se tienen en cuenta los valores reportados en la categoría CT Centros Tratamiento de gas, los cuales hacen referencia a gas transformado en las facilidades e igualmente se incluye la fila de uso no energético. La Figura 46 resume estos valores:

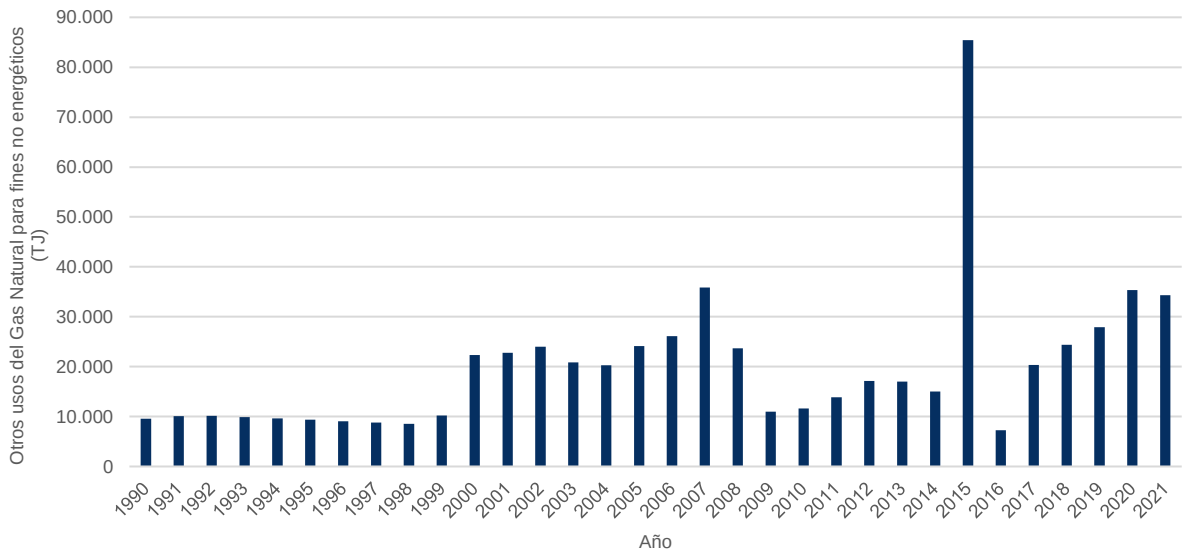


Figura 46. Otros usos del Gas Natural para fines no energéticos

- ***Productos derivados de la actividad de refinación***

Para este caso se considera la producción nacional de grasas lubricantes, asfalto, coque de petróleo que para el caso colombiano es exportado, etileno y la producción de negro de humo, estos datos se consultan en la encuesta anual manufacturera. En la Figura 47, se observa el comportamiento para cada uno de los energéticos.

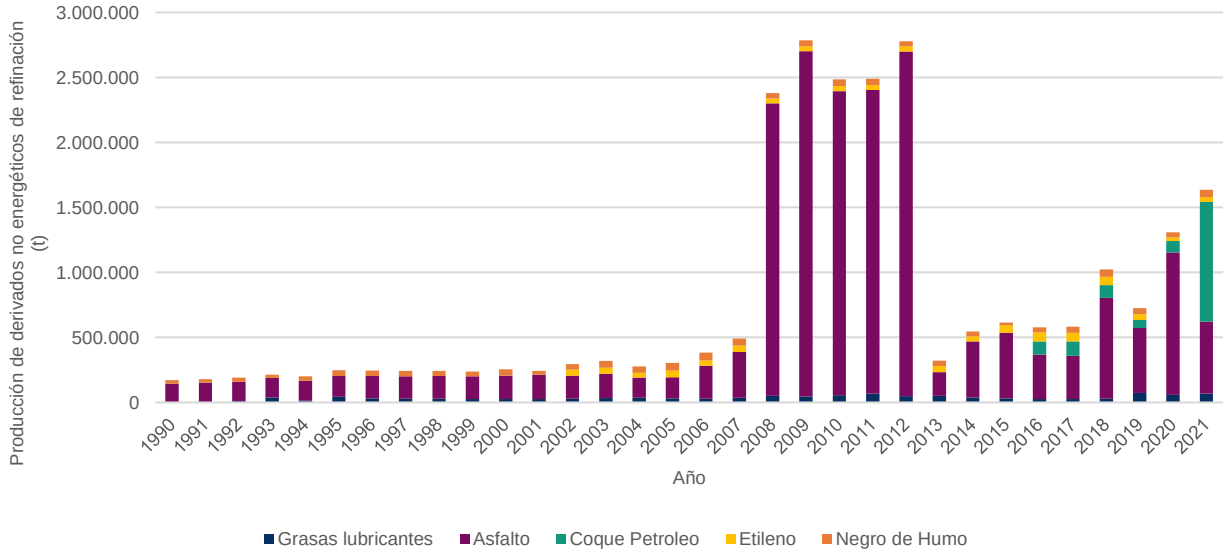


Figura 47. Productos no energéticos derivados de la actividad de refinación

- ***Otros usos de carbón***

Se tiene en cuenta la cantidad de carbón que ingresa a los procesos de elaboración de Coque de acuerdo con el BECO (Ver Figura 48). Se considera igualmente que a nivel nacional se da la producción de acero (Ver Figura 49) (se asume que el contenido de carbono de este es de 1%).

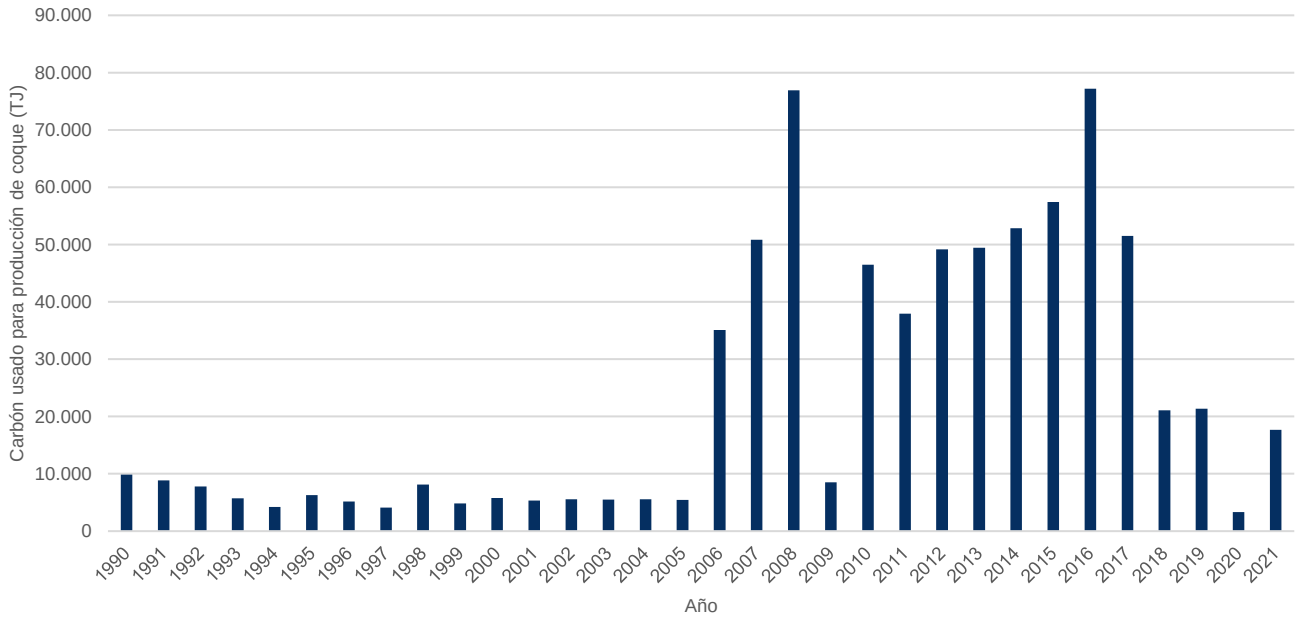


Figura 48. Carbón usado para producción de coque

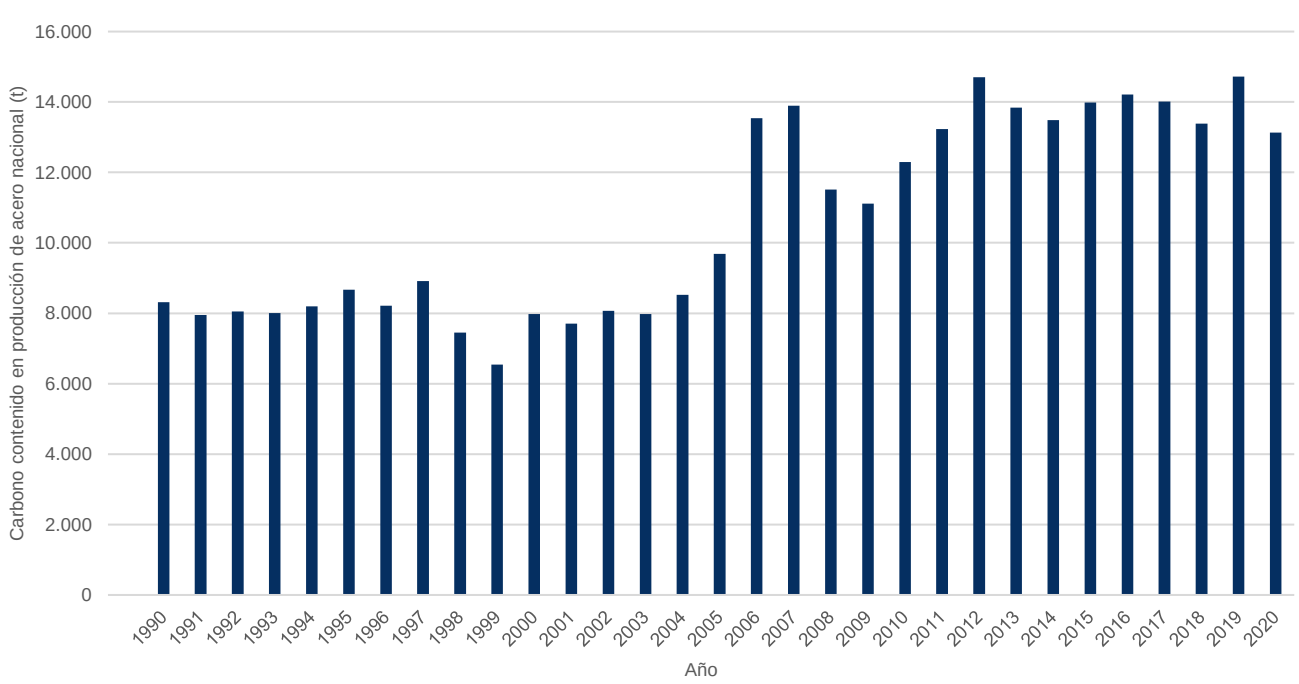


Figura 49. Carbono contenido en producción de acero nacional

Se identificó igualmente que para los procesos de reducción involucrados en la industria del ferroníquel se utiliza carbón, estas emisiones derivadas de este proceso (2.C.2), también son tenidas en cuenta a la hora de aplicar el método de referencia.

Paso 5: Corregir carbono sin oxidar y estimar las emisiones de CO_2

Una pequeña parte del carbono combustible que ingresa en la combustión escapa de la oxidación, pero la mayor parte de este carbono luego se oxida en la atmósfera. Dado que en Colombia no existe información específica al respecto, se usa un valor por defecto de 1, es decir, oxidación completa.

El Cuadro 3 muestra la ecuación para la estimación de emisiones por el método de referencia para un año determinado, la cual, se basa en la información recolectada durante los pasos anteriores:

Método de referencia

Ecuación 6.1: Ecuación emisiones de CO_2 procedentes de la quema de combustible a través del método de referencia. (IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 6)

$$Consumo\ aparente_{combustible} = Importaciones_{combustible} - Exportaciones_{combustible} - Tanques\ internacionales_{combustible} - Cambio\ en\ las\ existencias_{combustible}$$

$$\boldsymbol{Emisiones\ de\ CO2} = \sum \boldsymbol{todos\ los\ combustibles}\ [((Consumo\ aparente_{combustible} * Factor\ conv_{combustible} * CC_{combustible} * \mathbf{10^{-3}} - Carbono\ excluido_{combustible}) * FOC_{combustible} * 44/12]$$

Dónde:
$\boldsymbol{Consumo\ aparente_{combustible}}$= producción + importaciones – exportaciones – tanques de combustibles internacionales – cambio en las existencias (TJ).
$\boldsymbol{Factor\ conv_{combustible}}$ = factor de conversión para el combustible en unidades de energía (TJ) sobre una base de valor calórico neto
$\boldsymbol{Tanques\ internacionales_{combustible}}$ = cantidad de combustible almacenado en tanques internacionales (TJ)
$\boldsymbol{CC_{combustible}}$= Contenido de carbono (tonelada de C/TJ)
$\boldsymbol{Carbono\ excluido_{combustible}}$= carbono en la alimentación a procesos y uso no energético excluido del combustible
$\boldsymbol{FOC_{combustible}}$= Fracción de carbono que se oxida, normalmente el valor es 1, lo que refleja la oxidación completa. Se usan valores inferiores únicamente para justificar el carbono que queda retenido en forma indefinida en la ceniza o en el hollín.
44/12= relación del peso molecular del CO_2 al C.

Cuadro 3. Ecuación de estimación de emisiones de CO_2 procedentes de la quema de combustible a través del método de referencia.

La Figura 50 compara las emisiones estimadas por el método de referencia con aquellas de la categoría 1.A durante el periodo 1990-2021.

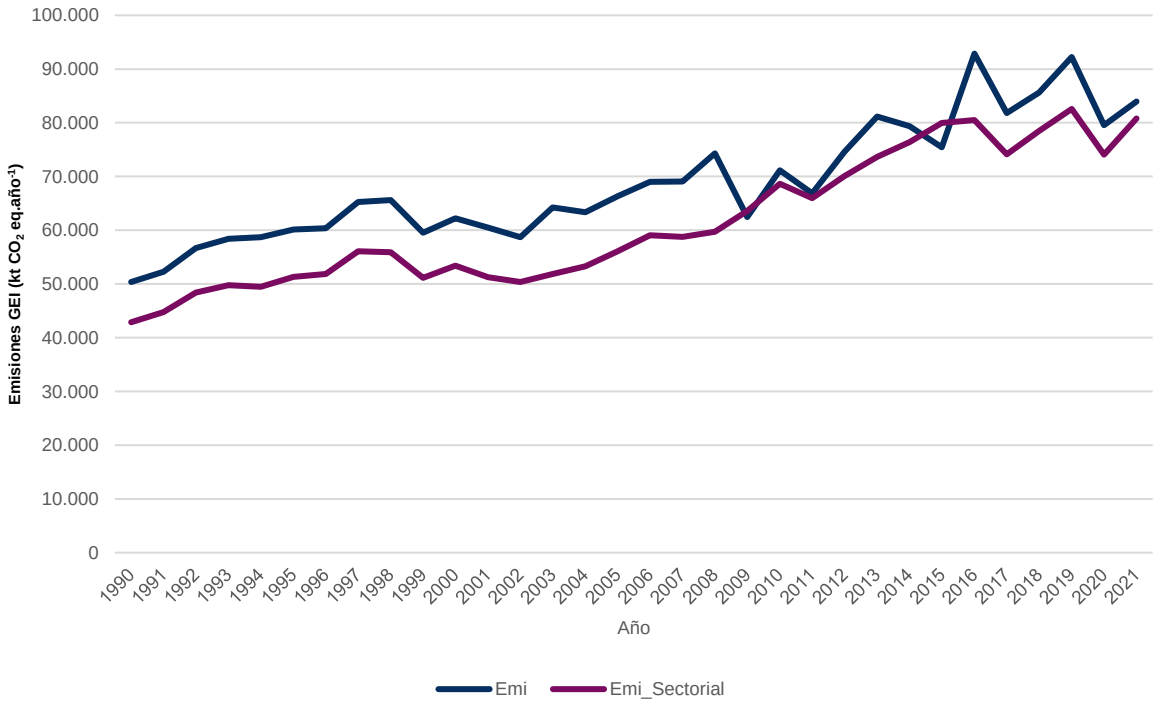


Figura 50. Comparación emisiones estimadas por el método de referencia con las emisiones de la categoría 1.A 1990-2021

La comparación de las emisiones permite identificar la diferencia existente entre el método de referencia y la categoría 1.A., asociado principalmente al uso de poderes caloríficos diferentes.

Adicionalmente, el Balance Energético Colombiano presenta algunas diferencias frente a la información empleada para los cálculos del Inventario. Parte de la información insumo para el Inventario proviene directamente de entidades que no necesariamente son las mismas consultadas por la UPME para la realización del BECO. Adicionalmente, en este balance energético se identifican para algunos energéticos diferencias considerables entre la denominada “oferta interna para consumo final” y el “consumo final”. La UPME adelanta trabajos para desarrollar este balance de acuerdo con las recomendaciones IRES (Recomendaciones Internacionales para las Estadísticas de Energía).

3.3.3 Bunker internacional (CRT. 1.D)

En el sector de energía se estiman las emisiones de bunkers internacionales que corresponden a los gases generados por el consumo de combustible de vuelos internacionales y navegación marítima internacional los cuales son reportados como elemento informativo y tal como se establece por parte de las directrices del IPCC 2006 (Harnisch et al., 2006) por el momento, todas las emisiones que provienen de estos combustibles deben excluirse de los totales nacionales, y declararse por separado.

- La primera subcategoría 1.A.3.a.i Aviación internacional corresponde a las emisiones de vuelos que salen de un país y llegan a otro. Estas emisiones no se contemplan dentro del inventario nacional.
- La segunda categoría 1.A.3.d Navegación marítima y fluvial internacional corresponde a las emisiones de transporte marítimo y fluvial que salen de un país y llegan a otro. Estas emisiones no se contemplan dentro del INGEI.

En la subcategoría de combustibles bunker las mayores emisiones están representadas por la subcategoría 1.A.3.a.i Aviación internacional que en el año 1990 tuvo emisiones de 119,3 kt CO_2 eq y en el año 2021 alcanzó 296,6 kt CO_2eq, lo que equivale a una tasa de crecimiento anual compuesta del 2,98%, estas emisiones tienen un comportamiento ascendente lo cual se puede observar en la Figura 51 asociado a un aumento en la cantidad de vuelos reportados por parte de la Aerocivil. En el año 2020 las emisiones

de gases descendieron a causa de la pandemia que llevó a que la cantidad de vuelos reportados fueran menores (Sbarbati, 2021)

Para la subcategoría de aviación internacional Figura 51, la mayor cantidad de gases está dada por el CO_2 que representa el 99,38% de las emisiones totales, alcanzando para el año 2021 un valor de 294,86 kt CO_2eq, seguido del N_2O que para el mismo año se emitieron 1,57 kt CO_2eq lo que equivale al 0,53% de las emisiones para ese año, finalmente las emisiones de CH_4 representa el 0,09% con 0,26 kt CO_2eq como se observa en la Figura 52.

En cuanto a la segunda subcategoría de Navegación marítima y fluvial internacional Figura 53 se ve en la en el año 1990 se tuvo un valor de 138,28 kt CO_2eq y en el 2021 con 120,71 kt CO_2eq lo cual representa una disminución de 0,44%, esto se debe a un cambio en los datos de actividad como se describe en la sección 0 Subcategoría 1.A.3.d Navegación marítima y fluvial. En cuanto a la mayor cantidad de gases se ve representado por el CO_2 que abarca el 98,91% de las emisiones con un valor de 119,40 kt CO_2eq, seguido del N_2O con 0,95 kt CO_2eq con una representatividad del 0,8% y finalmente el CH_4 representa el 0,3% con 0,35 kt CO_2eq como se observa en la Figura 53.

Las emisiones bunker para las dos subcategorías descritas anteriormente representan un total de 257,66 kt CO_2eq para el año 1990 y para el año 2021 se tiene un valor de 417,41 kt CO_2eq como se ve en la Tabla 28 lo cual representa una tasa de crecimiento anual compuesta del 1,57%.

Tabla 28. Emisiones de GEI (kt CO_2eq)- 1.D.1 Bunker Internacional

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
1.D.1.a Aviación internacional	119,38	189,02	174,87	200,88	263,25	541,24	179,38	296,69
1.D.1.b Navegación internacional	138,29	247,81	315,12	511,61	44,59	453,26	107,67	120,72

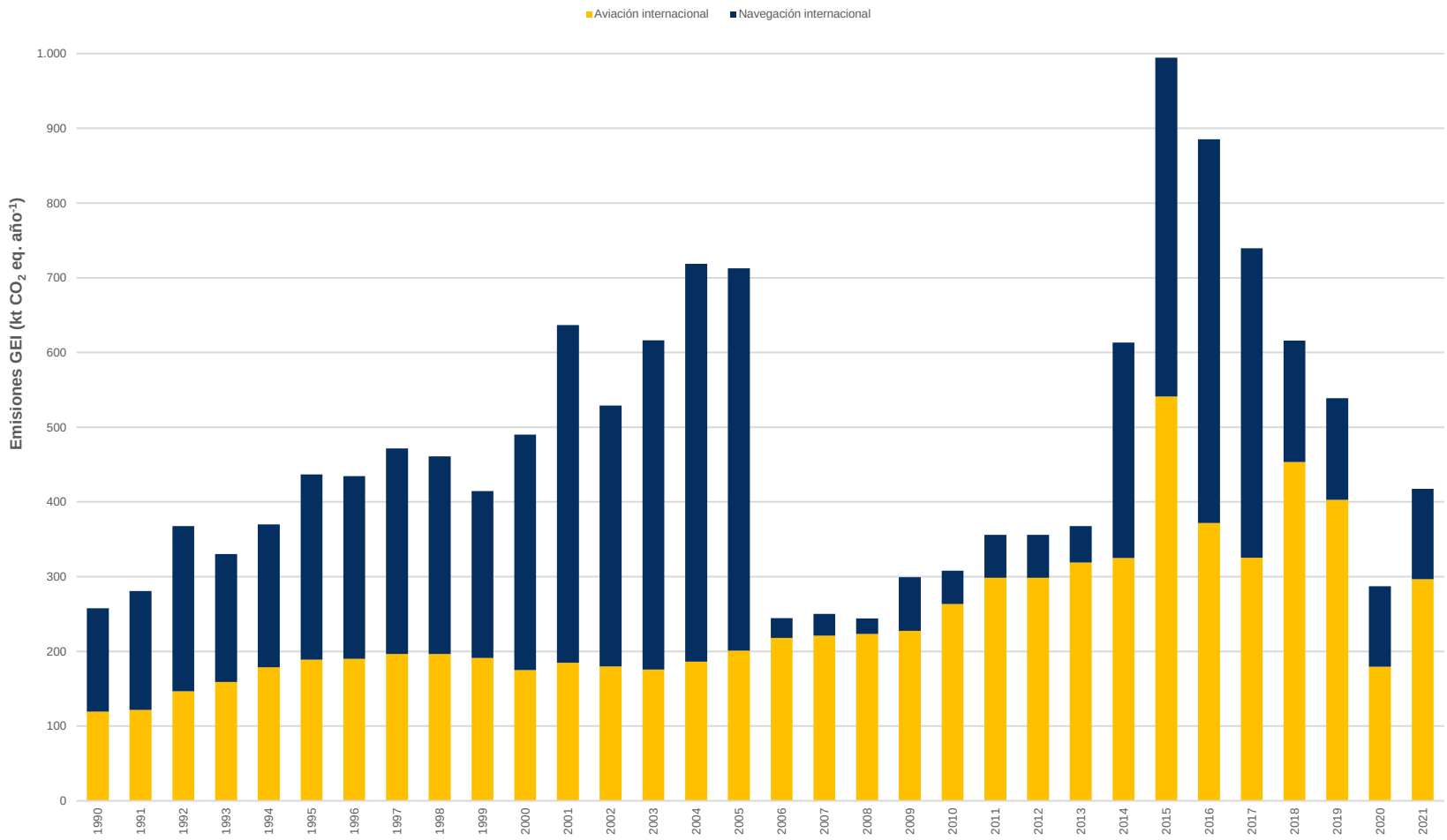
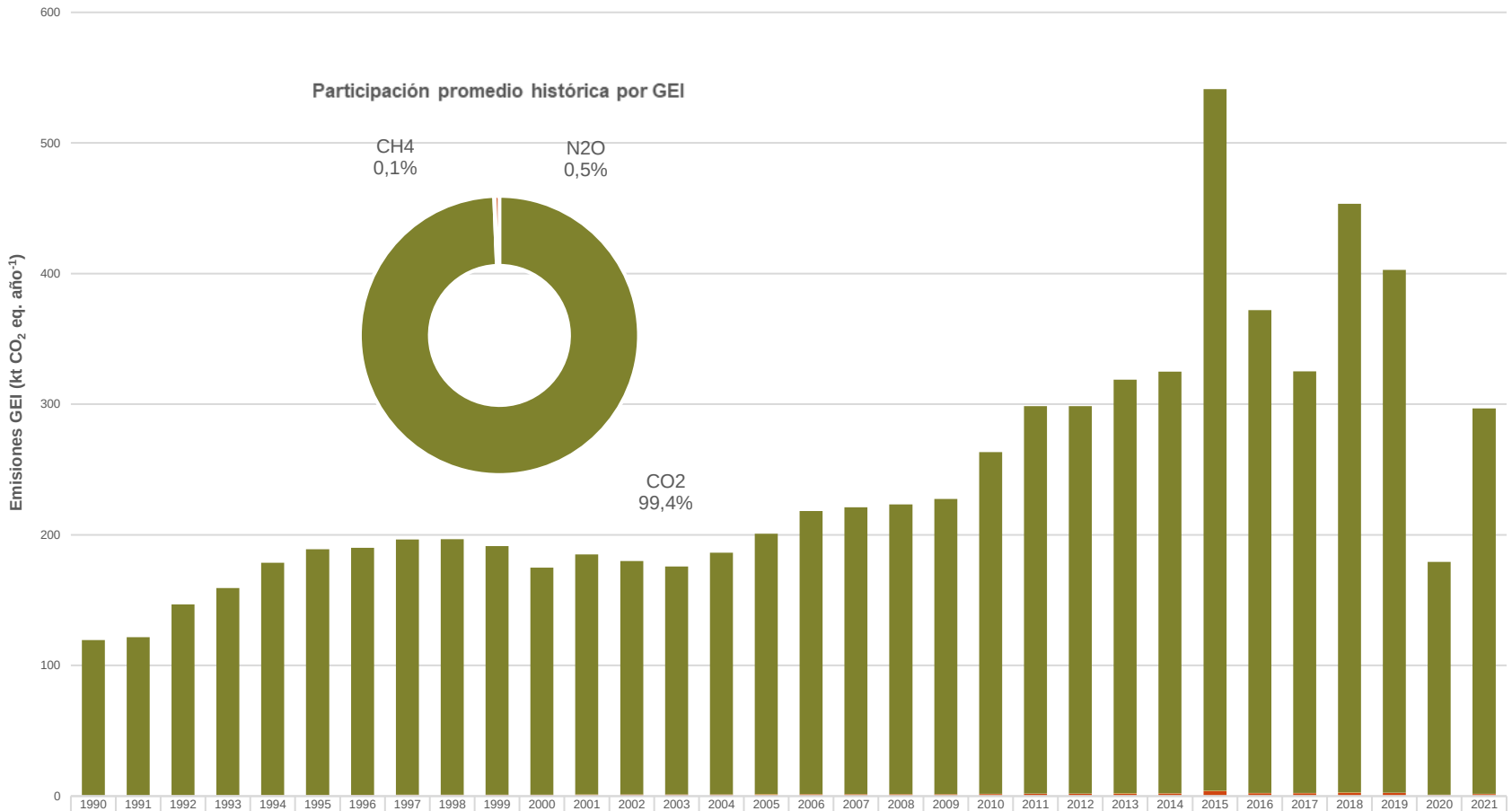
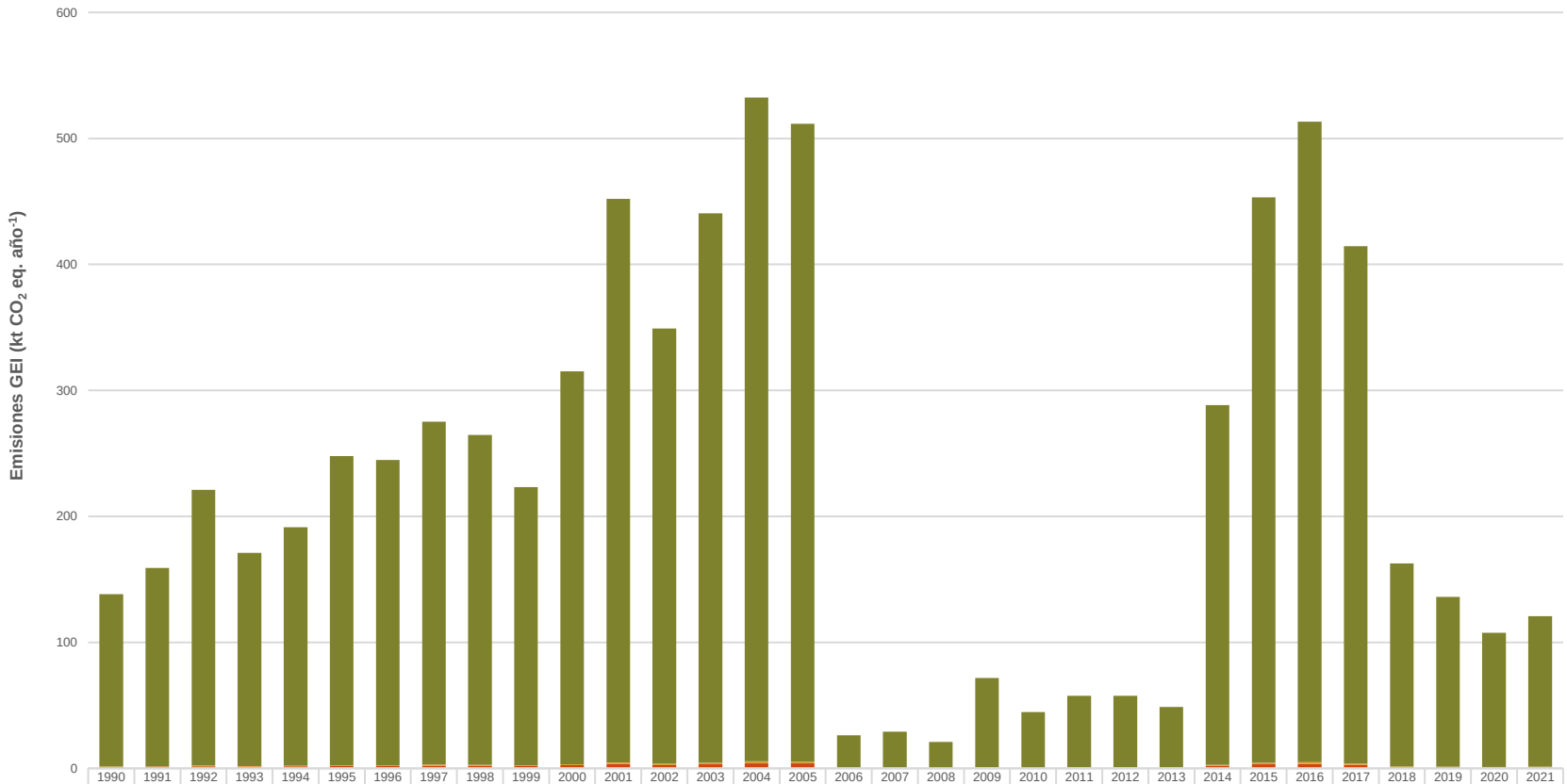


Figura 51. Tendencia de las emisiones de la subcategoría Emisiones Bunker (1990-2021)



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	118,9	121,18	146,18	158,56	177,9	188,16	189,05	195,39	195,5	190,23	173,75	183,77	178,62	174,44	184,93	199,47	216,63	219,47	221,78	226	261,55	296,52	296,52	316,78	322,83	537,04	369,52	322,79	450,53	400,27	178,34	294,86
CH4	0,3224	0,3162	0,3315	0,3348	0,3447	0,346	0,3384	0,336	0,3276	0,3142	0,2901	0,2911	0,2778	0,2654	0,2519	0,2568	0,2777	0,2729	0,2618	0,238	0,2637	0,292	0,292	0,2933	0,2814	0,4456	0,3215	0,2849	0,3905	0,3356	0,1603	0,2591
N2O	0,1492	0,1426	0,2299	0,3209	0,4245	0,5118	0,5822	0,6624	0,7314	0,7908	0,83	0,9168	0,9763	1,0377	1,0901	1,1535	1,3184	1,2972	1,2987	1,3132	1,4382	1,6407	1,6407	1,8053	1,8565	3,7595	2,1506	2,1197	2,4375	2,2888	0,8813	1,5732

Figura 52. Tendencia de las emisiones de la subcategoría aviación internacional por GEI 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	136,8	157,39	218,74	169,1	189,25	245,19	242,08	272,14	261,67	220,82	311,78	447,12	345,34	435,9	526,77	506,23	25,878	28,679	20,69	70,961	44,097	56,933	56,933	48,317	285,62	448,92	508,41	410,38	161,06	134,58	106,5	119,41
CH4	0,4015	0,4554	0,6211	0,4999	0,5583	0,7077	0,7118	0,7887	0,764	0,65	0,9002	1,2911	0,9849	1,2274	1,4959	1,4526	0,0778	0,0862	0,0622	0,2133	0,1323	0,1707	0,1707	0,1412	0,7449	1,1728	1,3228	1,0655	0,4433	0,3851	0,3156	0,3539
N2O	1,0857	1,2315	1,6796	1,3519	1,5097	1,9136	1,9248	2,1326	2,0659	1,7577	2,4342	3,4914	2,6632	3,3191	4,0451	3,9279	0,2103	0,2331	0,1682	0,5768	0,3579	0,4616	0,4616	0,3819	2,0142	3,1712	3,5771	2,8813	1,1987	1,0414	0,8533	0,957

Figura 53. Tendencia de las emisiones de la subcategoría navegación internacional 1990-2021

3.3.4 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que no posee los datos requeridos para estimaciones de emisiones de GEI a 2022 en el sector transporte. Debido a que no se cuenta con la información completa de los consumos de combustible en el parque automotor terrestre, razón por la cual se incluye dentro del plan de mejora para las flexibilidades en el capítulo 9 del presente reporte.

Así mismo, para algunas subcategorías (1.A.2.g.i, 1.A.2.g.ii, 1.A.2.g.iii, 1.A.2.g.iv, 1.A.2.g.v) de las industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2), no se cuenta con información histórica sobre los consumos de combustibles para toda la serie de tiempo (1990-2005/1990-2009), razón por la que también se establece un plan de mejora para optimizar la exhaustividad del inventario, disponible en el capítulo 9 del presente reporte.

3.3.5 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

A continuación, se presenta el análisis de incertidumbre para las subcategorías de 1.A. Actividades de quema de combustible:

3.3.5.1 *1.A.1 Industrias de la energía*

En la Tabla 29 se presentan los resultados de incertidumbre para la subcategoría 1.A.1. Para el período 1990-2021 la incertidumbre promedio es de ±16,61%. En el año 1990 la incertidumbre fue de ±27,18% y en el año 2021 fue de ±5,98%con una reducción de 78,00%. Esta reducción en la incertidumbre se atribuye principalmente a una mejora en la calidad de los datos de actividad. Esto se refleja especialmente con la validación de los datos de actividad en años recientes, por ejemplo, los datos de gasolina para motores pasaron de tener 50% de incertidumbre para el periodo 1990-2009 a 10% en el periodo 2010-2021.

Por tipo de GEI el CO_2, CH_4 y N_2O tienen incertidumbres promedio de 16,64%, 50,12 % y 84,14 %, respectivamente. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre fue 1.A.1.c con un valor de ±13,13%. Para la subcategoría 1.A.1. la incertidumbre del año 2021 está influenciada por la incertidumbre de los factores de emisión de las subcategorías.

Tabla 29. Resultados de incertidumbre - Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
1.A.1. Industrias de la energía	TODOS	27,18	27,79	25,14	23,89	8,94	5,61	5,80	5,98	NA[4]
	CO_2	27,23	27,84	25,17	23,93	8,95	5,62	5,82	5,99	NA
	CH_4	55,84	56,15	56,08	52,07	45,75	43,65	44,62	42,86	NA
	N_2O	102,45	108,78	83,10	88,98	71,85	82,44	96,38	79,83	NA
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor	TODOS	40,47	41,05	40,14	40,00	6,96	6,43	7,28	7,44	FE
	CO_2	40,57	41,16	40,23	40,10	6,97	6,45	7,29	7,45	NA
	CH_4	85,36	84,03	95,69	88,99	76,60	63,86	75,96	76,21	NA

[4] Para determinar la influencia del DA (Dato de Actividad) o FE (Factor de Emisión) en la incertidumbre, se consideran sus rangos de incertidumbre para cada subcategoría. Por esta razón, se coloca "NA" (No Aplica) cuando el rango del gas ya ha sido tomado en cuenta.

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
como actividad principal	N_2O	123,97	125,89	113,77	120,87	104,13	105,94	118,98	111,82	NA
1.A.1.b. Refinación del petróleo	TODOS	45,11	39,97	44,66	40,50	22,00	9,08	7,29	7,34	FE
	CO_2	45,16	40,02	44,71	40,54	22,02	9,09	7,29	7,34	NA
	CH_4	85,91	81,29	85,54	81,38	102,89	104,22	83,42	83,97	NA
	N_2O	79,81	74,52	79,50	74,53	102,89	104,22	83,38	83,93	NA
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	TODOS	35,08	39,87	41,43	39,20	19,52	12,47	13,18	13,13	FE
	CO_2	35,11	39,91	41,48	39,25	19,55	12,49	13,20	13,15	NA
	CH_4	96,55	95,40	102,06	96,20	65,54	67,90	63,70	63,08	NA
	N_2O	92,74	93,00	94,20	92,83	69,21	72,97	68,02	67,24	NA

En la Figura 54 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías y su estimación por GEI, sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 1A1c_CO_2 es la más sensible con una contribución del 81%, seguido por la subcategoría 1A1a_CO_2 que contribuye en un 19% a la incertidumbre total de la subcategoría 1A1 debido a que presentan las mayores emisiones.

Las emisiones de la subcategoría 1A1c_CO_2 tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la subcategoría 1.A.1, contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±0,38% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±5,98%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 5,60% y 6,37%.

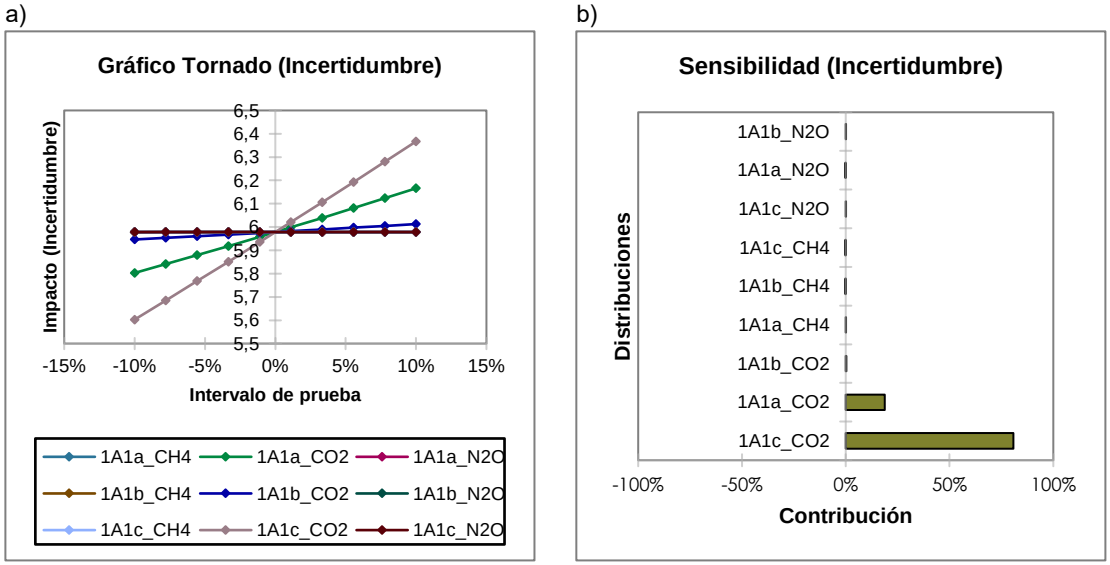


Figura 54. a) Grafico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de industrias de la energía (1A1) para el 2021

3.3.5.2 *1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción*

En la Tabla 30 se muestran los resultados de incertidumbre para la subcategoría 1.A.2. Durante el periodo de 1990 a 2021, la incertidumbre promedio es de ±21,40 %, siendo en el año 1990 de ±24,07% y en el año 2021 de ±17,14%, con una reducción de 28,82%. Esta reducción en la incertidumbre se atribuye principalmente a una mejora en la calidad de los datos de actividad. Esto se refleja especialmente con la validación de los datos de actividad en años recientes, por ejemplo, los datos de Diesel Oil pasaron de tener 75% de incertidumbre para el periodo 1990-2008 a 50% en el periodo 2009-2021.

Por tipo de GEI el CO_2, CH_4 y N_2O tienen incertidumbres promedio de 21,64%, 104,86 % y 64,34 %, respectivamente. Para la subcategoría 1.A.2. la incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada por las incertidumbres de los factores de emisión empleados. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre fue la 1.A.2.f con un valor de ±41,64%.

Tabla 30. Industrias manufactureras y de la construcción (subcategoría 1.A.2)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
1.A.2. Industrias manufactureras y construcción.	TODOS	24,07	22,33	25,22	27,54	16,12	17,01	17,55	17,14	NA
	CO_2	24,44	22,54	25,46	27,78	16,28	17,23	17,78	17,36	NA
	CH_4	115,24	90,04	93,60	95,72	102,71	124,13	119,63	119,31	NA
	N_2O	71,66	56,20	56,86	59,80	58,28	74,46	71,58	70,63	NA
1.A.2.a. Hierro y acero	TODOS	48,65	48,59	55,18	49,91	34,15	34,47	34,37	35,93	FE
	CO_2	48,86	48,79	55,42	50,11	34,25	34,58	34,48	36,06	NA
	CH_4	72,43	74,83	75,71	70,20	83,71	71,68	79,62	80,74	NA
	N_2O	110,14	112,63	125,48	120,61	115,43	121,81	123,09	127,73	NA
1.A.2.b. Metales no ferrosos	TODOS	24,95	24,95	24,95	24,95	5,00	4,99	5,00	5,00	NA
	CO_2	24,98	24,98	24,98	24,98	5,00	5,00	5,00	5,00	NA
	CH_4	117,07	117,07	117,07	117,07	114,49	113,79	114,41	114,41	NA
	N_2O	116,79	116,79	116,79	116,79	114,21	98,07	111,51	111,54	NA
	TODOS	43,75	42,53	46,00	49,22	33,95	34,70	35,04	35,27	FE
	CO_2	43,95	42,89	46,34	49,53	34,04	34,82	35,33	35,55	NA
	CH_4	72,36	88,04	85,97	83,94	81,42	66,76	116,10	114,85	NA
	N_2O	87,90	82,51	96,26	93,91	119,47	121,06	79,82	79,45	NA
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	TODOS	62,57	59,50	59,13	57,61	39,07	37,07	37,12	37,00	FE
	CO_2	63,05	59,91	59,55	57,98	39,23	37,21	37,25	37,14	NA
	CH_4	92,34	76,89	78,08	78,55	78,54	85,69	84,82	84,77	NA
	N_2O	100,79	101,12	99,79	103,86	129,65	130,02	129,81	129,73	NA
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	TODOS	35,83	36,84	37,91	41,85	34,61	33,23	34,83	34,83	FE
	CO_2	38,09	38,09	39,20	43,19	35,74	34,98	36,42	36,40	NA
	CH_4	134,98	131,19	130,66	130,99	125,67	135,65	134,35	134,34	NA
	N_2O	102,43	95,62	94,68	94,29	88,66	100,39	97,55	97,44	NA
1.A.2.f. Minerales no metálicos	TODOS	50,74	49,46	56,85	59,80	33,38	40,67	41,29	41,64	FE
	CO_2	50,95	49,66	57,08	60,05	33,55	40,84	41,46	41,81	NA
	CH_4	66,67	65,41	80,61	88,84	57,77	83,99	85,71	86,47	NA
	N_2O	123,88	121,79	136,76	140,35	94,07	128,26	131,86	132,06	NA
1.A.2.g. Otros	TODOS	39,64	39,90	44,82	39,41	24,48	24,15	23,04	23,18	FE
	CO_2	39,79	40,05	44,99	39,54	24,58	24,23	23,13	23,27	NA

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
	CH_4	66,62	73,48	76,77	78,30	43,32	65,74	60,00	60,36	NA
	N_2O	101,59	102,23	114,46	107,34	94,56	87,87	84,16	83,94	NA

En la Figura 55 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 1A2f_CO_2 es el más sensible con una contribución del 82% a la incertidumbre total, Las emisiones de la subcategoría 1A2f_CO_2 tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 1.A.2, contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±1,04% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±17,14%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 16,12% y 18,20%. Seguido por la subcategoría 1A2e_CO_2 que contribuye el 12% con un rango de variación que produce un cambio del ±0,33% en la incertidumbre, los cuales inciden de manera significativa sobre la incertidumbre de la subcategoría 1.A.2.

a) b)

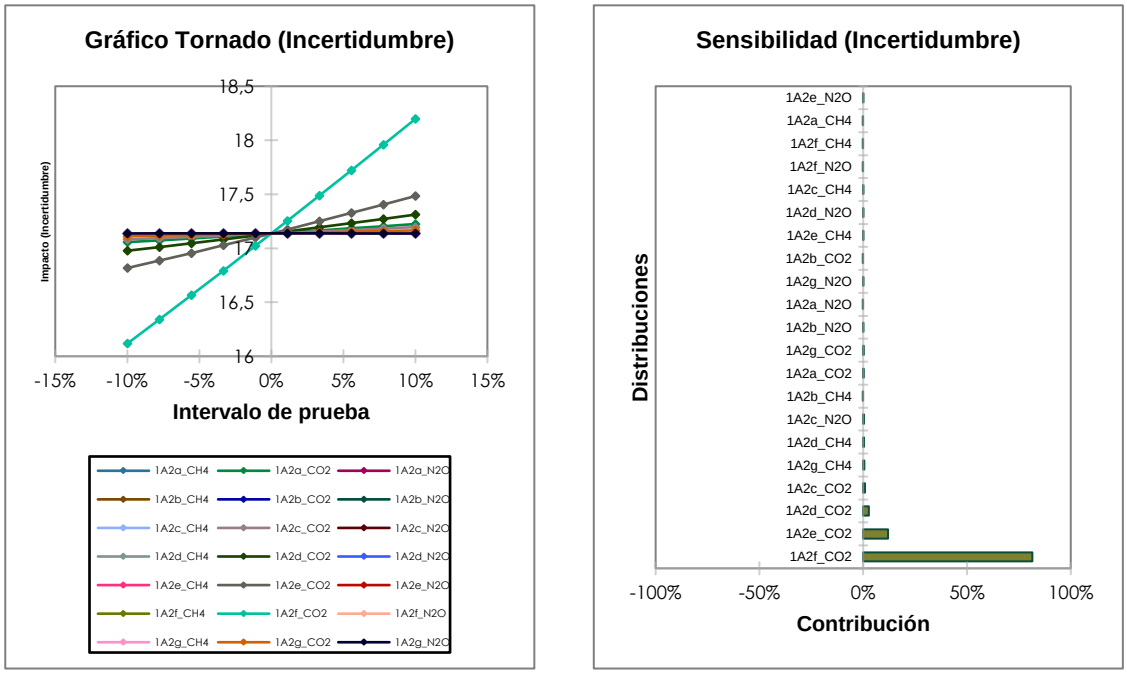


Figura 55. a) Grafico de Tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de industrias de la energía (1A2) para el 2021.

3.3.5.3 *1.A.3 Transporte*

En la Tabla 31 se presentan los resultados de incertidumbre para la subcategoría 1.A.3. Para el período 1990-2021 la incertidumbre promedio es de ±17,14%. Durante el año 1990 la incertidumbre fue de ±26,74% y en el año 2021 fue de ±4,85%, con una reducción de 21,88 puntos porcentuales. Esta reducción en la incertidumbre se atribuye principalmente a una mejora en la calidad de los datos de actividad. Esto se refleja especialmente con la validación en años recientes, por ejemplo, los datos de gasolina para motores

pasaron de tener 50% de incertidumbre para el periodo 1990-2009 a 10% en el periodo 2010-2021 por la confiabilidad en la recolección de consumos de combustible.

Por tipo de GEI el CO_2, CH_4 y N_2O tienen incertidumbres promedio de 17,50%, 79,64% y 51,50 %, respectivamente. Para la categoría 1.A.3. la incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada por las incertidumbres de los factores de emisión empleados. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre fue 1.A.3.c con un valor de ±85,78%.

Tabla 31. Resultados de incertidumbre - Transporte (subcategoría 1.A.3)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
1.A.3. Transporte	TODOS	26,74	25,83	24,13	22,53	5,10	5,03	4,86	4,85	NA
	CO_2	27,30	26,36	24,62	23,01	5,14	5,07	4,89	4,89	NA
	CH_4	98,78	99,71	96,77	79,41	63,42	61,83	58,11	61,42	NA
	N_2O	58,92	58,36	55,27	55,88	44,63	45,54	43,83	44,39	NA
1.A.3.a. Aviación nacional	TODOS	39,51	41,66	39,70	39,20	20,33	20,83	21,55	20,93	FE
	CO_2	39,67	41,83	39,87	39,38	20,41	20,91	21,63	21,02	NA
	CH_4	95,60	95,95	95,70	96,79	97,38	100,37	100,78	101,66	NA
	N_2O	91,16	91,68	89,58	91,19	89,91	72,21	76,09	73,94	NA
1.A.3.b. Transporte por carretera	TODOS	29,71	29,30	27,86	26,69	5,42	5,24	5,23	5,20	FE
	CO_2	30,35	29,92	28,42	27,22	5,45	5,27	5,27	5,24	NA
	CH_4	100,98	102,23	99,93	82,97	70,13	68,79	64,53	65,83	NA
	N_2O	67,26	67,51	66,90	69,87	55,02	53,08	50,86	52,87	NA
1.A.3.c. Ferrocarriles	TODOS	82,17	76,00	77,41	85,78	85,78	85,78	85,78	85,78	FE
	CO_2	88,71	81,35	83,03	92,97	92,97	92,97	92,97	92,97	NA
	CH_4	126,17	116,14	117,92	127,92	127,92	127,92	127,92	127,92	NA
	N_2O	148,89	148,76	148,87	149,33	149,33	149,33	149,33	149,33	NA
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	TODOS	51,92	51,95	54,60	57,06	20,50	17,36	21,35	21,03	FE
	CO_2	52,47	52,50	55,19	57,67	20,71	17,52	21,56	21,24	NA
	CH_4	93,23	97,31	107,57	115,81	107,62	79,72	113,42	111,48	NA
	N_2O	99,66	101,84	109,73	116,61	108,76	87,01	113,92	112,13	NA
1.A.3.e. Otro transporte	TODOS	72,10	72,10	72,10	72,10	18,64	18,62	16,95	18,51	FE
	CO_2	78,69	78,69	78,69	78,69	19,11	19,04	17,23	18,88	NA
	CH_4	118,99	119,02	119,03	119,02	136,71	126,91	131,06	115,82	NA
	N_2O	115,60	115,60	115,60	115,60	85,44	86,34	85,84	87,00	NA

En la Figura 56 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 1A3b_CO_2 es el más sensible con una contribución del 96% a la incertidumbre total debido a que presentan las mayores emisiones e incertidumbres. Las emisiones de la subcategoría 1A3b_CO_2 tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 1.A.3 contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±0,38% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±4,85%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 4,48% y 5,24%.

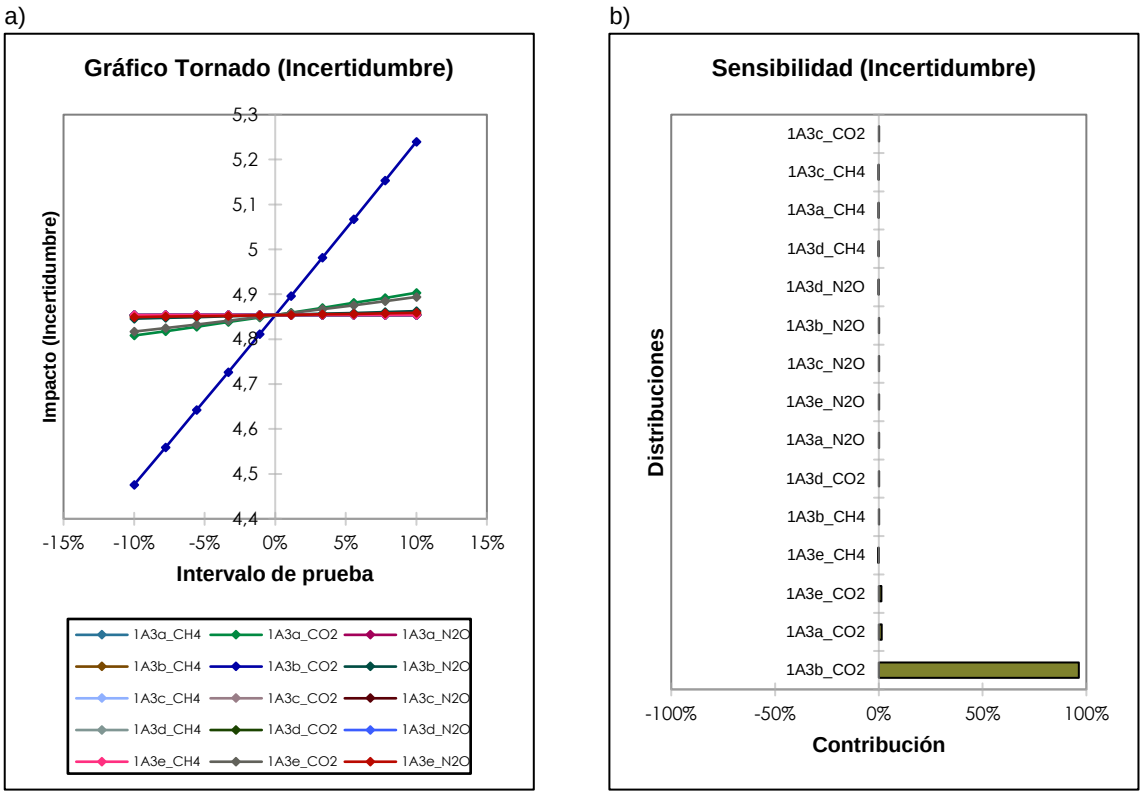


Figura 56. a) Grafico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de industrias de la energía (1A3) para el 2021

3.3.5.4 *1.A.4 Otros sectores*

En la Tabla 32 se presentan los resultados de incertidumbre para la subcategoría 1.A.4. Para el período 1990-2021 la incertidumbre promedio es de ±25,40%. En el año 1990 la incertidumbre fue de ±35,26% y en el año 2021 fue de ±17,37%, con una reducción de 50,75%, atribuida principalmente a una mejora en la calidad de los datos de actividad. Esto se refleja especialmente con la validación de los datos de actividad en años recientes, por ejemplo, los datos de petróleo pasaron de tener 50% de incertidumbre para el periodo 1990-2005 a 25% en el periodo 2006-2021 por la metodología de recolección de información.

Por tipo de GEI el CO_2 CH_4 y N_2O tienen incertidumbres promedio de 19,08%, 72,96% y 93,10%, respectivamente. Para esta subcategoría la incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada por las incertidumbres de los factores de emisión empleados. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre fue la 1.A.4.c con un valor de ±35,99%.

Tabla 32. Resultados de incertidumbre – Otros sectores (subcategoría 1.A.4)

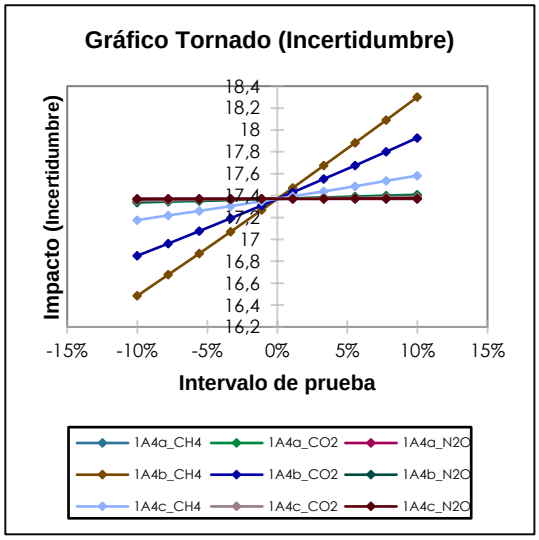
Categoría	GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
		(±%)	(±%)	(±%)	(±%)	(±%)	(±%)	(±%)	(±%)	
1.A.4. Otros sectores	TODOS	35,26	33,08	30,34	28,27	21,14	18,76	18,03	17,37	NA
	CO_2	22,90	23,67	26,64	25,78	13,56	13,35	14,43	13,63	NA
	CH_4	79,33	76,95	78,69	76,88	70,20	67,21	64,11	62,55	NA
	N_2O	102,24	101,83	102,78	99,98	91,88	81,11	73,60	71,33	NA
	TODOS	36,12	37,29	36,81	38,09	21,28	20,73	21,54	20,60	FE

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO_2	36,22	37,39	36,91	38,19	21,34	20,79	21,60	20,66	NA
	CH_4	94,07	97,63	96,22	99,83	102,98	100,31	103,84	100,19	NA
	N_2O	94,07	97,63	96,22	99,83	102,98	100,31	103,84	100,19	NA
1.A.4.b. Residencial	TODOS	41,19	39,67	35,86	33,89	26,67	25,17	23,04	22,71	FE
	CO_2	26,42	28,69	31,68	31,02	17,07	17,89	18,40	17,96	NA
	CH_4	93,98	89,60	91,15	90,43	85,39	85,44	85,47	85,48	NA
	N_2O	123,17	121,26	121,97	121,44	116,63	116,51	116,31	116,29	NA
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	TODOS	50,85	41,21	40,54	38,00	31,20	29,35	36,15	35,99	FE
	CO_2	39,10	35,98	34,25	40,63	18,85	19,35	23,08	20,61	NA
	CH_4	84,29	72,49	71,88	72,09	65,94	70,79	77,85	79,36	NA
	N_2O	83,90	71,21	68,73	67,65	60,51	58,13	61,94	63,64	NA

En la Figura 57 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 1A4b_CH_4 es la más sensible con una contribución del 70%, seguido por la subcategoría 1A4b_CO_2 que contribuye en un 24% a la incertidumbre total de la subcategoría debido a que presentan las mayores emisiones e incertidumbres.

Las emisiones de la subcategoría 1A4b_CH_4 tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la subcategoría, contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±0,91% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±17,37%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 16,48% y 18,30%. La subcategoría 1A4b_CO_2 genera un rango de variación que produce un cambio del ±0,54% en la incertidumbre, los cuales inciden de manera significativa sobre la incertidumbre de la subcategoría 1.A.4.

a)



b)

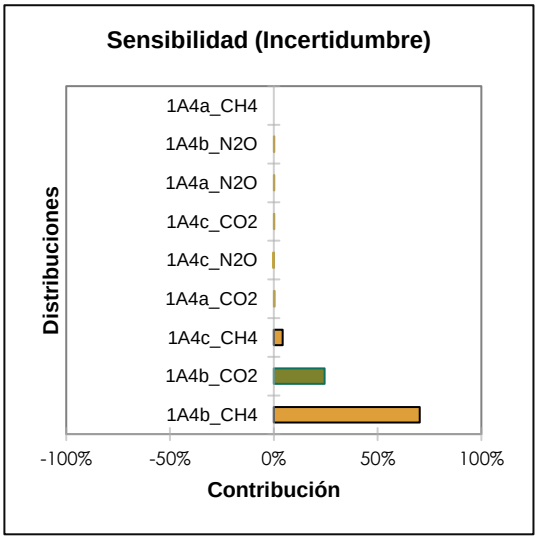


Figura 57. a) Grafico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de industrias de la energía (1A4) para el 2021

3.3.6 AC/CC y verificación de la categoría

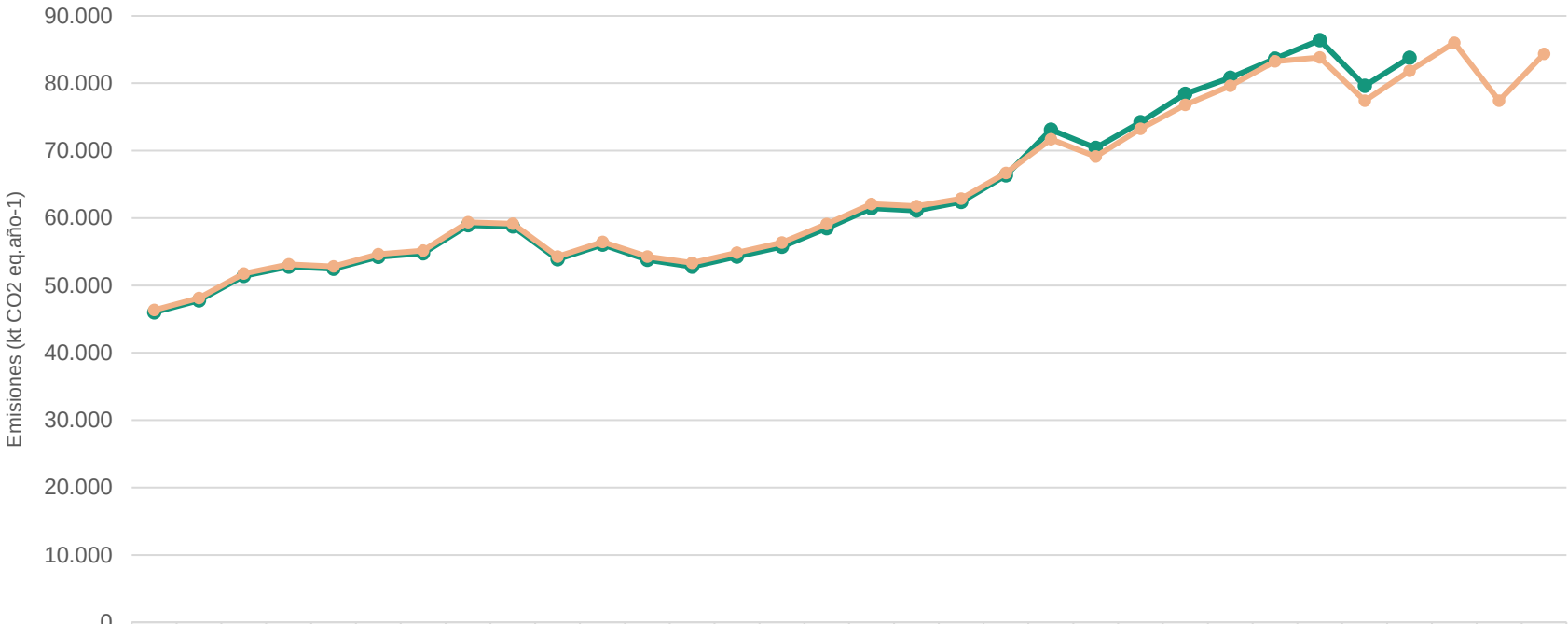
Siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de control y aseguramiento de calidad, para la estimación de emisiones en las actividades de quema de combustibles (1.A), se realizaron actividades transversales como:

- Comparación de los resultados obtenidos en el inventario con la plataforma Intégrame (Ministerio de Minas y Energía, 2024b) para validar la coherencia de los datos.
- Se realizó la verificación del registro de bases de datos y cálculo año a año con respecto al consolidado del sector
- Se realizó la revisión de la tendencia de emisiones de la subcategoría, justificando las variaciones representativas
- Se revisaron las variaciones en los resultados obtenidos para las emisiones de las subcategorías con respecto al reporte anterior (BUR3)
- Se realizó la socialización de resultados de emisiones del sector en talleres de divulgación para el fortalecimiento de capacidades e identificación de opciones de mejora.
- El ministerio de Minas y Energía de Colombia cuenta con un sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRVme) el cual, entre sus diferentes funciones, gestiona, procesa y garantiza la calidad de los datos necesarios para la estimación de las emisiones de la cartera minero-energética colombiana, estos datos son compartidos al equipo del INGEI y a través de mesas de trabajo son discutidos de tal manera que se garantice la calidad de los datos de las categorías asociadas al sector.

3.3.7 Recálculos de la categoría

Se realizó la estimación de las emisiones de GEI para la serie histórica 1990-2009 de las Zonas No Interconectadas (ZNI) (1.A.1.ai.2), en el cual, se empleó la población reportada por el DANE para estas zonas, para calcular los consumos de combustible. Para la serie 2010-2021 se validaron nuevamente los datos desde la fuente primaria dado que se había identificado que los valores presentaban variaciones.

Se rectificó el consumo de gas natural en operaciones de refinación (1.A.1.b) con la empresa encargada de refinerías a nivel nacional, validando que en los valores obtenidos del BECO, se incluía el gas natural usado como energético y el usado en procesos de refinación (producción de hidrógeno), producto de esta interacción también fue posible conocer los consumos de gas de refinería en procesos de refinación.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR 3	46.0	47.7	51.3	52.7	52.4	54.2	54.7	58.9	58.7	53.8	56.0	53.7	52.7	54.2	55.7	58.4	61.4	61.1	62.3	66.3	73.1	70.4	74.2	78.4	80.8	83.6	86.4	79.6	83.7			
BTR 1	46.3	48.1	51.7	53.1	52.8	54.6	55.1	59.3	59.1	54.2	56.4	54.2	53.3	54.8	56.3	59.0	62.0	61.7	62.8	66.6	71.6	69.1	73.2	76.7	79.6	83.2	83.8	77.4	81.8	86.0	77.4	84.3

Figura 58. Recálculos 1.A Energía

3.3.8 Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría, que se enfoca en la creación de capacidades técnicas con la articulación con los sectores productivos para incrementar el nivel metodológico de estimación (Nivel 2 o 3), reducir la incertidumbre y lograr la participación del sector público, privado y la academia en la construcción del inventario.

Tabla 33. Plan de mejora para 1.A. Actividades de quema de combustibles

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
1.A.1.a Producción de electricidad pública y calor como actividad principal (**)	Afinar la metodología aplicada rastreando a lo largo de la serie temporal 1990 - 2009 la variación de las poblaciones que pudieron estar clasificadas como Zonas No Interconectadas, debido a que esta información no es constante como se planteó en el ejercicio inicial del cálculo.	Solicitar información al IPSE sobre las zonas clasificadas como no interconectadas para la serie de tiempo 1990-2009	x	x			x	Corto	IDEAM - IPSE	Planeación
1.A.1.b Refinación de petróleo (**)	Refinar el mecanismo de captura de información respecto a los procesos de refinación de manera que se refinen los datos de consumo de combustibles y se conozca la cantidad de gas natural usado como materia prima dentro de la refinería	Establecer mesas de trabajo con la UPME para definir estrategia de trabajo.	x	x			x	Corto	IDEAM – UPME - MinEnergía	Planeación
1.A.1.c Fabricación de combustibles sólidos y otras energías (**)	Obtener la información sobre el consumo de combustible en operaciones mineras de extracción de carbón, para el periodo 1990-2009	Establecer mesas de trabajo con la UPME para definir estrategia de trabajo.	x	x			x	Mediano	IDEAM – UPME - MinEnergía	Planeación
	Trabajar articuladamente con la UPME para que la actualización del BECO cumpla con las recomendaciones IRES y así los datos de actividad usados en el inventario de emisiones coincidan con las estadísticas energéticas desarrolladas desde la UPME.	Establecer mesas de trabajo con la UPME para definir estrategia de trabajo.	x	x			x	Corto	IDEAM – UPME - MinEnergía	Planeación
1.A.1.c.i Manufactura de combustibles sólidos (**)	Esta es una categoría clave, razón por la cual se priorizan las actividades descritas para esta subcategoría y poder refinar las estimaciones. Buscar fuentes de información para el Factor de Emisión para N_2O	Establecer mesas de trabajo con la UPME para definir estrategia de trabajo.	x	x			x	Mediano	IDEAM – UPME – MinEnergía	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Promover el desarrollo de una mayor desagregación del BECO no solo por división de los Códigos CIIU sino al nivel de clase (4 dígitos). Esto permitirá obtener las emisiones a nivel de subsectores específicos Fortalecer instrumentos de información como el SIMCO, SICOM y RUA manufacturero como proveedores de información para el INGEI	Establecer espacios de trabajo con el apoyo de MinEnergía, que permitan la socialización de necesidades y el trabajo colaborativo para la transferencia de información oportuna. Sobre todo, en aquellas subcategorías en las que no se cuenta con la información completa sobre consumos de combustible para toda la serie de tiempo.	x	x	x			Mediano	IDEAM - UPME - MinEnergía	Planeación
		Conocer el nuevo desarrollo metodológico del BECO para el reporte de 2022 e identificar su influencia sobre el INGEI, sobre todo en referencia a la implementación de la desagregación por el estándar ISIC para la sección industrial	x		x			Mediano	IDEAM - UPME - MinEnergía	Planeación
		Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años acorde con las MPG	x	x	x	x	x	Mediano	IDEAM - UPME - MinEnergía	Planeación
		Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo en las subcategorías en las que no se cuenta con la información para la serie de tiempo			x	x	x	Corto	IDEAM	Planeación
		Como categoría clave lograr reducir la incertidumbre de la emisión accediendo a la información detallada y fortaleciendo la interoperabilidad con el sector. Capacitar a los sectores en la importancia y forma de estimar la incertidumbre y alentarlos a incluirla en el reporte de información.		x	x		x	Mediano	IDEAM - UPME - MinEnergía	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
1.A.3.a Aviación Nacional (**)	Para las emisiones de la fase de crucero de las operaciones aéreas hoy se calculan con base en la diferencia de consumo de combustible total menos el utilizado en ciclos LTO, podría validarse y complementarse esta estimación con información basada en rendimientos (desplazamiento por unidad de consumo de combustible) para diferentes tipos de aeronaves y asociarla con información de distancia recorrida en crucero en viajes entre aeropuertos nacionales.	Establecer espacios de trabajo que permitan la socialización de necesidades y el trabajo colaborativo para la transferencia de información oportuna.	x	x	x			Mediano	IDEAM - UPME - MinEnergía	Planeación
		Realizar la estimación de emisiones de GEI para la fase crucero de la aviación civil, asociando datos de rendimiento para diferentes tipos de aeronaves y de distancias recorridas. Consolidar una base de datos con rendimientos promedio para al menos las diferentes clases de aeronaves civiles que establece IPCC (Sección 3.6, capítulo de combustión móvil). Construir una base de datos que estandarice las distancias de vuelo (en fase crucero) entre aeropuertos origen/destino en el país. Recabar información desagregada (para el periodo del INGEI) de las operaciones por tipos de aeronave para cada uno de los aeropuertos del país.	x					Mediano	IDEAM, Aerocivil	Planeación
1.A.3.b Transporte terrestre (**)	Se hace necesario revisar periódicamente la información sobre recorridos y rendimientos de los vehículos, discriminados por cada una de las clases de automotores, así como contar con	Aumentar el nivel de desagregación de la estimación de emisiones de CO_2 para los diferentes segmentos del transporte terrestre con base en información construida sobre consumo de combustible para los diferentes tipos de	x	x	x	x		Corto	IDEAM, Mintransporte, Centros de Investigación	En planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
	herramientas para refinar y hacer más preciso el diagnóstico del transporte terrestre	automotores, para lo cual se requiere: Definir y oficializar mediante algún mecanismo idóneo, los rendimientos (km/gal o km/m3) de los diferentes grupos de automotores (considerando criterios RUNT), Al igual que contar con mecanismos que permitan depurar la base de datos.								
1.A.3.c Ferrocarriles	Para la estimación de emisiones GEI por transporte ferroviario, actualmente se proyecta el consumo de combustible mediante la correlación histórica del mismo con la cantidad de carga transportada por este medio de transporte, ya que un instrumento como el BECO no registra desde 2005 información de consumo combustible para el transporte ferroviario.	Suplir la ausencia de datos de actividad para transporte ferroviario, mediante el desarrollo de un proceso liderado por la entidad cabeza de sector (MinTransporte), para implementar el registro periódico del consumo de combustible por parte de las empresas operadoras, tanto públicas como privadas, de los sistemas ferroviarios del país, información que, por supuesto debe ser pública y de fácil acceso, para el desarrollo de estimaciones en los próximos ciclos INGEI.	X	X	X	X		Mediano	IDEAM, MinTransporte, UPME	En planeación
1.A.3.d Navegación Marítima y Fluvial	Para la estimación de emisiones GEI por Navegación, actualmente solo se dispone de dato agregado de consumo sin opción de diferenciar en uso nacional o internacional.	Desarrollar un proceso liderado por la entidad cabeza de sector (MinTransporte), para establecer canales efectivos de comunicación con los mayoristas de combustible (EXXON – CHEVRON) para navegación marítima y fluvial, con el objetivo de identificar la fracción de combustible correspondiente a transporte nacional y transporte internacional. De igual manera incluir la desagregación de la flota pesquera del país para la mejora de la categoría.	X	X	X	X		Medio	IDEAM, MinTransporte, ECOPETROL, EXXON – CHEVRON	Planeación
1.A.3.e Otro tipo de transporte (**)	Para la estimación de las emisiones de GEI para esta subcategoría se usó la metodología de Min ambiente (cooperación técnica	Gestionar conjuntamente con el Ministerio de Transporte y la DIAN el acceso a la información completa de	X	X	X	X		Corto	IDEAM, MinAmbiente, MinTransporte, DIAN, Swisscontact	En planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
	internacional de CALAC+) para la proyección de la flota terrestre, ya que no se contaba con el 100% de la información	vehículos todo terreno, tanto el accionada a diésel como a gasolina; información que es necesaria para la estimación GEI del segmento								
1.A.4.a Comercial / Institucional (**)	Obtener los datos de actividad de Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR se encuentran disponibles para la serie histórica 1990 - 2008.	Hacer cálculo del dato de actividad para la serie histórica de 1990 – 2008 de los datos de actividad. Revisar la posibilidad de incluir otras Plantas de Tratamiento y Rellenos Sanitarios.	x	x			x	Corto	Profesional Sector Residuos	Planeación
1.A.4.c.ii Vehículos todo terreno y maquinaria	Mejorar la estimación del dato de actividad.	Validar una metodología que permita obtener el dato de actividad de una fuente confiable para evitar la estimación.	x	x			x	Mediano	Profesional Sector Transporte	Planeación

Nota: T: Transparencia, E: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

(**) Esta es una categoría clave, razón por la cual se priorizan las actividades descritas para esta subcategoría y poder refinar las estimaciones.

3.3.9 Industrias de la Energía (CRT 1.A.1)

i. Descripción de la subcategoría

Las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O contabilizadas para las industrias de la energía son generadas por la quema de combustibles en las operaciones desarrolladas para la generación de energía eléctrica en termoeléctricas, la extracción y procesamiento de petróleo y gas natural, así como en refinerías, plantas de tratamiento de gas, coquerías, altos hornos y carboneras.

En la Figura 59 se relacionan las subcategorías calculadas en las industrias de la energía en el INGEI:

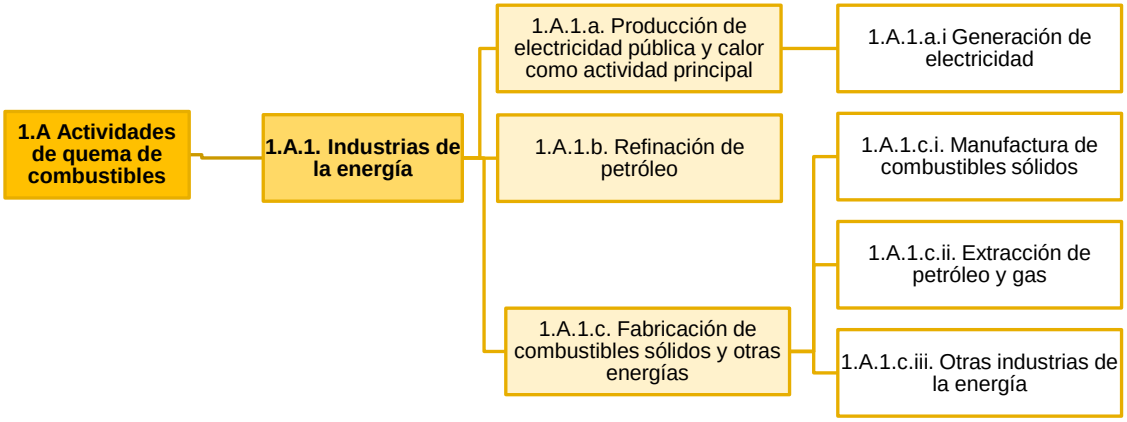


Figura 59. Subcategorías estimadas en 1.A.1 Industrias de la energía

En lo referente con la subcategoría 1.A.1.a.i. Generación de electricidad se abordan las centrales térmicas que conforman el Sistema Interconectado Nacional – SIN, así como el consumo de diésel empleado para la generación de energía eléctrica en las Zonas No Interconectadas – ZNI. En este sentido, de acuerdo con lo reportado por el administrador del mercado eléctrico XM, en el 2021 el sistema eléctrico contaba con un 81,82% de generación a partir de hidroeléctricas, 16,60% proveniente de energía térmica y 1,98% de energías renovables no convencionales (XM, 2022). Hacia el 2024 el aporte de las fuentes renovables no convencionales ha venido presentando un alza considerable, principalmente por el fomento que han recibido por medio de los mercados de energías renovables y la política de transición de energía justa (IPSE, 2024b).

Las zonas rurales del país que no se encuentran conectadas al SIN son reconocidas como Zonas No Interconectadas. en este sentido, el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE) reporta que la capacidad total instalada para el suministro de energía en estas zonas es de 311.439 kW. De esta capacidad, el 84% proviene de generación diésel (262.433 kW), mientras que el 16% corresponde a fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER). Esta energía beneficia a 252.000 usuarios en los departamentos de Amazonas, Antioquia, San Andrés, Bolívar, Caquetá, Casanare, Cauca, Chocó, Guainía, Guaviare, La Guajira, Meta, Nariño, Putumayo, Valle del Cauca, Vaupés y Vichada (IPSE, 2024a).

Ahora bien, en lo relacionado con subcategoría 1.A.1.b. Refinación de petróleo, el país cuenta con cinco refinerías, de las cuales, las dos principales se encuentran ubicadas en Barrancabermeja y Cartagena. La refinería de Barrancabermeja tiene la capacidad de gestionar 250.000 barriles por día – KBD de crudo, para producir combustibles de calidad y productos petroquímicos, dentro de los cuales se destacan los aromáticos, parafinas y polietileno (Ecopetrol, 2022). Por otra parte, la refinería de Cartagena es una de las más modernas en Latinoamérica, ya que desarrolla sus operaciones bajo altos estándares internacionales, en los cuales, se procesa un componente significativo de crudos pesados, se valoriza los crudos producidos en el país y son complementados con crudos importados para posteriormente generar combustibles limpios y petroquímicos de gran calidad. En el 2015, esta refinería inició su proceso de puesta en marcha de expansión procesando 150 KBD de crudo, y en el 2022 tuvo ampliación alcanzando los 200 KBD. Dentro de los productos allí generados se encuentran los combustibles: gasolina para motor, diésel o ACPM, Jet A-1, combustóleo o fuel oíl, nafta virgen o nafta de alto octano; productos industriales como: arotar, azufre, coque, propileno; y gases industriales como gas licuado de petróleo – GLP. (Ecopetrol, 2023).

En la subcategoría 1.A.1.c.i. Manufactura de combustibles sólidos se incluyen las actividades de producción de coque a partir de carbón metalúrgico. Según la información reportada por la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética, 2023),a través del instrumento Balance Energético Colombiano - BECO, la producción de coque para el año 2021 fue de 4.076.502 t (Unidad de Planeación Minero Energética, 2023), cuyos principales destinos de exportación para esta misma vigencia fueron Brasil, Turquía, México, India y Reino Unido (Ministerio de Minas y Energía, 2022).

La subcategoría 1.A.1.c.ii. Otras industrias de la energía abarca las actividades relacionadas con la quema de combustibles para uso energético como respaldo a las actividades de extracción y procesamiento de petróleo y gas natural en el segmento downstream.

Finalmente, también se incluyen las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles en las actividades de extracción de carbón (1.A.1.c.iii.).

En la Figura 60, se observa la tendencia de las emisiones de GEI correspondientes a las subcategorías que conforman 1.A.1 para la serie 1990-2021. Para la vigencia 1990 se registra un valor de 11.267,31 kt CO_2eq, seguido de un valor máximo de 25.951,10 kt CO_2eq en la vigencia 2015 y un valor de 19.594,86 kt CO_2eq para el 2021. La subcategoría 1.A.1.a. Producción de electricidad y calor, representa el 47,36% de aportes para la serie temporal, seguido por la subcategoría 1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías con 29,98% de participación, y finalmente se encuentra la categoría 1.A.1.b. Refinación de petróleo, representada por el 22,66%.

En la Figura 61 se visualiza el comportamiento histórico de los GEI calculados en la subcategoría 1.A.1, donde se encuentra que el gas con mayor representatividad es el CO_2 con el 99,80%, seguido por el N_2O con el 0,14% y el CH_4 con el 0,05%.

Por su parte, la subcategoría 1.A.1.a Producción de electricidad y calor, reporta para la vigencia 1990 un valor de 6.066,22 kt CO_2eq y 8.692,94 kt CO_2eq para el 2021, evidenciando un incremento del 43%. Los datos de actividad de está subcategoría se encuentran relacionados con el uso de combustibles en plantas termoeléctricas para la generación de energía eléctrica. El país cuenta con un Sistema Interconectado Nacional – SIN que produce cerca 98% de la electricidad consumida en el país y se caracteriza por contar con una diversificación supeditada en gran parte de la generación hidráulica (XM, 2022). En este sentido, la disposición de las emisiones de esta subcategoría se encuentran relacionadas con la variación climática, la cual, influye en la disponibilidad del recurso hídrico, afectando las actividades de producción de generación de electricidad del SIN, dado que a mayor presencia de lluvias, mayor disponibilidad del recurso en los embalses, reflejándose en el menor consumo de combustible, caso contrario sucede cuando se presenta la época de disminución de lluvias, requiriendo mayor consumo de combustibles fósiles para mover las turbinas que generan la electricidad.

El valor más alto de emisiones se ubica en el año 2015 con un valor de 14.996,59 kt CO_2eq, el cual, según lo reportado por XM, de acuerdo con los informes de los centros climáticos tanto nacionales como internacionales se anunció la presencia de un evento de calentamiento superficial conllevando a un aumento de temperatura del Pacífico reflejándose en la escasez de lluvias en el país, obligando así, al incremento del uso de las termoeléctricas para suplir la demanda del territorio nacional (XM, 2016).

Por su parte, para la serie histórica correspondiente a 1990-2009 de las Zonas No Interconectadas (ZNI), se realizó un ejercicio de cálculo usando como insumo los datos de población publicados por el DANE para este tipo de zonas para obtener el consumo de combustibles. Ahora bien, las principales variaciones que presenta esta categoría se encuentran asociadas al aumento de usuarios en algunas zonas, como la Amazonía, la cual paso de tener 29.354 (2020) a 32.494 (2021) usuarios reflejando un aumento del 14,8%; por otra parte, se encuentra la disminución de usuarios debido a la entrada en funcionamiento de la Línea Cauca – Nariño como parte de la interconexión al SIN, esta situación se evidenció en la zona Pacífico, donde se pasó de 140.736 usuarios (2020) a 135.394 (2021) (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2021). Adicionalmente, se evidencia un aumento considerable de la puesta en marcha de proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, donde se observa una participación del 16% para estas zonas (IPSE, 2024a).

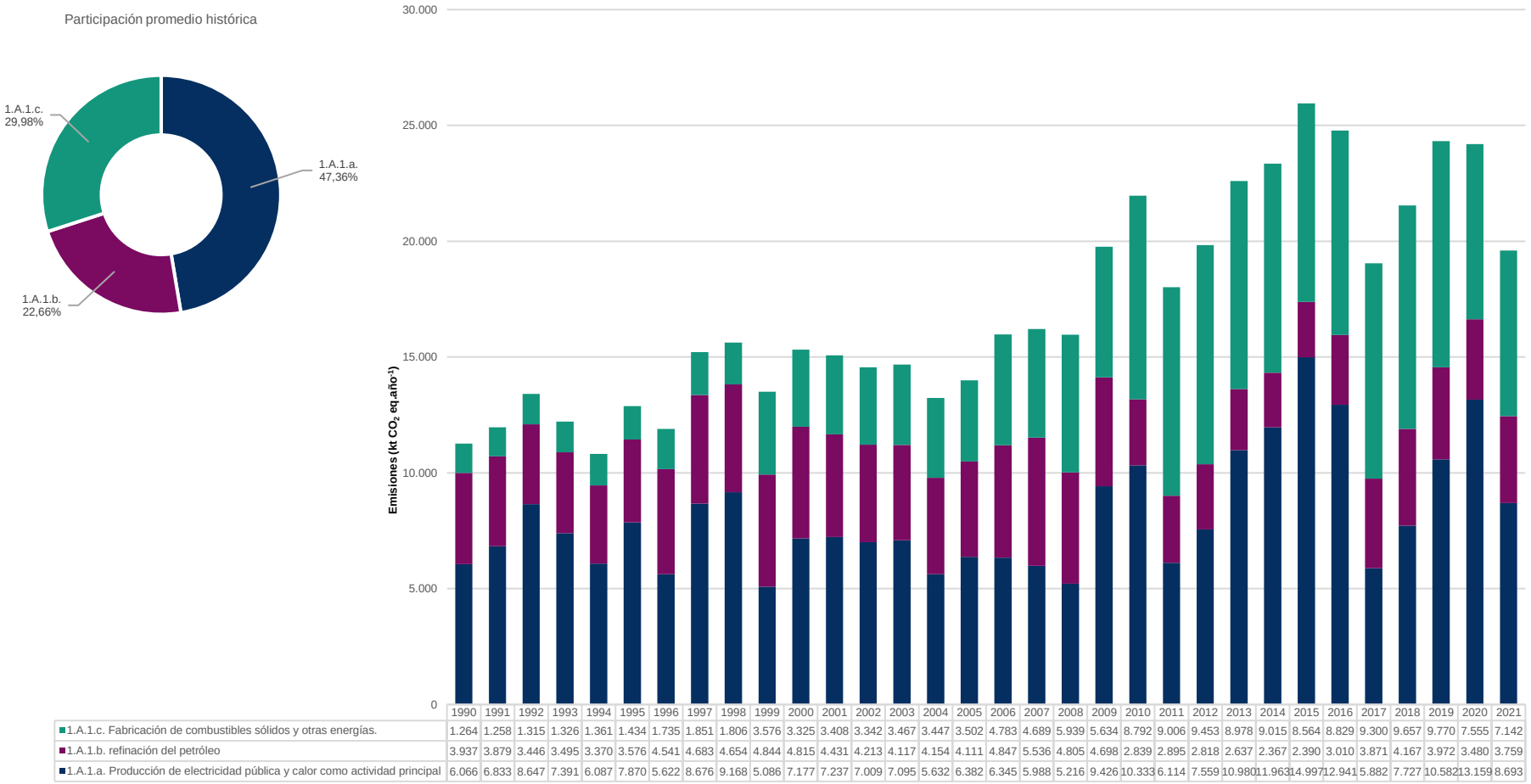
La subcategoría 1.A.1.b. Refinación de petróleo refleja un valor de 3.937,13 kt CO_2eq de generación de emisiones de GEI para el año 1990 y de 3.759,00 kt CO_2eq para el año 2021, evidenciando una variación del 4,52%. El comportamiento de esta subcategoría refleja los consumos de combustibles empleados en la refinación de petróleo, el cual, de acuerdo con lo reportado por el Ministerio de Minas y Energía en su segundo reporte del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRVme) de mitigación de emisiones, la cantidad de petróleo refinado en el 2021 fue de 20.525,34 de 10^3 m^3 a nivel nacional (MME, 2021).

Adicionalmente, para la serie histórica comprendida entre 2010 al 2021 se presentó una mejora en el dato de actividad, donde se logró obtener de manera independiente el consumo de gas natural como

combustible en los procesos de refinación, lo anterior, se realizó porque se evidenció que en el valor presentado en el BECO incluía también los flujos de gas natural usados en procesos al interior de las refinerías.

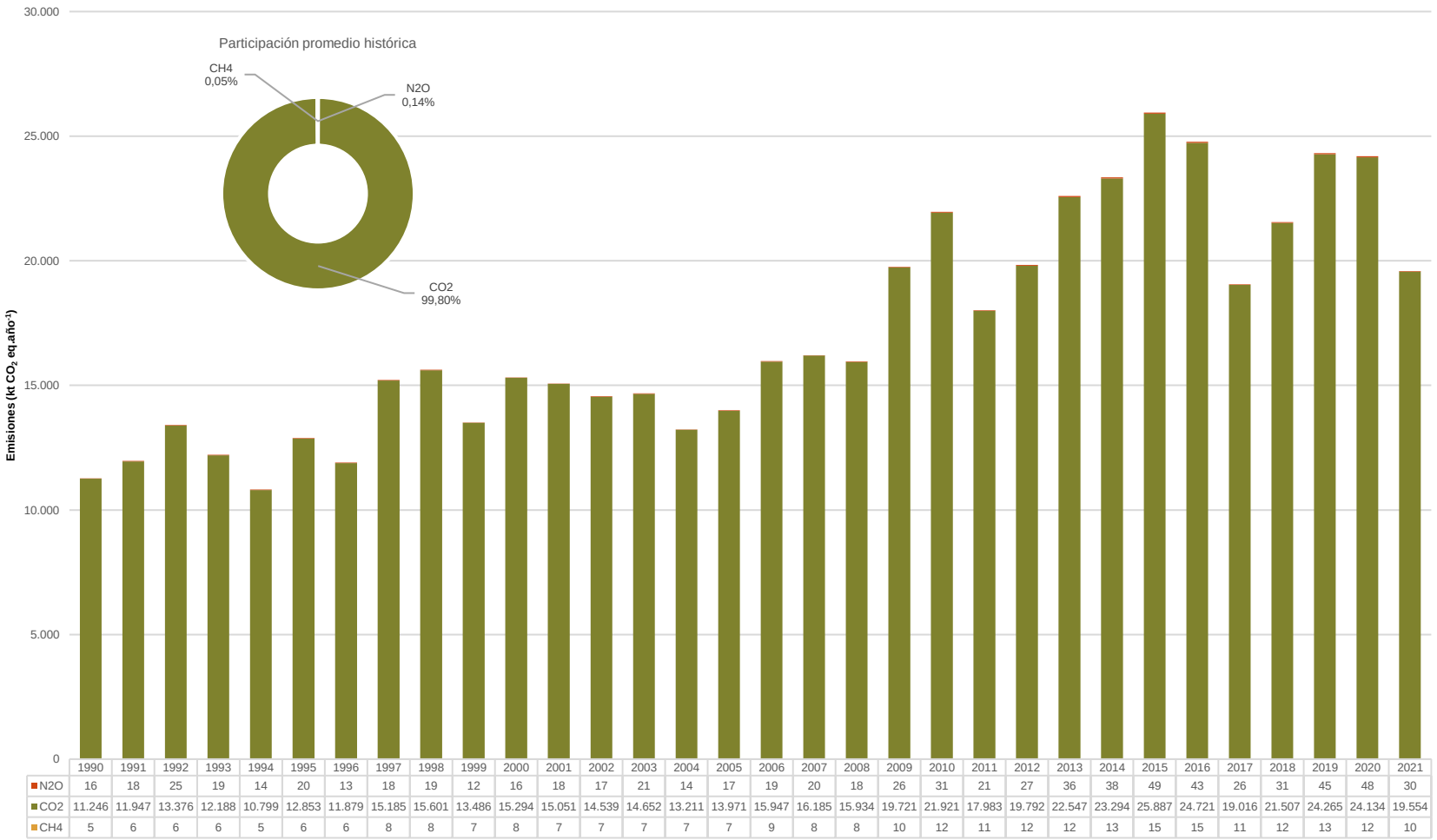
Por su parte, la subcategoría 1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos presenta una generación de emisiones para la vigencia 1990 de 1.263,96 kt CO_2eq y de 7.141,92 kt CO_2eq para 2021. Esta subcategoría contempla las emisiones de GEI generadas por los consumos de combustibles en la extracción y procesamiento de petróleo y gas (1.A.1.c.ii.) cuya participación en la serie histórica es del 66.40%; así mismo, también incluye las emisiones de GEI por la quema de combustibles en operaciones mineras de extracción de carbón (1.A.1.c.iii), con una participación histórica del 17,34%; finalmente, también contempla las emisiones de GEI por la quema de combustibles en la producción de coque (1.A.1.c.i.) con un 16,25% de participación.

En lo referente con la producción de coque, de acuerdo con los datos reportados en el BECO, su producción ha presentado aumentos considerables, pasando de generar 459.000 t en la vigencia 2005 a 1.170.157 t en el 2006 y para el 2021 se registran 4.076.702 t. Este crecimiento exponencial, se encuentra justificado en el aumento de exportaciones de este producto, según la Federación Nacional de Productores de Carbón - FENALCARBÓN, el coque es el séptimo producto de exportación del país y el primer producto industrial que comercializa el país a nivel mundial (Fenalcarbón; Federación Nacional de Productores de Carbón, 2022).



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	1.264	1.258	1.315	1.326	1.361	1.434	1.735	1.851	1.806	3.576	3.325	3.408	3.342	3.467	3.447	3.502	4.783	4.689	5.939	5.634	8.792	9.006	9.453	8.978	9.015	8.564	8.829	9.300	9.657	9.770	7.555	7.142
1.A.1.b. refinación del petróleo	3.937	3.879	3.446	3.495	3.370	3.576	4.541	4.683	4.654	4.844	4.815	4.431	4.213	4.117	4.154	4.111	4.847	5.536	4.805	4.698	2.839	2.895	2.818	2.637	2.367	2.390	3.010	3.871	4.167	3.972	3.480	3.759
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	6.066	6.833	8.647	7.391	6.087	7.870	5.622	8.676	9.168	5.086	7.177	7.237	7.009	7.095	5.632	6.382	6.345	5.988	5.216	9.426	10.333	6.114	7.559	10.980	11.963	14.997	12.941	5.882	7.727	10.582	13.159	8.693

Figura 60. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.1 Industrias de la energía 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	16	18	25	19	14	20	13	18	19	12	16	18	17	21	14	17	19	20	18	26	31	21	27	36	38	49	43	26	31	45	48	30
CO2	11.246	11.947	13.376	12.188	10.799	12.853	11.879	15.185	15.601	13.486	15.294	15.051	14.539	14.652	13.211	13.971	15.947	16.185	15.934	19.721	21.921	17.983	19.792	22.547	23.294	25.887	24.721	19.016	21.507	24.265	24.134	19.554
CH4	5	6	6	6	5	6	6	8	8	7	8	7	7	7	7	7	9	8	8	10	12	11	12	12	13	15	15	11	12	13	12	10

Figura 61. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.1 Industrias de la energía por GEI 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 1.A.1. Industrias de la energía:

3.3.9.2.1 Método de estimación

El Cuadro 4 relaciona las ecuaciones aplicadas en el cálculo de las emisiones de GEI correspondientes a la subcategoría 1.A.1. Industrias de la energía. Para ello, la ecuación 2.1 tomada del IPCC fue empleada para determinar las emisiones asociadas a la combustión estacionaria, por su parte, la ecuación 4.1 de las Directrices del IPCC 2006 se utilizó para el cálculo de las emisiones de CO_2 y CH_4 ocasionadas en la producción de coque. Se aclara que por falta del factor de emisión para N_2O, este gas no fue estimado.

1.A.1. Industrias de la energía

Ecuación 2.1: Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria. (IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 2)

$$\boldsymbol{Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}}$$

Dónde:
$\boldsymbol{Emisiones_{GEI}}$= emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
$\boldsymbol{Consumo\ de\ combustible_{combustible}}$= cantidad de combustible quemado (TJ).
$\boldsymbol{Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}}$ = factor de emisión por defecto de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas TJ^{-1}). Para el caso del CO_2, incluye el factor de oxidación del carbono, que se supone es 1.

Para estimar emisiones por la producción de coque (Nivel 1).
Ecuación 4.1 IPCC – 2006, volumen 3, capítulo 4.

$$E_{CO2}=Coque*FE_{CO2}\ E_{CH4}=Coque*FE_{CH4}$$

Dónde:
E_{CO2} o E_{CH4} = emisiones de CO_2 o de CH_4 generadas por la producción de coque, toneladas de CO_2 o toneladas de CH_4.
Coque = cantidad de coque producido
FE = factor de emisión, toneladas de CO_2/tonelada de producción de coque o toneladas de CH_4/tonelada de producción de coque.

Cuadro 4. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para la combustión estacionaria de la energía (1.A.1)

Como se evidencia, para la estimación de las emisiones por la fabricación de coque, el dato de actividad corresponde a la misma producción de coque, por tal motivo el dato que se presenta en tabla CRT (Tabla 1.A (a) s1) como "otros combustibles" corresponde a la Producción Nacional de Coque en unidades energéticas de acuerdo con el BECO.

3.3.9.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para estimar las emisiones de la subcategoría:

Tabla 34. Metodología y factores de emisión - Industrias de la energía (1.A.1)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado para 1990 a 2021
1.A.1 Industrias de la energía	1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal. 1.A.1.b. Refinación de petróleo. 1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas – Otras	CO_2	Nivel 2	FECOC – UPME	Carbón: 88.136,00 kg $CO2.TJ^{-1}$ Diesel oil: 74.233,40 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Fuel oil: 72.281,20 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Querosene: 73.939,64 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Gas natural: 55.539,11 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Gasolina: 69.323,70 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Petróleo: 77.841,78 kg $CO_2.TJ^{-1}$ GLP:67.185,12 kg $CO_2.TJ^{-1}$

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado para 1990 a 2021
	industrias de la energía	CO_2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2.	Gas de refinería: 57.600,00 kg $CO_2.TJ^{-1}$
		CH_4	Nivel 1		Carbón: 1,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Diesel oil: 3,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Fuel oil: 3,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Querosene: 3,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Gas natural: 1,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Gasolina: 3,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Petróleo: 3,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ GLP: 1,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Gas de refinería: 1,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$
		N_2O	Nivel 1		Carbón: 1.50 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Diesel oíl: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Fuel oíl: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Querosene: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Gas natural: 0,10 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Gasolina: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Petróleo: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ GLP: 0,10 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Gas de refinería: 0,10 kg $N_2O.TJ^{-1}$
	1.A.1.c.i Manufactura de combustibles sólidos Producción de coque	CO_2	Nivel 1	Producción de coque: IPCC 2006. Volumen 3. Capítulo 4. Cuadro 4.1 y Cuadro 4.2	0,56 t $CO_2.t^{-1}$ Coque
		CH_4	Nivel 1		0,10 g $CH_4.t^{-1}$ Coque

3.3.9.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes

Tabla 35. Datos de actividad - Industrias de la energía (1.A.1)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		Dato de actividad	Fuente información dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente	
1.A.1 Industrias de la energía	1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal.	Consumo de combustibles fósiles en centrales térmicas	1990 – 2009	BECO – UPME	BECO versión 2021
			2010 - 2021	MinEnergía	
		Consumo de combustibles fósiles en generación para ZNI	2008 - 2009	SUI	Inclusión de los valores desde el año 1990 y actualización de los valores para los años 2010 – 2021
			2010 - 2021	MinEnergía	
	1.A.1.b. Refinación de petróleo.	Consumo de combustibles fósiles en actividades de refinación de crudo	1990 - 2009	BECO – UPME	BECO versión 2021
			2010 - 2021	MinEnergía	Actualización de datos según fuentes de información primaria
		Consumo de gas de refinería en actividades de refinación de crudo	1990 - 2009	BECO	Ajuste de datos de la serie
			2010 - 2021	MinEnergía	Información compartida directamente por Ecopetrol
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Producción de coque	Producción de coque	1990 - 2021	BECO – UPME	BECO versión 2021

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		Dato de actividad	Fuente información dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente	
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Otras industrias de la energía	Consumo de gas natural y petróleo en actividades de extracción y procesamiento de crudo y gas natural.	1990 - 2009	BECO – UPME	BECO versión 2021
			2010 - 2021	MinEnergía	Actualización de datos según fuentes de información primaria
		Consumo de combustibles fósiles en actividades de minería de carbón	2010- 2021	MinEnergía	Disponibilidad de datos únicamente a partir del año 2010

A continuación, se detallan algunas consideraciones sobre las fuentes de información relacionadas en la Tabla 35:

- Balance Energético Colombiano – BECO: es un instrumento administrado por la UPME, el cual, presenta la información de producción, transformación y consumo de energía del país, expresándola en unidades físicas originales, así como unidades energéticas comunes, para cada año calendario. Este es el principal insumo para el desarrollo de la planeación minero-energética y la toma de decisiones relacionadas con estos asuntos (UPME - Unidad de Planeación Minero Energética), 2018).
- Ministerio de Minas y Energía – MinEnergía: la información de los datos de actividad para la serie 2010-2021 fue procesada y preparada por el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación del sector minero energético, quien se encarga de recopilar la información de las fuentes primarias como: Ecopetrol, UPME, SICOM y el SUI.

En la Tabla 36 se relacionan los datos de actividad empleados para las estimaciones de emisiones de la subcategoría:

Tabla 36. Datos de actividad para la categoría 1.A.1 Industrias de la energía

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
1990	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	26.813,72	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	666,30	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	839,18	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	60.721,37	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	2.691,45	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	537,71	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.678,19	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	28.504,96	TJ
			Gas natural	Refinerías	37.772,28	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	139,67	TJ
			GLP	Refinerías	131,34	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	46,34	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	13.748,66	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	1.961,29	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			618.708,77	Ton
1991	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	32.624,46	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	555,11	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	1.318,66	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	64.591,23	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	2.793,63	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	558,33	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.716,22	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	30.068,75	TJ
			Gas natural	Refinerías	35.075,31	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Gasolina para motores	Refinerías	89,56	TJ
			GLP	Refinerías	146,52	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	46,96	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	13.872,33	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	2.057,46	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			582.861,88	Ton
1992	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	49.351,85	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	108,48	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	4.405,93	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	66.680,72	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	2.888,11	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	579,73	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.755,12	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	27.873,32	TJ
			Gas natural	Refinerías	29.312,64	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	198,31	TJ
			GLP	Refinerías	163,46	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	47,59	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	13.628,42	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	2.158,51	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			69.4751,8	Ton
1993	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	34.036,30	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	119,59	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	757,10	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	73.487,65	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	2.999,10	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	601,96	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.794,89	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	29.676,67	TJ
			Gas natural	Refinerías	28.362,19	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	85,83	TJ
			GLP	Refinerías	182,35	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	48,23	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	14.361,11	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	2.264,43	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			625.986,33	Ton
1994	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	23.439,59	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	71,65	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	838,45	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	66.769,74	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.063,22	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	625,48	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.836,03	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	28.692,14	TJ
			Gas natural	Refinerías	26.875,70	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	196,18	TJ
			GLP	Refinerías	204,64	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	48,88	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	14.795,48	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	2.378,56	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			630.567,32	Ton
1995	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	37.207,69	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	1.395,68	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	934,59	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	74.939,49	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.112,94	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	649,01	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.877,16	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	33.712,11	TJ
			Gas natural	Refinerías	25.109,17	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	306,53	TJ
			GLP	Refinerías	226,93	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	49,53	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	15.644,29	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	2.492,70	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			660.237,3	Ton
1996	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	17.015,96	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	1.426,14	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	902,47	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	66.626,40	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.143,52	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	673,89	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.919,71	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	35.608,73	TJ
			Gas natural	Refinerías	40.387,24	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	301,20	TJ
			GLP	Refinerías	253,16	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	50,19	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	20.595,76	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	2.657,60	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			682.736,15	Ton
1997	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	27.005,86	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	1.417,71	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	934,59	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	105.586,67	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.168,97	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	578,43	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	3.217,52	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	33.712,11	TJ
			Gas natural	Refinerías	43.224,06	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	314,52	TJ
			GLP	Refinerías	226,93	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	51,83	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	22.871,53	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	3.049,67	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			610.000,00	Ton
1998	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	29.249,16	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	294,88	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	1.177,35	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	111.991,37	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.187,55	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	631,73	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.790,60	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	35.629,67	TJ
			Gas natural	Refinerías	42.662,85	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	307,59	TJ
			GLP	Refinerías	227,56	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	49,00	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	19.692,91	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	5.591,04	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			49.0562,55	Ton
1999	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	11.557,88	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	743,98	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	67.726,00	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.209,00	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	577,29	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.985,16	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	35.629,67	TJ
			Gas natural	Refinerías	45.891,49	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	281,80	TJ
			GLP	Refinerías	233,51	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	55,57	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	47.114,94	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	9.069,59	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			443.586,90	Ton
2000	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	21.455,14	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	540,62	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	89.905,60	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.178,41	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	656,85	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.985,16	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	35.692,47	TJ
			Gas natural	Refinerías	45.302,93	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	181,25	TJ
			GLP	Refinerías	233,51	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	70,68	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	48.002,12	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	4.509,81	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			544.074,80	Ton

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
2001	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	26.286,86	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	540,62	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	83.242,11	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.212,51	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	736,40	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.985,16	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	36.207,45	TJ
			Gas natural	Refinerías	37.759,47	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	181,25	TJ
			GLP	Refinerías	233,51	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	70,68	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	51.918,54	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	3.746,42	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			409.533,25	Ton
2002	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	25.211,22	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	475,09	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	80.896,89	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.243,15	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	815,96	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.985,16	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	36.441,91	TJ
			Gas natural	Refinerías	33.482,62	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	181,25	TJ
			GLP	Refinerías	233,51	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	70,68	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	48.450,28	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	5.093,98	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			448.239,85	Ton
2003	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	34.147,03	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	731,75	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	67.801,87	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.273,62	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	895,51	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	2.113,34	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	36.048,35	TJ
			Gas natural	Refinerías	31.888,17	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	181,25	TJ
			GLP	Refinerías	233,51	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	72,56	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	49.867,51	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	5.689,34	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			447.950,00	Ton
2004	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	18.837,96	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	682,60	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	65.900,00	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.304,54	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	975,06	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.985,16	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	37.107,61	TJ
			Gas natural	Refinerías	31.477,46	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	197,24	TJ
			GLP	Refinerías	255,54	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	70,68	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	49.006,43	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	5.880,36	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			470.000,00	Ton
2005	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	24.963,89	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	704,45	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	69.573,33	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.335,66	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	1.054,62	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	1.889,44	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	37.467,67	TJ
			Gas natural	Refinerías	30.363,63	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	218,57	TJ
			GLP	Refinerías	227,15	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	70,68	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	0,00	TJ
			Gas natural	Consumo propio	48.185,62	TJ
			GLP	Consumo propio	0,00	TJ
			Petróleo	Consumo propio	7.248,16	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			459.000,00	Ton
2006	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	23.247,96	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	6,13	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	602,31	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	71.723,41	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	1,72	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.366,31	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	15,63	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	3.438,58	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	37.153,66	TJ
			Gas natural	Refinerías	35.750,04	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	0,53	TJ
			GLP	Refinerías	6.632,39	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	0,00	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	9.710,60	TJ
			Gas natural	Consumo propio	45.485,10	TJ
			GLP	Consumo propio	989,90	TJ
			Petróleo	Consumo propio	10.369,98	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			1.170.157,11	Ton
2007	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	26.767,33	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	23,17	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	426,58	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	59.891,51	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.396,56	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	12,84	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	5.231,76	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Gas de refinería	Refinerías	37.310,67	TJ
			Gas natural	Refinerías	37.639,95	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	0,37	TJ
			GLP	Refinerías	13.100,58	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	0,00	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	9.566,16	TJ
			Gas natural	Consumo propio	47.321,92	TJ
			GLP	Consumo propio	955,77	TJ
			Petróleo	Consumo propio	7.698,23	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			1.216.180,84	Ton
2008	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	23.262,62	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	4,32	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	234,97	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	51.843,14	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.426,90	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	25,06	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	4.428,95	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	39.821,57	TJ
			Gas natural	Refinerías	20.330,76	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	1,69	TJ
			GLP	Refinerías	15.306,59	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	0,00	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	9.609,35	TJ
			Gas natural	Consumo propio	55.568,32	TJ
			GLP	Consumo propio	949,91	TJ
			Petróleo	Consumo propio	7.340,84	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			2.673.484,24	Ton
2009	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	39.151,16	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	2.273,00	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	1.156,33	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	97.797,80	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	56,32	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.457,85	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	24,43	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	3.636,91	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	42.332,47	TJ
			Gas natural	Refinerías	31.386,17	TJ
			Off gas	Refinerías	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Refinerías	0,40	TJ
			GLP	Refinerías	3.353,47	TJ
			Petróleo	Refinerías	0,00	TJ
			Querosene	Refinerías	0,00	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	9.875,30	TJ
			Gas natural	Consumo propio	50.995,57	TJ
			GLP	Consumo propio	941,51	TJ
			Petróleo	Consumo propio	10.473,44	TJ
			Diesel oíl	Minería	0,00	TJ
			Gas natural	Minería	0,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			2.111.205,72	Ton
2010	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	41.529,60	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	3.943,74	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	2.123,23	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	107.804,45	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	13,48	TJ
			Diesel oíl	ZNI	2.696,61	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	43.077,53	TJ
			Gas natural	Refinerías	5.138,19	TJ
			Off gas	Refinerías	1.256,35	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	11.956,58	TJ
			Gas natural	Consumo propio	63.587,40	TJ
			GLP	Consumo propio	1.094,74	TJ
			Petróleo	Consumo propio	10.374,86	TJ
			Diesel oíl	Minería	25.148,40	TJ
			Gas natural	Minería	3.537,55	TJ
			Gasolina para motores	Minería	308,96	TJ
		Producción nacional de coque			2.487.669,58	Ton
2011	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	17.671,03	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	40,37	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	1.676,53	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	75.288,12	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.075,08	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	44.025,18	TJ
			Gas natural	Refinerías	5.155,03	TJ
			Off gas	Refinerías	1.260,46	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	12.031,71	TJ
			Gas natural	Consumo propio	62.636,73	TJ
			GLP	Consumo propio	1.146,06	TJ
			Petróleo	Consumo propio	10.440,05	TJ
			Diesel oíl	Minería	29.203,26	TJ
			Gas natural	Minería	4.084,79	TJ
			Gasolina para motores	Minería	306,03	TJ
		Producción nacional de coque			2.345.357,30	Ton
2012	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	28.375,64	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	1.725,81	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	2.459,09	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	79.937,75	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	83,19	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.685,781	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	42.857,91	TJ
			Gas natural	Refinerías	5.018,15	TJ
			Off gas	Refinerías	1.226,99	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	12.258,39	TJ
			Gas natural	Consumo propio	64.949,53	TJ
			GLP	Consumo propio	1.120,46	TJ
			Petróleo	Consumo propio	10.636,74	TJ
			Diesel oíl	Minería	32.912,43	TJ
			Gas natural	Minería	4.275,65	TJ
			Gasolina para motores	Minería	303,40	TJ
		Producción nacional de coque			2.348.668,14	Ton
2013	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	52.771,080	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	1.633,14	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	1.854,62	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	103.632,39	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	96,14	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.644,99	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	42.623,50	TJ
			Gas natural	Refinerías	2.340,81	TJ
			Off gas	Refinerías	888,00	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	12.310,25	TJ
			Gas natural	Consumo propio	58.517,09	TJ
			GLP	Consumo propio	1.188,80	TJ
			Petróleo	Consumo propio	10.681,75	TJ
			Diesel oíl	Minería	29.345,52	TJ
			Gas natural	Minería	4.095,24	TJ
			Gasolina para motores	Minería	271,81	TJ
			Querosene	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			2.614.125,51	Ton
2014	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	56.197,47	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	1.309,21	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	1.561,77	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	116.369,39	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Querosene	Centrales térmicas	29,86	TJ
			Diesel oíl	ZNI	3.959,01	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	37.547,21	TJ
			Gas natural	Refinerías	2.982,81	TJ
			Off gas	Refinerías	646,95	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	12.743,12	TJ
			Gas natural	Consumo propio	54.211,34	TJ
			GLP	Consumo propio	1.222,02	TJ
			Petróleo	Consumo propio	11.057,35	TJ
			Diesel oíl	Minería	31.854,20	TJ
			Gas natural	Minería	4.569,46	TJ
			Gasolina para motores	Minería	249,18	TJ
			Querosene	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			2.614.846,76	Ton
2015	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	76.415,97	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	12.371,72	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	7.389,49	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	114.530,40	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	470,93	TJ
			Diesel oíl	ZNI	4.377,29	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	37.547,51	TJ
			Gas natural	Refinerías	3.314,03	TJ
			Off gas	Refinerías	745,16	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	13.268,24	TJ
			Gas natural	Consumo propio	52.844,56	TJ
			GLP	Consumo propio	1.208,34	TJ
			Petróleo	Consumo propio	11513,00	TJ
			Diesel oíl	Minería	30.995,11	TJ
			Gas natural	Minería	3.697,1	TJ
			Gasolina para motores	Minería	236,67	TJ
			Querosene	Minería	0,00	
		Producción nacional de coque			2.016.395,35	Ton
2016	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	60.454,85	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	16.190,06	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	8.072,78	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	96.240,47	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	727,58	TJ
			Diesel oíl	ZNI	4.619,43	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	4,31	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	45.401,19	TJ
			Gas natural	Refinerías	6.148,33	TJ
			Off gas	Refinerías	904,83	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	14.189,57	TJ
			Gas natural	Consumo propio	56.984,57	TJ
			GLP	Consumo propio	1.246,74	TJ
			Petróleo	Consumo propio	12.312,45	TJ
			Diesel oíl	Minería	30.656,35	TJ
			Gas natural	Minería	4.425,67	TJ
			Gasolina para motores	Minería	192,83	TJ
			Querosene	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			1.817.294,79	Ton
2017	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	25.576,19	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	77,90	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	750,40	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	57.561,02	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	4.730,65	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	9,48	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	54.548,66	TJ
			Gas natural	Refinerías	6.309,53	TJ
			Off gas	Refinerías	6.737,24	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	14.148,07	TJ
			Gas natural	Consumo propio	54.291,40	TJ
			GLP	Consumo propio	1.338,91	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
	otras industrias de la anergia		Petróleo	Consumo propio	12.276,44	TJ
			Diesel oíl	Minería	33.551,44	TJ
			Gas natural	Minería	3.992,86	TJ
			Gasolina para motores	Minería	189,69	TJ
			Querosene	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			2.584.649,33	Ton
2018	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	38.320,25	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	156,86	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	1.812,90	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	68.924,39	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	4.668,14	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	133,62	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	50.543,52	TJ
			Gas natural	Refinerías	14.381,61	TJ
			Off gas	Refinerías	7.977,08	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	14.346,42	TJ
			Gas natural	Consumo propio	53.382,63	TJ
			GLP	Consumo propio	1.316,14	TJ
			Petróleo	Consumo propio	12.448,55	TJ
			Diesel oíl	Minería	34.436,35	TJ
			Gas natural	Minería	4.084,00	TJ
			Gasolina para motores	Minería	180,93	TJ
			Querosene	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			3.138.188,82	Ton
2019	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	74.347,36	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	241,02	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	575,25	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	64.640,51	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	4.579,44	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	10,37	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	47.457,56	TJ
			Gas natural	Refinerías	14.714,28	TJ
			Off gas	Refinerías	7.493,73	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	15.343,49	TJ
			Gas natural	Consumo propio	56.496,70	TJ
			GLP	Consumo propio	1.341,68	TJ
			Petróleo	Consumo propio	13.313,72	TJ
			Diesel oíl	Minería	31.657,91	TJ
			Gas natural	Minería	3.663,76	TJ
			Gasolina para motores	Minería	180,82	TJ
			Querosene	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			3.186.239,38	Ton
2020	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	88.646,53	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	147,56	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	253,69	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	89.083,93	TJ
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	4.365,42	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	10,35	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	41.754,21	TJ
			Gas natural	Refinerías	12.989,18	TJ
			Off gas	Refinerías	6.285,86	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	11.691,85	TJ
			Gas natural	Consumo propio	41.455,27	TJ
			GLP	Consumo propio	1.076,93	TJ
			Petróleo	Consumo propio	10.145,15	TJ
			Diesel oíl	Minería	18.794,56	TJ
			Gas natural	Minería	3.710,85	TJ
			Gasolina para motores	Minería	147,98	TJ
			Querosene	Minería	0,00	TJ
		Producción nacional de coque			3.392.390,46	Ton
2021	1.A.1.a. Industrias de la energía	Consumo de combustible en generación de energía	Carbón mineral	Centrales térmicas	44.774,85	TJ
			Diesel oíl	Centrales térmicas	177,94	TJ
			Fuel oíl	Centrales térmicas	242,33	TJ
			Gas natural	Centrales térmicas	77.898,67	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Querosene	Centrales térmicas	0,00	TJ
			Diesel oíl	ZNI	4.899,03	TJ
	1.A.1.b. Refinación de petróleo	Consumo de combustible en refinerías	Diesel oíl	Refinerías	10,37	TJ
			Fuel oíl	Refinerías	0,00	TJ
			Gas de refinería	Refinerías	45.493,39	TJ
			Gas natural	Refinerías	14.083,99	TJ
			Off gas	Refinerías	6.337,96	TJ
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la anergia	Consumo de combustible en extracción y procesamiento de petróleo y gas natural	Diesel oíl	Consumo propio	11.163,25	TJ
			Gas natural	Consumo propio	40.376,51	TJ
			GLP	Consumo propio	1.028,24	TJ
			Petróleo	Consumo propio	9.686,48	TJ
			Diesel oíl	Minería	17.003,37	TJ
			Gas natural	Minería	3.710,85	TJ
			Gasolina para motores	Minería	164,15	TJ
			Querosene	Minería	10,08	TJ
		Producción nacional de coque			4.076.702,57	Ton

3.3.10 Industrias manufactureras y de la construcción (CRT. 1.A.2)

i. Descripción de la subcategoría

En la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, se estiman las emisiones de GEI (CO_2, CH_4, N_2O) por la quema de combustibles fósiles y de biomasa en la industria, incluyendo la quema para generación de electricidad y calor para el uso dentro de éstas (Gómez et al., 2006).

En la Figura 62 se resumen las subcategorías estimadas en las industrias manufactureras y de la construcción:

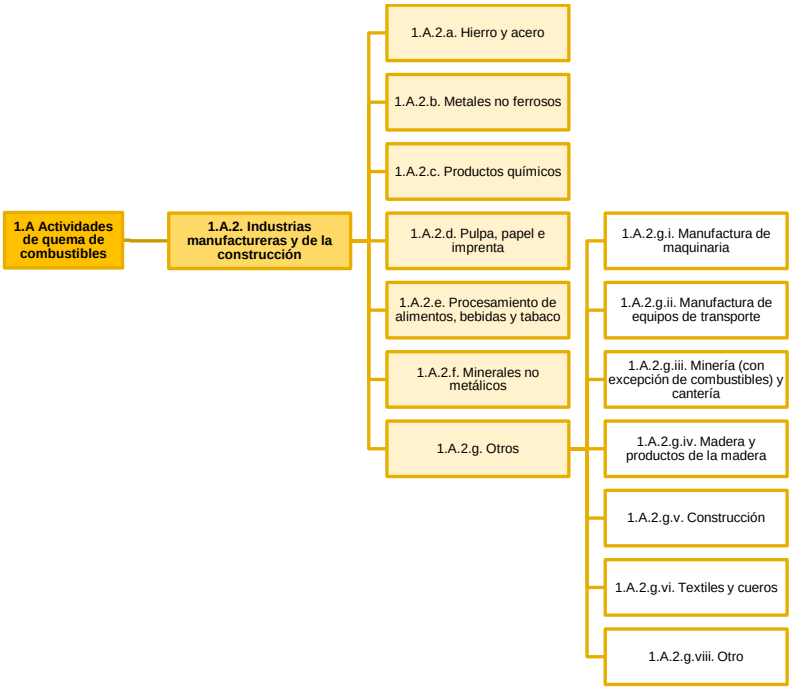


Figura 62. Subcategorías estimadas en 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción

Se debe tener en cuenta que las emisiones por quema de combustible en los hornos para coque en la producción de hierro y acero se deben estimar dentro de la subcategoría 1.A.1.c y no en 1.A.2., así mismo, las emisiones por consumo energético de la industria para el transporte deben declararse en 1.A.3. También, es importante resaltar que en los casos en los que se consumen combustibles con fines no energéticos, por ejemplo, al ser empleados como materias primas, las emisiones se deben declarar en el sector de IPPU acorde con la fuente (Gómez et al., 2006).

Las emisiones para la subcategoría 1.A.2, deben declararse de acuerdo con las categorías industriales del estándar de Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU, o ISIC por sus siglas en inglés). A continuación, se resume la relación de las 7 subcategorías con los códigos CIIU, Revisión 4:

Tabla 37. Correspondencias IPCC – CIIU (Rev. 4 A.C.) para las subcategorías de Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.)

Subcategoría IPCC	**CIIU (Rev. 4)** (DANE, 2022)
1.A.2.a. Hierro y acero	24. Fabricación de productos metalúrgicos básicos
1.A.2.b. Metales no ferrosos	
1.A.2.c. Productos químicos	20. Fabricación de sustancias y productos químicos 21. Fabricación de productos farmacéuticos
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	17. Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón 18. Actividades de impresión y de producción de copias
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	10. Elaboración de productos alimenticios 11. Elaboración de bebidas
1.A.2.f. Minerales no metálicos	23. Fabricación de otros productos minerales no metálicos
1.A.2.g. Otros	
1.A.2.g.i. Manufactura de maquinaria	25. Fabricación de productos elaborados de metal (excepto maquinaria y equipo) 26. Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos 27. Fabricación de aparatos y equipo eléctrico 28. Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p. 33. Instalación, mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo
1.A.2.g.ii. Manufactura de equipos de transporte	29. Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques 30. Fabricación de otros tipos de equipo de transporte
1.A.2.g.iii. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	07. Extracción de minerales metalíferos 08. Extracción de otras minas y canteras
1.A.2.g.iv. Madera y productos de la madera	16. Transformación de la madera y fabricación de sus productos
1.A.2.g.v. Construcción	41. Construcción de edificios 42. Obras de ingeniería civil
1.A.2.g.vi. Textiles y cueros	13. Fabricación de productos textiles 14. Confección de prendas de vestir 15. Curtido de cueros y fabricación de sus productos
1.A.2.g.viii. Otro	31. Fabricación de muebles, colchones y somieres 32. Otras industrias manufactureras

La información presentada con anterioridad, en la Tabla 37, permite conocer el consumo final de combustibles por el tipo de industria relacionado en el Balance Energético Colombiano (BECO) de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), que corresponde al dato de actividad para esta subcategoría.

De acuerdo con el BECO, el consumo promedio final histórico de energéticos primarios[5] y secundarios[6] entre 2018 y 2021 fue de 1,25 millones TJ (UPME, 2021). Durante dicho periodo la participación promedio del sector industrial fue del 23,99%, superado únicamente por el consumo de energéticos en el sector transporte. Específicamente en el año 2020 el sector industrial presentó una reducción de consumo de energéticos primarios y secundarios de 7,99% respecto al año 2019, recuperándose en el año 2021 con un 10,14% por encima del consumo de energéticos en referencia al año de inicio de la pandemia por COVID-19 2020 (Subdirección de demanda & Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), 2021; Unidad de Planeación Minero-Energética, 2024).

El 25% de la energía del país es consumida por el sector industrial, siendo el segundo sector de mayor demanda energética después del sector transporte. El 78% de dicha energía es de uso térmico asociado al consumo de carbón mineral, derivados del petróleo, gas natural y biomasa, mientras que el 22% restante proviene de la red o de sistemas de auto y cogeneración (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2017). Los usos finales de la energía más importantes en la industria colombiana corresponden a la generación de calor indirecto (Vapor de agua; 44%), calor directo en hornos (43%), generación de fuerza motriz en refrigeración (11%) y en otros usos (2%). Estos consumos se asocian principalmente a la industria de elaboración de alimentos, productos de tabaco, fabricación de papel, cartón y sus derivados, sustancias y productos químicos, productos minerales no metálicos y productos metalúrgicos básicos (Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), 2019).

Para analizar la tendencia de emisiones de la subcategoría se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En reportes anteriores las emisiones de la subcategoría 1.A.2.b. Metales no ferrosos, se incluyen dentro de las emisiones de la subcategoría 1.A.2.a. Hierro y acero, reportándose con la clave de notación “IE”, ya que el BECO presenta la información sobre consumos de combustibles agregados dentro de las industrias de productos metalúrgicos básicos en general. Sin embargo, para el presente reporte se logró estimar las emisiones de 1.A.2.b., a partir de los consumos de combustible de la empresa productora de níquel contenido en ferroníquel y el trabajo conjunto con el equipo de Monitoreo, Reporte y Verificación del Ministerio de Minas y Energía.
- Para el período de 1990 a 2005, la subcategoría 1.A.2.g.viii. otro comprende las emisiones de las subcategorías 1.A.2.g.ii. Equipo de transporte, 1.A.2.g.i. Maquinaria, y 1.A.2.g.iv. Madera y productos de madera. Lo anterior se debe a que, hasta el 2005, la clasificación industrial utilizada por el BECO no estaba los suficientemente desagregada.
- En cuanto a las subcategorías 1.A.2.g.iii. Minería (con excepción de combustibles) y cantería, y 1.A.2.g.v. Construcciones, no fue posible estimar las emisiones para el período 1990 a 2009, debido a limitaciones en la disponibilidad de datos de actividad.

Las emisiones de GEI para 1.A.2. se encuentran reportadas en la siguiente tabla, cuya tendencia de emisiones se observa en la Figura 63:

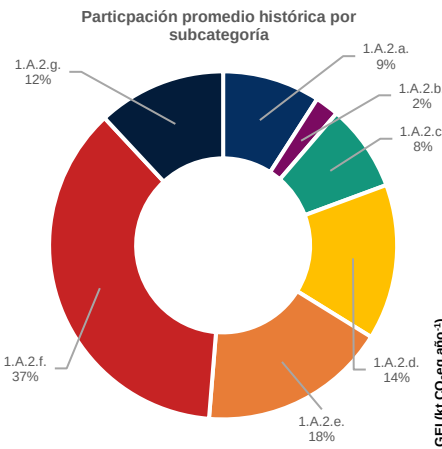
Tabla 38. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción

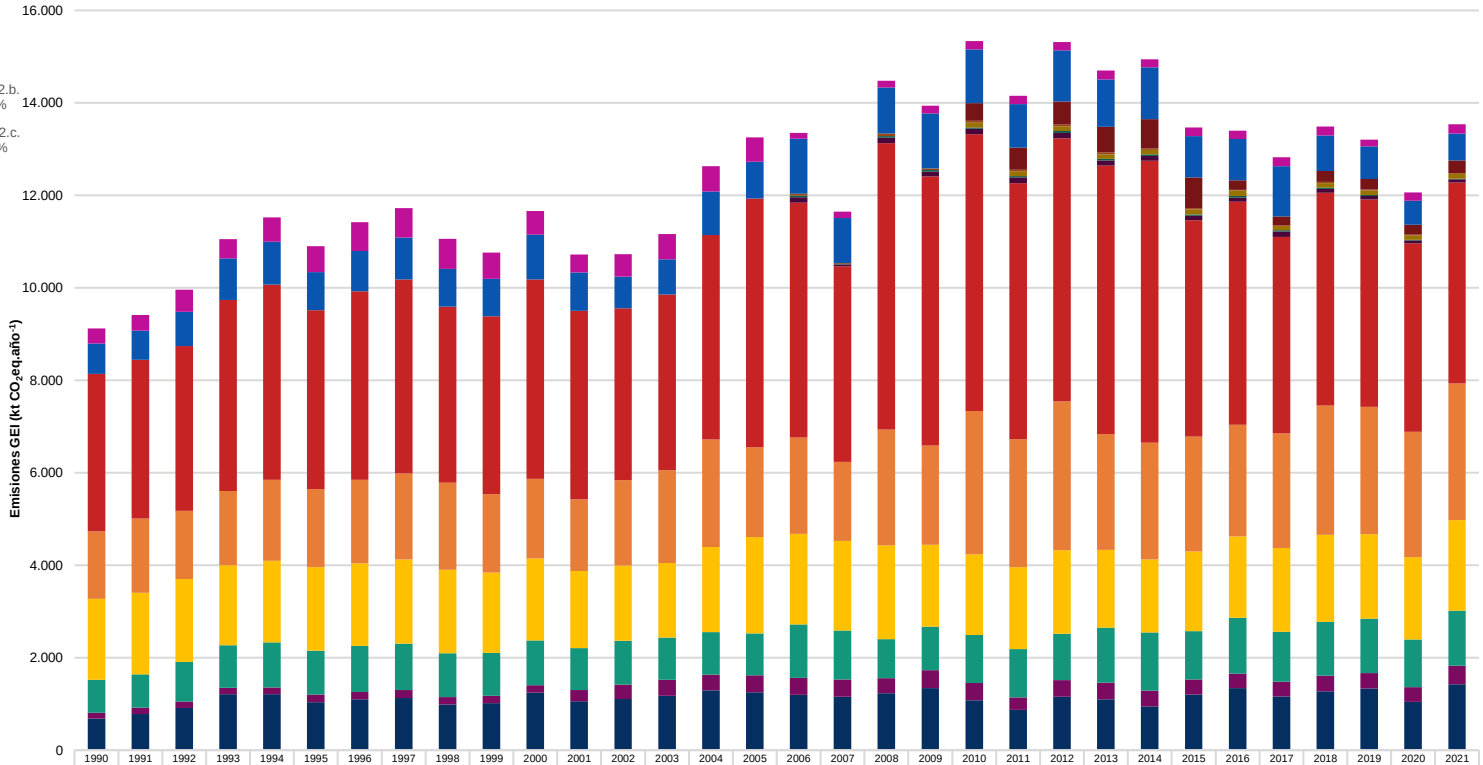
Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	9.124,29	10.900,57	11.661,56	13.250,62	15.335,35	13.471,00	12.065,23	13.535,02

[5] Energéticos Primarios (BECO): aquellos que se extraen de la naturaleza, como: bagazo, carbón mineral, gas natural, hidroenergía, leña, petróleo, residuos, otros renovables, energía eólica

[6] Energéticos Secundarios (BECO): aquellos generados a partir de energéticos primarios, como: alcohol carburante, biodiesel, carbón leña, coque, diésel oil, energía eléctrica SIN, fuel oil, GLP, gasolina, gas de refinería, kerosene y jet fuel, otros secundarios.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
1.A.2.a. Hierro y acero	684,76	1.034,40	1.247,83	1.255,07	1.077,18	1.203,46	1.045,98	1.427,12
1.A.2.b. Metales no ferrosos	127,33	169,78	157,34	363,11	373,58	323,43	318,61	399,75
1.A.2.c. Productos químicos	710,44	951,02	967,48	905,15	1.041,19	1.045,91	1.028,77	1.190,67
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	1.751,60	1.805,31	1.775,35	2.085,71	1.745,91	1.724,66	1.778,58	1.957,80
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	1.457,22	1.685,99	1.721,30	1.946,69	3.096,71	2.485,02	2.715,78	2.956,92
1.A.2.f. Minerales no metálicos	3.408,22	3.867,43	4.312,87	5.379,04	5.990,18	4.678,21	4.071,99	4.342,76
1.A.2.g. Otros	984,73	1.386,63	1.479,39	1.315,86	2.010,60	2.010,31	1.105,52	1.259,99





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.A.2.g.viii. Otro	327	335	472	412	521	560	621	631	654	567	512	384	485	547	547	521	122	140	140	168	181	176	180	198	173	186	181	193	193	149	179	201
1.A.2.g.vi. Textiles y cueros	658	632	744	902	927	827	873	906	819	815	967	834	685	764	942	795	1.197	973	1.000	1.189	1.158	942	1.109	1.018	1.117	897	891	1.092	765	705	522	581
1.A.2.g.v. Construcción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	382	479	494	558	637	665	206	192	239	230	214	271
1.A.2.g.iv. Madera y productos de madera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	21	56	35	42	37	42	38	29	24	17	15	23	18	17	18
1.A.2.g.iii. Minería y cantería	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	99	100	98	101	112	118	92	100	98	90	101
1.A.2.g.ii. Equipo de transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	9	33	33	28	33	38	35	31	28	32	25	25	24	17	19
1.A.2.g.i. Manufactura de maquinaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	42	116	105	118	121	117	115	105	98	92	121	85	75	65	70
1.A.2.f. Minerales no metálicos	3.408	3.430	3.561	4.133	4.224	3.867	4.073	4.199	3.807	3.848	4.313	4.077	3.719	3.801	4.421	5.379	5.078	4.230	6.201	5.819	5.990	5.539	5.691	5.808	6.099	4.678	4.824	4.250	4.602	4.488	4.072	4.343
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	1.457	1.608	1.475	1.606	1.750	1.686	1.807	1.860	1.881	1.696	1.721	1.546	1.848	2.005	2.324	1.947	2.085	1.709	2.506	2.147	3.097	2.770	3.223	2.502	2.526	2.485	2.411	2.474	2.797	2.752	2.716	2.957
1.A.2.d. Fabricación de pulpa, papel e imprenta	1.752	1.768	1.792	1.729	1.766	1.805	1.789	1.820	1.806	1.739	1.775	1.668	1.622	1.616	1.841	2.086	1.959	1.937	2.024	1.776	1.746	1.771	1.802	1.682	1.579	1.725	1.763	1.815	1.881	1.825	1.779	1.958
1.A.2.c. Fabricación de productos químicos	710	717	862	920	979	951	996	1.001	948	924	967	908	952	913	923	905	1.158	1.059	842	939	1.041	1.045	1.003	1.194	1.255	1.046	1.210	1.082	1.166	1.175	1.029	1.191
1.A.2.b. Metales no ferrosos	127	140	140	139	144	170	158	174	161	158	157	241	310	346	339	363	367	377	328	386	374	267	360	358	345	323	309	318	335	334	319	400
1.A.2.a. Hierro y acero	685	781	911	1.211	1.210	1.034	1.100	1.130	987	1.017	1.248	1.061	1.106	1.174	1.293	1.255	1.195	1.155	1.232	1.343	1.077	872	1.157	1.100	944	1.203	1.344	1.160	1.276	1.336	1.046	1.427

Figura 63. Tendencia de emisiones de la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, 1990-2021

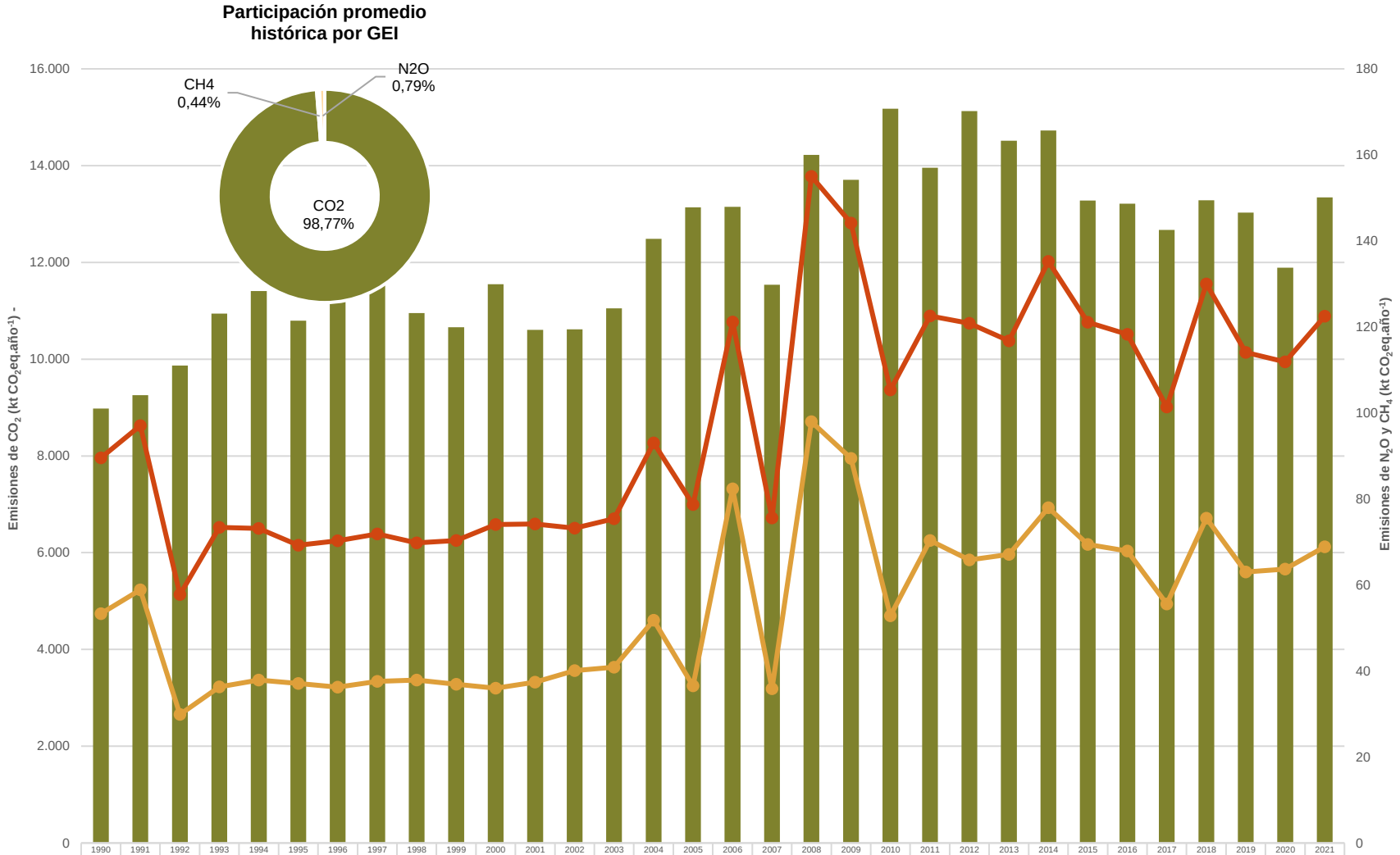
De acuerdo con la Figura 63, el promedio de emisiones por consumo de energéticos en las industrias manufactureras y de la construcción es de 12.404,39 kt CO_2eq, con la mayor emisión en el año 2015 de 15.335,35 kt CO_2eq y la menor emisión en el año 1990 de 9.124,29 kt CO_2eq. En el periodo de estudio, las emisiones para esta categoría presentaron una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,24%.

La mayor participación promedio histórica en dichas emisiones se debe a la subcategoría 1.A.2.f Minerales no metálicos (División 23. Fabricación de otros productos minerales no metálicos, CIIU Rev.4 A.C), que corresponde al consumo de combustibles en las industrias dedicadas a la fabricación de vidrio, cerámica, arcilla, cal, yeso, cemento y productos derivados, con una participación de 36,77%. Seguida por la subcategoría 1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco (División 10. Elaboración de productos alimenticios y 11. Elaboración de bebidas, CIIU Rev.4 A.C) con el 17,48% y la subcategoría 1.A.2.d. Fabricación de pulpa, papel e imprenta (División 17. Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón y 18. Actividades de impresión y de producción de copias, CIIU Rev.4 A.C) con el 14,46%.

En la Figura 63, se observan una serie de fluctuaciones en la tendencia de emisiones asociadas a diversas variables, entre ellas: el comportamiento productivo de cada sector, el PIB sectorial, cambios en la disponibilidad y calidad de los combustibles nacionales, variaciones en incentivos para el uso de ciertos combustibles, condiciones del mercado internacional, los tratados de libre comercio, optimización de procesos, eficiencia energética, incorporación de nuevas tecnologías, transición energética, entre otros (Ministerio de Comercio Industria y Turismo & Oficina de estudios económicos, 2019). Particularmente en el año 2020 se observan los efectos de la pandemia por COVID-19 en los diferentes sectores económicos reduciendo las emisiones en un 8,66% respecto al 2019, que se incrementaron un 12,18% en el 2021, gracias a la reactivación económica.

La reducción en emisiones desde el año 2014 se debe entre otras razones al comportamiento de la subcategoría 1.A.2.f. Minerales no metálicos, gracias a los esfuerzos del sector de producción de cemento en reducir la producción y uso de clínker.

En la Figura 64, se presenta la tendencia de emisiones por GEI para 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, donde se evidencia que el promedio el promedio de emisiones histórico es 12.404, kt CO_2eq, y el 98,77% corresponde a CO_2, 0,79% a emisiones de N_2O y 0,44% a emisiones de CH_4.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	8981,42	9254,41	9868,84	10943,23	11409,71	10794,25	11310,50	11611,73	10953,85	10658,10	11551,51	10607,93	10614,18	11048,82	12485,80	13135,39	13147,74	11538,68	14224,20	13705,77	15177,21	13958,87	15129,56	14517,29	14727,84	13280,54	13212,05	12670,16	13281,37	13031,46	11889,67	13343,63
CH4	53,35	58,86	29,88	36,32	37,88	37,10	36,22	37,56	37,88	36,89	36,00	37,39	40,08	40,86	51,78	36,54	82,35	35,90	97,94	89,42	52,82	70,31	65,82	67,10	77,95	69,40	67,88	55,54	75,54	62,99	63,69	68,89
N2O	89,52	97,08	57,76	73,36	73,12	69,21	70,25	71,89	69,78	70,36	74,04	74,18	73,23	75,41	93,04	78,69	121,17	75,56	155,02	144,12	105,33	122,57	120,85	116,77	135,21	121,06	118,30	101,36	129,96	114,04	111,87	122,50

Figura 64. Tendencia de emisiones de 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción por GEI, 1990-2021

En términos de datos de actividad, se resalta que para 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, el energético de mayor consumo es el carbón mineral (39,24% de participación promedio histórica), seguido por el bagazo de caña de azúcar (24% de participación promedio histórica) y el gas natural (23,05% de participación promedio histórica). El mayor consumo de carbón mineral tiene lugar en las subcategorías 1.A.2.f. Minerales no metálicos, 1.A.2.d. Fabricación de pulpa, papel e imprenta y 1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, mientras que el mayor consumo de gas natural se da en 1.A.2.f. Minerales no metálicos, 1.A.2.c. Fabricación de productos químicos y 1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco.

En la Tabla 39, se presentan las emisiones generadas por tipo de combustible en las industrias manufactureras y de construcción. Con relación a lo anterior, se aprecia en la figura que las mayores emisiones del sector se generan por el consumo de combustibles sólidos, como el carbón mineral y gaseosos, como el gas natural.

Tabla 39. Emisiones de GEI por combustible (kt CO_2eq) – 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción

Combustible	1990				1995				2000				2005			
	CO_2	CH_4	N_2O	TOTAL	CO_2	CH_4	N_2O	TOTAL	CO_2	CH_4	N_2O	TOTAL	CO_2	CH_4	N_2O	TOTAL
Combustibles líquidos	**2.406,86**	**2,63**	**4,96**	**2.414,45**	**3.228,70**	**3,44**	**6,45**	**3.238,60**	**2.302,57**	**2,42**	**4,50**	**2.309,48**	**1.840,23**	**1,88**	**3,45**	**1.845,56**
Petróleo	1.418,80	1,53	2,90	1.423,23	1.697,21	1,83	3,47	1.702,51	698,70	0,75	1,43	700,88	338,52	0,37	0,69	339,58
Gasolina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Queroseno	215,24	0,24	0,46	215,95	250,89	0,29	0,54	251,72	203,86	0,23	0,44	204,53	191,98	0,22	0,41	192,61
Diésel	612,35	0,69	1,31	614,35	965,33	1,09	2,07	968,49	941,09	1,06	2,02	944,17	973,32	1,10	2,08	976,51
Fuel oil	137,63	0,15	0,28	138,05	156,85	0,17	0,32	157,33	265,43	0,28	0,54	266,25	81,10	0,09	0,16	81,35
GLP	22,85	0,01	0,01	22,87	158,42	0,07	0,06	158,55	193,49	0,08	0,08	193,65	255,30	0,11	0,10	255,51
Combustibles sólidos	**5.254,12**	**1,69**	**23,97**	**5.279,77**	**6.052,98**	**1,94**	**27,60**	**6.082,52**	**7.485,94**	**2,40**	**34,06**	**7.522,40**	**8.367,70**	**2,69**	**38,12**	**8.408,50**
Carbón mineral	5.243,79	1,67	23,65	5.269,11	6.046,94	1,92	27,27	6.076,14	7.479,90	2,38	33,73	7.516,01	8.360,06	2,66	37,70	8.400,42
Coque	10,33	0,02	0,32	10,67	6,04	0,02	0,33	6,39	6,04	0,02	0,33	6,39	7,64	0,03	0,42	8,08
Otros combustibles fósiles	**1.320,44**	**0,67**	**0,63**	**1.321,74**	**1.512,57**	**0,76**	**0,72**	**1.514,06**	**1.763,00**	**0,89**	**0,84**	**1.764,73**	**2.927,47**	**1,48**	**1,40**	**2.930,34**
Gas natural	1.320,44	0,67	0,63	1.321,74	1.512,57	0,76	0,72	1.514,06	1.763,00	0,89	0,84	1.764,73	2.927,47	1,48	1,40	2.930,34
Gas de refinería	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Biomasa	**0,00**	**48,37**	**59,97**	**108,33**	**0,00**	**30,95**	**34,43**	**65,39**	**0,00**	**30,30**	**34,64**	**64,94**	**0,00**	**30,50**	**35,72**	**66,22**
Leña	0,00	0,42	0,52	0,94	0,00	0,50	0,63	1,13	0,00	0,38	0,47	0,85	0,00	0,38	0,48	0,87
Bagazo	0,00	46,43	58,58	105,01	0,00	25,13	31,71	56,84	0,00	25,47	32,14	57,61	0,00	26,55	33,50	60,06
Carbón vegetal	0,00	1,00	0,19	1,19	0,00	4,31	0,82	5,13	0,00	3,35	0,63	3,98	0,00	2,58	0,49	3,06
Residuos	0,00	0,53	0,67	1,20	0,00	1,01	1,27	2,28	0,00	1,10	1,39	2,50	0,00	0,99	1,25	2,23
Alcohol carburante	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Biodiésel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	**8.981,42**	**53,35**	**89,52**	**9.124,29**	**10.794,25**	**37,10**	**69,21**	**10.900,57**	**11.551,51**	**36,00**	**74,04**	**11.661,56**	**13.135,39**	**36,54**	**78,69**	**13.250,62**

Combustible	2010				2015				2020				2021			
	CO_2	CH_4	N_2O	TOTAL	CO_2	CH_4	N_2O	TOTAL	CO_2	CH_4	N_2O	TOTAL	CO_2	CH_4	N_2O	TOTAL
Combustibles líquidos	**1.137,81**	**1,22**	**2,27**	**1.141,29**	**1.110,46**	**1,22**	**2,28**	**1.113,95**	**618,20**	**0,65**	**1,20**	**620,05**	**707,61**	**0,75**	**1,38**	**709,74**
Petróleo	138,49	0,15	0,28	138,92	28,59	0,03	0,06	28,68	30,92	0,03	0,06	31,02	33,09	0,04	0,07	33,19

Gasolina	38,08	0,05	0,09	38,22	25,08	0,03	0,06	25,16	18,75	0,02	0,04	18,81	20,17	0,02	0,05	20,24
Queroseno	1,77	0,00	0,00	1,78	0,70	0,00	0,00	0,70	0,62	0,00	0,00	0,62	0,66	0,00	0,00	0,67
Diésel	794,47	0,90	1,70	797,07	956,43	1,08	2,05	959,56	473,90	0,54	1,02	475,45	553,09	0,63	1,18	554,90
Fuel oil	76,57	0,08	0,16	76,81	46,43	0,05	0,09	46,57	25,08	0,03	0,05	25,16	26,84	0,03	0,05	26,92
GLP	88,44	0,04	0,03	88,51	53,23	0,02	0,02	53,28	68,93	0,03	0,03	68,99	73,76	0,03	0,03	73,82
Combustibles sólidos	**10.395,59**	**3,22**	**45,66**	**10.444,47**	**8.371,87**	**2,65**	**37,60**	**8.412,12**	**7.724,91**	**2,45**	**34,81**	**7.762,17**	**8.717,09**	**2,77**	**39,27**	**8.759,12**
Carbón mineral	8.739,17	2,78	39,41	8.781,37	8.160,73	2,59	36,81	8.200,12	7.652,14	2,43	34,51	7.689,09	8.628,81	2,74	38,92	8.670,47
Coque	1.656,42	0,44	6,24	1.663,10	211,15	0,06	0,80	212,00	72,77	0,02	0,29	73,08	88,28	0,02	0,35	88,66
Otros combustibles fósiles	**3.643,80**	**1,84**	**1,74**	**3.647,38**	**3.798,21**	**1,91**	**1,81**	**3.801,93**	**3.546,56**	**1,79**	**1,69**	**3.550,04**	**3.918,93**	**1,98**	**1,87**	**3.922,78**
Gas natural	3.643,80	1,84	1,74	3.647,38	3.798,21	1,91	1,81	3.801,93	3.546,56	1,79	1,69	3.550,04	3.918,93	1,98	1,87	3.922,78
Gas de refinería	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Biomasa	**0,00**	**46,55**	**55,67**	**102,22**	**0,00**	**63,62**	**79,36**	**142,99**	**0,00**	**58,80**	**74,17**	**132,97**	**0,00**	**63,40**	**79,98**	**143,38**
Leña	0,00	0,38	0,48	0,87	0,00	0,15	0,19	0,34	0,00	0,51	0,64	1,15	0,00	0,54	0,69	1,23
Bagazo	0,00	39,14	49,39	88,53	0,00	62,31	78,63	140,94	0,00	57,66	72,76	130,42	0,00	62,18	78,47	140,65
Carbón vegetal	0,00	2,87	0,54	3,41	0,00	0,89	0,17	1,06	0,00	0,03	0,01	0,04	0,00	0,04	0,01	0,04
Residuos	0,00	4,16	5,25	9,41	0,00	0,27	0,35	0,62	0,00	0,60	0,76	1,36	0,00	0,64	0,81	1,45
Alcohol carburante	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Biodiésel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	**15.177,21**	**52,82**	**105,33**	**15.335,35**	**13.280,54**	**69,40**	**121,06**	**13.471,00**	**11.889,67**	**63,69**	**111,87**	**12.065,23**	**13.343,63**	**68,89**	**122,50**	**13.535,02**

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría:

3.3.10.2.1 Método de estimación

En el Cuadro 5, se presenta la ecuación empleada para estimar las emisiones de la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción. En ella el dato de actividad corresponde al consumo de combustible y los factores de emisión se determinan por tipo de combustible y por GEI. Para esta subcategoría se estiman emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O.

1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción
Ecuación 2.1: Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria. (IPCC – 2006, Volumen 2, Capítulo 2) $$\boldsymbol{Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}}$$ Donde: $\boldsymbol{Emisiones_{GEI}}$: Emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI) $\boldsymbol{Consumo\ de\ combustible_{combustible}}$: Cantidad de combustible quemado (TJ) $\boldsymbol{Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}}$: Factor de emisión de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI/TJ). Para el caso del CO_2, incluye el factor de oxidación del carbono, que se supone es 1, según las Directrices IPCC 2006.

Cuadro 5. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por consumos energéticos en Industrias Manufactureras y de la Construcción (1.A.2.)

3.3.10.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 40. Metodología, factores de emisión y otros factores – Industrias Manufactureras y de la Construcción (1.A.2.)

Subcategoría	GEI	Metodología	Fuente de información	Valor (kg GEI.TJ^{-1})
1.A.2.a. Hierro y acero **1.A.2.b. Metales no ferrosos** **1.A.2.c. Productos químicos** **1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta** **1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco** **1.A.2.f. Minerales no metálicos** **1.A.2.g. Otros**	CO_2	Nivel 2	FECOC – UPME	Carbón mineral: 88.136,00 Leña: 89.524,90 Bagazo: 112.929,72 Diésel oil: 74.233,40 Fuel oil: 78.281,20 Querosene: 73.939,64 Gas natural: 55.539,11 Gasolina: 69.323,70 Petróleo: 77.841,78 GLP: 67.185,12
	CO_2	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 2, Capítulo 2, Cuadro 2.3	Coque: 107.000 Carbón vegetal: 112.000 Residuos: 100.000
	CH_4	Nivel 1		Carbón mineral: 1 Coque: 1 Leña: 30 Bagazo: 30 Carbón vegetal: 200 Residuos: 30 Diésel oil: 3 Fuel oil: 3 Querosene: 3 Gas natural: 1 Gasolina: 3 Petróleo: 3 GLP: 1
	N_2O	Nivel 1		Carbón mineral: 1,5 Coque: 1,5 Leña: 4 Bagazo: 4

Subcategoría	GEI	Metodología	Fuente de información	Valor (kg GEI.TJ^{-1})
				Carbón vegetal: 4 Residuos: 4 Diésel oil: 0,6 Fuel oil: 0,6 Querosene: 0,6 Gas natural: 0,1 Gasolina: 0,6 Petróleo: 0,6 GLP: 0,1

La estimación de emisiones de CO_2, se realiza con factores de emisión propios en un tier o nivel metodológico 2 y son suministrados por la base de datos del FECOC para combustibles colombianos (INCOMBUSTION Unión Temporal & FECOC, 2016). Por otro lado, las emisiones de CH_4 y N_2O se estiman con factores de emisión por defecto de las Directrices IPCC 2006 (Gómez et al., 2006).

Se debe tener en cuenta que en la Tabla 1.A.(a)s2 de las CRT, el factor de emisión implícito se calcula con la relación entre la sumatoria de la emisión por tipo de combustible y el consumo por tipo de combustible por subcategoría en (TJ). Si bien en la Tabla 40 se detalla el nivel metodológico específico por energético, para determinar el nivel metodológico de los combustibles de biomasa en la CRT, se especifica el nivel del o los combustibles de mayor consumo en cada subcategoría.

3.3.10.2.3 Dato de actividad

Como se ha mencionado con anterioridad, la fuente de información principal a los datos de actividad para esta subcategoría es el BECO de la UPME, que presenta una sección con el consumo de energéticos asociado a las divisiones CIIU Rev. 4 A.C de las industrias manufactureras. Particularmente para 1.A.2.g.v. Construcción, la fuente de información sigue siendo el BECO (UPME, 2021), pero en referencia al consumo final asociado a Construcción y para 1.A.2.g.iii. Minería y cantería, la fuente específica de información es el Sistema de Información de Combustibles Líquidos (SICOM).

Tabla 41. Datos de actividad – Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
1.A.2.a Hierro y acero	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en las industrias básicas y de fundición de hierro y acero, de metales preciosos y de otros metales no ferrosos	1990 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO. Datos ajustados estadísticamente: consumo de leña en 2004; consumos de carbón mineral en los períodos de 2008 a 2012 y 2015 a 2021.
1.A.2.b Metales no ferrosos	Consumo de combustibles fósiles y biomasa por la producción de níquel	1990 – 2021	Cerro Matoso-South32 MRVme	Nueva categoría estimada por separado de 1.A.2.a con información de la empresa productora de níquel contenido en ferroníquel y el equipo MRVme.
1.A.2.c Productos químicos	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en las industrias dedicadas a la fabricación de los siguientes productos: sustancias y productos químicos básicos; abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados; plásticos en formas primarias; caucho sintético en formas primarias; plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario; pinturas, barnices y revestimientos similares; jabones y detergentes; fibras sintéticas y artificiales; productos farmacéuticos y sustancias químicas medicinales; entre otros.	1990 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO (UPME, 2021). Datos ajustados estadísticamente: consumos de carbón mineral en el período de 2006 a 2008; consumos de gas natural en el período de 1990 a 2005 y en 2008.

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
1.A.2.d Pulpa, papel e imprenta	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en industrias dedicadas a la fabricación de pulpas (pastas) celulósicas, papel, cartón y productos de papel y cartón, y a actividades de impresión y reproducción de grabaciones.	1990 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO. Datos ajustados estadísticamente: consumos de carbón mineral en el período de 1990 a 2007; consumos de gas natural en 2007 y 2008
1.A.2.e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en las industrias dedicadas a las siguientes actividades; procesamiento y conservación de carne (y sus productos), pescados, frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos; elaboración de aceites, grasas, productos lácteos, productos de molinería, almidones y derivados, azúcar, panela, productos de panadería, cacao, chocolate, productos de confitería, platos preparados, alimentos preparados para animales, bebidas, y productos de tabaco; trilla, descafeinado, tostión y molienda del café; destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas; entre otros productos alimenticios.	1990 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO. Datos ajustados estadísticamente: consumos de carbón mineral los períodos de 1990 a 2006 y 2015 a 2018; consumos de gas natural en 2005 y 2007.
1.A.2.f Minerales no metálicos	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en las industrias dedicadas a la fabricación de vidrio y sus productos, productos refractarios, materiales de arcilla para la construcción, productos de cerámica y porcelana, cemento, cal, yeso, artículos de hormigón, entre otros productos minerales no metálicos.	1990 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO. Datos ajustados estadísticamente: consumo de carbón mineral en 2007; consumos de gas natural en el período de 1990 a 2005, 2007 y entre 2015 a 2021.
1.A.2.g. Otro				
1.A.2.g.i. Manufactura de maquinaria	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en industrias dedicadas a la fabricación de productos elaborados de metal, productos informáticos y electrónicos, aparatos y equipo eléctrico, entre otros tipos de maquinaria y equipo.	2006 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO. Datos ajustados estadísticamente: consumos de carbón mineral en 2006 y 2007.
1.A.2.g.ii. Equipo de transporte	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en las industrias dedicadas a la fabricación de vehículos automotores y sus motores, autopartes y accesorios, entre otros tipos de equipo de transporte.	2006 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO.
1.A.2.g.iii. Minería y cantería	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en las industrias dedicadas a la extracción de minerales metalíferos y minerales no metálicos.	2010 – 2021	SICOM – UPME	Valores incluidos en el BECO de forma agregada con la minería de combustibles. Por esta razón, se recurre al SICOM, fuente original de esta sección. Se estiman los datos de 2018 a 2021, corroborando esta información con el equipo MRVme.
1.A.2.g.iv. Madera y productos de madera	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en industrias dedicadas a la transformación de la madera y a la fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles.	2006 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO.
1.A.2.g.v. Construcción	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en las industrias de construcción y acondicionamiento de edificaciones y obras de ingeniería civil.	2010 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO. Se toman los valores desde 2010, ya que el SICOM -

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
				fuente original de esta sección- empezó a captar información a partir de dicho año.
1.A.2.g.vi. Textiles y cueros	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en las industrias dedicadas a las siguientes actividades: preparación e hilatura de fibras textiles; tejedura y acabado de productos textiles; curtido y recurtido de cueros; recurtido y teñido de pieles; fabricación de tejidos, prendas de vestir, artículos de piel, artículos de cuero, y calzado y sus partes.	1990 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO. Datos ajustados estadísticamente: consumo de carbón mineral en 2017; consumos de gas natural en los períodos de 2007 a 2012 y 2015 a 2018.
1.A.2.g.viii. Otro	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en otras industrias manufactureras, entre ellas aquellas dedicadas a la fabricación de productos de caucho y plástico, y de muebles, colchones y somieres.	1990 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO. Datos ajustados estadísticamente: consumo de carbón mineral entre 2017 y 2021; consumos de gas natural el período de 1999 a 2005 y en 2007.

El procesamiento de los datos de actividad correspondientes a consumos de combustibles consiste en unificar la unidad de medida a TJ de cada energético. En la Tabla 42 se resumen los datos empleados de consumo por combustible, utilizados para estimar las emisiones por subcategoría:

Tabla 42. Datos de actividad procesados para 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción

Subcategoría/Energético	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1.A.2.a Hierro y acero	**9.223,73**	**10.366,70**	**11.988,05**	**15.343,91**	**15.473,01**	**13.534,33**	**14.352,62**	**14.697,10**	**13.127,79**	**14.121,62**	**16.058,84**	**13.978,05**	**14.836,70**	**15.854,15**	**17.650,00**	**17.480,81**
Carbón mineral	4.728,14	5.382,91	6.298,36	9.854,55	9.240,98	7.130,82	7.542,45	7.672,04	6.264,83	7.155,84	10.232,02	8.759,48	8.638,51	8.721,87	8.785,24	8.818,22
Carbón vegetal	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Coque	696,73	695,89	747,52	758,76	758,01	769,50	770,12	769,50	769,82	1.442,00	770,12	770,12	805,27	749,09	842,73	973,82
Diesel oil	630,60	669,12	754,75	625,16	836,84	927,69	1.047,15	1.063,14	1.078,32	962,56	910,34	668,82	911,95	1.045,39	988,57	953,27
Fuel oil	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Gas natural	1.183,02	1.186,75	1.114,34	1.074,68	1.186,55	1.223,27	1.278,62	1.213,58	1.413,95	1.635,31	1.914,92	2.331,23	3.110,27	3.869,23	4.539,95	5.198,37
Gasolina	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
GLP	54,73	56,96	274,83	292,90	427,49	428,57	504,25	528,40	569,03	577,44	523,46	527,98	493,43	465,95	440,88	451,21
Leña	5,08	5,08	6,11	5,61	5,08	4,65	4,62	3,99	3,99	3,92	3,44	3,17	3,34	3,62	3,57	3,51
Petróleo	1.660,50	2.097,67	2.420,12	2.345,01	2.650,14	2.663,89	2.827,60	3.064,59	2.667,21	1.989,11	1.390,95	603,67	566,34	704,80	1.754,34	787,11
Querosene	264,93	272,31	372,03	387,25	367,90	385,93	377,81	381,85	360,64	355,45	313,58	313,58	307,60	294,20	294,71	295,30
Residuos	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1.A.2.b Metales no ferrosos	**2.289,76**	**2.509,85**	**2.509,93**	**2.508,33**	**2.590,07**	**3.053,25**	**2.850,26**	**3.128,33**	**2.891,14**	**2.849,18**	**2.829,55**	**4.328,24**	**5.570,57**	**6.216,54**	**6.099,50**	**6.529,88**
Biodiesel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diesel oil	1,59	1,75	1,75	1,75	1,80	2,12	1,98	2,18	2,01	1,98	1,97	3,01	3,88	4,32	4,24	4,54
Gas natural	2.288,17	2.508,10	2.508,19	2.506,58	2.588,27	3.051,13	2.848,27	3.126,16	2.889,13	2.847,20	2.827,58	4.325,23	5.566,69	6.212,22	6.095,25	6.525,34
1.A.2.c Fabricación de productos químicos	**10.715,61**	**10.784,60**	**13.243,20**	**13.487,04**	**14.750,02**	**14.455,00**	**14.982,41**	**15.003,64**	**14.395,51**	**13.941,60**	**14.346,11**	**13.510,32**	**14.712,81**	**14.385,65**	**14.497,58**	**14.147,89**
Bagazo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Carbón mineral	2.450,46	2.532,54	3.668,64	4.626,09	4.630,71	4.098,02	4.334,80	4.461,95	4.023,26	4.225,80	5.226,12	4.848,25	4.527,27	3.913,69	3.741,32	3.987,42
Carbón vegetal	177,98	177,98	845,16	490,74	839,86	770,15	619,07	726,96	703,62	589,47	597,96	427,11	658,21	539,91	499,90	459,89
Coque	90,38	90,24	45,88	46,57	46,53	47,23	47,27	47,23	47,25	88,51	47,27	47,27	49,43	45,98	51,73	59,78
Diesel oil	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Fuel oil	59,62	138,46	157,91	108,00	58,10	161,64	87,28	161,64	16,38	75,58	281,92	281,92	366,42	127,30	80,74	81,26
Gas natural	5.984,57	5.966,01	6.134,31	5.809,04	6.538,73	6.707,68	7.068,47	6.601,88	6.677,39	6.680,18	6.611,25	6.738,69	8.056,04	8.774,64	8.783,79	8.598,71
Gasolina	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
GLP	24,32	25,22	144,71	154,23	225,10	225,67	265,51	278,23	299,62	304,05	275,63	278,01	259,81	245,35	232,15	237,58
Leña	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Petróleo	1.511,76	1.428,63	1.648,54	1.597,19	1.802,80	1.811,43	1.921,36	2.080,76	1.992,83	1.357,60	746,67	329,79	243,75	204,86	574,19	188,90
Querosene	341,32	351,21	459,70	478,51	454,60	476,87	466,84	471,84	445,62	439,21	387,48	387,48	380,08	363,54	364,16	364,89
Residuos	75,20	74,30	138,35	176,67	153,60	156,30	171,80	173,16	189,53	181,19	171,80	171,80	171,80	170,38	169,60	169,46
1.A.2.d Fabricación de pulpa, papel e imprenta	**23.678,88**	**24.117,54**	**23.340,19**	**23.252,96**	**23.543,26**	**24.075,95**	**24.034,17**	**24.442,93**	**24.542,06**	**23.723,75**	**24.172,31**	**23.249,71**	**23.202,93**	**23.535,46**	**26.827,35**	**29.175,91**
Bagazo	2.405,84	2.661,83	1.130,27	1.487,13	1.490,38	1.508,90	1.505,25	1.550,75	1.574,88	1.565,62	1.565,10	1.727,36	1.800,45	1.873,55	2.274,43	1.711,55
Carbón mineral	16.454,98	16.377,16	16.299,34	16.221,52	16.143,70	16.065,87	15.988,05	15.910,23	15.832,41	15.754,59	15.692,06	14.595,86	12.948,28	13.251,42	14.966,32	17.542,31
Carbón vegetal	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Coque	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Diesel oil	155,95	165,23	189,26	156,77	209,85	232,63	262,59	266,60	270,40	241,37	228,28	167,71	228,68	262,14	247,90	239,04
Fuel oil	294,94	686,46	776,21	179,91	285,58	794,56	429,04	794,56	583,05	371,54	1.385,81	1.385,81	1.801,13	625,75	396,90	399,43
Gas natural	1.948,05	1.954,17	1.912,00	1.843,95	2.035,91	2.098,92	2.193,88	2.082,30	2.372,90	2.684,21	3.074,26	3.660,55	4.776,74	5.812,05	6.670,04	7.469,93
Gasolina	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
GLP	19,46	20,34	84,64	90,20	131,65	131,99	155,29	162,73	175,24	177,83	161,21	162,60	151,96	143,50	135,78	138,96
Leña	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Petróleo	1.794,28	1.695,47	1.957,22	1.896,24	2.139,86	2.149,96	2.280,13	2.468,92	2.365,48	1.611,72	887,32	397,17	408,28	408,59	980,19	637,24
Querosene	56,89	43,26	58,60	61,00	57,95	60,79	59,51	60,15	56,80	55,99	49,39	49,39	48,45	46,34	46,42	46,51
Residuos	548,49	513,61	932,64	1.316,24	1.048,38	1.032,34	1.160,42	1.146,70	1.310,90	1.260,89	1.128,88	1.103,25	1.038,95	1.112,12	1.109,38	990,94
1.A.2.e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	**70.449,07**	**78.313,89**	**39.008,71**	**49.279,66**	**50.594,35**	**49.622,98**	**50.649,79**	**51.876,55**	**53.100,46**	**51.562,29**	**51.057,82**	**52.656,59**	**58.278,58**	**62.212,87**	**76.025,17**	**56.069,90**
Bagazo	52.862,21	58.976,85	20.323,68	29.469,35	28.760,94	28.408,97	27.849,46	28.477,71	29.149,35	29.531,21	28.754,15	32.359,39	33.575,15	34.902,59	44.468,21	29.896,85
Carbón mineral	5.823,87	6.065,45	6.119,85	8.117,09	8.006,80	6.809,65	7.222,71	7.394,90	6.334,55	6.648,46	8.208,56	7.619,75	8.363,50	8.809,00	9.938,47	10.075,35
Carbón vegetal	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Coque	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Diesel oil	3.377,58	3.583,49	3.862,16	3.199,01	4.282,25	4.747,15	5.358,44	5.440,23	5.517,91	4.925,55	4.658,35	3.422,44	4.666,57	5.349,39	5.058,68	4.878,01
Fuel oil	1.120,68	2.607,38	594,29	601,32	604,83	608,34	608,35	608,34	467,57	758,84	1.061,03	1.061,03	1.379,01	479,10	303,88	305,82
Gas natural	2.551,46	2.559,53	2.531,48	2.441,38	2.695,53	2.778,94	2.904,68	2.756,94	3.285,96	3.887,75	4.657,15	5.799,95	7.916,03	10.074,04	12.092,07	9.015,38
Gasolina	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
GLP	98,10	102,93	432,68	461,12	673,02	674,72	793,85	831,88	895,84	909,08	824,10	831,22	776,82	733,56	694,10	710,35
Leña	89,35	88,34	142,95	131,38	118,93	108,87	108,13	93,43	93,43	450,36	396,08	364,92	383,68	416,83	396,51	404,03
Petróleo	4.395,28	4.195,82	4.808,23	4.657,52	5.260,71	5.285,63	5.607,59	6.074,43	7.168,05	4.265,99	2.335,07	1.034,56	1.057,59	1.295,06	2.919,70	630,25
Querosene	130,03	133,61	192,60	200,48	190,47	199,80	195,60	197,69	186,70	184,02	162,34	162,34	159,24	152,31	152,57	152,88
Residuos	0,51	0,50	0,80	1,02	0,88	0,90	0,99	1,00	1,09	1,04	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98
1.A.2.f Minerales no metálicos	**43.451,36**	**43.718,92**	**45.723,14**	**52.117,17**	**53.345,32**	**49.362,56**	**51.829,68**	**53.321,15**	**48.756,57**	**48.698,32**	**53.621,66**	**50.761,93**	**47.003,20**	**48.061,13**	**57.488,05**	**66.047,20**
Carbón mineral	24.945,61	25.300,46	25.365,61	32.097,11	31.859,60	27.510,39	29.146,85	29.876,28	26.758,10	28.715,52	36.393,44	35.267,04	30.206,46	30.705,41	36.110,62	48.087,58
Carbón vegetal	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Coque	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Diesel oil	1.523,77	1.617,14	1.787,18	1.480,31	1.981,57	2.147,38	2.364,50	2.402,35	2.438,30	2.217,61	2.093,97	1.522,06	2.097,77	2.413,74	2.279,21	2.257,25
Fuel oil	43,14	40,29	43,21	43,55	43,89	44,23	44,28	44,23	34,00	55,57	77,15	77,15	100,27	34,84	22,10	22,24
Gas natural	9.030,71	9.148,07	9.265,43	9.382,79	9.500,15	9.617,51	9.734,87	9.852,23	9.969,59	10.086,95	10.204,31	10.321,67	10.439,03	10.556,39	10.673,75	10.791,11
Gasolina	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
GLP	105,40	109,85	426,11	454,12	662,80	664,48	781,80	819,25	882,25	895,29	811,59	818,60	1.475,87	1.642,13	1.837,74	2.017,09
Leña	393,41	394,01	632,88	576,03	521,46	477,37	474,12	409,66	409,66	50,91	44,77	41,25	43,37	47,12	2.266,92	45,67
Petróleo	5.790,51	5.473,94	6.315,30	6.118,63	6.909,37	6.943,28	7.366,53	7.979,91	6.435,07	4.873,20	2.405,54	1.123,26	1.079,90	1.168,93	2.802,56	1.328,11

Subcategoría/Energético	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Querosene	1.618,82	1.635,16	1.887,41	1.964,62	1.866,47	1.957,91	1.916,74	1.937,23	1.829,61	1.803,27	1.590,89	1.590,89	1.560,52	1.492,58	1.495,16	1.498,15
Residuos	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1.A.2.g Otros	**12.313,30**	**12.073,36**	**15.427,25**	**16.367,25**	**18.176,36**	**17.613,18**	**18.977,60**	**19.490,66**	**18.919,87**	**17.670,52**	**18.712,96**	**15.557,86**	**15.458,76**	**17.329,19**	**19.794,57**	**17.750,61**
Bagazo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Carbón mineral	5.093,53	5.277,76	6.282,02	8.300,32	8.312,62	6.994,49	7.506,85	7.639,16	6.725,72	7.228,99	9.115,52	7.837,54	5.587,97	6.492,05	7.600,76	6.343,19
Carbón vegetal	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Coque	6,14	6,36	8,91	9,04	9,03	9,17	9,18	9,17	9,18	17,19	9,18	9,18	9,60	8,93	10,04	11,61
Diesel oil	2.559,45	2.722,19	4.006,32	3.247,13	4.455,27	4.947,00	5.627,58	5.693,12	5.786,38	5.135,93	4.784,51	3.328,38	4.605,84	5.350,72	4.995,08	4.779,53
Fuel oil	239,72	373,74	399,33	187,81	221,01	394,84	264,06	388,12	320,94	234,39	584,79	581,86	723,74	311,41	164,13	227,29
Gas natural	789,04	791,41	1.600,49	1.543,52	1.704,21	1.756,95	1.836,44	1.743,04	2.187,89	2.211,83	2.454,00	2.774,64	3.291,00	3.857,87	4.449,84	5.111,20
Gasolina	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
GLP	38,11	39,87	149,09	158,89	231,91	232,49	273,54	286,64	308,69	313,25	283,96	286,42	267,67	252,77	239,17	244,77
Leña	6,49	6,49	3,91	5,61	5,08	4,65	4,62	3,99	3,99	3,92	3,44	3,17	3,34	3,62	174,36	3,51
Petróleo	3.074,39	2.333,18	2.665,40	2.587,77	2.927,57	2.949,15	3.136,19	3.404,92	3.270,43	2.223,23	1.210,34	469,45	707,23	800,38	1.909,41	777,27
Querosene	499,03	514,96	300,71	313,02	297,38	311,95	305,39	308,65	291,50	287,31	253,47	253,47	248,63	237,81	238,22	238,69
Residuos	7,41	7,40	11,06	14,13	12,28	12,50	13,74	13,85	15,16	14,49	13,74	13,74	13,74	13,63	13,56	13,55

Subcategoría/Energético	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.A.2.a Hierro y acero	**16.025,23**	**17.677,83**	**19.440,73**	**16.260,67**	**12.510,55**	**17.566,04**	**16.268,77**	**12.968,33**	**17.638,41**	**19.877,54**	**16.957,35**	**18.343,13**	**18.941,40**	**14.984,56**	**19.510,42**
Carbón mineral	7.709,07	7.200,78	7.878,50	5.337,05	5.252,33	6.014,77	5.482,71	6.310,57	6.634,19	6.935,74	6.332,64	7.538,85	8.443,52	6.332,64	10.252,84
Carbón vegetal	6,01	16,63	0,73	---	29,11	13,09	14,42	1,77	22,26	19,51	0,90	1,31	1,41	1,17	1,25
Coque	70,99	40,36	177,86	227,57	129,38	600,27	37,02	38,89	27,16	35,70	25,69	34,82	74,88	62,01	66,35
Diesel oil	191,73	88,01	252,10	294,03	400,76	670,34	799,58	826,89	297,05	657,94	465,42	459,65	458,59	379,75	406,33
Fuel oil	163,00	260,36	95,84	12,62	9,12	11,65	14,04	14,20	11,87	11,82	6,93	3,86	3,91	3,24	3,47
Gas natural	7.562,66	9.732,35	10.766,42	10.176,96	6.473,74	10.080,89	9.822,33	5.685,34	10.592,06	12.170,30	10.075,88	10.251,48	9.886,67	8.145,79	8.716,01
Gasolina	49,58	57,81	57,00	50,90	41,65	21,74	23,90	19,16	4,52	11,68	5,64	4,17	3,36	2,78	2,98
GLP	30,52	32,63	29,55	33,01	40,47	29,07	20,32	15,21	25,95	14,08	14,30	9,00	20,03	16,58	17,74
Leña	0,08	0,25	0,31	0,42	0,65	1,09	0,66	0,17	0,31	0,05	---	---	11,83	9,79	10,48
Petróleo	241,58	248,61	182,41	128,10	133,34	123,15	53,78	56,06	23,01	20,67	29,92	39,95	37,16	30,77	32,92
Querosene	---	0,05	0,01	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Residuos	---	---	---	---	---	---	---	0,06	0,03	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
1.A.2.b Metales no ferrosos	**6.770,86**	**5.901,74**	**6.938,79**	**6.718,18**	**4.809,55**	**6.474,74**	**6.431,92**	**6.205,39**	**5.816,10**	**5.556,76**	**5.713,81**	**6.019,98**	**6.009,47**	**5.729,75**	**7.189,02**
Biodiesel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,31	0,31	0,30	0,51	0,41	0,40	0,37	0,21	0,07	0,09
Diesel oil	4,71	4,11	4,83	4,67	3,35	4,50	4,47	4,32	5,08	4,08	4,07	3,68	3,65	3,86	4,78
Gas natural	6.766,15	5.897,64	6.933,96	6.713,50	4.805,97	6.469,92	6.427,13	6.200,78	5.810,52	5.552,27	5.709,34	6.015,93	6.005,60	5.725,82	7.184,15
1.A.2.c Fabricación de productos químicos	**16.101,65**	**12.892,29**	**14.288,11**	**15.458,51**	**15.973,37**	**15.163,90**	**17.068,15**	**18.516,29**	**15.221,47**	**18.069,23**	**16.971,22**	**21.135,96**	**21.331,49**	**18.821,15**	**21.603,71**
Bagazo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3.260,14	3.142,36	3.115,94	3.334,05
Carbón mineral	3.438,50	3.640,77	4.045,30	5.188,55	4.333,56	4.833,79	4.429,11	7.077,39	6.058,50	6.250,34	4.366,87	4.968,34	4.767,51	4.535,03	5.108,54
Carbón vegetal	---	---	4,93	2,97	9,80	210,85	66,85	55,97	82,47	83,43	41,90	---	---	---	---
Coque	842,59	0,76	11,90	8,48	12,24	1,83	1.844,58	9,99	1,05	0,80	12,44	13,65	9,17	9,09	9,72
Diesel oil	66,67	169,08	212,69	221,20	291,96	214,99	178,79	178,65	152,88	131,94	120,16	116,99	104,29	103,46	110,70
Fuel oil	20,10	175,85	189,05	160,94	159,68	143,86	0,98	0,62	0,56	22,05	15,72	21,62	17,88	17,73	18,98
Gas natural	11.465,85	8.599,39	9.642,89	9.698,27	10.888,84	9.521,62	10.375,34	10.836,87	8.850,51	11.479,18	12.165,56	12.540,45	13.047,80	10.799,41	12.764,39
Gasolina	9,50	42,82	37,56	33,81	36,84	32,85	28,60	24,26	21,90	20,04	31,49	56,88	54,06	53,61	57,36
GLP	58,46	148,34	100,98	100,39	89,81	83,30	53,84	49,14	40,98	54,94	57,76	98,17	93,55	92,79	99,29
Leña	---	---	0,34	---	---	---	---	---	---	---	152,11	54,46	73,90	73,28	78,41
Petróleo	199,98	20,79	41,55	30,19	145,66	105,73	70,41	46,71	5,46	4,19	4,07	1,75	1,45	1,44	1,54
Querosene	---	0,18	0,94	13,70	4,99	5,75	19,65	23,90	7,15	2,55	2,21	2,48	7,06	7,00	7,49
Residuos	---	53,43	---	---	---	9,33	---	212,79	---	19,78	0,93	1,03	12,46	12,36	13,22
1.A.2.d Fabricación de pulpa, papel e imprenta	**24.279,79**	**25.422,51**	**22.506,58**	**22.162,17**	**22.610,34**	**23.683,06**	**22.488,95**	**21.169,92**	**22.861,97**	**23.573,00**	**23.946,36**	**24.929,44**	**24.295,69**	**23.497,68**	**25.938,33**
Bagazo	---	---	---	76,81	10,94	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Carbón mineral	17.542,31	17.542,31	15.777,90	15.002,12	14.770,57	14.081,47	12.761,03	11.961,85	13.342,45	13.347,50	14.171,64	14.514,15	13.889,88	13.843,74	15.130,69
Carbón vegetal	---	---	307,23	---	---	---	---	---	---	72,24	---	---	---	---	---
Coque	---	105,22	---	---	58,11	52,62	---	---	110,93	120,40	126,79	123,47	130,99	126,35	135,19
Diesel oil	19,49	103,39	74,03	83,54	83,06	81,63	68,54	31,30	28,49	27,47	25,94	29,85	24,06	22,79	24,38
Fuel oil	30,83	383,34	330,45	92,37	101,68	46,56	25,56	1,80	1,35	8,10	72,06	58,65	51,85	50,01	53,52
Gas natural	6.348,43	6.516,19	5.508,13	5.939,53	6.533,90	8.550,84	9.204,54	8.825,47	9.027,35	9.598,88	9.178,03	9.818,40	9.797,43	9.068,20	10.180,90
Gasolina	11,18	14,30	12,18	11,39	10,33	11,88	8,13	8,71	6,16	6,87	6,62	6,50	6,23	5,66	6,05
GLP	10,52	100,49	60,06	177,67	57,87	31,09	42,80	31,01	33,48	26,78	32,97	33,76	50,95	48,84	52,26
Leña	---	---	---	0,51	15,94	3,48	2,55	---	---	---	---	---	---	---	---
Petróleo	316,83	654,78	434,45	771,09	948,65	773,97	373,52	309,23	311,09	364,61	332,01	343,91	339,05	327,03	349,92
Querosene	0,20	2,49	2,16	7,14	12,83	3,55	0,92	0,55	0,66	0,15	0,31	0,05	0,05	0,04	0,05
Residuos	---	---	---	---	6,46	45,96	1,35	---	---	---	---	0,70	5,20	5,01	5,36
1.A.2.e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	**57.155,64**	**129.336,00**	**116.880,89**	**88.395,66**	**104.663,52**	**104.472,46**	**96.703,17**	**110.696,22**	**106.066,42**	**103.224,78**	**89.204,42**	**114.193,81**	**99.449,21**	**100.256,99**	**108.417,26**
Bagazo	33.224,38	95.065,01	87.263,39	46.517,58	67.476,14	60.644,88	61.463,74	74.712,29	74.176,91	71.859,88	57.007,04	78.905,48	64.059,21	65.524,93	70.691,32
Carbón mineral	10.495,16	16.209,03	12.137,43	22.974,31	20.147,73	25.549,27	16.549,59	16.513,14	16.513,14	15.502,13	17.187,15	20.220,17	19.899,18	19.812,43	21.612,02
Carbón vegetal	55,86	786,07	779,29	43,35	41,60	0,24	10,91	4,98	0,03	35,78	197,71	30,64	4,93	4,94	5,28
Coque	91,19	364,61	556,57	312,31	437,20	303,85	351,79	279,41	313,70	360,11	366,64	392,89	367,41	368,29	491,45
Diesel oil	857,56	1.310,61	1.249,00	2.302,36	1.151,57	817,77	833,92	795,61	759,11	763,55	788,24	684,59	762,68	761,10	814,38
Fuel oil	335,13	614,79	538,29	419,59	210,16	149,47	149,09	185,03	226,80	124,50	137,25	138,99	127,68	127,53	136,46

Subcategoría/Energético	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Gas natural	10.113,96	11.299,89	11.313,99	11.915,70	11.639,89	12.524,92	13.074,01	13.379,57	13.292,92	13.663,41	12.548,73	12.857,67	13.016,37	12.445,31	13.369,02
Gasolina	150,61	252,39	239,84	132,32	126,64	138,41	123,81	154,88	129,67	179,28	75,03	130,42	83,78	82,95	88,76
GLP	249,47	382,64	418,59	483,33	412,50	273,68	928,51	815,36	369,19	341,12	439,61	397,18	459,84	460,25	492,47
Leña	---	0,07	4,08	16,40	9,91	7,48	8,24	9,72	8,45	36,35	44,40	22,40	22,94	22,63	24,21
Petróleo	303,18	288,30	364,16	326,75	250,16	95,69	56,97	14,91	2,10	8,34	4,84	7,72	6,68	6,57	7,03
Querosene	5,90	0,16	0,88	1,89	0,03	---	---	---	0,89	---	---	---	---	---	---
Residuos	1.273,24	2.762,43	2.015,37	2.949,76	2.759,99	3.966,79	3.152,58	3.831,33	273,52	350,33	407,79	405,67	638,52	640,05	684,85
1.A.2.f Minerales no metálicos	**51.686,43**	**74.775,71**	**70.980,83**	**71.515,89**	**65.705,25**	**67.527,26**	**69.289,25**	**73.606,42**	**57.166,94**	**59.144,08**	**52.698,59**	**56.719,46**	**55.398,95**	**50.687,74**	**53.799,78**
Carbón mineral	40.920,91	53.967,69	51.864,40	40.767,35	34.635,12	44.237,76	43.887,12	45.626,28	42.525,18	45.078,28	39.153,84	43.287,23	42.000,91	37.413,88	40.335,58
Carbón vegetal	78,50	719,57	122,96	327,77	547,25	464,72	436,07	438,41	4,19	1,99	3,43	11,81	0,00	0,00	0,00
Coque	235,53	5.710,77	4.814,17	15.008,87	15.836,67	10.153,33	10.817,12	12.515,71	1.482,64	331,59	332,23	184,90	148,72	130,87	140,03
Diesel oil	677,66	1.429,41	1.029,02	1.217,43	1.310,74	1.156,19	1.147,72	1.205,70	1.180,53	1.874,81	1.070,57	1.015,15	1.109,08	975,95	1.044,27
Fuel oil	201,96	671,16	146,51	117,19	137,46	182,89	170,78	57,52	250,21	140,07	154,45	153,24	96,56	84,97	90,92
Gas natural	7.821,84	10.717,11	10.524,83	11.490,16	11.355,31	10.002,22	11.464,30	10.717,63	11.331,19	11.414,86	11.498,54	11.582,21	11.666,37	11.750,04	11.833,71
Gasolina	35,29	55,20	65,32	57,00	59,73	37,18	47,42	40,96	76,31	80,77	98,87	63,65	38,02	33,46	35,80
GLP	768,49	495,40	289,92	142,93	243,02	230,17	141,48	118,60	114,84	73,61	80,75	124,23	113,80	100,14	107,15
Leña	5,79	241,80	565,81	400,65	227,37	363,46	317,06	546,37	132,38	96,86	221,00	192,67	138,58	121,95	130,48
Petróleo	294,51	113,48	80,23	111,35	40,48	39,60	60,75	56,21	24,32	0,81	34,54	39,25	35,74	31,45	33,65
Querosene	1,84	6,80	0,31	0,04	0,02	0,04	0,52	0,39	0,48	0,36	0,56	1,72	1,24	1,09	1,17
Residuos	644,10	647,31	1.477,35	1.875,15	1.312,08	659,69	798,91	2.282,63	44,67	50,07	49,82	63,40	49,93	43,93	47,01
1.A.2.g Otros	**16.589,16**	**18.399,98**	**20.884,92**	**27.825,97**	**25.998,26**	**28.529,04**	**29.223,43**	**30.160,44**	**28.062,28**	**21.947,79**	**23.814,03**	**20.777,76**	**18.356,09**	**15.816,84**	**17.958,97**
Bagazo	39,95	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Carbón mineral	7.902,80	9.162,58	10.703,38	9.886,19	8.685,79	10.414,46	8.674,95	9.945,32	7.518,96	6.898,80	9.336,58	5.682,97	6.262,28	4.884,27	5.463,67
Carbón vegetal	161,38	67,21	58,01	137,66	73,30	56,52	472,34	50,42	49,55	50,88	51,13	6,39	0,00	0,00	0,00
Coque	8,82	134,15	83,90	150,87	131,88	108,62	122,43	73,95	65,02	49,63	397,70	47,46	55,03	45,46	48,64
Diesel oil	223,79	384,43	318,44	6.579,02	7.906,96	8.053,96	8.870,66	9.980,70	10.461,02	4.531,79	3.981,73	4.668,88	4.443,14	4.136,99	5.045,89
Fuel oil	27,90	339,65	251,93	175,39	166,66	150,10	138,36	148,15	102,34	47,40	52,22	53,67	46,85	36,90	39,48
Gas natural	7.452,90	7.121,67	8.439,32	9.673,75	7.834,21	9.058,41	10.287,28	9.381,61	9.483,43	9.813,15	9.496,29	9.673,55	6.668,94	5.922,38	6.513,45
Gasolina	44,91	304,83	170,18	263,94	228,34	200,53	196,22	184,02	123,15	194,87	142,45	122,63	106,26	91,94	100,01
GLP	179,55	192,31	246,35	378,96	446,48	227,27	234,83	183,39	207,88	275,78	294,68	346,92	353,85	307,41	328,93
Leña	0,02	48,77	47,29	38,15	51,08	28,62	33,87	35,43	40,29	55,13	53,38	168,13	403,76	378,65	405,16
Petróleo	434,27	417,32	395,81	411,61	242,74	16,69	9,50	13,26	1,26	22,99	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00
Querosene	1,64	2,21	0,98	1,18	0,35	0,17	0,11	2,65	0,24	0,32	0,24	0,35	0,34	0,27	0,29
Residuos	111,22	224,86	169,33	129,24	230,47	213,71	182,88	161,54	9,14	7,05	6,72	6,81	15,65	12,58	13,46

En la Tabla1.A(a)s2 de reporte común, los datos de actividad de consumos de combustibles se reportan en (TJ) por tipo de combustible (líquidos, sólidos, gaseosos, biomasa, etc.) por subcategoría.

3.3.11 Transporte (CRT 1.A.3)

i. Descripción de la subcategoría

En la subcategoría de transporte, se estiman las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O producto de la quema de combustibles fósiles y biocombustibles en Aviación, transporte terrestre (automóviles, camiones para servicio ligero, camiones para servicio pesado y autobuses y motocicletas), ferrocarriles, navegación marítima y fluvial, y otro tipo de transporte, que incluye el transporte por tuberías y transporte todo terreno, como se observa en la Figura 83 y tal como se establece por parte de las Directrices del IPCC 2006 (Harnisch et al., 2006). En esta subcategoría se siguen diferentes niveles metodológicos para cada uno de los gases y desagregaciones.

En cuanto a las emisiones provenientes de vuelos internacionales y navegación marítima internacional, son reportadas de manera informativa, al igual que las emisiones de CO_2 producto de la quema de biocombustibles son reportadas como elementos recordatorios y no son adicionados al total nacional para evitar doble computo con el sector de agricultura. De acuerdo con lo anterior, se presentan las subcategorías del sector transporte en la siguiente figura:

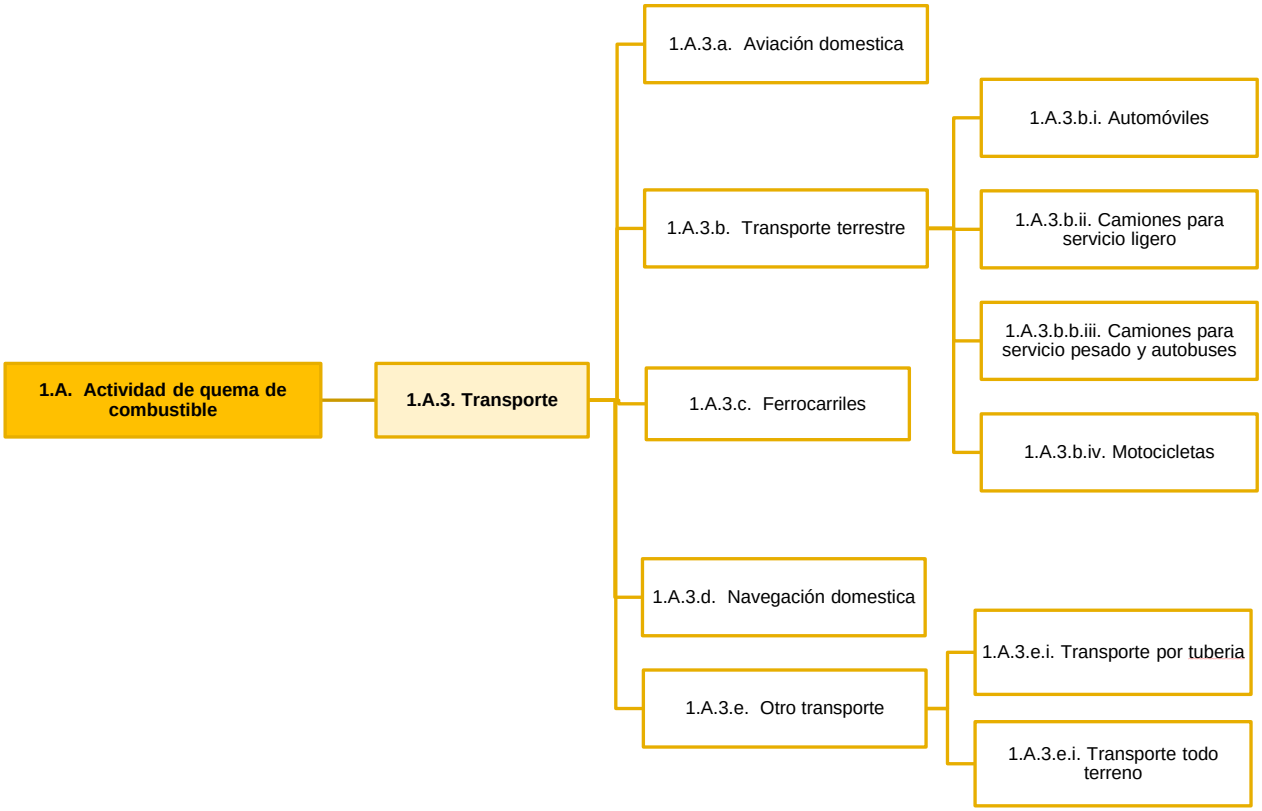


Figura 65. Subcategorías estimadas en 1.A.3. Transporte

Las emisiones de la subcategoría de transporte están sujetas a cambios tecnológicos y refinación de la información reportada por parte de las entidades, lo que ha llevado a que, durante algunas series de tiempo se produzcan diminuciones de los gases reportados, como es el caso del sector transporte terrestre, donde se ha venido realizando una renovación del parque automotor del país y una variación en la composición de los combustibles.

En la subcategoría de transporte se calcularon las emisiones correspondientes para la serie de tiempo de 1900-2021, alcanzando para el último año un total de 42.170,58 kt CO_2eq, lo cual representa una tasa de crecimiento anual compuesta para 1.A.3 de 2,47%. De igual forma, esta subcategoría presentó una disminución para los años 2020 y 2021 en un 29,16% debido a la pandemia.

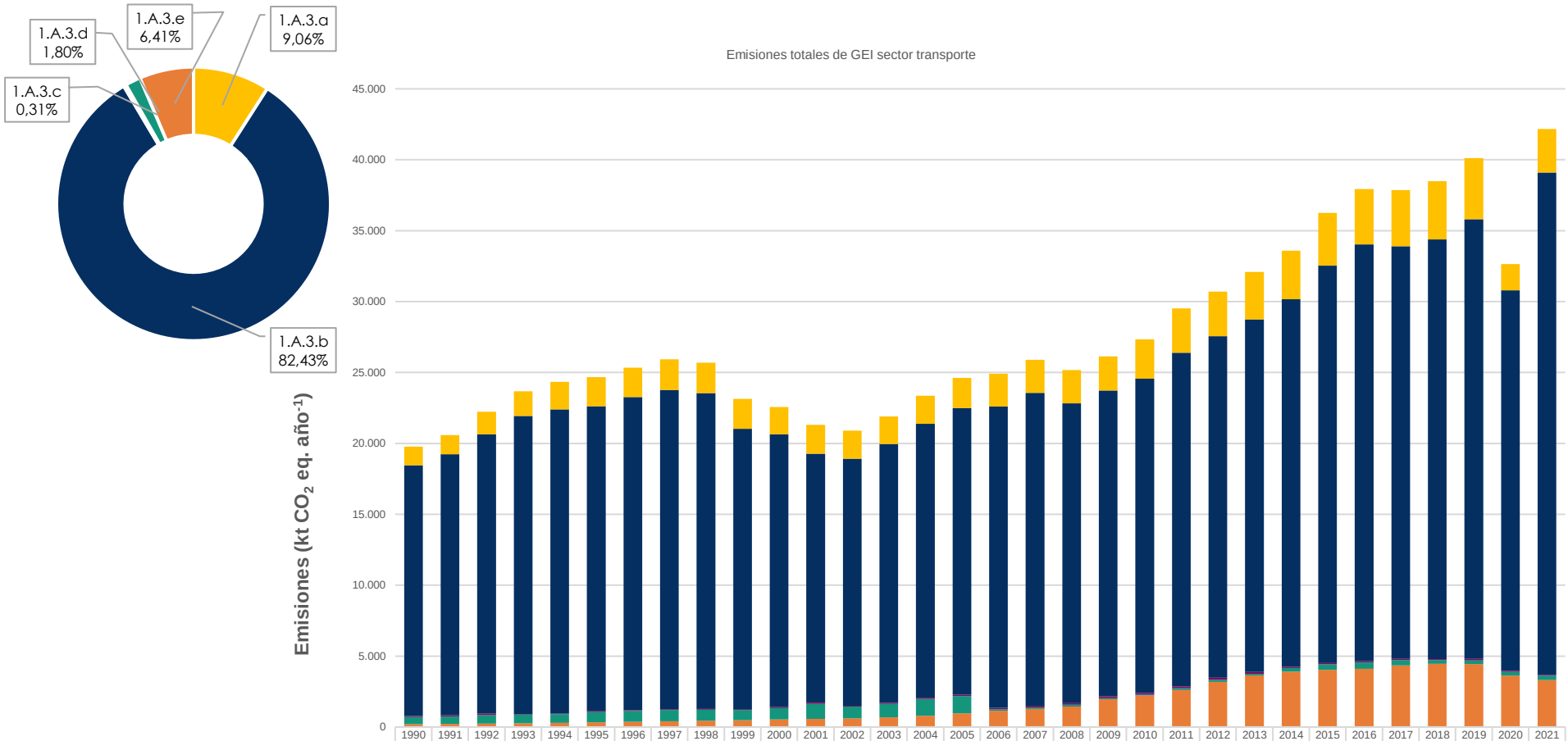
Para la subcategoría de transporte 1.A.3, la mayor cantidad de emisiones es generada por el transporte de carretera, que en el año 1990 tuvo un valor 17.680,15 kt CO_2eq y en el año 2021 alcanzó el valor de 35.440,05 kt CO_2eq teniendo una tasa de crecimiento anual de 2,27% y una participación del 82,42%, como se observa en la Figura 66.

La segunda categoría que mayor cantidad de emisiones de GEI es la 1.A.3.a aviación doméstica, que en el año 2020 tuvo un valor de 1.859,84 kt CO_2eq, presentando una reducción en las emisiones del 56,98% con respecto al año 2019, debido a la disminución de los vuelos durante la pandemia en ese periodo de tiempo. En cuanto a las emisiones para el año 2021, se registró un valor de 3.065,36 kt CO_2eq, lo cual representa 9,12% de las emisiones totales de la subcategoría 1.A.3, como se establece en la Figura 66.

En cuanto a la subcategoría otro transporte ocupa el tercer lugar en emisiones, representando las emisiones correspondientes a vehículos fuera de ruta y transporte por tuberías, teniendo para el año 1990 un valor de 210,48 kt CO_2eq y para el año 2021 un valor de 3.303,35 kt CO_2eq, con un crecimiento anual de 9,29%.

Finalmente, las emisiones de la subcategoría de 1.A.3.c. Ferrocarriles la cual tuvo para el año 1990 un valor de 75,80 kt CO_2eq, y para el año 2021 alcanzó 60,01 kt CO_2eq, esta disminución se debe a la información que es reportada por parte del BECO. A partir del año 2005, se dejó de reportar el consumo de combustible en el sector, y fue necesario realizar una interpolación de la información, tal como se describe en la Subcategoría 1.A.3.c Ferrocarriles.

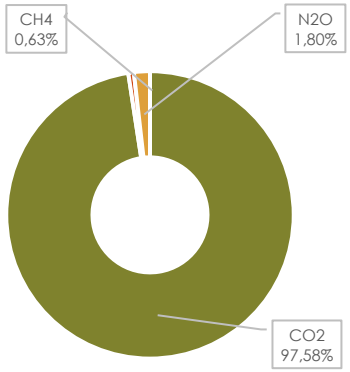
En cuanto a las emisiones de la subcategoría por gases se presenta en la Figura 67 donde la mayor participación en gases la tiene el CO_2 el cual representa el 97,52% de las emisiones totales, seguido del N_2O que tiene un valor de 1,80% y finalmente el CH_4, con una participación de 0,63% de las emisiones totales.

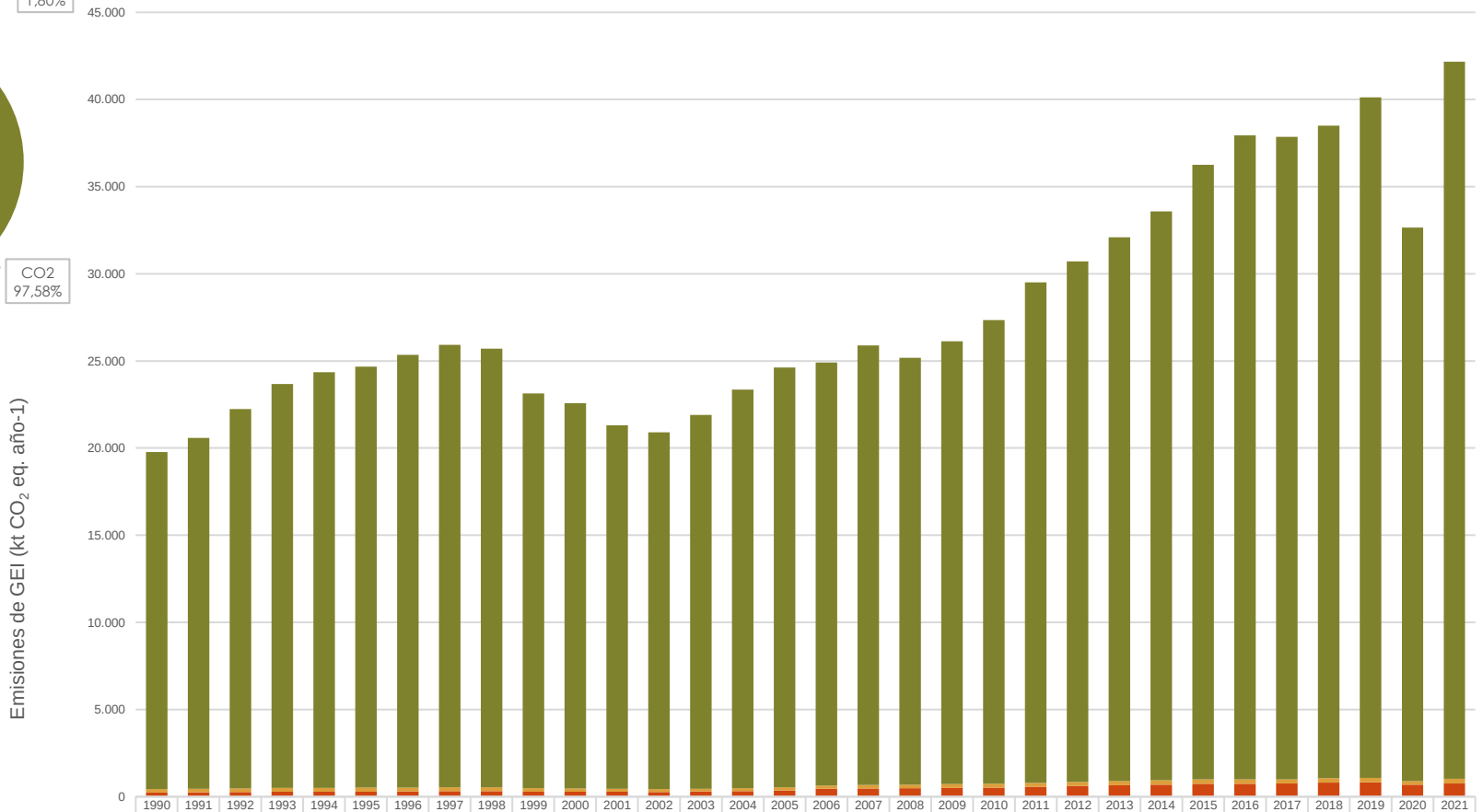


	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.A.3.a. Aviación nacional	1.318	1.350	1.608	1.740	1.946	2.068	2.082	2.155	2.159	2.102	1.929	2.035	1.985	1.945	1.984	2.127	2.306	2.332	2.361	2.404	2.779	3.126	3.148	3.361	3.423	3.715	3.913	3.955	4.107	4.323	1.860	3.065
1.A.3.b. Transporte por carretera	17.680	18.416	19.677	21.033	21.451	21.507	22.077	22.517	22.256	19.813	19.243	17.554	17.414	18.258	19.310	20.215	21.255	22.075	21.143	21.572	22.151	23.514	24.079	24.844	25.913	28.012	29.376	29.086	29.588	31.000	26.840	35.440
1.A.3.c. Ferrocarriles	76	76	100	35	41	52	53	58	57	48	65	88	65	68	87	93	94	100	110	112	126	141	145	145	81	90	104	95	90	95	67	60
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	488	521	611	601	614	722	764	793	785	694	802	1.053	816	956	1.176	1.221	113	119	132	89	69	127	147	112	258	402	442	365	246	264	262	302
1.A.3.e. Otro transporte	210	227	244	263	296	331	366	400	440	482	533	574	619	680	802	964	1.137	1.271	1.434	1.953	2.211	2.606	3.180	3.636	3.909	4.023	4.101	4.352	4.462	4.442	3.621	3.303

Figura 66 Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3. Transporte, 1990-2021

Participación promedio histórica por GEI





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	19342	20143	21762	23173	23836	24162	24812	25385	25161	22653	22099	20858	20457	21445	22863	24086	24272	25226	24494	25413	26599	28724	29862	31201	32647	35248	36936	36853	37434	39041	31750	41149
CH4	194,15	199,26	210,57	217,43	222,83	225,86	226,55	228,58	225	200,72	183,93	168,16	165,94	166,29	170,61	177,85	182,41	197,12	199,01	213,67	211,33	216,5	219,49	233,04	242,53	256,11	258,29	248,87	248,89	254,48	215,7	263,68
N2O	236,89	248,21	267,06	281,52	289,08	292,27	302,77	311,08	311,08	285,49	288,55	277,94	276,56	295,29	325,26	355,23	449,87	473,75	487,13	502,99	525,84	573,75	616,5	663,51	694,79	739,4	741,48	752,23	809,33	828,64	684,5	757,52

Figura 67. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3. Transporte por GEI 1990-2021

ii. Subcategoría: 1.A.3.a Aviación

Descripción de la subcategoría

En el sector transporte, para la subcategoría 1.A.3.a. se estiman las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O producto de la quema de combustibles fósiles en Aviación. Las guías del IPCC del 2006 establecen tres modos diferentes de tráfico aéreo: aviación civil, aviación militar y aviación general. La aviación civil comprende las aeronaves utilizadas para el transporte de pasajeros y de carga, la aviación militar abarca las aeronaves bajo el control de las fuerzas armadas y la aviación general incluye las aeronaves recreativas y de pequeñas empresas. De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, en esta subcategoría solo se informa el combustible comprado en el país y utilizado por aeronaves que despegan y aterrizan en Colombia.

En cuanto a las emisiones provenientes de vuelos internacionales y navegación marítima internacional, son reportadas de manera informativa, al igual que las emisiones de CO_2 producto de la quema de biocombustibles son reportadas como elementos recordatorios y no son adicionados al total nacional para evitar doble computo con el sector de agricultura. Estas emisiones son presentadas en la sección de Bunker internacional

A continuación, en la Figura 68 se observa la tendencia de las emisiones para la aviación nacional, la cual representa un crecimiento anual compuesto de las emisiones de 2,76%, producto del consumo de combustible JET A1 y Gasolina motor. El incremento de emisiones desde del año 2010 hasta 2018, pasando de 2.778,91 a 4107,11 kt CO_2eq se asocia a un aumento en la cantidad de vuelos realizados en el país, causado por un incremento en la demanda del servicio civil y un crecimiento en la economía (Olariaga, 2016). De igual manera, la disminución en las emisiones de gases generados en los años 2019 y 2020 en un 56,98% del total de las emisiones, están relacionados con la pandemia que obligó a disminuir casi en su totalidad la cantidad de vuelos realizados en ese periodo, causando la reducción en las emisiones del sector(Nancy & Mateus, 2021) & (Sbarbati, 2021).

En cuanto a la participación de cada uno de los gases generados por esta subcategoría 1.A.3.a, la Figura 69 muestra que el CO_2 es el gas con mayor representación, con un 99,58%, seguido del N_2O con una participación del 0,31% y el CH_4 con 0,10%.

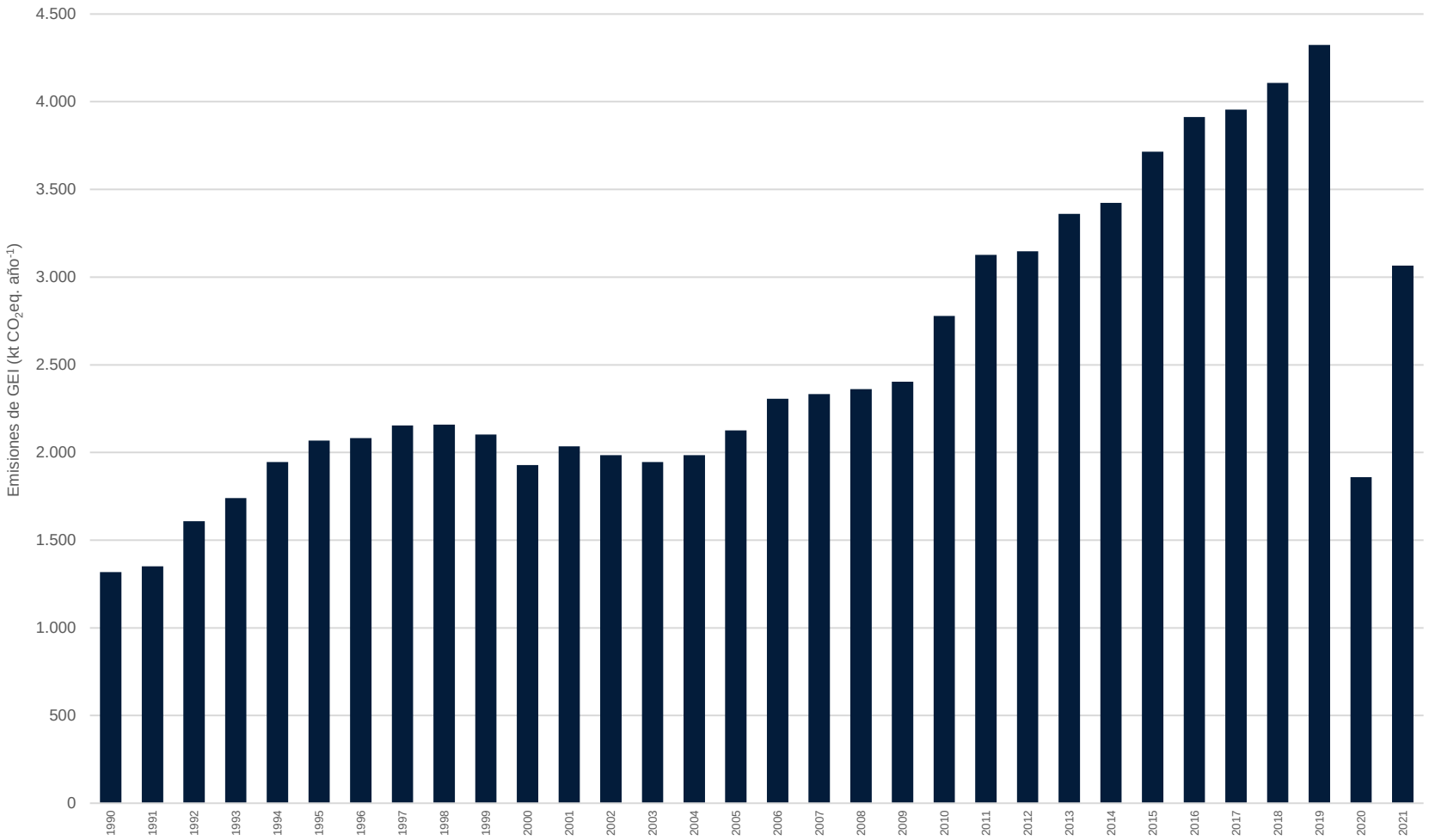
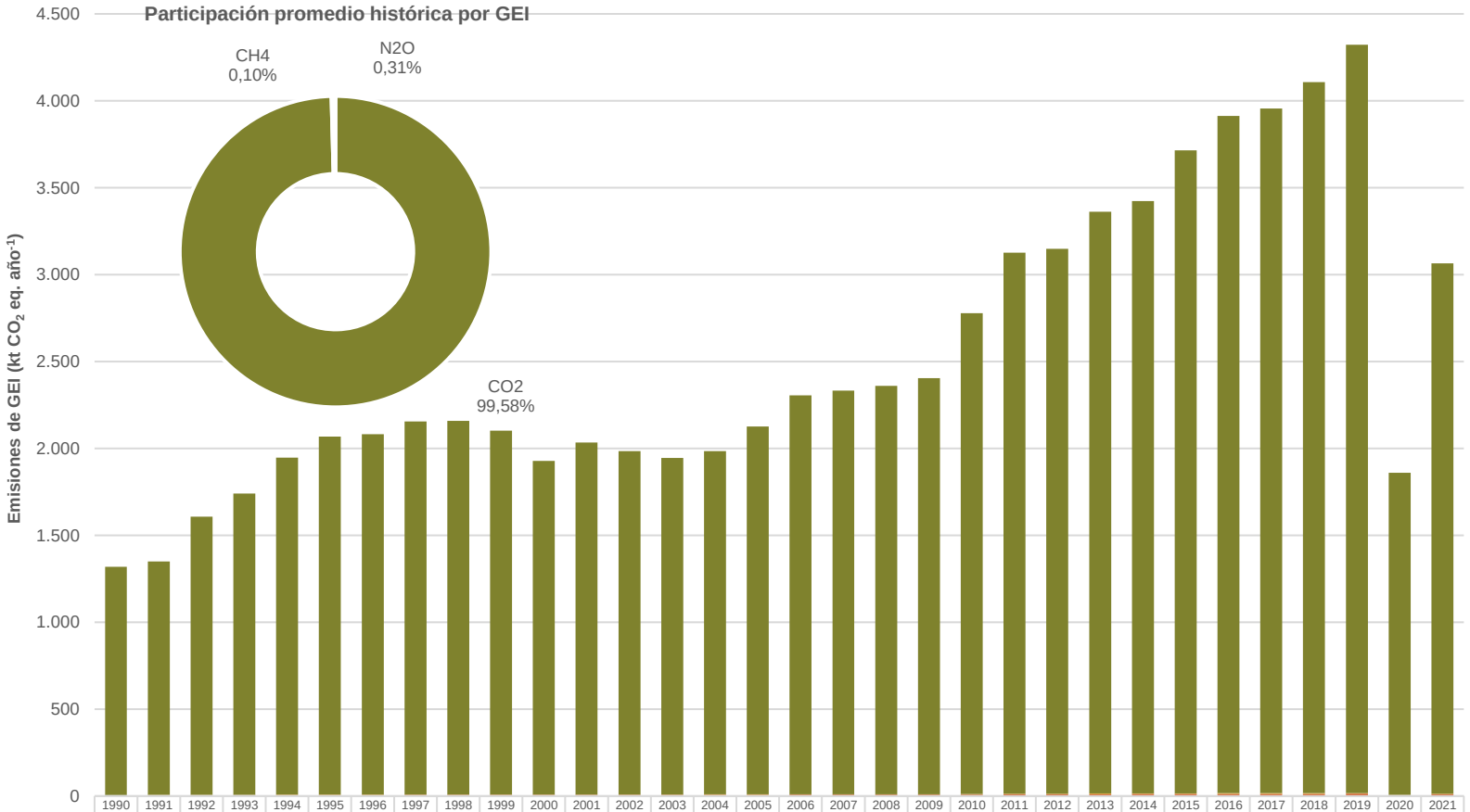


Figura 68. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.a. Aviación 1990-2021.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	1312,8	1344,7	1601	1733,1	1938,4	2059,5	2073,3	2146	2150	2093,5	1920,3	2025,5	1976	1935,6	1974,7	2116,9	2295,2	2321,9	2350,3	2393,3	2766,6	3112,3	3133,9	3346,4	3408,4	3699,6	3896,5	3939,1	4090,3	4305,8	1852,5	3052,6
CH4	2,4259	2,4214	2,6398	2,7344	2,8986	2,9749	2,9557	2,9913	2,9639	2,8819	2,6885	2,7591	2,6798	2,6099	2,6851	2,718	2,9096	2,8517	2,8323	2,7385	3,2156	3,5512	3,4699	3,6627	3,6763	3,8588	4,0411	4,0875	4,2679	4,4369	1,9956	3,1618
N2O	3,0966	3,369	3,9385	4,3482	4,8898	5,364	5,578	5,9096	6,0921	6,1357	5,9768	6,321	6,421	6,5291	6,7377	6,9412	7,4993	7,5657	7,5709	7,8492	9,1074	10,279	10,21	10,877	10,972	11,779	12,17	12,017	12,527	12,796	5,3243	9,6064

Figura 69. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.a. Aviación por GEI 1990-2021

Metodología

- *Método de estimación*

Para esta subcategoría se sigue la metodología descrita en las Directrices IPCC 2006, Volumen 2, Capitulo 3, 3.6 Aviación civil (Maurice et al., 2006), la cual establece el cálculo de las emisiones de combustible Jet fuel y combustible de motor, utilizando el Nivel 2 para cada una de las fases de operación: Ciclos LTO (despegue/ aterrizaje) y modo crucero. En la fase LTO, se estiman las emisiones multiplicando el factor de emisión por el número de ciclos para cada tipo de aeronave en rutas nacionales, y para la fase de crucero corresponde al consumo de combustible reportado por parte del BECO menos las emisiones generadas en las fases LTO.

Para poder realizar el cálculo de emisiones en las fases de operación: Ciclos LTO (despegue/ aterrizaje) y poder determinar los factores de emisiones, fue necesario realizar la validación de las aeronaves empleadas de acuerdo con lo presentado en la Tabla 45, conforme a lo establecido en las Directrices del IPCC, Capítulo 3, sección 3.6 Aviación civil.

1.A.3.a Aviación civil

Ecuación 3.6.2 Nivel 2: Emisiones basadas en los datos de consumo de combustible nacional por ciclos de operación (IPCC Volumen 2, Capitulo 3, 3.6 Aviación civil)

$$Emisiones_{GEI} = Emisiones\ LTO_{GEI} + Emisiones\ de\ crucero_{GEI}$$

$$Emisiones\ LTO_{GEI} = Cantidad\ del\ LTO * LTO\ del\ factor\ de\ emisión_{GEI}$$

$$Emisiones\ de\ crucero_{GEI} = Combustible\ crucero\ * Factor\ de\ emisión\ crucero_{GEI}$$

$$Combustible\ del\ LTO = Cantidad\ del\ LTO * Consumo\ de\ combustible\ por\ LTO$$

$$Combustible\ crucero = Total\ de\ combustible - \ Combustible\ del\ LTO$$

Donde:
Emisiones$_{GEI}$ = Emisiones de un gas de efecto invernadero dado producto de la combustión del JET Fuel (kg GEI).
Emisiones LTO $_{GEI}$ = Emisiones de un gas de efecto invernadero dado producto de la combustión del JET Fuel de los ciclos LTO (kg GEI).
Emisiones de crucero $_{GEI}$ = Emisiones de un gas de efecto invernadero dado producto de la combustión del JET Fuel del modo crucero (kg GEI).
Cantidad del LTO = Numero de ciclos LTO, está en función del tipo de aeronave.
LTO del factor de emisión$_{GEI}$ = Factor de emisión de un gas de efecto invernadero dado de JET Fuel por tipo de aeronave y ciclo LTO (kg gas/LTO).
Total de combustible = Cantidad total de combustible JET Fuel quemado (Kg - TJ).
Combustible del LTO = Cantidad total de combustible JET Fuel quemado en los ciclos LTO (Kg – TJ)
Factor de emisión crucero$_{GEI}$ = Factor de emisión de un gas de efecto invernadero dado de JET Fuel (Kg gas/TJ JET Fuel)
Consumo de combustible por LTO = Factor que refleja el consumo de JET Fuel por tipo de aeronave en cada ciclo LTO (Kg JET Fuel/LTO) (IPCC 2006, Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.6.9.).
Combustible crucero = Cantidad total de combustible JET Fuel quemado en modo crucero (Kg - TJ)

Cuadro 6. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para la aviación nacional (1.A.3.a)

Para esta subcategoría, se sigue un nivel metodológico 2 para CO_2 y nivel metodológico 1 para CH_4 y N_2O, donde las emisiones dependen netamente del combustible quemado. La ecuación utilizada para el cálculo de emisiones se presenta el siguiente cuadro.

Combustión móvil en: Aviación civil (1.A.3.a.)

Ecuación 3.6.1 Nivel 2: Emisiones basadas en los datos de consumo de combustible nacional consumo (IPCC Volumen 2, Capitulo 3, 3.6 Aviación civil)

$$Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}$$

Dónde:
Emisiones$_{GEI}$ = Emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
Consumo de combustible$_{combustible}$= Cantidad de combustible quemado (TJ)
Factor de emisión$_{GEI\ combustible}$ = Factor de emisión de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas/TJ)
Para el caso del CO_2, se asume que todo el carbono es oxidado en CO_2.

Cuadro 7. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI aviación nacional combustión-avigas (1.A.3.a)

- *Factor de emisión*

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 43. Metodología y factores de emisión – Aviación Civil (1.A.3.a)

Años	Subcategoría	FE	Valor	Fuente información factor de emisión	Comentarios
1990-2021	1.A.3.a. Aviación civil	Jet Fuel: 88461,13 kg $CO_2.TJ^{-1}$ para modo crucero.	Nivel 2	FECOC –UPME/MinAmbiente IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.6.9	Los factores de CO_2 utilizados para los ciclos LTO de Jet Fuel se encuentran en IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.6.9
		Jet Fuel: 3,0 kg $CH_4.TJ^{-1}$ para modo crucero	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2 y Capítulo 3. Cuadro 3.6.9	Los factores de CH_4 utilizados para los ciclos LTO de Jet Fuel se encuentran en IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.6.9
		Jet Fuel: 0,6 kg $N_2O.TJ^{-1}$ para modo crucero	Nivel 1		Los factores de N_2O utilizados para los ciclos LTO de Jet Fuel se encuentran en IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.6.9
		Avigas: 56337,81 kg $CO_2.TJ^{-1}$	Nivel 2	FECOC –UPME/MinAmbiente	
		Avigas: 0,5 kg $CH_4.TJ^{-1}$	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.6.5	
		Avigas: 2,0 kg $N_2O.TJ^{-1}$	Nivel 1		

- *Dato de actividad*

Para los datos de actividad del consumo de combustible se usó la información presentada en la Tabla 44, de los datos entregado por parte del BECO y Ecopetrol.

Tabla 44. Datos de actividad Aviación civil (1.A.3.a)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		Dato de actividad	Fuente información dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente	
1.A.3 Transporte	1.A.3.a. Aviación civil.	Consumo de combustibles fósiles en Aviación	1990 - 2004	BECO – UPME	BECO versión 2021
			2005-2021	Ecopetrol	Consumo de ventas

Para realizar el cálculo de combustible en el ciclo LTO, se realizó el procesamiento de la base de datos del tráfico aéreo reportado de forma desagregada por tipo de aeronave, número de viajes, origen del viaje y destino por parte de la Aeronáutica Civil para la serie de tiempo de 2004 – 2021. Esto permitió obtener el número de vuelos (Ciclos LTO) discriminado por tipo de aeronave año a año, tanto en vuelos nacionales como internaciones.

Durante el procesamiento de la base de datos, se identificó que no todas las aeronaves incluidas en los datos de la Aeronáutica Civil coinciden con las categorías del IPCC – 2006, Volumen 2, Capitulo 3, Cuadro 3.6.3. Por lo tanto, se realizó una homologación de estas aeronaves según la potencia del motor, capacidad

de pasajeros, capacidad de carga y juicio de experto. De igual forma, para el periodo comprendido entre 1990-2003, los datos de combustible del ciclo LTO fueron extrapolados utilizando el comportamiento lineal observado en la serie de 2004-2021.

Tabla 45. Tabla de homologación de subcategorías – Aviación Civil (1.A.3.a)

Aeronaves Aerocivil	Equivalencia IPCC
B720	707
744	747-400
747	
B721	727-100
R721	
723	
727	
72S	727-200
B722	
R722	
737	737-300/400/500
B731	737-100/200
B732	
B733	737-300/400/500
B734	
B735	
B739	737-600
B737	737-700
738	
B738	737-800/900
E737	
B741	747-100
B742	747-200
B743	747-300
B744	747-400
B748	
752	757-200
757	
B752	757-200
B753	757-300
B762	767-200
763	767-300
767	
787	
788	
B763	767-300
B764	767-400
B788	
B789	
B77	777-200/300
B772	
B773	
B77L	
A30	A300
A306	
A30B	
A310	A310
318	A319
319	
A318	
A319	
320	A320
A320	

Aeronaves Aerocivil	Equivalencia IPCC
A321	A321
330	
332	
333	
A332	A330- 200/300
A333	
A342	A340-200
A343	A340-300
A345	A340- 500/600
A346	
A124	ATR72-500
A158	
AC50	
AC68	
AC90	
AC95	
AN12	
AN26	
AN32	
AT43	
AT45	
AT46	
AT72	
AT75	
AT76	
ATR	
C295	
CVLP	
CVLT	
DC2	
DC3	
DC3T	
DC4	
DC6	
G200	
CRJ2	CRJ-100ER
CRJ7	
DC10	DC-10
DC8	DC-8-
DC85	50/60/70
DC86	
DC91	DC-9
DC92	
DC93	
DC95	
F10	Fokker 100/70/28
F100	
F28	
F2TH	
F50	
F70	
F900	
-	-

Aeronaves Aerocivil	Equivalencia IPCC
AT4	Beech King Air
B190	
B350	
B90	
BE20	
BE30	
BE9L	
BE9T	
C303	
C340	
C402	
C414	
C421	
C425	
C441	
DHC	
DHC1	
DHC2	
DHC3	
EMB	
J41	
JS1	
JS3	
JS32	
JS41	
C212	DHC8-100
D28D	
DH6	
DH8A	
DH8B	
DH8C	
DH8D	
DHC6	
DHC7	
L410	
LET	
S360	
SC7	
SH36	
Y12	
D28T	Dornier 328 Jet
D328	
E120	ERJ-145
E145	
E170	
E190	
IL62	TU-134
IL96	
GALX	Gulfstream V
GAVI	
GLF2	
GLF5	

Aeronaves Aerocivil	Equivalencia IPCC
A36	Cessna 525/560
BE40	
BN2P	
C170	
C172	
C175	
C180	
C182	
C185	
C205	
C206	
C207	
C208	
C210	
C25C	
C550	
C560	
CDC6	
CL30	
DH4	
E200	
E300	
H25B	
LJ35	
LJ60	
P28A	
P28B	
P28R	
P28T	
PA22	
PA23	
PA24	
PA25	
PA30	
PA31	
PA32	
PA34	
PA36	
PA38	
PAY2	
SR22	
SW4	
WW24	
MD11	MD-11
M82	MD-80
M83	
MD81	
MD82	
MD83	
MD88	
RJ85	RJ-RJ85
T204	TU-154-M
-	-

De igual forma, en la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de las emisiones de GEI generadas por parte de la aviación civil. El dato de actividad para esta subcategoría consiste en multiplicar el consumo de combustible expresado en Terajulios (TJ), por el factor de emisión correspondiente para cada uno de los combustibles. Este consumo de combustible se obtiene de lo reportado por parte del BECO y de las fases de operación de los aviones:

Tabla 46. Datos de actividad consumos – Aviación Civil (1.A.3.a)

Año	Subcategoría	Nombre dato de actividad	Dato de actividad	Unidad
1990	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	14.323,38	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	935,36	TJ
1991	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	14.634,76	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	998,63	TJ
1992	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	17.641,05	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	813,93	TJ
1993	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	19.149,74	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	777,12	TJ
1994	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	21.485,07	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	741,11	TJ
1995	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	22.743,04	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	901,15	TJ
1996	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	22.889,65	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	903,52	TJ
1997	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	23.683,40	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	933,74	TJ
1998	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	23.738,42	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	904,40	TJ
1999	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	23.154,63	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	804,47	TJ
2000	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	21.241,72	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	721,19	TJ
2001	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	22.471,01	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	644,46	TJ
2002	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	21.901,89	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	646,57	TJ
2003	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	21.448,05	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	629,48	TJ
2004	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	21.890,63	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	668,13	TJ
2005	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	23.613,87	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	483,38	TJ
2006	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	25.640,76	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	464,34	TJ
2007	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	25.977,21	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	404,49	TJ
2008	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	26.245,57	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	482,29	TJ
2009	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	26.740,18	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	467,41	TJ
2010	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	30.946,05	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	477,35	TJ
2011	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	34.828,76	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	506,34	TJ
2012	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	35.074,96	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	500,68	TJ
2013	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	37.468,43	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	510,83	TJ
2014	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	38.172,91	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	502,49	TJ
2015	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	41.492,18	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	463,90	TJ
2016	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	43.712,26	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	475,31	TJ

Año	Subcategoría	Nombre dato de actividad	Dato de actividad	Unidad
2017	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	44.188,66	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	488,01	TJ
2018	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	45.913,37	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	463,42	TJ
2019	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	48.358,00	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	459,24	TJ
2020	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	20.641,68	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	457,03	TJ
2021	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo de JET A1	34.150,40	TJ
	1.A.3.a. Aviación civil	Consumo AVIGAS	522,65	TJ

iii. Subcategoría: 1.A.3.b. Transporte terrestre

Descripción de la subcategoría

En el sector transporte, la subcategoría 1.A.3.b. se estiman las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O producto de la quema de combustibles fósiles en el sector transporte terrestre. Las directrices del IPCC del 2006 establecen que en esta categoría se incluyen los vehículos de servicio ligero, como automóviles y camiones para servicio ligero, así como vehículos para servicio pesado, como los tractores de remolque, autobuses, y motocicletas de ciudad (incluidos los ciclomotores, y triciclos), como se presenta en la Figura 70. Estos vehículos funcionan con diferentes tipos de combustibles gaseosos (gas natural) y líquidos (Diésel, gasolina de motor, entre otros).

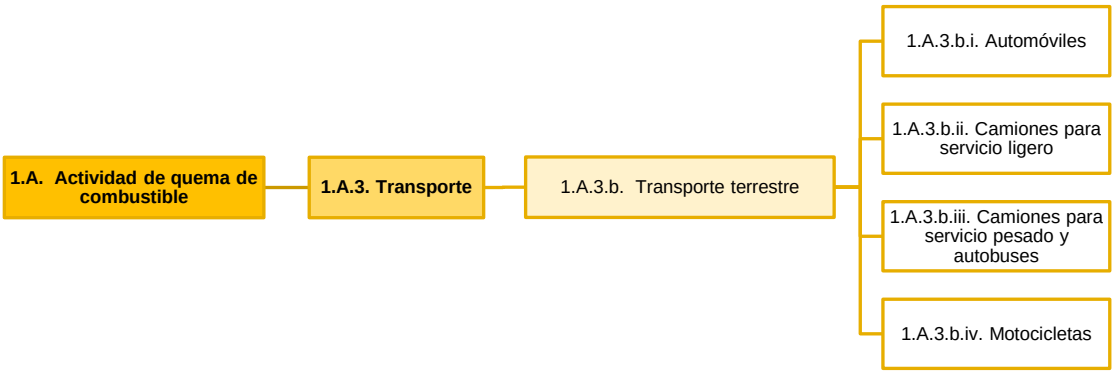


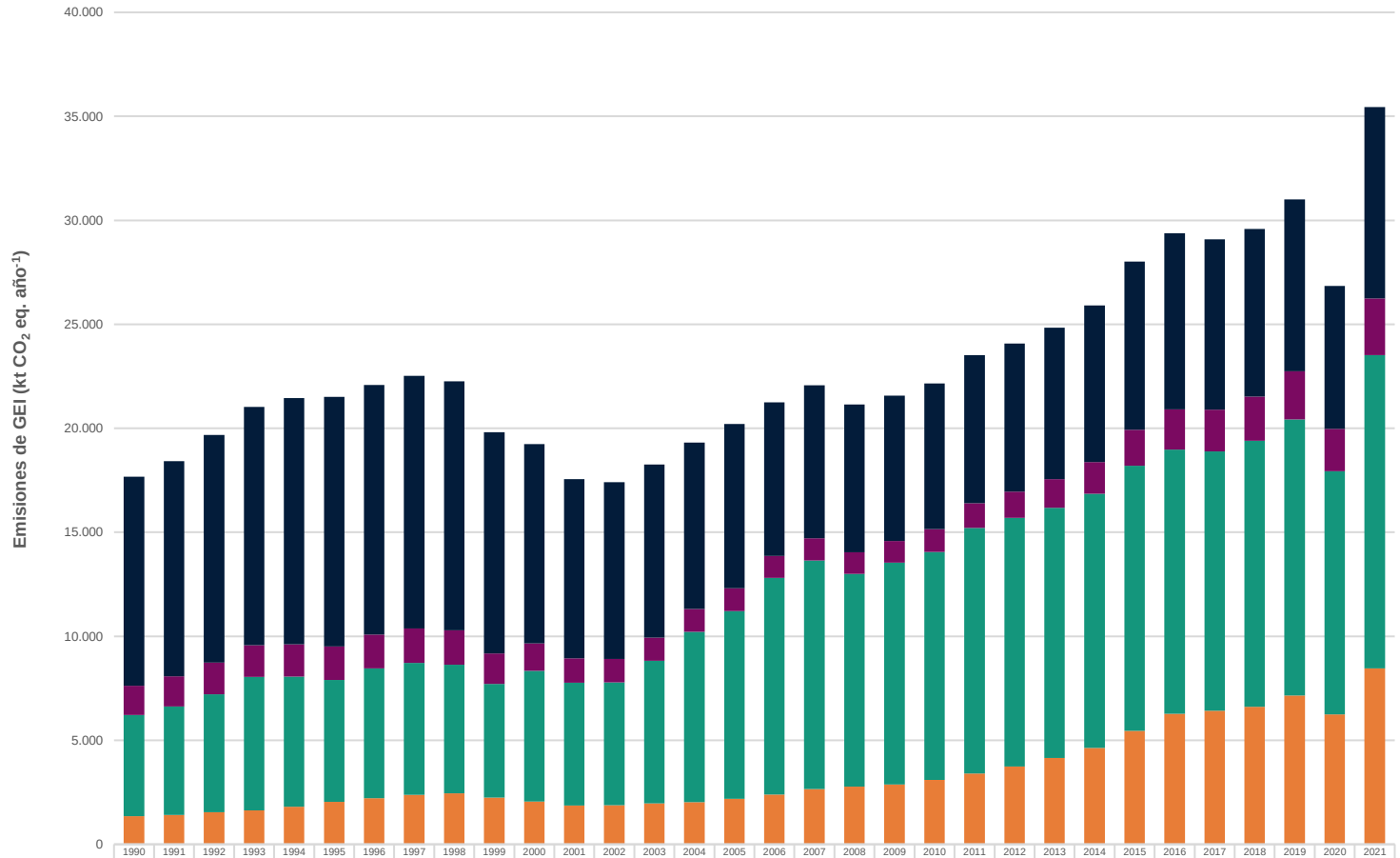
Figura 70. Clasificación subcategoría 1.A.3.b. Transporte terrestre.

En la subcategoría de transporte terrestre, se utilizó una metodología Tier 2 como lo establece las Directrices del IPCC (Harnisch et al., 2006), debido a la disponibilidad de datos sobre la cantidad de vehículos que se encuentran en circulación y los kilómetros recorridos por cada tipo de vehículo para la serie temporal de 1990 a 2021. De acuerdo con lo anterior, para el primer año del inventario se obtuvieron emisiones de 17.680,15 kt CO_2eq los cuales corresponden al consumo de combustible para ese periodo, y en el año 2021, las emisiones alcanzaron 35.440,05 kt CO_2eq, lo que representa una tasa de crecimiento anual compuesta de 2,27%.

Las emisiones de la subcategoría de transporte terrestre dependen de diferentes variables, entre las que se encuentran el recambio tecnológico, como el que se produjo en año 2000 del sistema masivo de transporte de grandes ciudades que conllevaron a que las emisiones antes del cambio fueran de 19.242,84 kt CO_2eq y pasaran a 17.554,24 kt CO_2eq a en el año 2000, representando un cambio de 8,78%. De igual forma, las emisiones durante los años 2020 fueron de 26.840,25 kt CO_2eq y 35.440,05kt CO_2eq para el año 2021 presentaron una reducción del 32,04% a causa de la pandemia que llevo a que el dato de actividad fuera menor (UPME, 2020).

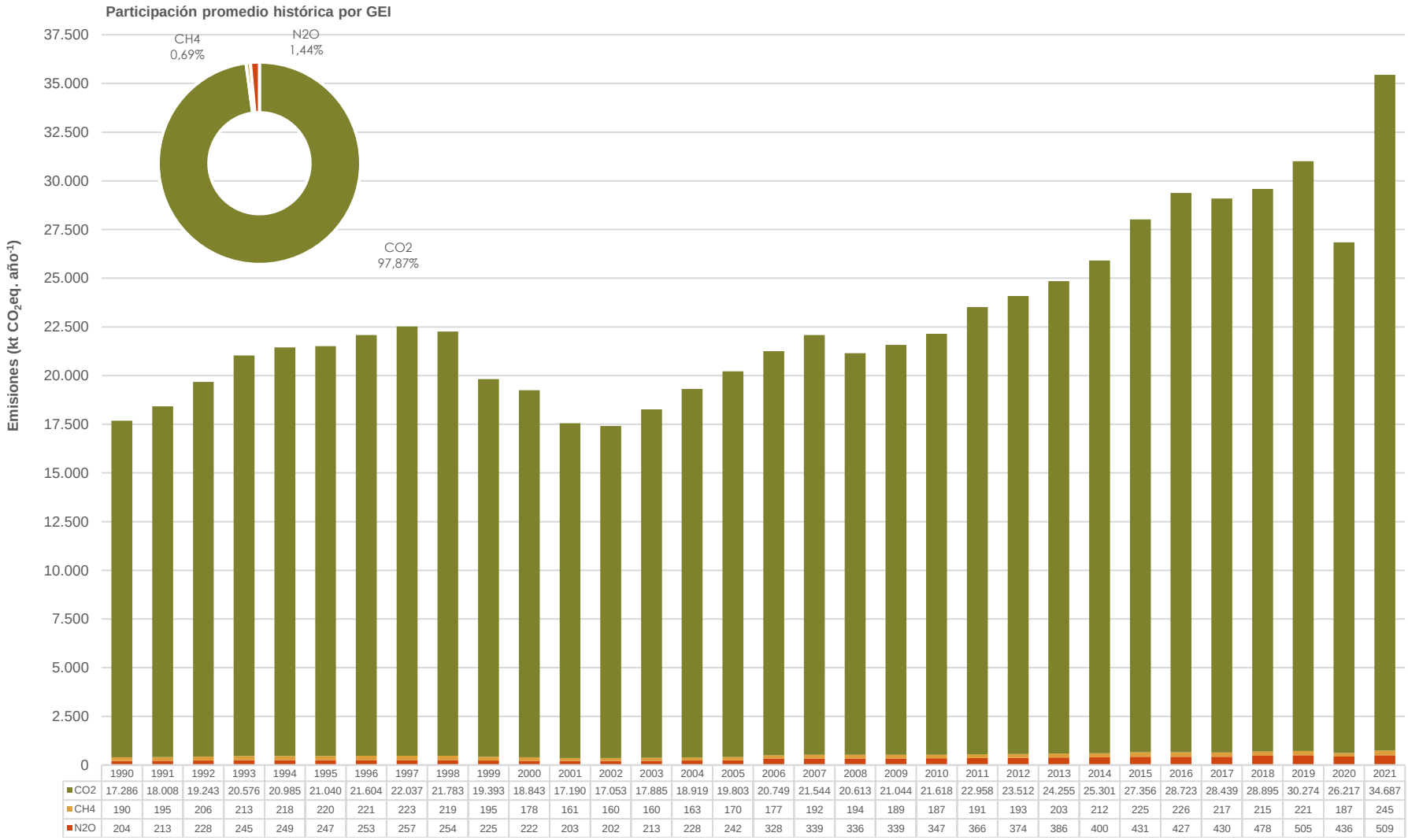
En cuanto a los gases más representativos del sector transporte terrestre como se observa en la Figura 72, la mayor participación pertenece al CO_2 con una representatividad del 97,87%, alcanzando 34.686,51 kt CO_2eq en 2021 El segundo gas más representativo es el N_2O con una representación de 1,44%, seguido del CH_4 que tiene un valor de 0,69%.

Es importante resaltar que, para la estimación de emisiones en la subcategoría 1.A.3.b., desagregado para las nueve categorías registradas en el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), se usan los valores de kilómetros recorridos (VKT por sus siglas en ingles) y de rendimientos generales ajustados para Colombia. Sin embargo, estos valores frecuentemente no representan las condiciones específicas de cada ciudad, sino que son valores promedios a nivel nacional. Por lo tanto, estos valores solo son significativos cuando se utilizan junto con toda la flota de vehículos reportados y el consumo de combustible especifico registrado en el Balance energético colombiano.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.A.3.bi Carros	10.056	10.333	10.939	11.468	11.833	11.997	11.998	12.146	11.973	10.638	9.591	8.619	8.501	8.323	7.992	7.910	7.391	7.364	7.106	6.991	6.997	7.111	7.125	7.294	7.541	8.089	8.467	8.197	8.069	8.261	6.865	9.190
1.A.3.b.ii. Camiones ligeros	1.413	1.453	1.518	1.517	1.562	1.607	1.627	1.654	1.645	1.459	1.313	1.165	1.133	1.116	1.096	1.093	1.058	1.067	1.037	1.046	1.095	1.184	1.257	1.368	1.514	1.728	1.935	2.000	2.112	2.307	2.041	2.728
1.A.3.b.iii. Camiones y autobuses pesados	4.861	5.222	5.674	6.418	6.250	5.862	6.233	6.346	6.186	5.472	6.278	5.907	5.908	6.851	8.194	9.027	10.412	10.986	10.230	10.661	10.971	11.823	11.953	12.038	12.223	12.745	12.694	12.464	12.790	13.283	11.695	15.062
1.A.3.b.iv. motocicletas	1.350	1.407	1.545	1.630	1.806	2.041	2.220	2.371	2.452	2.245	2.061	1.863	1.874	1.968	2.027	2.185	2.393	2.657	2.770	2.874	3.089	3.396	3.744	4.144	4.635	5.450	6.280	6.425	6.618	7.149	6.240	8.461

Figura 71. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.b. transporte terrestre 1990-2021.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	17.286	18.008	19.243	20.576	20.985	21.040	21.604	22.037	21.783	19.393	18.843	17.190	17.053	17.885	18.919	19.803	20.749	21.544	20.613	21.044	21.618	22.958	23.512	24.255	25.301	27.356	28.723	28.439	28.895	30.274	26.217	34.687
CH4	190	195	206	213	218	220	221	223	219	195	178	161	160	160	163	170	177	192	194	189	187	191	193	203	212	225	226	217	215	221	187	245
N2O	204	213	228	245	249	247	253	257	254	225	222	203	202	213	228	242	328	339	336	339	347	366	374	386	400	431	427	430	478	505	436	509

Figura 72. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.b. transporte terrestre por GEI 1990-2021.

- 1.A.3.b.i. Automóviles

La categoría 1.A.3.b.i. Automóviles corresponde de acuerdo con la Directriz de IPCC 2006 a emisiones de automóviles registrados principalmente para el transporte de personas y habitualmente con una capacidad de 12 personas o menos. Esta categoría representa el 25,93% de las emisiones totales de la subcategoría de transporte terrestre, alcanzando para el año 2021 un valor de 9.189,71 kt CO_2eq, como se presenta en la siguiente figura:

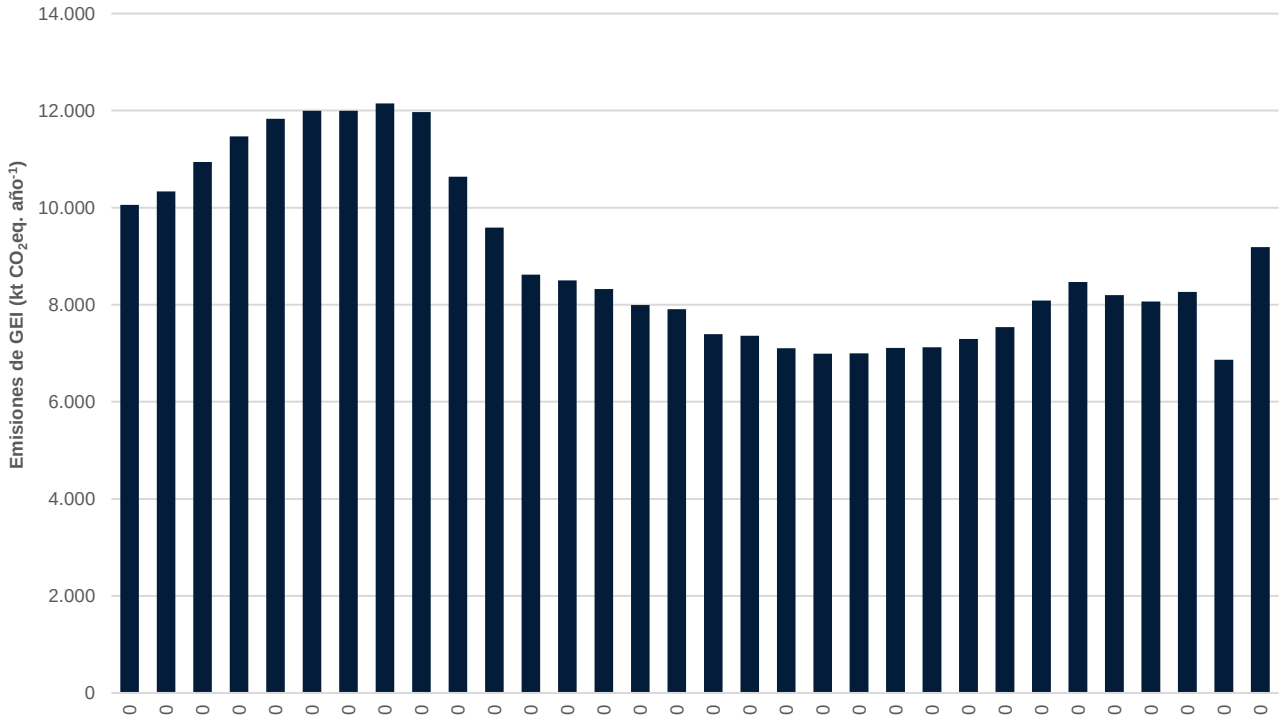


Figura 73. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.b.i automóviles 1990-2021.

Las emisiones de gases para la subcategoría 1.A.3.b.i Automóviles presenta una tendencia creciente de los años de 1900 a 1998, probablemente por el aumento de los vehículos inscritos en el país. En 1998 se produjo una reducción pasando de 22.255,86 kt CO_2eq a 19.813,07 kt CO_2eq a causa de una renovación de los vehículos del país, al igual que la posible implementación del sistema de restricción de movilidad para vehículos particulares. También esta reducción en las emisiones se puede asociar a la implementación de mezclas de combustibles para el caso de gasolina con alcohol carburante a partir del año 2005 y diésel con biodiésel de palma a partir del 2008 (UPME, 2009).

De igual forma las emisiones de los automóviles presentan una disminución asociada a la reconversión de vehículos que se ha venido presentando en el país, pasando de gasolina de motor a gas natural vehicular (GNV), lo cual se ha presentado por el aumento de incentivos al uso de GNV a partir del año 2000 y reducción de los beneficios de la gasolina, esto se da principalmente en autos de transporte público (taxis) (UPME, 2003), lo cual se ve reflejado en la Figura 73.

A lo largo de los años, los automóviles han experimentado variaciones en sus niveles de emisiones, en parte gracias a mejoras en el rendimiento de los vehículos. En 2019, se observó una reducción de emisiones, atribuida a los avances tecnológicos implementados en los vehículos. Asimismo, en 2020, la pandemia provocó una disminución significativa en las emisiones, ya que la reducción en la movilidad resultó en un menor consumo de combustible (UPME, 2020).

- *1.A.3.b.ii. Camiones para servicio ligero*

La subcategoría 1.A.3.b.ii. Camiones de servicio ligero corresponde de acuerdo con las directrices del IPCC 2006 (Maurice et al., 2006) a las emisiones de vehículos principalmente para el transporte de cargas ligeras, cuyo peso bruto del vehículo suele oscilar entre los 3.500 y los 3.900 kg o menos. Esta categoría representa el 7,70% de las emisiones totales del sector transporte, alcanzando para el año 2021 un total de 2.727,59 kt CO_2eq.

Las emisiones de gases de los camiones para servicio ligero tienen una tendencia creciente como se observa en la Figura 74 debido al aumento en la demanda de combustible a causa de como la mayor parte de estos vehículos funcionan con motores a diésel y están relacionados con el creciente número de vehículos registrados en la base de datos del RUNT.

De igual manera, las emisiones de gases de los camiones para servicio ligero han presentado una variación en el año 2020, donde se registró un valor de 2.041,03 kt CO_2eq, debido a la disminución en el consumo de combustible producto de la pandemia (UPME, 2020) & (MinEnergia, 2022), lo que representa un cambio de 266,17 kt CO_2eq con respecto al año anterior, como se observa en la Figura 74.

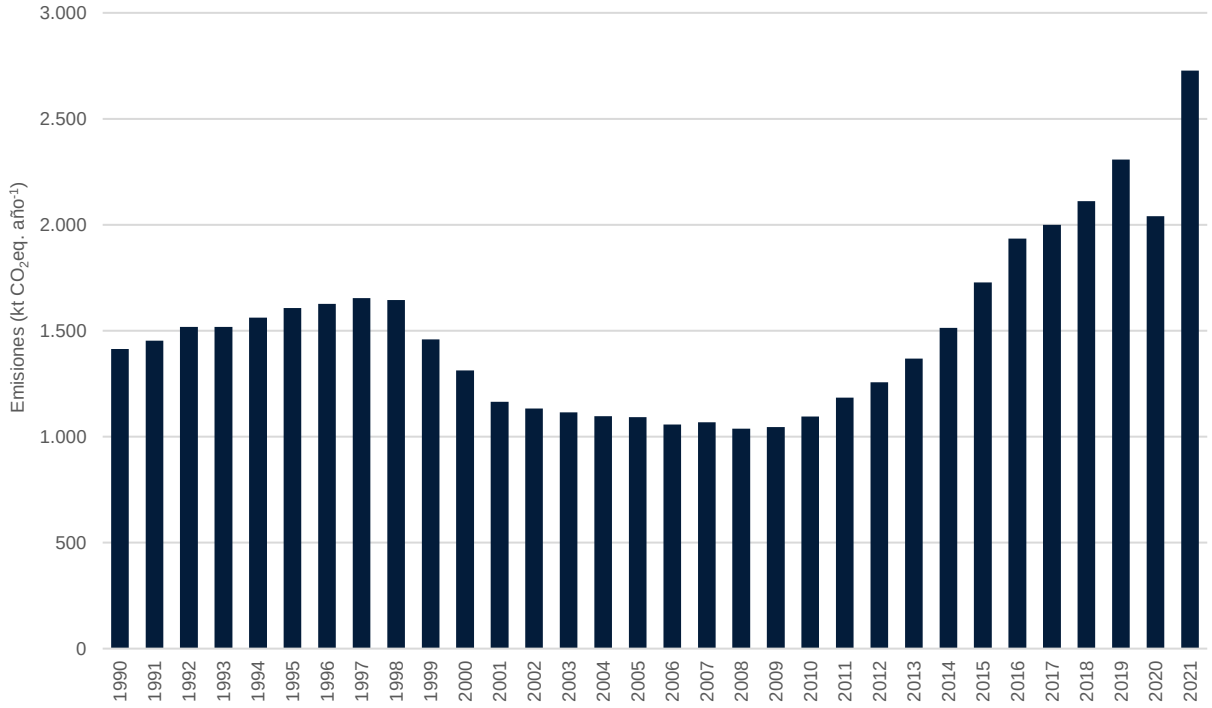


Figura 74. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.bii Camiones ligeros 1990-2021.

- *1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses*

Para la subcategoría de camiones para el servicio pesado y autobuses, conforme a lo establecido en las Directrices del IPCC, corresponde a los vehículos con un peso bruto que oscilan entre los 3.500 y los 3.900 kg o más, para camiones pesados y los autobuses están calificados para transportar a más de 12 personas (Maurice et al., 2006). En esta subcategoría agrupa vehículos como buses, busetas, camiones, Microbuses, tractocamiones y volquetas, tal como se reporta en el RUNT.

Las emisiones de gases de los camiones para servicio pesado y autobuses presentan una tendencia creciente como se observa en la Figura 75, siendo a partir del 2003 donde se da un aumento de 1342,98 kt CO_2eq con respecto al año anterior, generados por el crecimiento del parque automotor y en la demanda de combustible especialmente de diésel que es el usado especialmente por este tipo de vehículos en Colombia.

De igual manera este aumento en las emisiones está asociada a otros factores el primero de ellos son el incremento en el número de personas movilizadas por carretera a través de autobuses, que en el año 2002 estaba alrededor de los 99,57 millones de personas y en el año 2016 reportaba cerca de 188.84 millones de personas. Un segundo factor es el aumento en el transporte de carga del país de acuerdo con lo reportado por el Ministerio de Transporte, se ha tenido un incremento de cerca de 2.998 millones de viajes lo que se ve representado en un mayor consumo de combustible para esta categoría (Ministerio de Transporte, 2022).

En el año 2021, las emisiones reportadas para esta subcategoría representaron el 42,50% del total del sector transporte terrestre, alcanzando 15.061,73 kt CO_2eq; esta alta representatividad se debe principalmente al elevado consumo de diésel, que resulta en una mayor concentración de GEI.

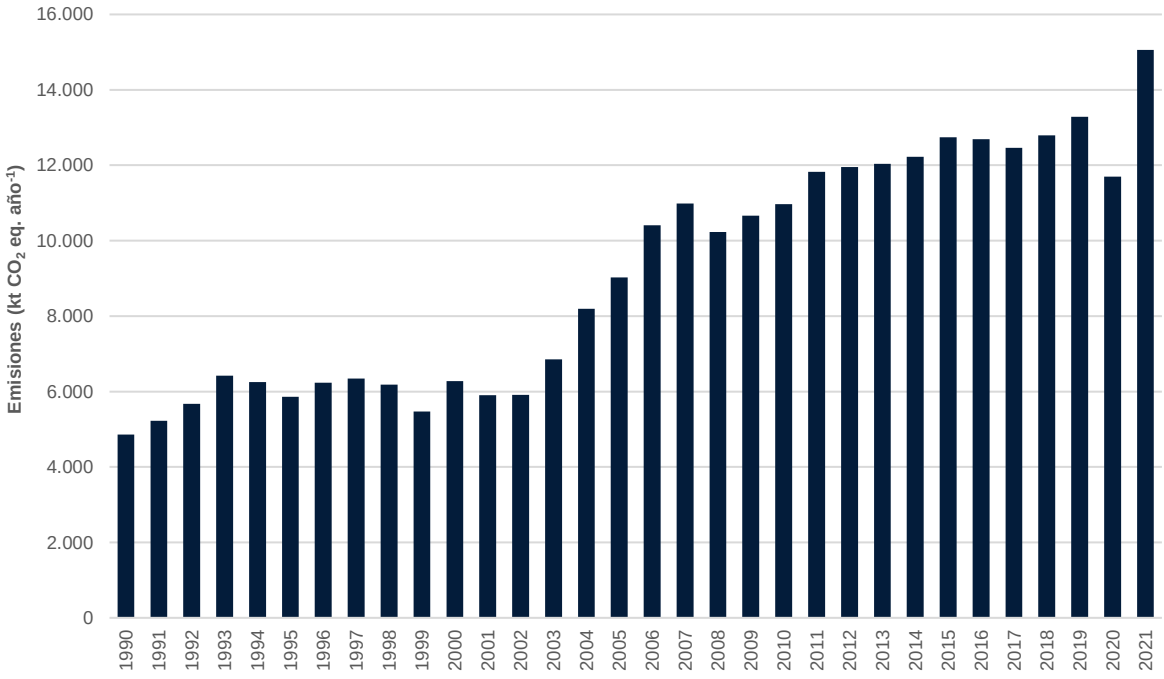


Figura 75. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.bii Camiones pesados 1990-2021.

- *1.A.3.b.iv. Motocicletas*

La categoría de Motocicletas es una de las que tiene mayor contribución en el sector terrestre, y cada vez tiene un mayor aporte a causa del aumento en la cantidad de vehículos que se tienen en el país, pasando de alrededor de 296.349 motocicletas totales en el año 1990 a 8.089.330 en el año 2021. De igual manera, para el año 1990 se registraron emisiones de 1.350,31 kt CO_2eq, mientras que en 2021 las emisiones alcanzaron 8.461,02 kt CO_2eq, esto es un aumento del 7.110,71 kt CO_2eq en las emisiones totales, representando un 526,60% (Ver Figura 76).

La variación de las emisiones también se vio afectada debido a la pandemia de COVID-19, que causó una disminución en el número de motocicletas en circulación y, por ende, en la cantidad de gases emitidos, pasando de 7.148,68 kt CO_2eq en el año 2019 a 6.239,60 kt CO_2eq en el 2020, lo que representa una variación de 2,72%.

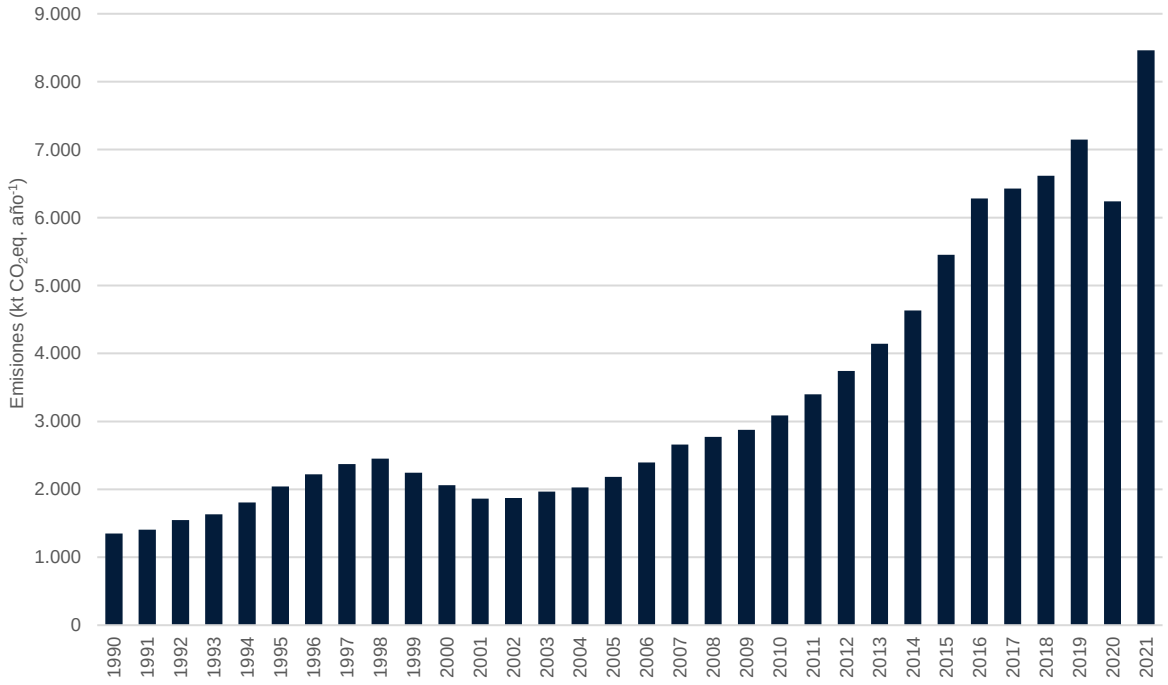


Figura 76. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.b.iv. Motocicletas 1990-2021.

Metodología

- *Método de estimación*

Para la subcategoría de transporte terrestre 1.A.3.b, se empleó un nivel metodológico 2 para CO_2 y nivel metodológico 1 para CH_4 y N_2O, donde las emisiones dependen del combustible quemado durante la serie de tiempo de 1990 a 2021. Las emisiones de esta subcategoría se calcularon de acuerdo con la información reportada por el BECO, el número de vehículos reportados en la base de datos del RUNT, y los datos de rendimiento y kilómetros recorridos por los vehículos según los datos reportados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Combustión móvil transporte (1.A.3.b.)

Ecuación 3.2.4 Nivel 2: Emisiones basadas en los datos de consumo de combustible nacional consumo (IPCC Volumen 2, Capitulo 3, 3.6 Transporte terrestre)

$$Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}$$

Dónde:
Emisiones$_{GEI}$ = Emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
Consumo de combustible$_{combustible}$= Cantidad de combustible quemado (TJ)
Factor de emisión$_{GEI\ combustible}$ = Factor de emisión de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas/TJ)
Para el caso del CO_2, se asume que todo el carbono es oxidado en CO_2.

Cuadro 8. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para el transporte terrestre (1.A.3.b.)

- *Factores de emisión*

A continuación, se describen los factores de emisión que fueron empleados para el cálculo de emisiones de la subcategoría 1.A.3.b. transporte terrestre:

Tabla 47. Metodología y factores de emisión - transporte terrestre 1.A.3.b.

Años	Subcategoría	FE	Valor	Nivel	Fuente información factor de emisión	Comentarios
1990-2021	1.A.3.c. Transporte terrestre	Gasolina:	69.323,70 kg $CO_2.TJ^{-1}$	Nivel 2	FECOC – UPME/MinAmbiente	
		Diésel	74.233,4 kg $CO_2.TJ^{-1}$			
		Gas natural	Gas natural: 55.539,11 kg $CO_2.TJ^{-1}$			
		Alcohol carburante	84758,116 kg $CO_2.TJ^{-1}$			
		Biodiésel	54806,487 kg $CO_2.TJ^{-1}$			
		Gasolina:	33 kg $CH_4.TJ^{-1}$	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2 y Capítulo 3. Cuadro 3.4.1.	
		Gasolina para motocicletas	9,6 kg CH4.TJ^{-1}			
		Diésel:	3,9 kg $CH_4.TJ^{-1}$			
		Gas natural	92kg $CH_4.TJ^{-1}$			
		Alcohol carburante:	18 kg $CH_4.TJ^{-1}$			
		Biodiésel:	3,9 kg $CH_4.TJ^{-1}$			
		Gasolina:	3,2 kg $CH_4.TJ^{-1}$	Nivel 1		
		Gasolina para motocicletas	0,96 kg $N_2O.TJ^{-1}$	Nivel 1		
		Diésel:	3,9 kg $N_2O.TJ^{-1}$	Nivel 1		
		Gas natural	3 kg $N_2O.TJ^{-1}$	Nivel 1		
		Alcohol carburante:	41 kg $N_2O.TJ^{-1}$	Nivel 1		
		Biodiésel:	3,9 kg $N_2O.TJ^{-1}$	Nivel 1		

- *Dato de actividad*

Para la serie histórica de 1990 a 2021, se registraron los consumos desagregados por cada tipo de combustible y clase vehicular, conforme a lo presentado en las Directrices IPCC (Maurice et al., 2006). Esta información se obtuvo por parte de lo reportado en el RUNT, el cual es entregado por parte del Ministerio de Transporte y con la información registrada en el BECO como se observa en la Tabla 48. A partir del año 2005, se comenzó a reportar la mezcla de etanol, y desde el 2008 se registraron consumos de Biodiésel.

Tabla 48. Datos de actividad Transporte terrestre (1.A.3.b)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		Dato de actividad	Fuente información dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente	
1.A.3 Transporte	1.A.3.b. Transporte terrestre	Consumo de combustibles fósiles en transporte terrestre.	1990 - 2021	BECO – UPME	BECO versión 2021
			2005-2021	Ecopetrol	Consumo de ventas
		Consumo de biocombustibles en transporte terrestre.	2005/ 2011 – 2021	SIPG – UPME	Histórico combustibles, incluyendo porcentaje de mezcla de biocombustibles en las grandes ciudades.
		Porcentajes de distribución de combustibles por tipo de vehículo	1990 – 2021	Ministerio de Transporte – RUNT	Número de vehículos en circulación cada año desagregado por clase vehicular según Directrices IPCC 2006 y combustible
			2002– 2021	Naturgas	Número de vehículos convertidos a gas natural.
			1990 – 2021	Actualización de la NDC 2020 de Colombia	Valores de km/año-veh y rendimiento desagregado en clase vehicular y combustible calibrados para Colombia.

A continuación, se presentan los consumos de combustible para la categoría de transporte terrestre

Tabla 49. Datos de actividad – Transporte terrestre automóviles (1.A.3.b.i)

Consumo de combustible automóviles					
Año	Gas Natural (Tj)	Diésel B2	Gasolina Motor (Tj)	Biodiésel palma (Tj)	Etanol (Tj)
1990	40,99	560,95	140.808,70	0,00	0,00
1991	65,08	690,26	144.554,70	0,00	0,00
1992	97,07	816,06	152.920,53	0,00	0,00
1993	129,48	1.051,04	160.080,66	0,00	0,00
1994	151,61	1.060,94	165.181,56	0,00	0,00
1995	187,28	1.058,64	167.463,29	0,00	0,00
1996	252,22	1.289,64	167.178,61	0,00	0,00
1997	326,29	1.428,61	169.052,43	0,00	0,00
1998	384,13	1.408,60	166.592,75	0,00	0,00
1999	435,61	1.260,14	147.934,58	0,00	0,00
2000	535,77	1.582,06	132.777,16	0,00	0,00
2001	693,93	1.511,69	119.050,49	0,00	0,00
2002	1.260,28	1.676,83	116.742,52	0,00	0,00
2003	1.926,82	2.125,71	113.212,99	0,00	0,00
2004	4.294,12	2.604,86	106.098,47	0,00	0,00
2005	7.800,20	2.860,11	101.764,09	0,00	325,32
2006	13.637,04	3.228,44	88.563,43	0,00	4.233,39
2007	20.712,91	3.258,70	82.280,13	0,00	3.933,04
2008	23.923,25	3.065,14	76.243,22	312,64	3.644,47
2009	22.689,54	3.298,89	75.441,80	336,49	3.606,16
2010	21.668,63	3.510,26	76.151,77	358,05	3.640,10
2011	22.057,69	3.703,82	77.234,38	377,79	3.691,85
2012	22.440,72	3.655,17	77.147,22	372,83	3.687,68
2013	25.027,05	3.726,85	77.297,34	380,14	3.778,68
2014	26.292,91	3.857,52	79.568,40	393,47	3.850,44
2015	26.158,15	4.051,41	87.121,95	398,80	4.239,04
2016	21.878,41	4.081,19	96.058,11	401,72	3.585,50
2017	18.523,47	4.094,47	94.977,57	407,37	3.898,34
2018	17.272,12	4.324,22	93.713,33	439,71	5.512,66

Consumo de combustible automóviles					
Año	Gas Natural (Tj)	Diésel B2	Gasolina Motor (Tj)	Biodiésel palma (Tj)	Etanol (Tj)
2019	16.525,19	4.567,28	96.715,66	454,87	5.876,88
2020	13.431,06	4.033,60	80.361,30	411,43	4.908,35
2021	16.436,57	5.185,72	109.499,33	568,42	3.955,82

El dato de actividad para camiones de servicio ligero se describe en la siguiente tabla, este valor corresponde al consumo de combustible para la serie de tiempo de 1990-2021, discriminado por tipo de combustible.

Tabla 50. Datos de actividad – Transporte terrestre camiones para servicio ligero (1.A.3.b.ii)

Consumo de combustible camiones para servicio ligero (TJ)					
Año	Gas Natural (Tj)	Diésel B2	Gasolina Motor (Tj)	Biodiésel palma (Tj)	Etanol (Tj)
1990	20,84	211,99	19.638,72	0,00	0,00
1991	32,10	257,27	20.140,58	0,00	0,00
1992	44,68	301,34	21.001,05	0,00	0,00
1993	55,54	390,46	20.883,11	0,00	0,00
1994	63,09	402,07	21.498,47	0,00	0,00
1995	77,51	398,25	22.118,09	0,00	0,00
1996	95,80	477,15	22.301,17	0,00	0,00
1997	106,25	530,02	22.618,56	0,00	0,00
1998	111,11	547,68	22.470,49	0,00	0,00
1999	117,34	498,49	19.890,22	0,00	0,00
2000	133,32	636,71	17.687,94	0,00	0,00
2001	158,94	622,27	15.592,50	0,00	0,00
2002	169,44	653,64	15.096,33	0,00	0,00
2003	192,78	839,99	14.640,33	0,00	0,00
2004	281,31	1.138,51	13.978,60	0,00	0,00
2005	314,02	1.396,19	13.619,35	0,00	43,54
2006	341,48	1.889,09	12.501,49	0,00	597,58
2007	395,84	2.286,56	12.168,84	0,00	581,68
2008	398,96	2.486,78	11.532,47	253,65	551,26
2009	366,44	2.899,54	11.241,85	295,75	537,37
2010	333,45	3.520,13	11.296,39	359,05	539,97
2011	324,12	4.345,91	11.679,35	443,28	558,28
2012	313,40	4.679,26	12.356,66	477,29	590,66
2013	337,92	5.103,82	13.434,98	520,59	656,77
2014	355,34	5.586,18	14.955,29	569,79	723,71
2015	353,89	6.156,55	17.345,12	606,01	843,95
2016	295,49	6.451,78	20.004,49	635,06	746,70
2017	247,68	6.729,06	20.642,98	669,50	847,29
2018	226,37	7.458,66	21.395,84	758,44	1.258,60
2019	211,23	8.294,38	23.244,28	826,06	1.412,43
2020	167,50	7.639,29	20.259,85	779,21	1.237,44
2021	204,98	9.821,29	27.605,83	1.076,53	997,30

El dato de actividad para camiones de servicio pesado y autobuses se describe a continuación en la Tabla 51, este valor corresponde al consumo de combustible para la serie de tiempo de 1990-2021, discriminado por tipo de combustible.

Tabla 51. Datos de actividad – Transporte terrestre camiones para para servicio pesado y autobuses (1. A.3.b.iii)

Consumo de combustible camiones para servicio pesado y autobuses					
Año	Gas Natural (Tj)	Diésel B2	Gasolina Motor (Tj)	Biodiésel palma (Tj)	Etanol (Tj)
1990	563,78	32.133,51	33.834,72	0,00	0,00
1991	864,42	37.303,39	33.189,63	0,00	0,00
1992	1.186,99	42.886,38	33.357,24	0,00	0,00
1993	1.369,89	54.532,69	31.324,15	0,00	0,00
1994	1.414,78	53.145,52	30.394,67	0,00	0,00
1995	1.535,64	48.902,78	29.334,96	0,00	0,00
1996	1.712,23	55.141,46	27.784,09	0,00	0,00

Consumo de combustible camiones para servicio pesado y autobuses					
Año	Gas Natural (Tj)	Diésel B2	Gasolina Motor (Tj)	Biodiésel palma (Tj)	Etanol (Tj)
1997	1.735,19	58.013,68	26.320,83	0,00	0,00
1998	1.716,17	57.472,39	24.654,93	0,00	0,00
1999	1.755,90	51.134,30	21.294,61	0,00	0,00
2000	1.953,03	64.269,94	18.548,42	0,00	0,00
2001	2.287,23	61.443,38	16.049,53	0,00	0,00
2002	2.396,01	62.162,79	15.202,97	0,00	0,00
2003	2.688,54	75.200,77	14.413,34	0,00	0,00
2004	3.837,28	93.081,13	13.394,46	0,00	0,00
2005	4.131,24	104.631,78	12.612,15	0,00	40,32
2006	4.323,79	124.186,66	11.126,06	0,00	531,83
2007	4.734,30	132.254,40	10.311,89	0,00	492,91
2008	4.610,01	123.041,40	9.342,63	12.550,24	446,58
2009	4.163,83	129.587,04	8.838,75	13.217,90	422,50
2010	3.600,70	134.517,18	8.429,03	13.720,77	402,91
2011	3.269,09	146.409,34	8.056,20	14.933,77	385,09
2012	3.001,68	148.624,61	7.766,90	15.159,73	371,26
2013	3.158,53	149.861,94	7.515,73	15.285,94	367,41
2014	3.092,83	152.488,75	7.383,53	15.553,88	357,30
2015	2.915,66	159.209,91	7.739,23	15.671,62	376,56
2016	2.448,98	158.488,47	8.184,34	15.600,35	305,49
2017	2.053,45	156.129,72	7.783,37	15.533,94	319,47
2018	1.907,85	160.875,74	7.417,48	16.358,72	436,33
2019	1.869,82	167.432,84	7.432,53	16.675,02	451,63
2020	1.748,11	147.743,00	6.104,45	15.069,81	372,85
2021	2.139,29	189.942,66	8.317,85	20.820,01	300,49

El dato de actividad para camiones de servicio pesado y autobuses se describe a continuación en la Tabla 52, este valor corresponde al consumo de combustible para la serie de tiempo de 1990-2021, discriminado por tipo de combustible.

Tabla 52. Datos de actividad – Transporte terrestre camiones para motocicletas (1. A.3.b.iv)

Consumo de combustible motocicletas -				
Año	Diésel B2	Gasolina Motor (Tj)	Biodiésel palma (Tj)	Etanol (Tj)
1990	63,79	19.261,64	0,00	0,00
1991	78,08	20.061,02	0,00	0,00
1992	102,86	22.011,40	0,00	0,00
1993	148,03	23.168,25	0,00	0,00
1994	171,92	25.659,17	0,00	0,00
1995	199,99	29.001,34	0,00	0,00
1996	280,68	31.472,22	0,00	0,00
1997	348,69	33.556,88	0,00	0,00
1998	366,13	34.695,21	0,00	0,00
1999	342,19	31.756,43	0,00	0,00
2000	447,76	29.006,01	0,00	0,00
2001	436,24	26.193,97	0,00	0,00
2002	465,03	26.308,34	0,00	0,00
2003	623,72	27.486,41	0,00	0,00
2004	857,69	28.070,25	0,00	0,00
2005	1.036,40	30.116,84	0,00	96,28
2006	1.333,31	32.533,34	0,00	1.555,11
2007	1.455,21	36.143,53	0,00	1.727,68
2008	1.441,41	37.756,47	147,02	1.804,78
2009	1.553,17	39.118,19	158,42	1.869,87
2010	1.553,09	42.177,70	158,42	2.016,12
2011	1.567,12	46.533,44	159,85	2.224,33
2012	1.452,51	51.599,97	148,16	2.466,51
2013	1.408,60	57.313,30	143,68	2.801,76
2014	1.382,66	64.320,13	141,03	3.112,55
2015	1.410,39	75.871,94	138,83	3.691,65
2016	1.387,13	87.854,30	136,54	3.279,28
2017	1.357,20	89.897,72	135,03	3.689,84

Consumo de combustible motocicletas -				
Año	Diésel B2	Gasolina Motor (Tj)	Biodiésel palma (Tj)	Etanol (Tj)
2018	1.387,91	92.339,28	141,13	5.431,83
2019	1.423,35	99.803,39	141,75	6.064,50
2020	1.237,27	87.114,26	126,20	5.320,81
2021	1.590,67	118.700,84	174,36	4.288,23

iv. Subcategoría 1.A.3.c Ferrocarriles

Descripción de la subcategoría

En el sector transporte la subcategoría 1.A.3.c. se estiman las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O producto de la quema de combustibles fósiles en los ferrocarriles. Las Guías del IPCC del 2006, establecen que las locomotoras suelen pertenecer a uno de los siguientes tres tipos: diésel, eléctricas o a vapor. En este capítulo estima las emisiones correspondientes a diferentes energéticos. Para esta subcategoría, se tiene la información reportada por el BECO sobre el consumo de diésel, carbón mineral, energía eléctrica y fuel oil para la serie de tiempo de 1990 a 2005. Posteriormente, solo se reporta el consumo de energía eléctrica a causa de cambios metodológicos en la obtención de información del BECO. Debido a esto, para la serie de tiempo de 2006-2021, se realizó una extrapolación para determinar el consumo de combustible a partir de la variación anual de la carga transportada, dado a que este tiene un coeficiente de correlación de 0,73 con el consumo de combustible para el periodo de 1994-2005, como se observa Figura 77.

Las emisiones de gases para los ferrocarriles de acuerdo con lo anterior presentan un crecimiento a partir del año 2004 hasta el año 2013, aumentando de 86,59 kt CO_2eq a 144,81 kt CO_2eq, lo que equivale a un crecimiento del 67,24% a causa del aumento en la cantidad de mercancía transportada en el país por vía férrea. Sin embargo, a partir del año 2014 se reportó una disminución en las emisiones en 81 kt CO_2eq, debido a una baja en la cantidad de mercancía transportada de acuerdo con lo reportado en el documento Transporte en cifras (Min Transporte, 2014).

En la subcategoría 1.A.3.c. Ferrocarriles, como se observa en la Figura 78, la mayor parte de las emisiones está compuesta por CO_2, con una representación del 97,87% del total, seguido del N_2O con un valor de 1,44% y finalmente el CH_4 con un valor de 0,69%.

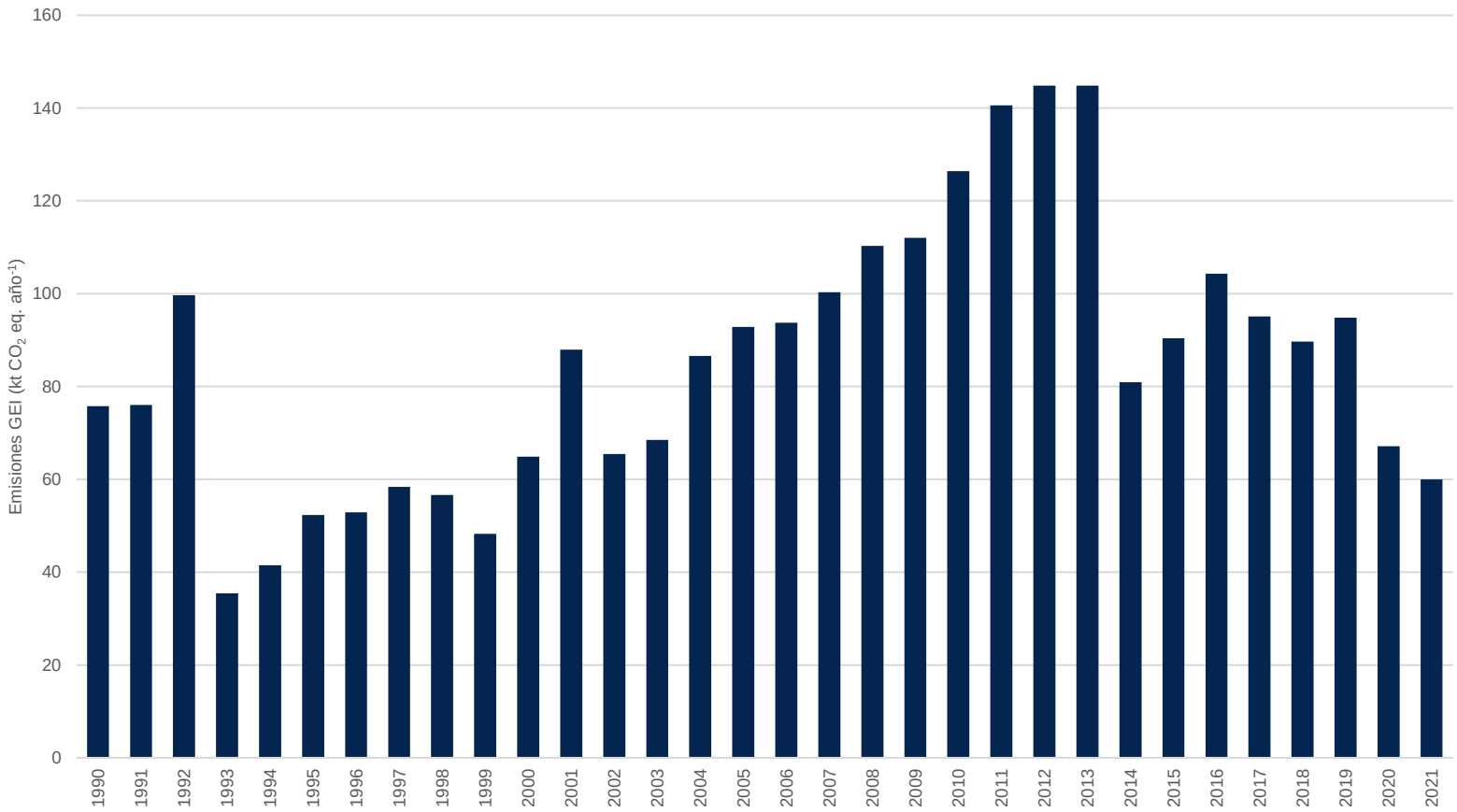
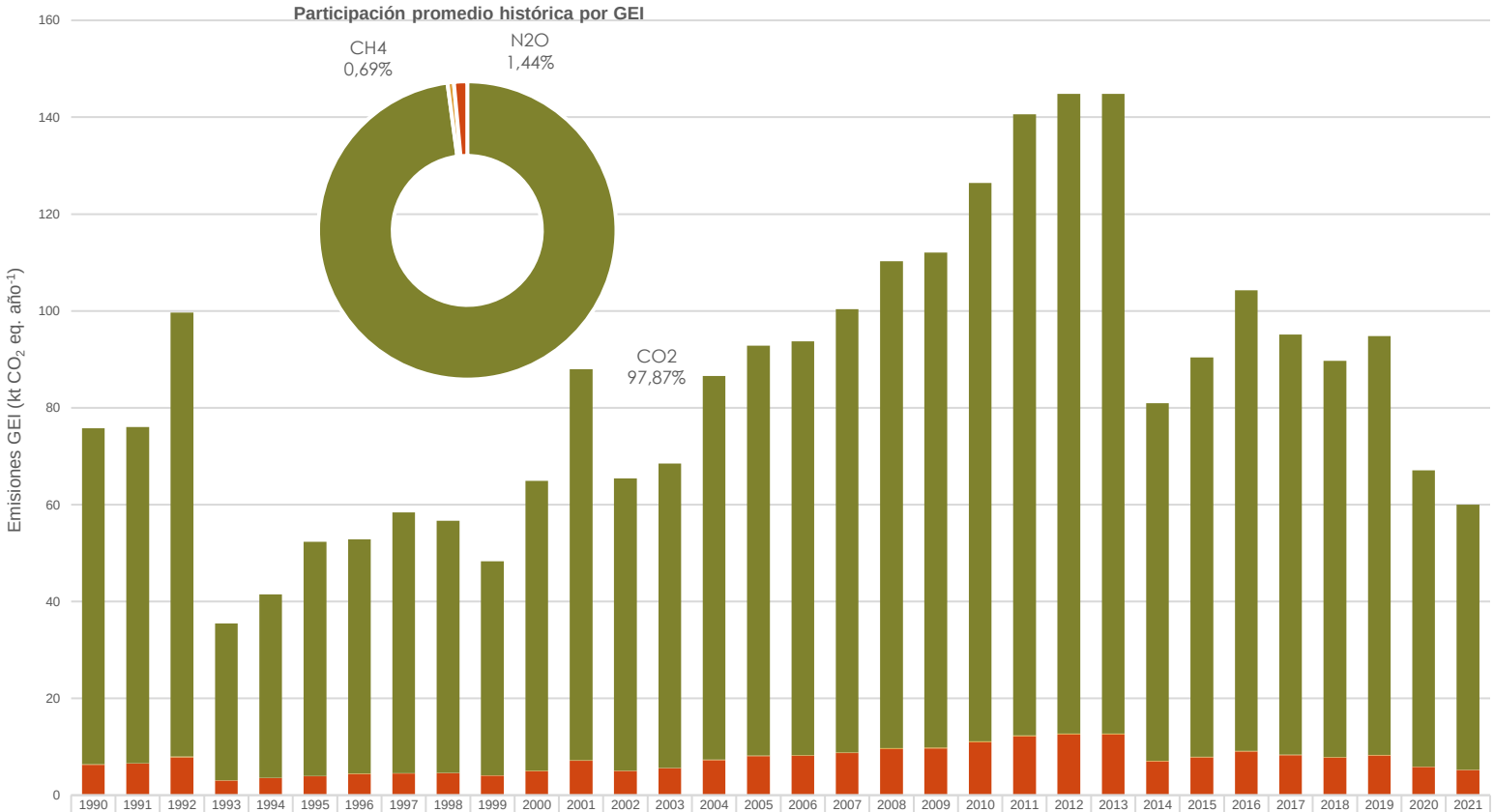


Figura 77. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.c. Ferrocarriles 1990-2021.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	69,41	69,41	91,70	32,37	37,94	48,38	48,41	53,86	52,06	44,20	59,85	80,74	60,38	62,80	79,22	84,69	85,51	91,53	100,59	102,18	115,30	128,26	132,12	132,09	73,81	82,46	95,12	86,76	81,81	86,48	61,22	54,74
CH4	0,10	0,11	0,13	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,09	0,12	0,09	0,09	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,20	0,20	0,20	0,11	0,13	0,15	0,13	0,13	0,13	0,09	0,08
N2O	6,29	6,51	7,83	3,01	3,50	3,90	4,38	4,45	4,51	4,02	4,96	7,09	4,97	5,57	7,25	8,03	8,10	8,67	9,53	9,68	10,93	12,16	12,52	12,52	7,00	7,82	9,02	8,22	7,75	8,20	5,80	5,19

Figura 78. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.c. Ferrocarriles por GEI 1990-2021.

Metodología

- *Método de estimación*

Para la subcategoría de ferrocarriles, se empleó un nivel metodológico 2 para CO_2 y nivel metodológico 1 para CH_4 y N_2O, donde las emisiones dependen netamente del combustible quemado. Las emisiones de esta subcategoría se calcularon de acuerdo con la información reportada por el BECO para el periodo de 1990-2005. Posteriormente, debido a cambios en el BECO, se dejó de reportar la información, por lo que se aplicó el método de extrapolación para estimar el consumo de combustible a partir de la variación anual de carga transportada y reportada en el documento Transporte en cifras elaborado por el Ministerio de Transporte. La ecuación utilizada para el cálculo de emisiones se presenta el siguiente cuadro:

Combustión móvil en: Ferrocarriles (1.A.3.c.)

Ecuación 3.4.2 Nivel 2: Emisiones basadas en los datos de consumo de combustible nacional consumo (IPCC Volumen 2, Capitulo 3, 3.6 Ferrocarriles)

$$Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}$$

Dónde:
$\mathbf{Emisiones_{GEI}}$ = Emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
$\mathbf{Consumo\ de\ combustible_{combustible}}$= Cantidad de combustible quemado (TJ).
$\mathbf{Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}}$ = Factor de emisión de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas/TJ)
Para el caso del CO_2, se asume que todo el carbono es oxidado en CO_2.

Cuadro 9. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para Ferrocarriles (1.A.3.c.)

- *Factor de emisión*

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular las emisiones de la subcategoría:

Tabla 53. Metodología y factores de emisión – Ferrocarriles (1.A.3.c.)

Años	Subcategoría	FE	Valor	Nivel	Fuente información factor de emisión	Comentarios
1990-2021	1.A.3.c. Ferrocarriles	Carbón mineral:	88136 kg CO_2.TJ^{-1}	Nivel 2	FECOC – UPME/MinAmbiente	
		Diésel	74233,4 kg CO_2.TJ^{-1}	Nivel 2		
		Fuel oíl:	78.281,203 kg CO_2.TJ^{-1}	Nivel 2		
		Carbón mineral:	2 kg CH_4.TJ^{-1}	Nivel 2	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.2 y Capítulo 3. Cuadro 3.4.1.	
		Diésel	4,15 kg CH_4.TJ^{-1}	Nivel 1		
		Fuel oíl	3 kg CH_4.TJ^{-1}	Nivel 1		
		Carbón mineral	1,5 kg N_2O.TJ^{-1}	Nivel 1		
		Diésel	28,6 kg N_2O.TJ^{-1}	Nivel 1		
		Fuel oíl	0,6 kg N_2O.TJ^{-1}	Nivel 1		

- *Dato de actividad*

En la categoría de Ferrocarriles se usaron los datos de actividades reportados en el BECO para los consumos de combustible para la serie de tiempo de 1990 a 2005, posteriormente la información reportada por parte de Ministerio de Transporte – Transporte en cifras y se usa una interpolación de los datos como se describe en la Tabla 54.

Tabla 54. Datos de actividad Ferrocarril (1.A.3.c)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		Dato de actividad	Fuente información dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente	
1.A.3 Transporte	1.A.3.c. Ferrocarril	Consumo de combustibles fósiles en transporte férreo.	1990 – 2005	BECO – UPME	BECO versión 2021
			2006 - 2018	Ministerio de Transporte – Transporte en cifras.	Datos extrapolados del consumo de combustible del BECO con información de carga transportada

En la Tabla 55 a se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de las emisiones de GEI generadas por los ferrocarriles. El dato de actividad para esta subcategoría consistió en multiplicar el consumo de combustible expresado en Terajulios (TJ), por el factor de emisión correspondiente para cada tipo de combustible. Este consumo de combustible se obtuvo de lo reportado por el BECO para el periodo de 1990-2005, y posteriormente, se utilizó información del documento Transporte en cifras. Es de resaltar que los consumos de carbón reportados por el BECO, solo están disponibles para los años descritos a continuación:

Tabla 55. Datos de actividad – Ferrocarriles (1.A.3.c)

Año	Dato de actividad			Carga nacional reportada	Índice de variación
	Carbón mineral (TJ)	Diésel (TJ)	Fuel oil (TJ)		Carga nacional
1990	56,32	825,68	40,27	NA	NA
1991	0,00	857,79	73,26	NA	NA
1992	41,11	1.027,60	150,63	NA	NA
1993	00,00	396,14	37,90	NA	NA
1994	0,00	460,54	47,89	13.64	NA
1995	0,00	511,23	133,25	14.61	107,12
1996	0,00	576,29	71,95	16.33	111,76
1997	0,00	585,00	133,25	17.20	105,33
1998	0,00	593,36	102,41	22.62	131,47
1999	0,00	529,66	62,31	25.40	112,29
2000	0,00	651,2	147,00	31.17	122,71
2001	0,00	932,66	147,00	33.45	107,34
2002	0,00	652,35	152,71	31.03	92,75
2003	0,00	732,35	107,75	42.78	137,86
2004	40,82	952,55	62,79	46.18	107,95
2005	0,00	1.057,33	79,16	49.22	106,59
2006	0,00	1.067,66	79,93	49.70	100,98
2007	0,00	1.142,75	85,56	53.20	107,03
2008	0,00	1.255,90	94,03	58.47	109,9
2009	0,00	1.275,79	95,52	59.39	101,58
2010	0,00	1.439,60	107,78	67.02	112,84
2011	0,00	1.601,31	119,89	74.55	111,23
2012	0,00	1.649,56	123,50	76.80	103,01
2013	0,00	1.649,15	123,47	76.78	99,98
2014	0,00	921,58	69,00	42.90	55,88
2015	0,00	1.029,58	77,08	47.93	111,72
2016	0,00	1.187,62	88,92	55.29	115,35

Año	Dato de actividad			Carga nacional reportada	Índice de variación
	Carbón mineral (TJ)	Diésel (TJ)	Fuel oil (TJ)		Carga nacional
2017	0,00	1.083,27	81,00	50.43	91,21
2018	0,00	1.021,44	76,47	47.55	94,29
2019	0,00	1.079,72	80,84	50.27	105,71
2020	0,00	764,29	57,22	35.58	70,79
2021	0,00	683,45	51,17	31.82	89,42

v. Subcategoría 1.A.3.d Navegación marítima y fluvial

Descripción de la subcategoría

De acuerdo con lo que se establecido en las Guías del IPCC del 2006, esta subcategoría abarca todo el transporte marítimo y fluvial, desde las embarcaciones recreativas hasta los grandes transatlánticos de carga, impulsados principalmente por motores diésel de baja, media y alta velocidad, y en ocasiones, por turbinas de vapor o de gas. La subcategoría de navegación sigue un nivel metodológico 2 para CO_2 y nivel metodológico 1 para CH_4 y N_2O.

Las emisiones de gases de la subcategoría para navegación marítima y fluvial están relacionadas con la información reportada por el BECO para la serie de tiempo de 1990 – 2021. Estas emisiones varían para la serie de tiempo de 1990-2005 donde se presenta de manera agregada la información para transporte marítimo y fluvial desde 1990-2005 y se presenta separada para los años 2006- 2021; sin embargo, no se dispone de la información desagregada entre transporte marítimo nacional e internacional para todo el periodo del inventario del GEI. Razón por la cual, se utilizaron los porcentajes identificados en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia, que diferencian los consumos de combustible a partir de los resultados de emisiones de bunkers internacionales. Estos porcentajes fueron aplicados a la serie 1990-2004.

De igual manera, para el periodo de 2005-2012, se tiene la información reportada por EXXON y CHEVRON, los principales proveedores de combustible de esta subcategoría, quienes reportan información desagregada de consumo nacional e internacional. Finalmente, para la serie de 2013-2021, se mantuvieron los porcentajes de distribución del año 2012, debido a la falta de nueva información y a la poca variabilidad presentada. En cuanto a las emisiones provenientes de transporte fluvial, se reportan como nacionales, mientras que la navegación marítima internacional se reportada como elemento informativo.

En cuanto a la navegación marítima nacional, se presenta una disminución en las emisiones de gases que son reportadas en una tasa de crecimiento anual del 90,76% pasando de 1.221,25 kt CO_2eq a 112,90 kt CO_2eq como se observa en la Figura 79. Esta disminución se debe, como se mencionó anteriormente, a cambios en la forma de reportar e interpolar los datos en la serie histórica a partir del año 2005.

Las emisiones de gases son presentadas en la Figura 80 para la subcategoría 1.A.3.d. Navegación Marítima y Fluvial, donde la mayor cantidad de gases corresponden al CO_2 con una representación del 98,91%, seguido del N_2O con un valor de 0,79% y finalmente el CH_4 con un porcentaje de 0,29%.

Dentro de esta categoría se encuentran las emisiones de combustible asociados a la categoría 1.A.4.c.iii pesca, debido a que no fue posible desagregar sus consumos y se plantea como parte del plan de mejora.

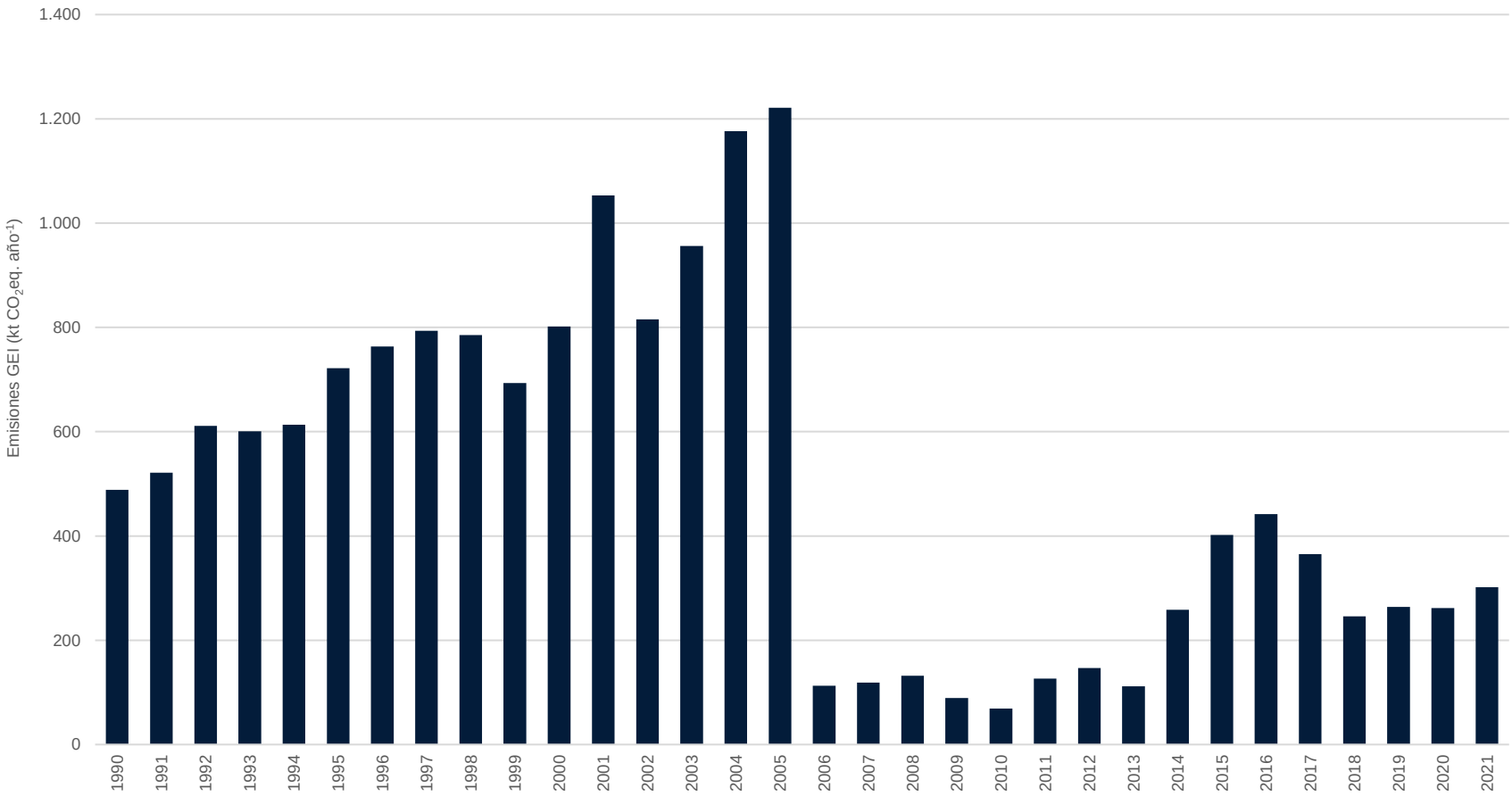
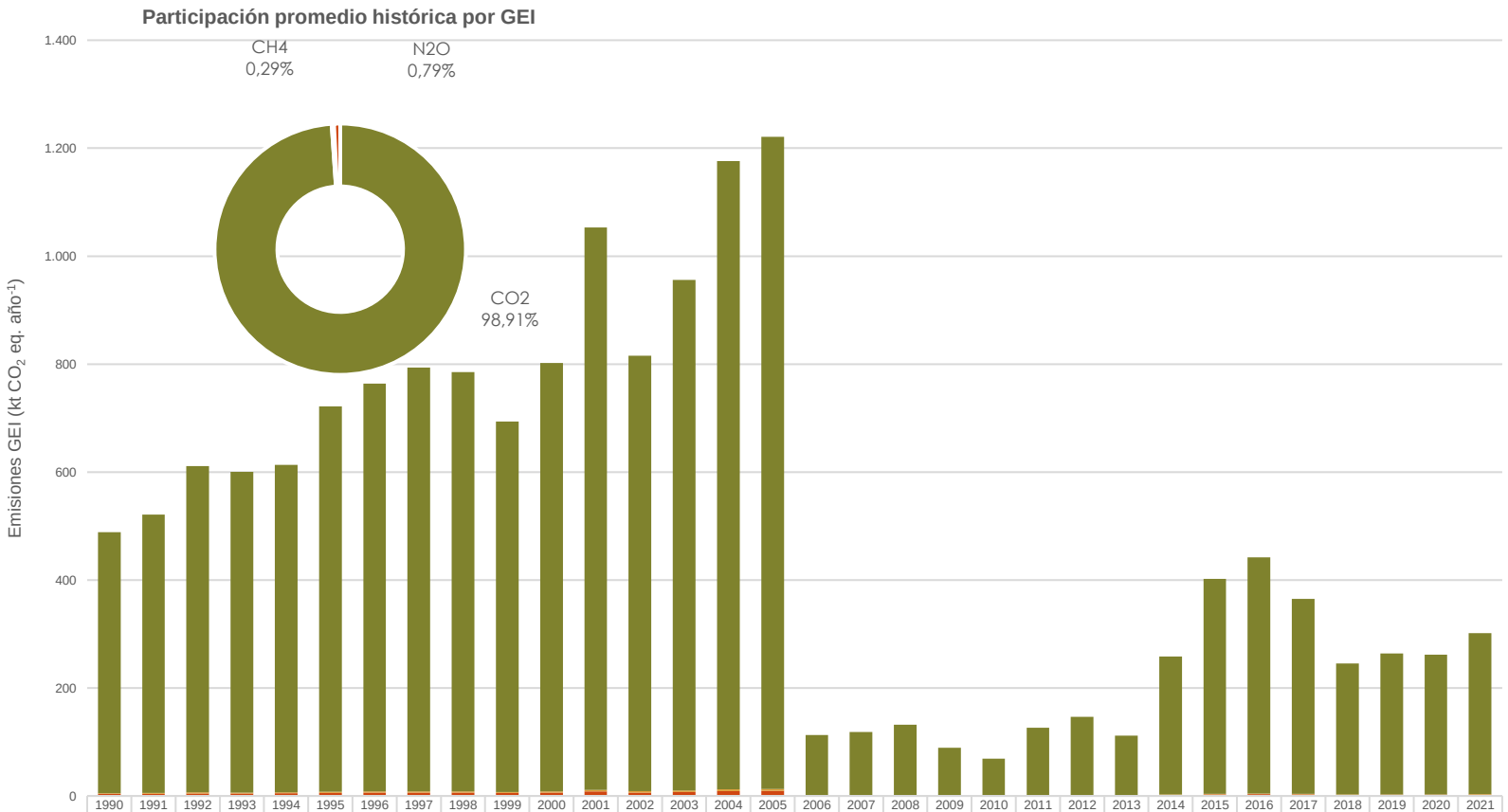


Figura 79. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial 1990-2021.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	483,24	515,77	604,78	594,11	606,94	713,90	755,38	784,94	776,73	686,04	793,18	1041,8	806,98	945,79	1163,7	1208,1	111,66	117,29	130,49	88,17	68,11	125,16	144,99	110,50	255,59	398,01	437,43	361,41	243,00	260,90	258,94	298,52
CH4	1,41	1,50	1,76	1,74	1,78	2,09	2,22	2,30	2,28	2,01	2,33	3,06	2,35	2,74	3,38	3,54	0,33	0,35	0,39	0,26	0,20	0,37	0,43	0,33	0,71	1,11	1,21	1,00	0,71	0,77	0,77	0,89
N2O	3,82	4,06	4,75	4,70	4,82	5,64	5,99	6,21	6,16	5,45	6,29	8,28	6,37	7,40	9,14	9,56	0,90	0,95	1,06	0,71	0,55	1,01	1,17	0,89	1,92	2,99	3,27	2,70	1,91	2,08	2,08	2,40

Figura 80. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial por GEI 1990-2021.

Metodología

- *Método de estimación*

Para la subcategoría de Navegación marítima y fluvial, se sigue un nivel metodológico 2 para CO_2 y un nivel metodológico 1 para CH_4 y N_2O, donde las emisiones dependen netamente del combustible quemado. Las emisiones de esta subcategoría se calcularon de acuerdo con la información reportada por parte del BECO para el periodo de tiempo de 1990 a 2021, con la información combinada de 1990 – 2005 y desagregada para los años 2006 – 2021. La metodología es de acuerdo con lo establecido en las Directrices del IPCC 2006.

Combustión móvil en: Navegación marítima y fluvial (1.A.3.d.)

Ecuación 3.5.1 Nivel 2: Emisiones basadas en los datos de consumo de combustible nacional consumo (IPCC Volumen 2, Capitulo 3, 3.6 Navegación marítima y fluvial)

$$Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}$$

Dónde:
$\mathbf{Emisiones_{GEI}}$ = Emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
$\mathbf{Consumo\ de\ combustible_{combustible}}$= Cantidad de combustible quemado (TJ).
$\mathbf{Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}}$ = Factor de emisión de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas/TJ)
Para el caso del CO_2, se asume que todo el carbono es oxidado en CO_2.

Cuadro 10. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para Navegación Marítima y fluvial (1.A.3.d.)

- *Factor de emisión*

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular las emisiones de la subcategoría:

Tabla 56. Metodología y factores de emisión – Navegación Marítima y fluvial (1.A.3.d.)

Años	Subcategoría	FE	Valor	Nivel	Fuente información factor de emisión	Comentarios
1990-2021	1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial	Petróleo	77.841,778 kg CO_2.TJ^{-1}	Nivel 2	FECOC – UPME/MinAmbiente	NA
		Diésel marino	65.207,203 kg CO_2.TJ^{-1}	Nivel 2		
		Fuel oíl	78.281,203 kg CO_2.TJ^{-1}	Nivel 2		
		Gasolina	69.323,7 kg CO_2.TJ^{-1}	Nivel 2	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.5.3	
		Petróleo	7 kg CH_4.TJ^{-1}	Nivel 1		
		Diésel marino	7 kg CH_4.TJ^{-1}	Nivel 1		
		Fuel oíl	7 kg CH_4.TJ^{-1}	Nivel 1		
		Gasolina	7 kg CH_4.TJ^{-1}	Nivel 1		
		Petróleo	2 kg N_2O.TJ^{-1}	Nivel 1		
		Diésel marino	2 kg N_2O.TJ^{-1}	Nivel 1		
		Fuel oíl	2 kg N_2O.TJ^{-1}	Nivel 1		
		Gasolina	2 kg N_2O.TJ^{-1}	Nivel 1		

- *Dato de actividad*

Los datos de actividad de la navegación marítima-fluvial se basan en los consumos reportados por el BECO para toda la serie de 1990-2021 como se presenta en la Tabla 57. De acuerdo con lo reportado para la serie de tiempo de 1990-2005, la información esta combinada para el transporte marítimo y fluvial, mientras que para el período 2006-2021, se presenta de forma desagregada.

Tabla 57. Datos de actividad Navegación marítima y fluvial (1.A.3.d)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		Dato de actividad	Fuente información dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente	
1.A.3 Transporte	1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial	Porcentajes de diferenciación de consumos nacionales e internacionales	1990 – 2006	Porcentajes Tercera Comunicación	
			2007 – 2021	EXXON - CHEVRON	Porcentajes empleados en la separación basado en consumos.
		Consumo de combustibles fósiles en transporte marítimo y fluvial	1990 – 2021	BECO – UPME	

Para determinar las emisiones de transporte nacional e internacional se usa la información de la Tercera Comunicación Nacional para la serie de 1990-2004 y para el periodo de tiempo se hace uso de la información reportada por parte de EXXON y CHEVRON, estos porcentajes son presentados en la Tabla 58.

Tabla 58. Distribución de consumos en navegación marítima y fluvial (1.A.3.d)

Año	Gasolina nacional	Diésel marino internacional	Diésel marino nacional	Fuel oíl internacional	Fuel oíl nacional	Petróleo internacional	Petróleo nacional
1990 - 2004	100,0%	30,40%	69,60%	66,30%	33,70%	48,00%	52,00%
2005	100,0%	28,80%	71,20%	66,30%	33,70%	48,00%	52,00%
2006	100,0%	21,30%	78,70%	66,30%	33,70%	44,00%	56,00%
2007	100,0%	22,10%	77,90%	66,30%	33,70%	44,00%	56,00%
2008	100,0%	15,30%	84,70%	66,30%	33,70%	41,00%	59,00%
2009	100,0%	49,80%	50,20%	66,30%	33,70%	58,00%	42,00%
2010	100,0%	49,70%	50,30%	66,30%	33,70%	58,00%	42,00%
2011	100,0%	29,50%	70,50%	66,30%	33,70%	48,00%	52,00%
2012 - 2021	100,0%	31,90%	68,10%	66,30%	33,70%	49,00%	51,00%

De acuerdo con los porcentajes de distribución presentados en la Tabla 58, los valores reportados por parte del BECO, EXXON y CHEVRON se obtienen desagregados los consumos de combustible para la serie histórica de 1990 a 2021 en navegación marítima y fluvial nacional como se ve en la Tabla 59.

Tabla 59. Datos de actividad consumo marítimo y fluvial nacional (1.A.3.d)

Año	Gasolina (TJ)	Diésel (TJ)	Fuel oil (TJ)	Petróleo (TJ)
1990	2.942,39	4.132,36	125,27	NE
1991	3.141,24	4.295,05	229,12	NE
1992	3.352,56	5.145,22	470,85	NE
1993	3.405,46	5.360,94	108,07	NE
1994	3.036,66	5.915,52	136,55	NE
1995	3.692,43	6.566,60	379,90	NE
1996	3.702,15	7.402,17	205,14	NE
1997	3.825,97	7.514,11	379,90	NE
1998	3.705,77	7.621,44	291,99	NE
1999	3.296,31	6.803,26	177,64	NE
2000	2.955,06	8.364,45	419,10	129,62
2001	2.640,65	11.979,62	419,10	576,35
2002	2.649,30	8.379,21	435,40	550,55
2003	2.579,30	9.406,71	307,21	1.664,25
2004	2.737,63	12.247,72	179,02	2.072,67
2005	2.415,46	13.896,34	225,69	1.501,76
2006	137,67	1.566,07	0,00	NE
2007	134,04	1.656,29	0,00	NE
2008	128,30	1.864,82	0,00	NE
2009	128,08	1.215,95	0,00	NE
2010	187,69	841,77	2,70	NE
2011	116,81	1.795,23	0,00	NE

Año	Gasolina (TJ)	Diésel (TJ)	Fuel oil (TJ)	Petróleo (TJ)
2012	186,36	2.019,00	5,34	NE
2013	174,77	1.446,52	51,89	NE
2014	127,30	2.019,90	1.469,78	NE
2015	74,98	3.281,82	2.284,25	NE
2016	154,25	3.355,98	2.655,79	NE
2017	234,60	2.684,67	2.172,80	NE
2018	260,62	2.815,61	528,09	NE
2019	320,82	3.358,72	250,97	NE
2020	484,51	3.385,28	58,80	NE
2021	629,86	3.830,30	65,03	NE

En cuanto a los consumos de combustible a nivel internacional desagregado por tipo se hace uso de los porcentajes descritos en la Tabla 58 y lo reportado en el BECO, estos valores son reportados de manera informativa, más no son sumados al total del inventario nacional de GEI y se encuentran descritos en la Tabla 60.

Tabla 60. Datos de actividad consumo marítimo y fluvial Internacional (1.A.3.d)

Año	Diésel marino (TJ)	Fuel oil (TJ)	Petróleo (TJ)
1990	1.802,54	246,03	NE
1991	1.873,50	450,01	NE
1992	2.244,35	924,77	NE
1993	2.338,45	212,26	NE
1994	2.580,36	268,19	NE
1995	2.864,36	746,14	NE
1996	3.228,83	402,90	NE
1997	3.277,66	746,14	NE
1998	3.324,48	573,48	NE
1999	2.967,59	348,90	NE
2000	3.648,58	823,14	121,18
2001	5.225,52	823,14	538,82
2002	3.655,02	855,14	514,70
2003	4.103,22	603,37	1.555,87
2004	5.341,90	351,61	1.938,78
2005	5.608,64	443,28	1.359,21
2006	396,85	0,00	NE
2007	439,82	0,00	NE
2008	317,30	0,00	NE
2009	1.088,24	0,00	NE
2010	669,89	5,31	NE
2011	672,70	0,00	NE
2012	860,52	10,49	NE
2013	618,41	102,09	NE
2014	908,81	2.891,59	NE
2015	1.489,55	4.493,93	NE
2016	1.524,30	5.224,90	NE
2017	1.161,66	4.274,67	NE
2018	1.222,76	1.038,94	NE
2019	1.471,09	493,74	NE
2020	1.494,40	115,67	NE
2021	1.677,64	127,93	NE

vi. Subcategoría: 1.A.3.e. Otro Transporte

Descripción de la subcategoría

En la subcategoría de 1.A.3.e. para el inventario de GEI, de acuerdo con las guías del IPCC de 2006 se estiman las emisiones del trasporte por tuberías 1.A.3.e.i y del transporte todo terreno 1.A.3.e.ii. La primera de ellas corresponde a las emisiones generadas por los oleoductos, los cuales utilizan motores de combustión para alimentar compresores que impulsan productos a base de hidrocarburos, al igual que el consumo de combustible de la operación de las estaciones de bombeo y manteamiento de tuberías. Las

emisiones de subcategoría 1.A.3.e.ii. Todo Terreno según las Directrices del IPCC 2006 corresponden a vehículos y la maquinaria móvil utilizados en el sector industrial, sector residencial, construcción (maquinaria amarilla) y otros sectores como el agrícola (tractores), al igual que los equipos de apoyo en tierra de los aeropuertos entre otros. Para la subcategoría 1.A.3.e. Otro transporte, se han presentado un aumento de las emisiones desde la serie histórica de 1990, donde se obtuvieron 210,45 kt CO_2eq, y para el año 2021 se registraron emisiones de 3.303,35 kt CO_2eq como se ilustra en la Figura 81, lo que representa una tasa de crecimiento anual compuesta de 9,29%. Los gases con mayor participación en esta subcategoría son el CO_2, con un valor de 98,91% de las emisiones totales, seguido de N_2O con 0,29% y CH_4 con un total de 0,79%, como se observa en la Figura 82.

De las emisiones correspondientes a la subcategoría de transporte por tuberías 1.A.3.e.i, se produjo un refinamiento en la información reportada por parte del Ministerio de Minas y Energía para la serie temporal de 2010 a 2021, lo cual permitió estimar las emisiones de gases en función del combustible empleado para la operación.

Es por esto que las emisiones generadas por la subcategoría de transporte por tuberías 1.A.3.e.i, en donde se empleó petróleo como combustible en el año 2010 representaron 100,06 kt CO_2eq y en el año 2021 fueron de 199,74 kt CO_2 eq teniendo un crecimiento del 99%. Para el caso donde uso de gas natural se generaron en el año 2010 emisiones de 24,98 kt CO_2eq y para el año 2021 alcanzaron los 328,31 Kt CO_2eq. Finalmente, las emisiones provenientes del transporte por tuberías donde se empleó Diésel oil se generaron para el año 2010 8,86 kt CO_2 eq y para el año 2021 fueron de 66,29 kt CO_2eq.

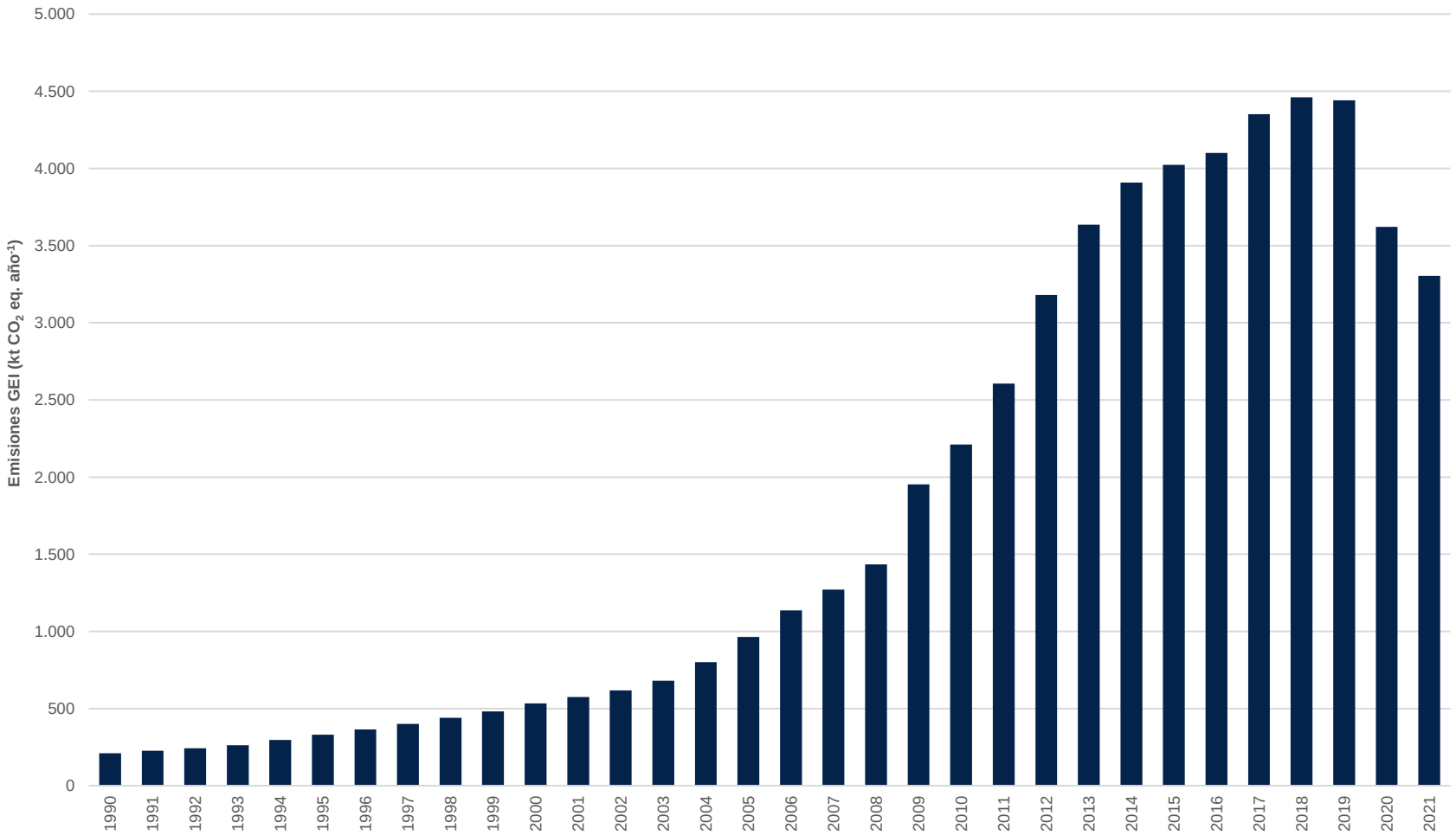
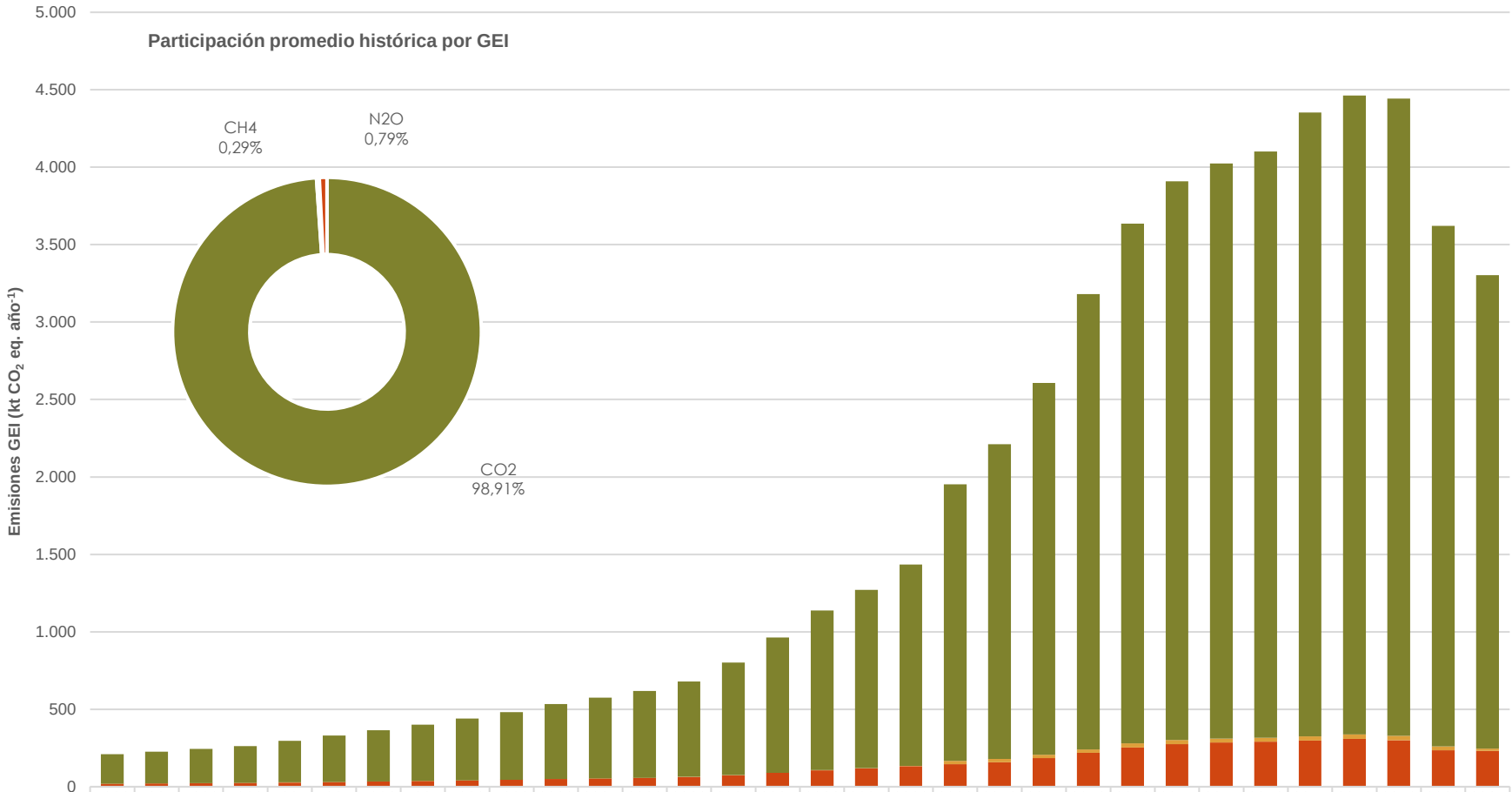


Figura 81. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.e. Otro transporte 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	191	205	221	238	268	300	331	363	399	437	483	520	560	616	726	873	1.030	1.152	1.300	1.786	2.031	2.400	2.939	3.356	3.608	3.712	3.784	4.026	4.125	4.113	3.360	3.057
CH4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	21,7	21,2	21,9	22,5	26,0	26,2	25,9	26,5	27,1	28,4	27,8	25,9	15,0
N2O	19,5	21,0	22,5	24,3	27,4	30,7	33,8	37,0	40,7	44,6	49,3	53,1	57,2	62,9	74,1	89,2	105,2	117,6	132,7	145,4	158,5	184,1	218,7	253,7	275,0	285,6	290,2	298,8	308,8	300,8	234,8	231,3

Figura 82. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.e. Otro transporte por GEI 1990-2021.

En la subcategoría 1.A.3.e.ii todo terreno, ha presentado un aumento en las emisiones generadas por parte del uso de vehículos fuera de ruta en el consumo de combustible diésel para la serie de tiempo de 1990 a 2021. Este incremento se debe principalmente a el aumento en el inventario de la maquinaria, lo que ha llevado a que las emisiones pasen de 210,48 kt CO_2 eq para el año 1900 a 847,17 CO_2 eq para el año 2021.

En esta subcategoría todo terreno, la mayor parte de las emisiones corresponde al CO_2, con un valor de 2.225,49 kt CO_2eq, lo que equivale al 90,61% de las emisiones totales, seguido del N_2O el cual representa un 9,25%, teniendo un valor de 227,21 kt CO_2 eq y finalmente el CH_4 con un valor de 0,14% es decir 3,48 kt CO_2 eq.

Metodología

- *Metodología 1.A.3.e.i. Tuberías*

Para la estimación de las emisiones de gases generadas por el transporte de tuberías, se empleó un nivel metodológico 2 para el CO_2 y un nivel metodológico 1 para CH_4 y N_2O, siguiendo lo descrito en las guías IPCC – 2006, Volumen 2, Capitulo 3 Combustión móvil. La ecuación utilizada para este calcula se describe a continuación:

Combustión móvil en: Transporte tuberías (1.A.3.e.i)

Ecuación 3.2.2 Nivel 2: Emisiones basadas en los datos de consumo de combustible nacional consumo (IPCC Volumen 2, Capitulo 3, 3.6)

$$Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}$$

Dónde:
$\mathbf{Emisiones_{GEI}}$ = Emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
$\mathbf{Consumo\ de\ combustible_{combustible}}$= Cantidad de combustible quemado (TJ)
$\mathbf{Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}}$ = Factor de emisión de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas/TJ)
Para el caso del CO_2, se asume que todo el carbono es oxidado en CO_2.

Cuadro 11. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para transporte tuberías (1.A.3.e.i)

- *Metodología 1.A.3.e.ii. Todo terreno*

En la subcategoría de todo terreno 1.A.3.e.ii. se incluye todas las emisiones derivadas de los vehículos y la maquinaria móvil utilizadas en la agricultura, industria, sector residencial, construcción (maquinaria amarilla) y sectores como el equipo de apoyo de tierra de los aeropuertos, las motosierras y los montacargas, entre otros. Razón por la cual, para realizar el cálculo de emisiones de GEI se emplea la metodología descrita a continuación para la serie de tiempo de 1990-2021. Aunque dentro de esta categoría no se contabilizan las emisiones provenientes de fuera de ruta agrícola y estas son contabilizadas en la categoría 1.A.4.c.ii.

Para las emisiones producto de la combustión de diésel en estas subcategorías se sigue la metodología descrita en las guías IPCC – 2006, Volumen 2, Capitulo 3 Combustión móvil, 3.3 Transporte todo terreno – nivel 3, donde las emisiones son calculadas con un enfoque bottom – up, que requiere como insumos el número de vehículo desagregado por clase, además de los valores de potencia nominal, horas anuales de uso y factor de carga desagregado por clase de vehículo, los cuales fueron tomados del estudio realizado por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual permitió determinar estos datos de actividad, como horas de uso, potencial nominal entre otros:

Combustión móvil de Diésel en: Todo terreno (1.A.3.e.ii)

Ecuación 3.3.3 Nivel 3: Emisiones basadas en los datos de consumo de combustible Diésel (IPCC Volumen 2, Capitulo 3, 3.6)

$$Emisón_{GEI} = \sum N_i * H_i * P_i * LF_i * EF$$

Dónde:
Emisión $\mathbf{GEI}$ = Emisiones de un gas de efecto invernadero debido a la quema de diésel (kg GEI).
$\mathbf{Ni}$ = Numero de vehículos de la clase i
$\mathbf{Hi}$ = Horas anuales de uso de la clase i (Horas/año)

Combustión móvil de Diésel en: Todo terreno (1.A.3.e.ii)
Pi= Potencia nominal promedio de la clase i (GW) **LFi**= Factor de carga promedio de la clase i (valor adimensional entre 0 y 1) **i** = Clase de vehículo todo terreno **EF**= Factor de emisión de un gas de efecto invernadero dado por la quema de diésel (kg gas/GWh)

Cuadro 12. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para Todo terreno (1.A.3.e.ii)

En cuanto a las emisiones que son generadas por combustibles diferentes al diésel, para el CO_2 se emplea un nivel metodológico 2, mientras que para el CH_4 y el N_2O un nivel metodológico 1, siguiendo lo descrito en las guías IPCC – 2006, Volumen 2, Capitulo 3 Combustión móvil. Para ello, se siguió la siguiente ecuación:

Combustión móvil en: Todo terreno (1.A.3.e.)
Ecuación 3.2.2 Nivel 2: Emisiones basadas en los datos de consumo de combustible nacional consumo (IPCC Volumen 2, Capitulo 3, 3.6) $Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}$ Dónde: $\mathbf{Emisiones_{GEI}}$ = Emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI). $\mathbf{Consumo\ de\ combustible_{combustible}}$= Cantidad de combustible quemado (TJ) $\mathbf{Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}}$ = Factor de emisión de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas/TJ) Tabla 62. Para el caso del CO_2, se asume que todo el carbono es oxidado en CO_2.

Cuadro 13. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para Todo terreno (1.A.3.e)

- *Factor de emisión*

Para la categoría de transporte por tuberías, se usaron los factores de emisión correspondientes a los tres combustibles (petróleo, gas natural y Diésel) tal como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 61. Metodología y factores de emisión – Transporte tuberías (1.A.3.e.i)

Años	Subcategoría	FE	Valor	Nivel	Fuente información factor de emisión	Comentarios
2010-2021	1.A.3.e Otro Transporte	Petróleo	77.841,778 $CO_2.TJ^{-1}$	Nivel 2	FECOC – UPME/MinAmbiente	
		Petróleo	3 kg $CH_4.TJ^{-1}$	Nivel 2	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.3.2,	
		Petróleo	0,6 kg $N_2O.TJ^{-1}$	Nivel 2		
		Diésel	74.193,48 kg $CO_2.TJ^{-1}$	Nivel 2	FECOC –UPME/ MinAmbiente	
		Diésel	3 kg $CH_4.TJ^{-1}$	Nivel 2	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.3.2,	
		Diésel	0,6 kg $N_2O.TJ^{-1}$	Nivel 2		
		Gas Natural	55.539,11 kg $CO_2.TJ^{-1}$	Nivel 2	FECOC –UPME/ MinAmbiente	
		Gas Natural	1 kg $CH_4.TJ^{-1}$	Nivel 2	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.3.2,	
		Gas Natural	0,1 kg $N_2O.TJ^{-1}$	Nivel 2		

Para la subcategoría de transporte todo terreno 1.A.3.e.ii. los factores de emisión de diésel correspondientes al nivel 3, estos no son tomados directamente de la fuente de información, sino que requieren el siguiente procesamiento: aunque se cuenta con los factores de emisión provenientes de la UPME – FECOC para el caso de CO_2 y de las Directrices del IPCC 2006, volumen 2, capitulo 3, cuadro 3.3.1. para CH_4 y N_2O, estos se encuentran en unidades de ($Kg\ CO_2$, $CH_4\ o\ N_2O$) en función de la energía generada en la combustión (TJ) a través del poder calorífico del diésel, lo cual difiere a lo establecido en el nivel metodológico 3, que requiere un factor de emisión en función del trabajo útil generado por la maquina (KWh). El trabajo útil generado por una máquina puede relacionarse con la energía de la combustión mediante el siguiente cuadro:

Cálculo de factor de emisiones fuera de ruta (1.A.3.e.)
Ecuación 1: Calculo de trabajo útil generado por la maquinaria realizado por (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Agencia Suiza para el desarrollo y Cooperación, 2022)

$$\textbf{Trabajo util generado por la máquina} = Eficiencia * Energía\ de\ la\ combustión$$

Ecuación 2: Calculo de trabajo útil generado por la maquinaria

$$FE\ util\ generado\ por\ la\ máquina = Eficiencia \cdot FE\ de\ la\ combustión$$

Donde:
FE = Factor de emisión.

Cuadro 14. Ecuaciones empleadas para cálculo de factor de emisión fuera de ruta (1.A.3.e.i)

La variable de $Eficiencia$ se extrae del trabajo realizado por Swisscontact, bajo el Programa Clima y Aire Limpio en Ciudades de América Latina - CALAC+ (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Agencia Suiza para el desarrollo y Cooperación, 2022), siendo equivalente al 34,25% en promedio para todos los vehículos todo terreno que operan con diésel. La ecuación también puede estar en función de los factores de emisión como se muestra en el Cuadro 14. De esta forma y teniendo en cuenta lo ya mencionado, se calcula el factor de emisión para CO_2, CH_4 y N_2O en función de la eficiencia, así mismo se realizó el cambio de unidades de TJ a GWh teniendo en cuenta el poder calorífico del diésel.

Tabla 62. Factores de emisión todo terreno (1.A.3.e.ii)

Años	Subcategoría	FE	Valor	Nivel	Fuente información factor de emisión	Comentarios
1990-2021	1.A.3.eii Otro transporte	Diésel	780.569,82 kg CO_2/GWh	Nivel 3	FECOC –UPME/ MinAmbiente, Swisscontact – CALAC+,EPA.	Se utiliza el Registro Nacional de Maquinarias Agrícola, Industrial y de Construcción Autopropulsada – RNMA y su vez es complementada con información aduanera
		Diésel	43,64 kg CH_4/GWh	Nivel 3	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.3.1, Swisscontact – CALAC+	
		Diésel	300,73 kg N_2O /GWh	Nivel 2		
		Gasolina	69.323,70 kg CO_2 TJ^{-1}	Nivel 2	FECOC –UPME/ MinAmbiente	Se utiliza el reporte "Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling" de la EPA, 2010. Número de vehículos en circulación año a año desagregado por clase vehicular y combustible
		Gas natural	55.539,11 kg CO_2 TJ^{-1}	Nivel 2		
		Alcohol carburante	84.758,116 kg CO_2 TJ^{-1}	Nivel 2		
		Gasolina:	33 kg CH_4 TJ^{-1}	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.2.2	
		Gas natural	92 kg CH_4TJ^{-1}	Nivel 1		
		Alcohol carburante	18 kg CH_4 TJ^{-1}	Nivel 1		
		Gasolina	3,2 kg N_2O TJ^{-1}	Nivel 1		
		Gas natural	3 kg N_2O TJ^{-1}	Nivel 1		
		Alcohol carburante	41 kg N_2O TJ^{-1}	Nivel 1		

- *Dato de actividad*

La información reportada en la categoría 1.A.3.e.i Otro transporte por tuberías es entregado por parte del Ministerio de Minas y Energía, la cual reporta datos de 2010-2021 para tres diferentes tipos de combustibles empleados para el transporte por tuberías, como lo son el diésel, gas natural y petróleo.

Tabla 63. Dato de actividad transporte por tuberías (1.A.3.e.i)

Año	Nombre de la subcategoría IPCC	Nombre de la categoría	Clasificación	Valor	Unidades
2.010	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	119,07	TJ
2.011	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	298,96	TJ
2.012	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	523,65	TJ
2.013	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	559,55	TJ
2.014	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	553,52	TJ
2.015	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	672,09	TJ

Año	Nombre de la subcategoría IPCC	Nombre de la categoría	Clasificación	Valor	Unidades
2.016	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	397,68	TJ
2.017	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	1.184,96	TJ
2.018	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	614,15	TJ
2.019	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	1.109,10	TJ
2.020	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	1.032,32	TJ
2.021	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Diésel	890,61	TJ
2.010	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	7.723,85	TJ
2.011	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	8.149,96	TJ
2.012	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	8.989,52	TJ
2.013	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	10.402,54	TJ
2.014	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	10.640,92	TJ
2.015	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	10.784,76	TJ
2.016	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	11.396,87	TJ
2.017	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	13.786,79	TJ
2.018	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	14.962,32	TJ
2.019	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	15.560,65	TJ
2.020	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	14.685,99	TJ
2.021	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Gas Natural	10.197,28	TJ
2.010	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	1.281,44	TJ
2.011	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	2.355,65	TJ
2.012	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	4.151,78	TJ
2.013	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	4.192,11	TJ
2.014	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	4.571,05	TJ
2.015	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	4.343,43	TJ
2.016	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	4.530,66	TJ
2.017	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	4.136,40	TJ
2.018	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	3.884,14	TJ
2.019	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	3.833,23	TJ
2.020	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	3.117,28	TJ
2.021	1.A.3.e.i Otro Transporte	Consumo de combustible en transporte por oleoductos	Petróleo	2.557,98	TJ

En el caso para el sector de otro transporte 1.A.3.e.ii todo terreno, se presentan los siguientes datos de actividad Tabla 64, en los cuales se presenta el consumo de diésel en GWh para la serie de tiempo de 1990 a 2021. Estos consumos de combustible están desagregados en tres categorías conforme a lo establecido en las directrices del IPCC 2006 (Waldron et al., 2006) & (Reinoso et al., 2022): el sector agrícola, el sector industrial y el sector de construcción.

Estos datos de actividad se obtienen a partir de la información reportada por Swisscontact, bajo el programa CALAC+, que cuenta con un inventario de la maquinaria en el país para los años 1990-2019. En cuanto a la información de la serie de 2020-2021, se realiza una proyección de la información bottom up basado en la información reportada por el BECO con relación a el consumo de diésel.

Tabla 64. Dato de actividad Otro transporte Todo Terreno (1.A.3.e.ii.)

Año	Consumo de combustible todo terreno	Consumo de combustible agrícola	Consumo de combustible industrial	Consumo de combustible construcción
	GWh Diésel MMNC	GWh Diésel MMNC	GWh Diésel MMNC	GWh Diésel MMNC
1.990	273,67	29,36	21,70	222,61
1.991	293,59	30,44	24,73	238,43
1.992	314,77	32,10	26,86	255,81
1.993	337,88	32,94	29,25	275,68
1.994	378,81	35,54	32,42	310,85
1.995	422,24	37,48	36,68	348,08
1.996	464,01	39,64	40,21	384,15
1.997	506,85	42,15	43,55	421,15
1.998	554,67	44,02	47,90	462,75
1.999	606,39	47,10	51,59	507,70
2.000	668,03	48,79	57,36	561,88
2.001	717,01	50,28	62,99	603,74
2.002	770,30	52,25	66,78	651,27
2.003	842,94	53,76	70,88	718,30
2.004	987,84	57,43	87,87	842,54
2.005	1.181,22	62,23	114,13	1.004,85
2.006	1.386,12	66,19	162,09	1.157,84
2.007	1.547,73	72,30	177,11	1.298,32
2.008	1.744,49	79,65	216,75	1.448,09
2.009	1.833,06	84,92	222,63	1.525,50
2.010	2.011,32	97,70	241,18	1.672,44
2.011	2.355,62	123,80	300,72	1.931,10
2.012	2.825,39	164,00	511,39	2.150,00
2.013	3.319,97	231,42	751,67	2.336,89
2.014	3.637,67	280,83	820,53	2.536,31
2.015	3.825,24	334,67	850,91	2.639,65
2.016	3.929,33	382,28	865,22	2.681,83
2.017	4.089,22	437,41	903,30	2.748,50
2.018	4.257,00	483,11	934,59	2.839,31

3.3.12 Otros sectores (CRT. 1.A.4)

i. Descripción de la subcategoría

La Figura 83 representa la desagregación de esta subcategoría, la describe las actividades que son consideradas para estimar las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O asociadas al uso de combustibles fósiles y biomasa en las actividades desarrolladas en los sectores comercial, institucional, residencial y en actividades agrícolas, donde se incluyen fuentes estacionarias y móviles.

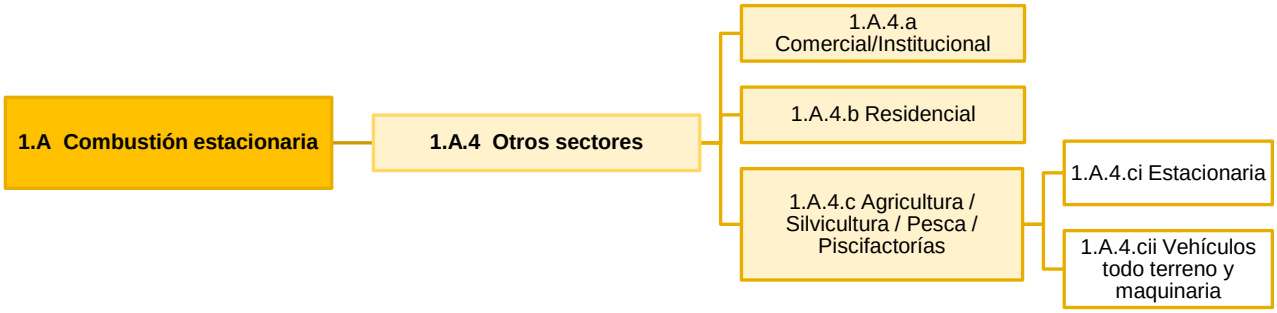


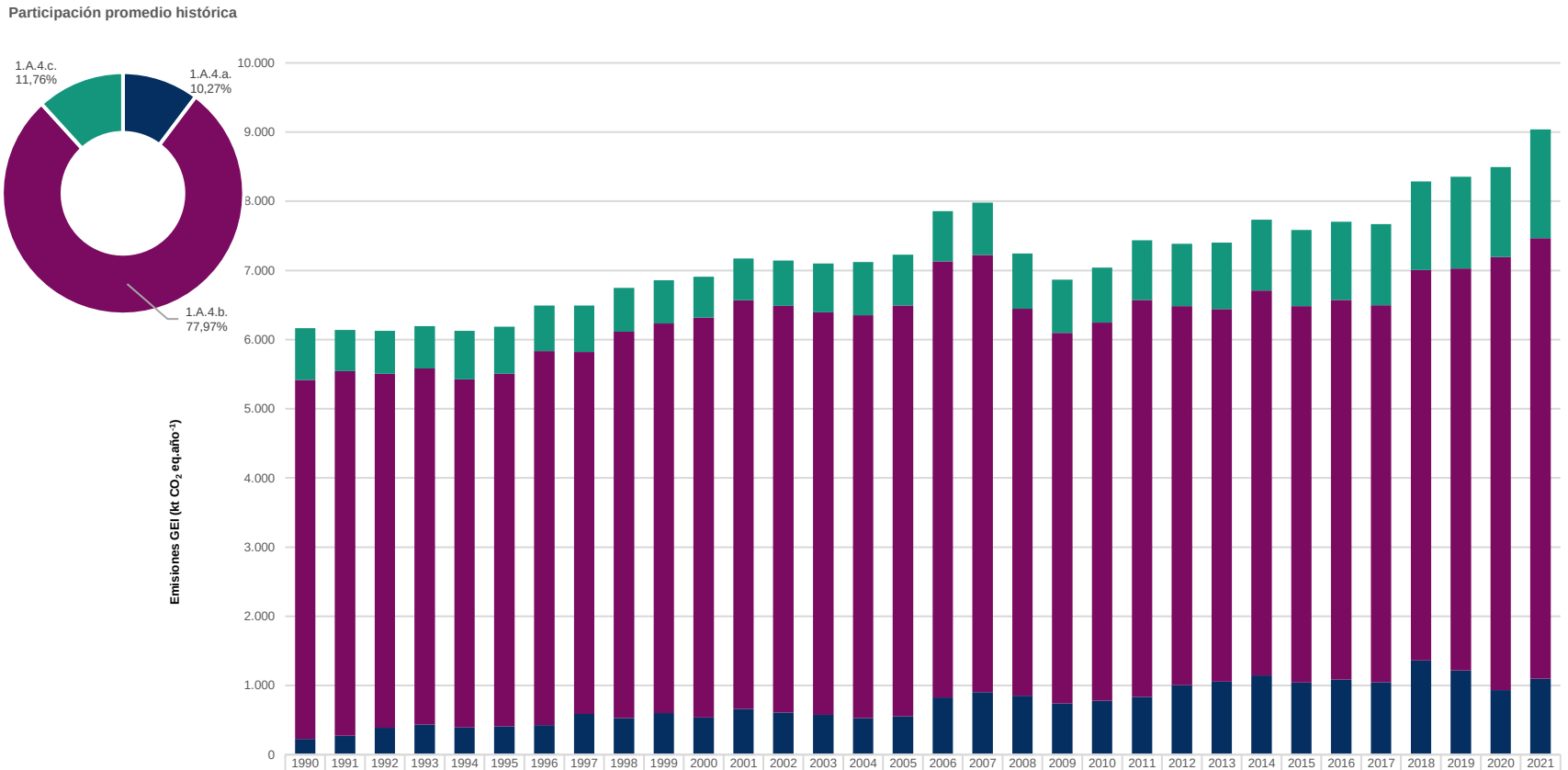
Figura 83. Subcategorías estimadas en 1.A.4 - Otros Sectores

La subcategoría 1.A.4.a Comercial / Institucional incorpora la liberación de emisiones producto de la quema de combustibles en establecimientos comerciales e institucionales, enmarcadas en la Clasificación de Actividades Económicas CIIU, en su revisión 4 adaptada para Colombia, (Cámara de Comercio de Bogotá, 2024) correspondientes a las divisiones 55 al 93 (Cámara de Comercio de Bogotá, 2024). Esta subcategoría describe el uso de combustibles en: recintos comerciales, hoteles, bares, instalaciones de correo, telecomunicaciones, servicios financieros, inmobiliarias, labores informáticas, administración pública, enseñanza, actividades sociales y de salud, y actividades de entretenimiento. Ese sector incluye actividades asociadas a la prestación de servicios y en Colombia representa el 60% del PIB nacional, de acuerdo con lo reportado por la (Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL, 2022). Este sector tiene una relevancia especial para el gobierno nacional, porque hace parte de las estrategias para activar la economía colombiana en el año 2021.

De acuerdo con lo reportado por la UPME (UPME - Unidad de Planeación Minero Energético, 2022) el consumo de energéticos para este sector en el año 2021 se encuentra dominado por la electricidad (89%), seguido por el gas natural (7%) y el GLP (4%) (UPME - Unidad de Planeación Minero Energético, 2022) .

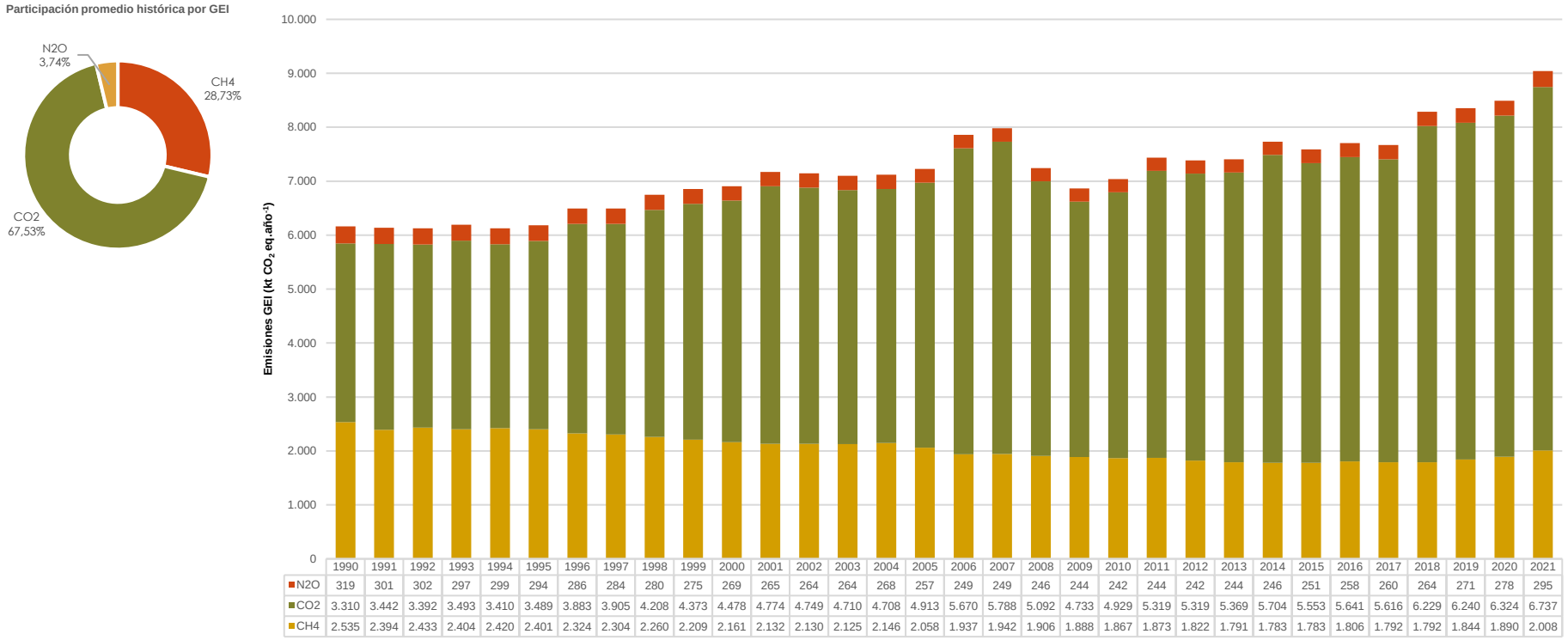
La subcategoría 1.A.4.b “Residencial” incluye las emisiones derivadas de la quema de combustibles en las viviendas colombianas por el desarrollo de actividades como uso de equipos para: refrigeración, entretenimiento (televisión y sonido), iluminación y cocción. Los porcentajes de uso de los energéticos para está subcategoría son leña (37%), energía eléctrica (35%), gas natural (20%) y GLP (7%) ((UUPME, 2024b).

En lo referente a la subcategoría 1.A.4.c “Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías” reporta las emisiones generadas por la quema de energéticos en las actividades de agricultura, silvicultura, pesca y en las industrias pesqueras, como las piscifactorías. Ahora bien, este sector de la economía colombiana se caracteriza por la incineración de bagazo como principal producto para la cogeneración de energía eléctrica usada en actividades agrícolas. Su utilización ha aumentado significativamente en los últimos años, gracias a la Ley 1715 de 2014 (Congreso de Colombia, 2014), cuya función principal fue impulsar la incorporación de fuentes no convencionales de energía al Sistema Energético Nacional como parte del aseguramiento de la provisión de energía en todas las zonas del país.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	745	594	622	609	703	679	661	674	632	623	590	602	656	703	769	736	728	758	798	767	792	864	898	964	1.025	1.104	1.133	1.172	1.279	1.325	1.299	1.574
1.A.4.b. Residencial	5.193	5.271	5.116	5.149	5.033	5.095	5.405	5.232	5.589	5.633	5.779	5.908	5.877	5.821	5.826	5.938	6.302	6.318	5.596	5.357	5.468	5.737	5.481	5.386	5.561	5.439	5.485	5.450	5.644	5.813	6.263	6.370
1.A.4.a. Comercial/institucional	226	273	390	436	393	411	427	587	527	601	539	662	610	575	527	554	826	904	851	741	779	835	1.004	1.054	1.146	1.043	1.086	1.046	1.363	1.217	931	1.096

Figura 84. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.4 Otros sectores 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	319	301	302	297	299	294	286	284	280	275	269	265	264	264	268	257	249	249	246	244	242	244	242	244	246	251	258	260	264	271	278	295
CO2	3.310	3.442	3.392	3.493	3.410	3.489	3.883	3.905	4.208	4.373	4.478	4.774	4.749	4.710	4.708	4.913	5.670	5.788	5.092	4.733	4.929	5.319	5.319	5.369	5.704	5.553	5.641	5.616	6.229	6.240	6.324	6.737
CH4	2.535	2.394	2.433	2.404	2.420	2.401	2.324	2.304	2.260	2.209	2.161	2.132	2.130	2.125	2.146	2.058	1.937	1.942	1.906	1.888	1.867	1.873	1.822	1.791	1.783	1.783	1.806	1.792	1.792	1.844	1.890	2.008

Figura 85. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.4 Otros sectores por GEI 1990-2021

En la Figura 84 se observa la tendencia de las emisiones de GEI para la serie histórica de 1990 a 2021 de las actividades que conforman la subcategoría 1.A.4. Para la vigencia 1990 se registra un valor de 6.164,22 kt CO_2eq, con una tendencia al alza llegando hasta 9.039,79 kt CO_2eq en 2021. Por su parte, la subcategoría 1.A.4.b "Residencial" representa el 77,97% de aportes de emisiones para la serie temporal, posteriormente, la subcategoría 1.A.4.c "Agricultura, silvicultura y pesca" refleja el 11,76% de participación y finalmente se encuentra la categoría 1.A.4.a "Comercial / Institucional" evidenciando el 10,27% de participación.

En la Figura 85 se visualiza el comportamiento histórico de los GEI calculados en la subcategoría 1.A.4, donde se encuentra que el CO_2 es el gas como mayor porcentaje de participación para la serie histórica con el 67,53%, seguido por el CH_4 con el 28,73% y el N_2O con el 3,71%.

Los cambios en el comportamiento de las emisiones calculadas para la serie temporal 1990-2021, se encuentran asociadas a la variación presentada en el consumo de los energéticos en los sectores comercial, institucional, residencial y agrícola, según se reseña a continuación:

En la década de los 90 el Gobierno Nacional formuló el Plan de Gas y el Programa para la Masificación del Consumo de Gas, donde se estableció la hoja de ruta para fomentar la diversificación de la matriz energética, mediante el recambio de energéticos de alto costo por gas natural y GLP en los gremios industrial, comercial, residencial y termoeléctrico. Para ello, se fijaron dos objetivos, el primero se encuentra relacionado con la entrega de gas natural y propano a más de tres millones de familias con el apoyo del sector privado en el mediano plazo; el segundo hace referencia al mejoramiento de la oferta, mediante la conexión de los principales campos de producción de gas natural con el comercio regional del país, mediante la puesta en marcha de gasoductos (Ministerio de Minas y Energía, 2024a).

Por su parte, en lo referente a la subcategoría 1.A.4.a "Comercial / Institucional" reflejó una variación del 385% entre los años 1990 (226,82 kt CO_2eq) y 2021 (1.096,33 kt CO_2eq), presentando un valor máximo para el año 2018 de 1.363,83 kt CO_2eq, reflejando el incremento de usuarios del servicio de gas natural, los cuales, a nivel nacional, aumentaron en un 5% (UPME - Unidad de Planeación Minero Energética, 2019b). Posteriormente, se visualiza una disminución de las emisiones en el año 2021 del 24% respecto a la vigencia inmediatamente anterior, producida por la emergencia sanitaria del COVID 19, la cual, influyó en el cierre de establecimientos de este sector. En el año 2021 se presenta un incremento de las emisiones del 17,73% respecto al año 2020, producto de la reactivación de la economía del país.

La subcategoría 1.A.4.b "Residencial" paso de la emisión de 5.193,11 kt CO_2eq (1990) a 6.369,83 kt CO_2eq (2021) indicando un incremento del 22,66% en la serie histórica. Por su parte, la demanda de gas natural en este sector tuvo un crecimiento de 2,07% para la vigencia 2018 debido al aumento en el número de suscriptores del servicio en más de un millón con respecto a los reportados en diciembre de 2017. (UPME - Unidad de Planeación Minero Energética, 2019b). Sin embargo, para los años 2006 y 2007 se evidencian los valores más altos de emisiones, causados por el crecimiento del sector y el aumento del consumo de gas natural, así como de la mejora en el acceso directo a los generadores de la información del balance energético BECO correspondiente a la serie temporal 2006-2018.

Ahora bien, de acuerdo con lo reportado en el BECO (UPME 2023), la leña continúa siendo el principal energético consumido por los hogares rurales. Para ello, se formuló el Plan Nacional de Sustitución de Leña para la cocción doméstica, donde se plantea la estrategia para reemplazar los combustibles de baja eficiencia, y altamente contaminantes, usados en la preparación de alimentos. (UPME - Unidad de Planeación Minero Energética, 2022). Se espera que su implementación se reflejé en la reducción de emisiones asociados al uso de la leña y a la deforestación.

Por su parte, la subcategoría 1.A.4.c "Agricultura, silvicultura y pesca" presenta una variación del 111,14% de las emisiones generadas en la serie histórica, aportando un valor de 745,30 kt CO_2eq en el año 1990 y llegando hasta 1.573,62 kt CO_2eq en la vigencia 2021. Está situación se encuentra asociada con el aumento de consumo de combustibles tanto en las fuentes estacionarias como móviles.

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de las emisiones de la subcategoría:

3.3.12.1.1 Método de estimación

En el Cuadro 15 se presentan las ecuaciones aplicadas para el cálculo de las emisiones de la subcategoría 1.A.4 otros sectores. La metodología de cálculo se discrimina de acuerdo con la fuente de la emisión, en este caso, los sectores residencial y comercial abarcan fuentes de emisión estacionaria, por su parte, el sector agrícola considera las emisiones generadas por fuentes estacionarias y móviles.

1.A.4. Otros sectores

Ecuación 2.1: Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria. (IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 2)

$$Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ combustible_{combustible} * Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}$$

Dónde:
$\boldsymbol{Emisiones_{GEI}}$ = emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
$\boldsymbol{Consumo\ de\ combustible_{combustible}}$= cantidad de combustible quemado (TJ).
$\boldsymbol{Factor\ de\ emisión_{GEI\ combustible}}$ = factor de emisión por defecto de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI/TJ). Para el caso del CO_2, incluye el factor de oxidación del carbono, que se supone es 1.

Ecuación 3.3.3. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión móvil. (IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 3)

$$Emisiones_{GEI} = \sum_i (N_i * H_i * P_i * LF_i * EF)$$

Dónde:
$\boldsymbol{Emisiones_{GEI}}$ = Emisiones de un gas de efecto invernadero debido a la quema de diésel (kg GEI)
$\boldsymbol{N_i}$= Número de vehículos de la clase i
$\boldsymbol{H_i}$= Horas anuales de uso de la clase i (horas/año)
$\boldsymbol{P_i}$= Potencia nominal promedio de la clase i (GW)
$\boldsymbol{LF_i}$= Factor de carga promedio de la clase i (valor adimensional entre 0 y 1)
$\boldsymbol{EF}$= Factor de emisión de un gas de efecto invernadero dado por la quema de diésel (kg gas/GWh)
$\boldsymbol{i}$= Clase de vehículo todo terreno

Cuadro 15. Ecuación estimación de emisiones de GEI de Otros sectores (1.A.4)

En las fuentes estacionarias, las emisiones de CO_2 fueron calculadas con metodología de nivel 2, por su parte el CH_4 y el N_2O se aplicó metodología de nivel 1. Para el caso de las emisiones liberadas por fuentes móviles (1.A.4.c.ii Vehículos todo terreno y maquinaria), en vehículos agrícolas se considera únicamente el consumo de diésel y los factores de emisión de los GEI están asociados al trabajo útil generado por la máquina agrícola; para este caso, se desarrolló metodología nivel 3.

3.3.12.1.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 65. Metodología y factores de emisión - Otros sectores (1.A.4)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado para 1990 a 2021
1.A.4 Otros sectores	1.A.4.a Sector comercial - institucional	CO_2	Nivel 2	FECOC – UPME	GLP: 67.185,12 kg CO_2.TJ^{-1} Gas natural: 55.539,11 kg CO_2.TJ^{-1} Biogás: 55.539,09 kg CO_2.TJ^{-1}
		CH_4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.4	GLP: 5,00 kg CH_4.TJ^{-1} Gas natural: 5,00 kg CH_4.TJ^{-1} Biogás: 5,00 kg CH_4.TJ^{-1}
		N_2O	Nivel 1		GLP: 0,10 kg N_2O.TJ^{-1} Gas natural: 0,10 kg N_2O.TJ^{-1} Biogás: 0,10 kg N_2O.TJ^{-1}
1.A.4 Otros sectores	1.A.4.b Sector residencial	CO_2	Nivel 2	FECOC – UPME	Carbón: 88.136,00 kg CO_2.TJ^{-1} Leña: 89.524,90 kg CO_2.TJ^{-1} Gasolina: 69.323,70 kg CO_2.TJ^{-1} Querosene: 73.939,64 kg CO_2.TJ^{-1} GLP: 67.185,12 kg CO_2.TJ^{-1} Gas natural: 55.539,11 kg CO_2.TJ^{-1}
		CH_4	Nivel 1		Carbón: 300,00 kg CH_4.TJ^{-1}

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado para 1990 a 2021
				IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.4	Leña: 300,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Gasolina: 10,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Querosene: 10,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ GLP: 5,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Gas natural: 5,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$
		N_2O	Nivel 1		Carbón: 1,50 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Leña: 4,00 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Gasolina: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Queroseno: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ GLP: 0,10 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Gas natural: 0,10 kg $N_2O.TJ^{-1}$
1.A.4 Otros sectores	1.A.4.c Agricultura – silvicultura – pesca – piscifactorías	CO_2	Nivel 2	FECOC – UPME	Petróleo: 77.841,78 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Gasolina: 69.323,70 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Querosene: 73.939,64 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Diesel oil: 74.233,40 $CO_2.TJ^{-1}$ Fuel oil: 78.281,20 kg $CO_2.TJ^{-1}$ GLP: 67.185,12 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Gas natural: 55.539,11 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Carbón: 88.136,00 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Leña: 89.524,90 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Bagazo: 112.929,72 kg $CO_2.TJ^{-1}$ Residuos: 102.308,28 kg $CO_2.TJ^{-1}$
		CH_4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2. Cuadro 2.5 Capítulo 3. Cuadro 3.2.2	Petróleo: 10,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Gasolina: 10,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Querosene: 10,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Diesel oíl: 10,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Fuel oíl: 10,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ GLP: 5,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Gas natural: 5,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Carbón: 300,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Leña: 300,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Bagazo: 300,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$ Residuos: 300,00 kg $CH_4.TJ^{-1}$
		N_2O	Nivel 1		Petróleo: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Gasolina: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Queroseno: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Diésel oíl: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Fuel oíl: 0,60 kg $N_2O.TJ^{-1}$ GLP: 0,10 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Gas natural: 0,10 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Carbón: 1,50 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Leña: 4,0 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Bagazo: 4,0 kg $N_2O.TJ^{-1}$ Residuos: 4,0 kg $N_2O.TJ^{-1}$
		CO_2 CH_4 N_2O	Nivel 3	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 3. Cuadro 3.3.1, Swisscontact – CALAC+	Diesel oíl (Fuentes móviles): 780.569,82 kg $CO_2.GWh^{-1}$ 43,64 kg $CH_4.GWh^{-1}$ 300,73 kg $N_2O.GWh^{-1}$

Del mismo modo que en la subcategoría 1.A.1, se cuenta con factores de emisión propios la UPME(UPME - Unidad de Planeación Minero Energética, 2016) para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de fuentes estacionarias, para las cuales, se empleó metodología nivel 2.

3.3.12.1.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla, se presentan los tipos de datos de actividad empleados en el cálculo y sus respectivas fuentes de información:

Tabla 66. Datos de actividad - Otros sectores (1.A.4)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2018		Dato de actividad	Fuente información dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente	
1.A.4 Otros sectores	1.A.4.a Comercial / Institucional	Consumo de combustibles fósiles en sector comercial e institucional.	1990 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO.
		Consumo de biogás en sector comercial e institucional.	2009 – 2021	CMNUCC	Se consultan proyectos MDL de PTAR y rellenos sanitarios
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en sector residencial.	1990 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO.
		Consumo de leña en el sector residencial rural	1990 – 2021	PERS – UPME	Los valores de consumo de leña se calculan a partir de indicador nacional de consumo de leña per cápita.
	1.A.4.c Agricultura/Silvicultura/pesca/piscifactorías 1.A.4.c.i Estacionaria	Consumo de combustibles fósiles y biomasa en el sector agrícola en fuentes estacionarias.	1990 – 2021	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO. A partir del año 2006 en el BECO sólo se reportan consumos de leña, diésel, gasolina y gas natural. Para determinar el consumo de los demás combustibles se realiza una extrapolación empleando los datos históricos y el índice de variación del PIB.
	1.A.4.c Agricultura/Silvicultura/pesca/piscifactorías 1A4cii Todo terreno y otra maquinaria	Número de vehículos de maquinaria agrícola.	2010 – 2021	Ministerio de Transporte – RNMA, Información aduanera	Se actualiza el Registro Nacional de Maquinaria agrícola y además fue complementado con información aduanera.
		Valores de potencia nominal, horas de uso y factor de carga.	1990 – 2021	EPA Swisscontact – CALAC+	Se utiliza el reporte "*Median Life, Anual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emission Modelling*" de la EPA, 2010.

Como se visualiza en la Tabla 66 la fuente principal de datos de actividad es el BECO. Sumado a esto, se consultaron los Planes de Energización Rural Sostenible – PERS, donde se abordan elementos regionales importantes en temas como la energización, productividad y emprendimiento, para la formulación de políticas públicas de energía, con el objetivo de identificar, formular y estructurar soluciones integrales y sostenibles en ciclos de mínimo 15 años, los cuales, además de generar energía, fomentan el desarrollo y crecimiento de las comunidades rurales de las regiones seleccionadas. (UPME, 2014).

Como producto del análisis desarrollado, se generaron indicadores de consumo de leña por habitante en el subsector residencial rural, sumado a esto, con los datos de población rural, se proyectaron indicadores de nivel nacional, a partir de los cuales, se estimó el consumo total de leña para este subsector.

Por otra parte, se conoce que las Plantas de Tratamiento de Agua Residuales – PTARs Cañaveralejo, Salitre, San Fernando y el relleno sanitario Doña Juana realizan aprovechamiento energético del biogás generado principalmente para auto-cogeneración (E.A.A.B, 2024); razón por la cual, se consultó directamente estas instituciones para obtener los datos de actividad.

Tabla 67. Datos de actividad para la subcategoría 1.A.4 Otros sectores

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
1990	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		2.477,95	TJ
			GLP		1.303,32	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		5.441,98	TJ
			Carbón Vegetal		4.843,38	TJ
			Gas Natural		2.780,17	TJ
			Gasolina para Motores		8.432,78	TJ
			GLP		18.123,21	TJ
			Leña		241.106,66	TJ
			Querosene		5.277,42	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		36.250,57	TJ
			Diésel Oíl		2.695,05	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	29,36	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	43,40	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		274,76	TJ
			Leña		14.288,38	TJ
			Petróleo		171,72	TJ
			Querosene		0,00	TJ
			Residuos		490,50	TJ
1991	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		3.253,09	TJ
			GLP		1.360,06	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		4.971,81	TJ
			Carbón Vegetal		4.845,73	TJ
			Gas Natural		3.795,17	TJ
			Gasolina para Motores		9.579,73	TJ
			GLP		18.913,09	TJ
			Leña		237.206,48	TJ
			Querosene		4.888,51	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		12.379,62	TJ
			Diésel Oíl		2.154,79	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	30,44	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	79,12	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Gasolina para Motores		308,66	TJ
			Leña		25.664,01	TJ
			Petróleo		177,19	TJ
			Querosene		0,00	TJ
			Residuos		526,20	TJ
1992	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		3.740,44	TJ
			GLP		2.695,79	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		5.837,48	TJ
			Carbón Vegetal		14.301,80	TJ
			Gas Natural		4.541,25	TJ
			Gasolina para Motores		6.844,18	TJ
			GLP		16.825,46	TJ
			Leña		233.460,86	TJ
			Querosene		5.293,76	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		12.798,72	TJ
			Diésel Oíl		2.187,45	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	32,10	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	146,84	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		322,83	TJ
			Leña		26.532,83	TJ
			Petróleo		215,38	TJ
			Querosene		30,67	TJ
			Residuos		552,00	TJ
1993	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		4.323,97	TJ
			GLP		2.893,26	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		7.486,37	TJ
			Carbón Vegetal		13.359,15	TJ
			Gas Natural		5.605,69	TJ
			Gasolina para Motores		4.554,26	TJ
			GLP		17.364,82	TJ
			Leña		229.672,01	TJ
			Querosene		5.008,02	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		15.642,27	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
	Pesca-Piscifactorías		Diésel Oíl		2.231,34	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	32,94	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	33,21	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		317,13	TJ
			Leña		22.856,19	TJ
			Petróleo		205,75	TJ
			Querosene		34,56	TJ
			Residuos		708,38	TJ
1994	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		4.620,48	TJ
			GLP		2.007,04	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		6.972,15	TJ
			Carbón Vegetal		14.354,50	TJ
			Gas Natural		6.779,14	TJ
			Gasolina para Motores		2.207,11	TJ
			GLP		21.204,18	TJ
			Leña		225.931,48	TJ
			Querosene		2.363,54	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		15.682,79	TJ
			Diésel Oíl		2.759,51	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	35,54	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	30,21	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		289,00	TJ
			Leña		28.245,07	TJ
			Petróleo		218,37	TJ
			Querosene		38,64	TJ
			Residuos		830,00	TJ
1995	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		4.960,69	TJ
			GLP		1.999,74	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		5.869,18	TJ
			Carbón Vegetal		20.965,20	TJ
			Gas Natural		8.110,46	TJ
			Gasolina para Motores		3.296,64	TJ
			GLP		21.258,08	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Leña		222.529,83	TJ
			Querosene		2.477,23	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		15.877,66	TJ
			Diésel Oíl		2.582,46	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	37,48	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	84,10	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		350,75	TJ
			Leña		25.857,08	TJ
			Petróleo		219,72	TJ
			Querosene		40,44	TJ
			Residuos		830,00	TJ
1996	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		4.815,95	TJ
			GLP		2.360,58	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		6.205,28	TJ
			Carbón Vegetal		16.852,47	TJ
			Gas Natural		9.636,18	TJ
			Gasolina para Motores		3.311,99	TJ
			GLP		25.011,46	TJ
			Leña		218.980,46	TJ
			Querosene		2.425,14	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		15.839,27	TJ
			Diésel Oíl		2.766,99	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	39,64	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	45,41	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		352,38	TJ
			Leña		22.431,36	TJ
			Petróleo		234,61	TJ
			Querosene		39,59	TJ
			Residuos		912,31	TJ
1997	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		7.553,40	TJ
			GLP		2.473,51	TJ
			Carbón Mineral		3.595,03	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Vegetal		19.789,38	TJ
			Gas Natural		10.368,91	TJ
			Gasolina para Motores		2.889,35	TJ
			GLP		26.206,72	TJ
			Leña		215.688,73	TJ
			Querosene		2.452,49	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		16.318,01	TJ
			Diésel Oíl		2.634,61	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	42,15	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	84,10	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		367,83	TJ
			Leña		23.532,38	TJ
			Petróleo		261,75	TJ
			Querosene		41,93	TJ
			Residuos		866,50	TJ
1998	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		6.235,93	TJ
			GLP		2.663,71	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		3.336,19	TJ
			Carbón Vegetal		19.154,23	TJ
			Gas Natural		15.761,31	TJ
			Gasolina para Motores		2.798,40	TJ
			GLP		28.221,85	TJ
			Leña		212.169,31	TJ
			Querosene		2.316,09	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		16.571,93	TJ
			Diésel Oíl		2.249,52	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	44,02	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	64,64	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		369,90	TJ
			Leña		22.189,62	TJ
			Petróleo		218,86	TJ
			Querosene		39,60	TJ
			Residuos		903,00	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
1999	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		7.514,25	TJ
			GLP		2.703,08	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.732,22	TJ
			Carbón Vegetal		16.046,72	TJ
			Gas Natural		18.431,28	TJ
			Gasolina para Motores		2.489,20	TJ
			GLP		28.639,00	TJ
			Leña		208.760,71	TJ
			Querosene		2.282,75	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		16.474,50	TJ
			Diésel Oíl		2.235,99	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	47,10	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	39,32	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		329,03	TJ
			Leña		22.103,62	TJ
			Petróleo		158,80	TJ
			Querosene		39,03	TJ
			Residuos		983,65	TJ
2000	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		6.284,78	TJ
			GLP		2.798,82	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		3.134,87	TJ
			Carbón Vegetal		16.277,69	TJ
			Gas Natural		20.271,26	TJ
			Gasolina para Motores		1.828,22	TJ
			GLP		30.245,55	TJ
			Leña		205.257,42	TJ
			Querosene		1.940,11	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		16.469,01	TJ
			Diésel Oíl		2.084,40	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	48,79	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	43,69	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		281,20	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Leña		19.439,59	TJ
			Petróleo		234,61	TJ
			Querosene		29,21	TJ
			Residuos		912,31	TJ
2001	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		8.466,73	TJ
			GLP		2.823,00	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		3.278,67	TJ
			Carbón Vegetal		15.925,28	TJ
			Gas Natural		22.457,40	TJ
			Gasolina para Motores		1.994,08	TJ
			GLP		30.506,85	TJ
			Leña		201.615,66	TJ
			Querosene		1.940,11	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		18.176,44	TJ
			Diésel Oíl		2.270,84	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	50,28	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	43,69	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		263,59	TJ
			Leña		17.910,03	TJ
			Petróleo		187,82	TJ
			Querosene		29,21	TJ
			Residuos		912,31	TJ
2002	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		7.767,06	TJ
			GLP		2.638,25	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.933,54	TJ
			Carbón Vegetal		17.918,05	TJ
			Gas Natural		25.630,75	TJ
			Gasolina para Motores		1.711,22	TJ
			GLP		28.510,28	TJ
			Leña		198.684,14	TJ
			Querosene		1.889,40	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		18.945,59	TJ
			Diésel Oíl		2.812,32	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	52,25	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	44,07	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		250,55	TJ
			Leña		18.831,12	TJ
			Petróleo		150,36	TJ
			Querosene		28,27	TJ
			Residuos		912,31	TJ
2003	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		7.305,82	TJ
			GLP		2.490,55	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.904,78	TJ
			Carbón Vegetal		17.674,03	TJ
			Gas Natural		27.605,03	TJ
			Gasolina para Motores		1.658,07	TJ
			GLP		26.917,38	TJ
			Leña		195.915,97	TJ
			Querosene		1.559,60	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		19.714,73	TJ
			Diésel Oíl		3.136,68	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	53,76	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	32,76	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		287,87	TJ
			Leña		20.457,55	TJ
			Petróleo		120,37	TJ
			Querosene		29,21	TJ
			Residuos		902,31	TJ
2004	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		6.562,48	TJ
			GLP		2.401,31	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.876,02	TJ
			Carbón Vegetal		16.694,35	TJ
			Gas Natural		29.731,39	TJ
			Gasolina para Motores		1.876,48	TJ
			GLP		25.213,75	TJ
			Leña		193.226,50	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Querosene		1.823,37	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		19.714,73	TJ
			Diésel Oíl		3.332,14	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	57,43	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	11,45	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		230,40	TJ
			Leña		26.271,88	TJ
			Petróleo		98,75	TJ
			Querosene		27,46	TJ
			Residuos		900,31	TJ
2005	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		7.001,63	TJ
			GLP		2.429,70	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.818,50	TJ
			Carbón Vegetal		17.508,97	TJ
			Gas Natural		32.021,53	TJ
			Gasolina para Motores		1.860,48	TJ
			GLP		25.302,99	TJ
			Leña		190.394,61	TJ
			Querosene		1.927,87	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		18.010,13	TJ
			Diésel Oíl		3.894,71	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	62,23	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	11,45	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		223,90	TJ
			Leña		19.829,68	TJ
			Petróleo		77,14	TJ
			Querosene		27,46	TJ
			Residuos		905,00	TJ
2006	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		11.712,80	TJ
			GLP		2.577,00	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.713,71	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Gas Natural		46.656,71	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		22.467,82	TJ
			Leña		187.585,27	TJ
			Querosene		2.051,07	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		19.416,16	TJ
			Diésel Oíl		3.732,76	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	66,19	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	12,34	TJ
			Gas Natural		0,00	TJ
			Gasolina para Motores		238,40	TJ
			Leña		18.294,44	TJ
			Petróleo		83,16	TJ
			Querosene		29,60	TJ
			Residuos		975,65	TJ
2007	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		12.777,98	TJ
			GLP		2.846,31	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		4.933,33	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		45.304,21	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		21.414,79	TJ
			Leña		184.740,94	TJ
			Querosene		1.695,93	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		21.037,42	TJ
			Diésel Oíl		3.747,77	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	72,30	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	13,38	TJ
			Gas Natural		185,98	TJ
			Gasolina para Motores		245,49	TJ
			Leña		17.847,41	TJ
			Petróleo		90,11	TJ
			Querosene		32,07	TJ
			Residuos		1.057,12	TJ
2008	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		0,00	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		12.098,73	TJ
			GLP		2.628,20	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.569,83	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		40.262,26	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		20.206,10	TJ
			Leña		181.791,27	TJ
			Querosene		309,19	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		22.562,40	TJ
			Diésel Oíl		4.032,66	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	79,65	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	14,34	TJ
			Gas Natural		185,19	TJ
			Gasolina para Motores		252,58	TJ
			Leña		17.400,38	TJ
			Petróleo		96,64	TJ
			Querosene		34,39	TJ
			Residuos		1.133,75	TJ
2009	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		185,27	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		10.861,42	TJ
			GLP		2.020,25	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.751,01	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		36.636,57	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		19.736,31	TJ
			Leña		178.753,48	TJ
			Querosene		390,44	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		23.755,33	TJ
			Diésel Oíl		3.440,29	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	84,92	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	15,10	TJ
			Gas Natural		184,39	TJ
			Gasolina para Motores		259,66	TJ
			Leña		16.953,35	TJ
			Petróleo		101,75	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Querosene		36,21	TJ
			Residuos		1.193,69	TJ
2010	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		173,44	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		11.719,64	TJ
			GLP		1.874,47	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		3.434,72	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		38.440,36	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		19.378,31	TJ
			Leña		175.430,09	TJ
			Querosene		389,77	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		24.362,06	TJ
			Diésel Oíl		3.593,48	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	97,70	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	15,49	TJ
			Gas Natural		183,60	TJ
			Gasolina para Motores		267,99	TJ
			Leña		16.506,32	TJ
			Petróleo		104,35	TJ
			Querosene		37,14	TJ
			Residuos		1.224,18	TJ
2011	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		151,68	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		12.769,39	TJ
			GLP		1.831,17	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		5.338,40	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		40.904,83	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		19.053,24	TJ
			Leña		172.065,54	TJ
			Querosene		400,23	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		26.696,96	TJ
			Diésel Oíl		3.943,16	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	123,80	GWh
			Fuel Oíl		16,97	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Gas Natural	Fuentes Estacionarias	182,80	TJ
			Gasolina para Motores		312,24	TJ
			Leña		16.059,29	TJ
			Petróleo		114,35	TJ
			Querosene		40,70	TJ
			Residuos		1.341,51	TJ
2012	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		201,20	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		15.753,57	TJ
			GLP		1.876,05	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		3.523,29	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		42.143,19	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		17.317,79	TJ
			Leña		168.637,69	TJ
			Querosene		403,59	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		26.342,97	TJ
			Diésel Oíl		3.984,26	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	164,00	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	16,75	TJ
			Gas Natural		182,00	TJ
			Gasolina para Motores		383,95	TJ
			Leña		15.612,26	TJ
			Petróleo		112,83	TJ
			Querosene		40,16	TJ
			Residuos		1.323,72	TJ
2013	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		256,79	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		16.609,40	TJ
			GLP		1.906,55	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.800,66	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		43.671,85	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		16.180,02	TJ
			Leña		165.105,65	TJ
			Querosene		410,57	TJ
			Alcohol		0,00	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Bagazo	Fuentes Estacionarias	27.263,34	TJ
			Diésel Oíl		4.006,23	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	231,42	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	17,33	TJ
			Gas Natural		181,21	TJ
			Gasolina para Motores		389,02	TJ
			Leña		15.165,23	TJ
			Petróleo		116,77	TJ
			Querosene		41,56	TJ
			Residuos		1.369,97	TJ
2014	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		288,37	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		17.384,84	TJ
			GLP		2.642,71	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		3.608,62	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		44.874,00	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		17.125,11	TJ
			Leña		161.435,40	TJ
			Querosene		416,52	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		29.419,82	TJ
			Diésel Oíl		4.071,67	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	280,83	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	18,70	TJ
			Gas Natural		150,22	TJ
			Gasolina para Motores		353,01	TJ
			Leña		14.718,20	TJ
			Petróleo		126,01	TJ
			Querosene		44,85	TJ
			Residuos		1.478,33	TJ
2015	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		285,13	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		15.167,09	TJ
			GLP		2.947,80	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.825,26	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		45.361,62	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			GLP		16.546,53	TJ
			Leña		157.783,86	TJ
			Querosene		421,60	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		34.070,50	TJ
			Diésel Oíl		3.910,96	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	334,67	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	21,66	TJ
			Gas Natural		181,16	TJ
			Gasolina para Motores		334,90	TJ
			Leña		14.271,17	TJ
			Petróleo		145,93	TJ
			Querosene		51,94	TJ
			Residuos		1.712,03	TJ
2016	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		283,22	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		16.003,47	TJ
			GLP		2.888,00	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.846,74	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		46.266,09	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		16.934,31	TJ
			Leña		154.288,41	TJ
			Querosene		431,34	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		40.400,49	TJ
			Diésel Oíl		2.961,70	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	382,28	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	25,69	TJ
			Gas Natural		207,47	TJ
			Gasolina para Motores		262,92	TJ
			Leña		13.824,14	TJ
			Petróleo		173,04	TJ
			Querosene		61,59	TJ
			Residuos		2.030,10	TJ
2017	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		313,18	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		16.245,95	TJ
			GLP		2.092,77	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.825,26	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		49.060,58	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		14.511,42	TJ
			Leña		151.810,59	TJ
			Querosene		399,92	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		41.639,44	TJ
			Diésel Oíl		2.750,28	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	437,41	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	26,47	TJ
			Gas Natural		207,20	TJ
			Gasolina para Motores		245,09	TJ
			Leña		13.377,11	TJ
			Petróleo		178,35	TJ
			Querosene		63,48	TJ
			Residuos		2.092,36	TJ
2018	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		322,56	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		17.578,79	TJ
			GLP		5.694,51	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.713,71	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		50.066,37	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		17.208,70	TJ
			Leña		150.270,98	TJ
			Querosene		153,27	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		43.538,22	TJ
			Diésel Oíl		3.476,40	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	483,11	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	27,68	TJ
			Gas Natural		224,65	TJ
			Gasolina para Motores		196,75	TJ
			Leña		12.930,08	TJ
			Petróleo		186,48	TJ
			Querosene		66,37	TJ
			Residuos		2.187,77	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
2019	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		266,90	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		18.730,27	TJ
			GLP		2.576,39	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.713,71	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		51.540,80	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		18.123,96	TJ
			Leña		152.017,13	TJ
			Querosene		269,86	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		48.112,44	TJ
			Diésel Oíl		3.430,07	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	492,19	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	30,59	TJ
			Gas Natural		229,04	TJ
			Gasolina para Motores		166,61	TJ
			Leña		12.483,05	TJ
			Petróleo		206,07	TJ
			Querosene		73,34	TJ
			Residuos		2.417,63	TJ
2020	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		252,42	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		14.227,96	TJ
			GLP		2.058,14	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.387,10	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		58.163,24	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		19.645,64	TJ
			Leña		153.488,31	TJ
			Querosene		217,02	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		52.739,04	TJ
			Diésel Oíl		2.214,97	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	505,97	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	33,53	TJ
			Gas Natural		265,58	TJ
			Gasolina para Motores		272,76	TJ

Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor del dato	Unidad
			Leña		12.036,02	TJ
			Petróleo		225,89	TJ
			Querosene		80,40	TJ
			Residuos		2.650,11	TJ
2021	1.A.4.a Comercial - Institucional	Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR	Biogás		206,96	TJ
		Consumo de combustible en el Sector Comercial y Público	Gas Natural		15.793,17	TJ
			GLP		3.214,91	TJ
	1.A.4.b Residencial	Consumo de combustible en el Sector Residencial	Carbón Mineral		2.387,10	TJ
			Carbón Vegetal		0,00	TJ
			Gas Natural		56.406,71	TJ
			Gasolina para Motores		0,00	TJ
			GLP		22.449,61	TJ
			Leña		154.421,52	TJ
			Querosene		314,96	TJ
	1.A.4.c Agricultura-Silvicultura-Pesca-Piscifactorías	Consumo de combustible en actividades agrícolas	Alcohol	Fuentes Estacionarias	0,00	TJ
			Bagazo		64.466,62	TJ
			Diésel Oíl		3.911,67	TJ
			Diésel Oíl	Fuentes Móviles	519,63	GWh
			Fuel Oíl	Fuentes Estacionarias	40,99	TJ
			Gas Natural		273,71	TJ
			Gasolina para Motores		370,75	TJ
			Leña		12.696,80	TJ
			Petróleo		276,12	TJ
			Querosene		98,27	TJ
			Residuos		3.239,42	TJ

3.4 Emisiones Fugitivas de combustibles (CRT. 1.B.)

3.4.1 Descripción de la categoría

Las emisiones fugitivas son todas aquellas liberaciones intencionales y no intencionales de los GEI que pueden tener ocurrencia durante los procesos de extracción, procesamiento y la entrega de los combustibles fósiles hasta su usuario final, exceptuando las producidas por la quema de los combustibles (Harnisch et al., 2006). El GEI generado principalmente es el CH_4, seguido por el CO_2 y en menor presencia el N_2O, principalmente por quema en antorcha.

Está subcategoría se encuentra divida en:

1.B.1 Combustibles sólidos: incorpora las emisiones de CO_2 y CH_4 que son liberadas espontáneamente en las labores de minería de carbón, tanto las que ocurren a cielo abierto como las subterráneas por: fisuras venteadas a la atmósfera por métodos de ventilación al aire y de desgasificación de las minas de carbón, las que son emitidas en actividades posteriores a la extracción como el procesamiento, almacenamiento y transporte. Adicionalmente, también abarca las emisiones generadas en las minas abandonadas, sin embargo, en Colombia no se cuenta con información suficiente para realizar este cálculo (Harnisch et al., 2006).

1.B.2 Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía: abarca las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O generadas por la quema en antorcha de las actividades de petróleo y gas natural, así como las emisiones de CO_2 y CH_4 por actividades de vento y fugas en las actividades de la cadena de hidrocarburos relacionados con la exploración, producción y transmisión de petróleo y gas natural, concentración y refinación de petróleo crudo, almacenamiento de gas natural, distribución de productos de petróleo crudo y gas natural (Harnisch et al., 2006).

3.4.2 Tendencia de las emisiones de la categoría

Las emisiones promedio anuales para la subcategoría 1.B Emisiones fugitivas corresponde a 6.539,91 kt CO_2eq, con una participación histórica del 7,94% en las emisiones del sector de Energía.

Para el año 1990 se reportan 3.907,93 kt CO_2 eq representando el 7,78% de las emisiones totales del sector de energía; por su parte, en la vigencia 2021 se registran 7.271,31 kt CO_2eq reflejando el 7,94% de las emisiones totales del sector de energía. La variación entre el primer y el último año de la serie temporal es del 86,07% y la tasa de crecimiento anual compuesta para la subcategoría de emisiones fugitivas es de 2,02%.

De acuerdo con la Tabla 68, las emisiones con mayor participación en la subcategoría 1.B corresponden a 1.B.2 Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía con el 62,51% (Ver Figura 86) de contribución al promedio histórico, influyendo directamente en el comportamiento de las emisiones de la serie temporal.

Dentro de las subcategorías no estimadas de las emisiones fugitivas de combustibles (1.B), se encuentra que las emisiones de CH_4 que ocurren después del abandono o clausura de minas (1.B.1.a.i.3 Minas subterráneas abandonadas) no han sido estimadas debido a que no se cuenta con la información necesaria para el cálculo (cantidad de minas de carbón abandonadas que permanecen no inundadas, la fracción de minas de carbón gaseosas y la cantidad de CH_4 recuperado).

Por su parte, para la estimación de emisiones posteriores a la minería (1.B.1.a.ii.2.) no se cuenta con el factor de emisión de CO_2, para la combustión espontánea y vertederos para quema de carbón (1.B.1.b) no se dispone de información sobre la ocurrencia de combustión no controlada en la actividad de explotación del carbón.

En lo referente con la transformación de combustibles sólidos (1.B.1.c) no se cuenta con los factores de emisión asociados a las emisiones fugitivas de las actividades de fabricación de productos secundarios y terciarios a partir de combustibles sólidos. Se resalta que el IPCC, no publica factores de emisión para esta categoría.

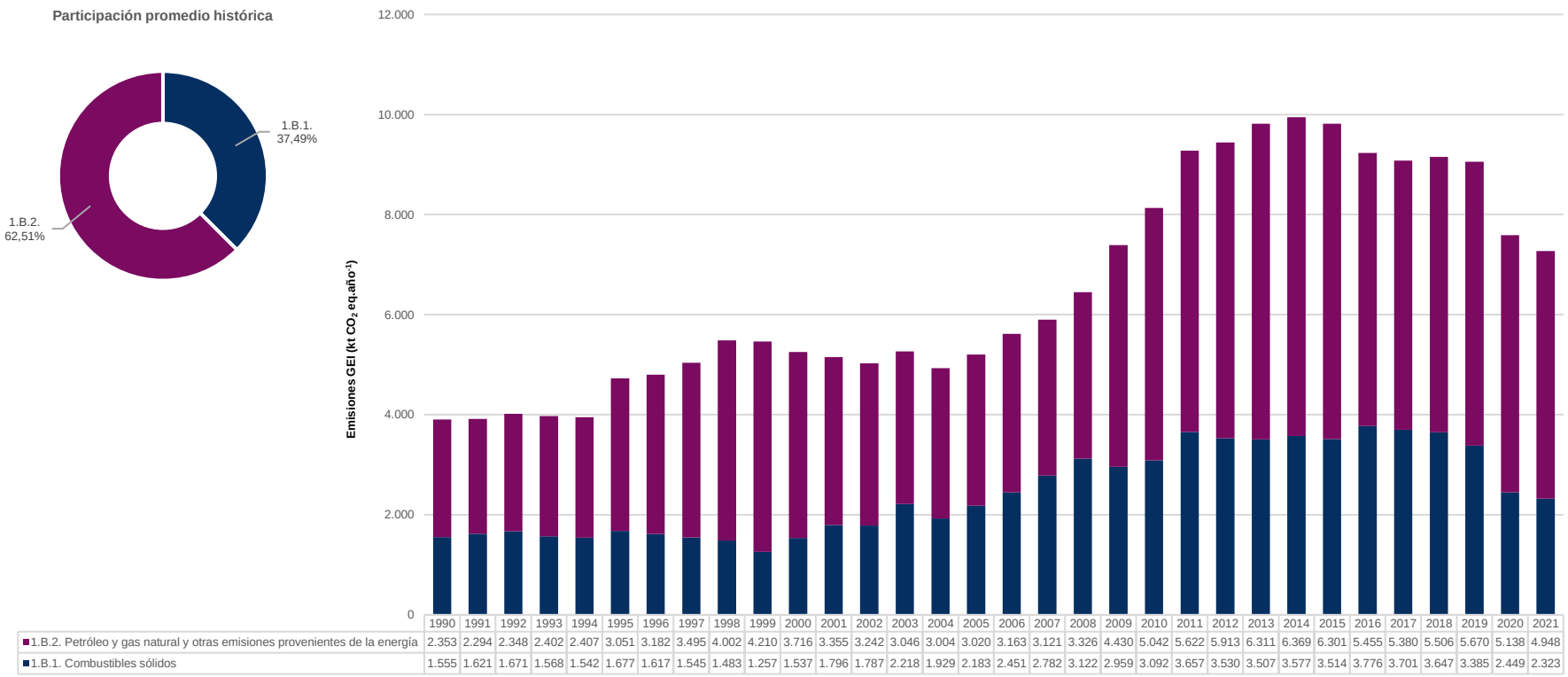
Para la distribución de productos petrolíferos (1.B.2.a.v) no hay dato de actividad disponible para el periodo 1990-2009 y para las subcategorías de Otros (1.B.2.a.vi.) (1.B.2.a.vi.) no hay dato de actividad disponible.

Tabla 68. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 1.B Emisiones fugitivas de combustibles

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
1.B Emisiones Fugitivas de Combustibles	1.429,70	1.867,90	2.206,21	1.755,23	2.510,34	3.418,13	2.543,30	2.389,38
1.B.1 Combustibles sólidos	78,53	82,15	70,80	94,46	130,86	146,34	105,68	97,37
1.B.2 Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía	1.351,17	1.785,75	2.135,45	1.660,77	2.379,48	3.271,79	2.437,62	2.292,02

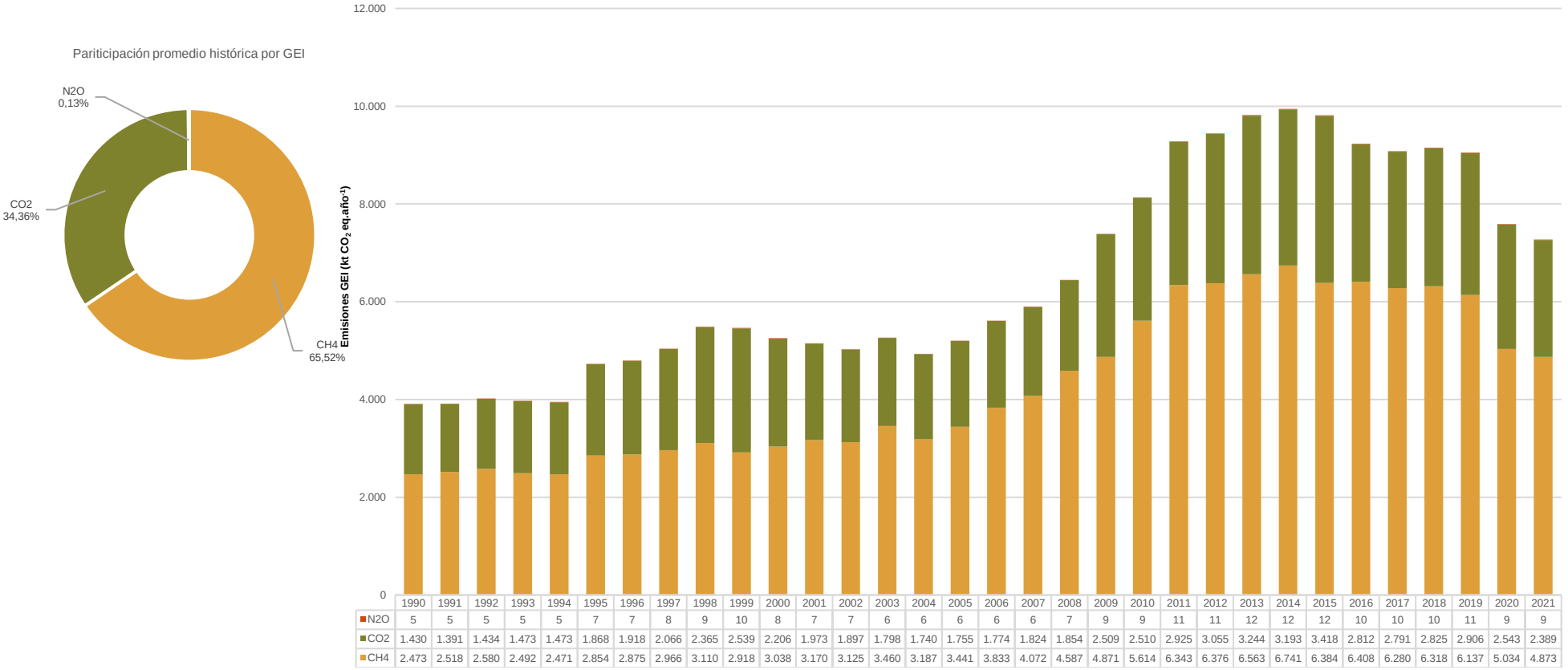
En la Figura 86 se aprecia una tendencia creciente de 1990 a 1999, seguido de un decrecimiento de las emisiones hasta el 2002, relacionado con la crisis económica (Roberto & Hernán, 2006), posteriormente entre los años 2005 y 2014 se observa un incremento en las emisiones, situación relacionada con el incremento de la producción nacional de hidrocarburos por la entrada en funcionamiento de los campos ubicados en los Llanos Orientales (UPME, 2013). Posteriormente, para el 2016 se visualiza una disminución de las emisiones, asociada a la crisis mundial que sufrió el sector petrolero, la cual, incidió directamente en los precios del producto.

En la Figura 87 se observa que el CH_4 es el gas con mayor participación en la serie histórica con un 65,52%, seguido por el CO_2 con un 34,36% de aporte y finalmente se encuentra el N_2O con el 0,13% de participación.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía	2.353	2.294	2.348	2.402	2.407	3.051	3.182	3.495	4.002	4.210	3.716	3.355	3.242	3.046	3.004	3.020	3.163	3.121	3.326	4.430	5.042	5.622	5.913	6.311	6.369	6.301	5.455	5.380	5.506	5.670	5.138	4.948
1.B.1. Combustibles sólidos	1.555	1.621	1.671	1.568	1.542	1.677	1.617	1.545	1.483	1.257	1.537	1.796	1.787	2.218	1.929	2.183	2.451	2.782	3.122	2.959	3.092	3.657	3.530	3.507	3.577	3.514	3.776	3.701	3.647	3.385	2.449	2.323

Figura 86. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B Emisiones Fugitivas de combustibles 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	5	5	5	5	5	7	7	8	9	10	8	7	7	6	6	6	6	6	7	9	9	11	11	12	12	12	10	10	10	11	9	9
CO2	1.430	1.391	1.434	1.473	1.473	1.868	1.918	2.066	2.365	2.539	2.206	1.973	1.897	1.798	1.740	1.755	1.774	1.824	1.854	2.509	2.510	2.925	3.055	3.244	3.193	3.418	2.812	2.791	2.825	2.906	2.543	2.389
CH4	2.473	2.518	2.580	2.492	2.471	2.854	2.875	2.966	3.110	2.918	3.038	3.170	3.125	3.460	3.187	3.441	3.833	4.072	4.587	4.871	5.614	6.343	6.376	6.563	6.741	6.384	6.408	6.280	6.318	6.137	5.034	4.873

Figura 87. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B Emisiones fugitivas de los combustibles por GEI 1990-2021

3.4.3 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que no poseen los datos requeridos para estimaciones de emisiones de GEI a 2022.

3.4.4 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

A continuación, se presenta el análisis de incertidumbre para las subcategorías de 1.B. Emisiones fugitivas de combustibles:

i. 1.B.1 Combustibles sólidos

En la Tabla 69 se presentan los resultados de incertidumbre para la subcategoría 1.B.1. Para el período 1990-2021 la incertidumbre promedio es de ±34,60%, con una reducción de 2,86 puntos porcentuales. Las incertidumbres relacionadas con los datos de actividad y los factores de emisión no cambiaron a lo largo de este periodo, el cual ha permanecido relativamente estable.

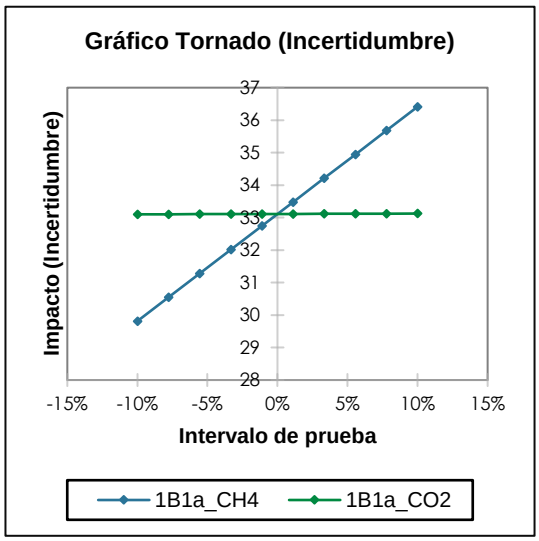
Por tipo de GEI, el CH_4 y CO_2 tienen incertidumbres promedio de 36,18% y 46,14%, respectivamente. Para la subcategoría la incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada por las incertidumbres de los factores de emisión empleados. Para el año 2021 la subcategoría 1.B.1.a tiene una incertidumbre de ±33,11%.

Tabla 69. Resultados de incertidumbre - Emisiones fugitivas combustibles sólidos (1.B.1)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	TODOS	35,97	34,22	36,26	37,61	32,54	33,18	32,66	33,11	FE
	CO_2	42,91	42,20	46,83	50,58	46,11	46,91	46,31	46,77	NA
	CH_4	37,82	35,91	37,94	39,24	33,92	34,56	34,07	34,50	NA

En la Figura 88 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 1B1a_CH_4 es la más sensible, con una contribución del 99% a la incertidumbre de la subcategoría 1.B.1.a, esto se debe a que esta subcategoría presenta las mayores emisiones y tienen un impacto significativo contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±3,30% en el intervalo de la incertidumbre total del 2021, que es ±33,11%, donde el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 29,81% y 36,41%.

a)



b)

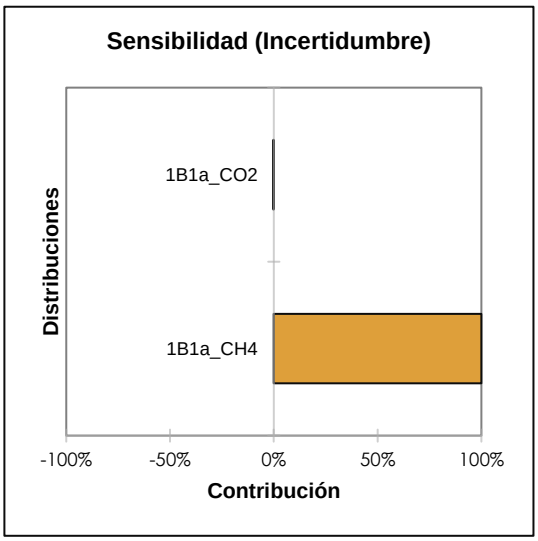


Figura 88. Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de industrias de la energía (1B1) para el 2021

ii. 1.B.2 Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía.

En la Tabla 70 se muestran los resultados de incertidumbre para la subcategoría 1.B.2. Durante el periodo de 1990 a 2021, la incertidumbre promedio es de ±47,28%, y sus valores de incertidumbre a lo largo de los años se observa una disminución constante, donde el año 1990 la incertidumbre era de ±53,79% y el año 2021 es de ±39,72%, con una reducción porcentual de 26,15% en la incertidumbre de esta subcategoría. Esta reducción en la incertidumbre se atribuye principalmente a una mejora en la calidad de los datos de actividad. Esto se refleja especialmente con la validación de los datos de actividad en años recientes, por ejemplo, los datos de Refinación pasaron de tener 10% de incertidumbre para el periodo 1990-2009 a 5% en el periodo 2010-2021, debido a una buena representación temporal de la actividad. Para la subcategoría la incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada por las incertidumbres de los factores de emisión empleados. Por tipo de GEI, el CH_4 y CO_2 tienen incertidumbres promedio de 52,50% y 75,6%, respectivamente. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre es la 1.B.2.a con un valor promedio de ±69,71%.

Tabla 70. Resultados de incertidumbre – Emisiones fugitivas petróleo y gas natural (1.B.2)

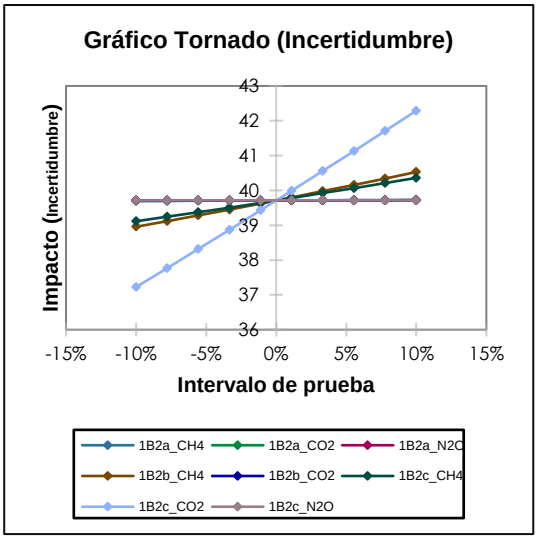
Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía	TODOS	53,79	54,92	53,32	51,08	40,67	40,28	39,99	39,72	NA
	CO_2	82,63	83,20	81,76	80,53	70,44	65,91	68,59	68,64	NA
	CH_4	59,84	61,57	59,53	56,81	44,51	44,36	44,38	44,51	NA
	N_2O	148,35	148,57	148,27	147,77	139,69	139,88	140,27	140,14	NA
1.B.2.a. Petróleo	TODOS	49,23	49,33	49,01	48,26	53,61	53,58	52,46	69,71	FE
	CO_2	75,10	75,19	74,97	74,82	78,68	78,67	78,60	105,36	NA
	CH_4	64,88	65,04	64,47	62,94	72,55	72,49	69,98	92,47	NA
	N_2O	142,27	142,27	142,27	142,27	144,10	144,10	144,10	144,10	NA
1.B.2.b. Gas natural	TODOS	82,12	82,15	81,86	81,40	65,05	62,79	64,17	64,29	FE
	CO_2	88,34	89,63	83,85	83,95	78,72	62,46	71,33	72,51	NA
	CH_4	82,22	82,25	81,96	81,50	65,14	62,90	64,26	64,39	NA

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	TODOS	64,09	64,40	63,62	62,95	53,10	50,97	52,37	52,25	FE
	CO_2	86,11	86,73	85,18	83,85	73,46	68,52	71,46	71,46	NA
	CH_4	85,97	86,00	85,96	85,88	67,45	68,22	68,23	67,82	NA
	N_2O	148,37	148,58	148,29	147,80	139,70	139,89	140,28	140,15	NA

En la Figura 89 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías y su estimación por GEI, sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 1B2c_CO_2 es la más sensible con una contribución del 87%, seguido por la subcategoría 1B2b_CH_4 que contribuye en un 7% a la incertidumbre total de la subcategoría debido a que presentan las mayores emisiones.

Las emisiones de la subcategoría 1B2c_CO_2 tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la subcategoría, contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±2,53% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±39,72%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 37,23% y 42,29%.

a)



b)

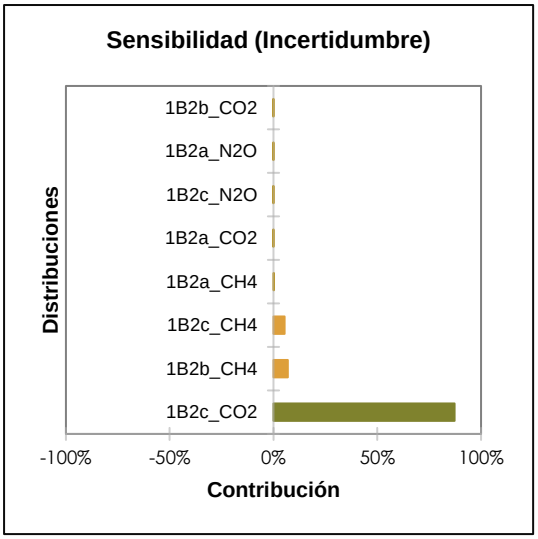


Figura 89. Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Emisiones fugitivas petróleo y gas natural (1B2) para el 2021

3.4.5 AC/CC y verificación de la categoría

Siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de control y aseguramiento de calidad, para la estimación de emisiones fugitivas de combustibles (1.B), se realizaron actividades transversales como:

- Comparación de los resultados obtenidos en el inventario con la plataforma Intégrame (Ministerio de Minas y Energía, 2024b) para validar la coherencia de los datos.
- Se realizó la verificación del registro de bases de datos y cálculo año a año con respecto al consolidado del sector
- Se realizó la revisión de la tendencia de emisiones de la subcategoría, justificando las variaciones representativas

- Se revisaron las variaciones en los resultados obtenidos para las emisiones de las subcategorías con respecto al reporte anterior (BUR3)
- Se realizó la socialización de resultados de emisiones del sector en talleres de divulgación para el fortalecimiento de capacidades e identificación de opciones de mejora

3.4.6 Recálculos de la categoría

Para está categoría no se generaron recálculos

3.4.7 Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría, que se enfoca en la creación de capacidades técnicas con la articulación con los sectores productivos para incrementar el nivel metodológico de estimación (Nivel 2 o 3), reducir la incertidumbre y lograr la participación del sector público, privado y la academia en la construcción del inventario.

Tabla 71. Plan de Mejora para 1.B. Emisiones Fugitivas de combustibles

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
1.B.1.a.i.1 Minería (**)	Actualización de los factores de emisión con la UPME como entidad generadora.	Realizar mesa de trabajo con la UPME para postular la necesidad y definir la estrategia de actualización	X	X			X	Mediano	UPME – Subdirección de Minería	Planeado
1.B.1.a.ii.1 Minería (**)	Mejorar la estimación del dato de actividad.	Validar con la Agencia Nacional de Minería los supuestos que se están realizando.	X	X			X	Mediano	Agencia Nacional de Minería	Planeado
1.B.1.a.i.3 Minas subterráneas abandonadas (**)	Establecer fuente de información respecto a las minas subterráneas abandonadas y evaluar su incorporación en el inventario.	Realizar mesa de trabajo con MinEnergía para postular la necesidad y definir la estrategia de cálculo	X	X			X	Mediano	Ministerio de Minas y Energía	Planeado
1.B.2.a Petróleo	Mejorar las estadísticas de transporte de petróleo	Acordar / Unificar la metodología de cuantificación de hidrocarburos transportados	x	x			x	Mediano	MRVme Ministerio Minas y Energía	Planeado
1.B.2 Petróleo y Gas Natural y otras emisiones provenientes de la energía	Actualización de la estimación de las emisiones fugitivas de acuerdo con el Refinamiento IPCC 2019.	Acordar / Unificar la metodología de actualización de las emisiones fugitivas	x	x			x	Mediano	MRVme Ministerio Minas y Energía	Planeado
1.B.2 Petróleo y Gas Natural y otras emisiones provenientes de la energía	Desarrollo de factores de emisión nacionales para segmentos de producción de petróleo y gas	Acordar / Unificar la metodología para el desarrollo de los factores de emisión nacionales.	x	x			x	Mediano	MRVme Ministerio Minas y Energía	Planeado
1.B.2.a Petróleo	Mejorar las estadísticas de transporte de petróleo	Acordar / Unificar la metodología de cuantificación de hidrocarburos transportados	x	x			x	Mediano	MRVme Ministerio Minas y Energía	Planeado

1.B.2 Petróleo y Gas Natural y otras emisiones provenientes de la energía (**)	Actualización de la estimación de las emisiones fugitivas de acuerdo con el Refinamiento IPCC 2019.	Acordar / Unificar la metodología de actualización de las emisiones fugitivas	x	x			x	Mediano	MRVme Ministerio Minas y Energía	Planeado
1.B.2 Petróleo y Gas Natural y otras emisiones provenientes de la energía (**)	Desarrollo de factores de emisión nacionales para segmentos de producción de petróleo y gas	Acordar / Unificar la metodología para el desarrollo de los factores de emisión nacionales.	x	x			x	Mediano	MRVme Ministerio Minas y Energía	Planeado

Nota: T: Transparencia, E: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

(**) Esta es una categoría clave, razón por la cual se priorizan las actividades descritas para esta subcategoría y poder refinar las estimaciones.

3.4.8 Combustibles Sólidos (CRT. 1.B.1)

i. Descripción de la subcategoría

Está subcategoría incorpora las emisiones de CO_2 y CH_4 que son liberadas espontáneamente en las labores de minería de carbón, tanto las que ocurren a cielo abierto como las subterráneas por: fisuras venteadas a la atmósfera por métodos de ventilación al aire y de desgasificación de las minas de carbón, las que son emitidas en actividades posteriores a la extracción, como el procesamiento, almacenamiento y transporte. Adicionalmente, también contempla las emisiones generadas en las minas abandonadas, sin embargo, en Colombia no se cuenta con información suficiente para realizar este cálculo.

La Figura 90 relaciona la desagregación para esta subcategoría:

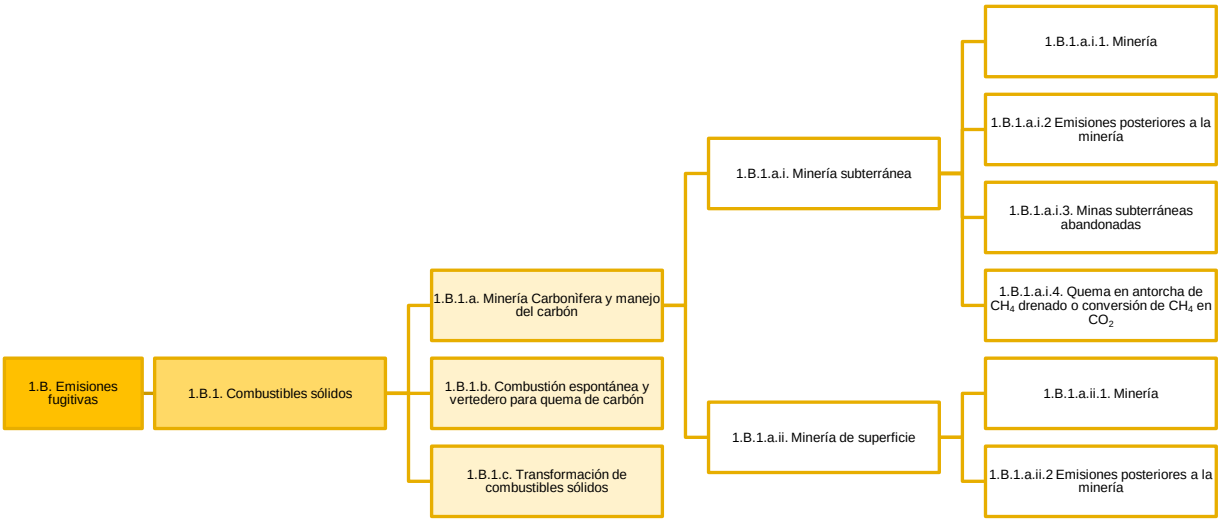


Figura 90. Subcategorías estimadas en 1.B.1– Combustibles sólidos

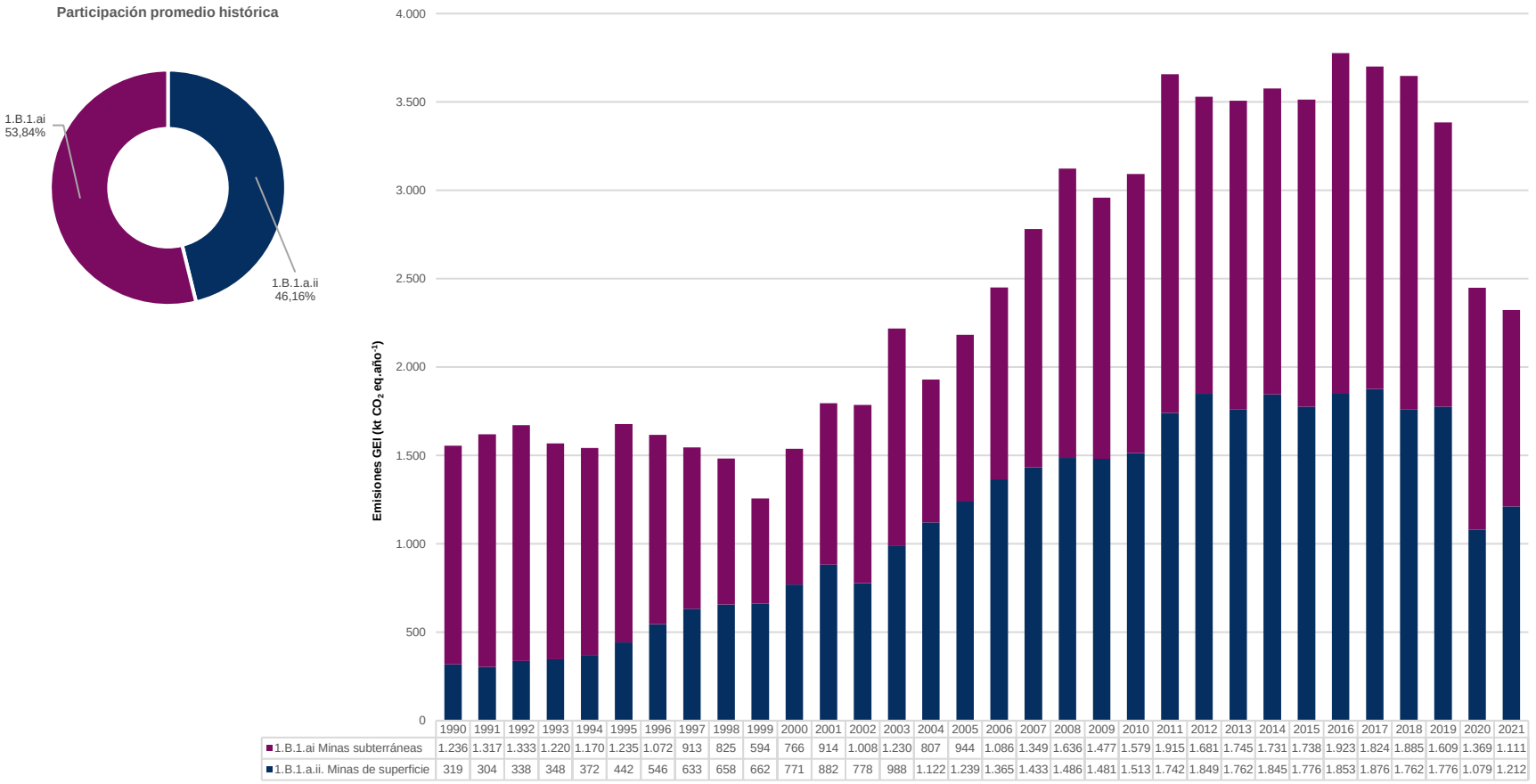
En lo referente a las minas subterráneas (1.B.1.a.i.), se contabilizan las emisiones fugitivas derivadas de este tipo de minería. Para el año 2021 este reglón de la categoría generó 4,9 millones toneladas de carbón, las cuales, representan el 8,28% de la producción total de carbón, este tipo de minería ocurre en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Casanare, Cauca, Cundinamarca, Norte de Santander y Valle del Cauca (UPME, 2024a).

Por su parte, la minería de superficie (subcategoría 1.B.1.a.ii.) ocurre en los departamentos del Cesar, Córdoba, la Guajira y Santander, los cuales, en la vigencia 2021 reportaron la producción de 54,2 millones de toneladas de carbón, representando el 91,72% del total de la producción del país. (UPME, 2024a)

En las actividades de minería de carbón y su procesamiento se liberan emisiones fugitivas de CH_4 y en menor proporción de CO_2 durante las siguientes etapas:

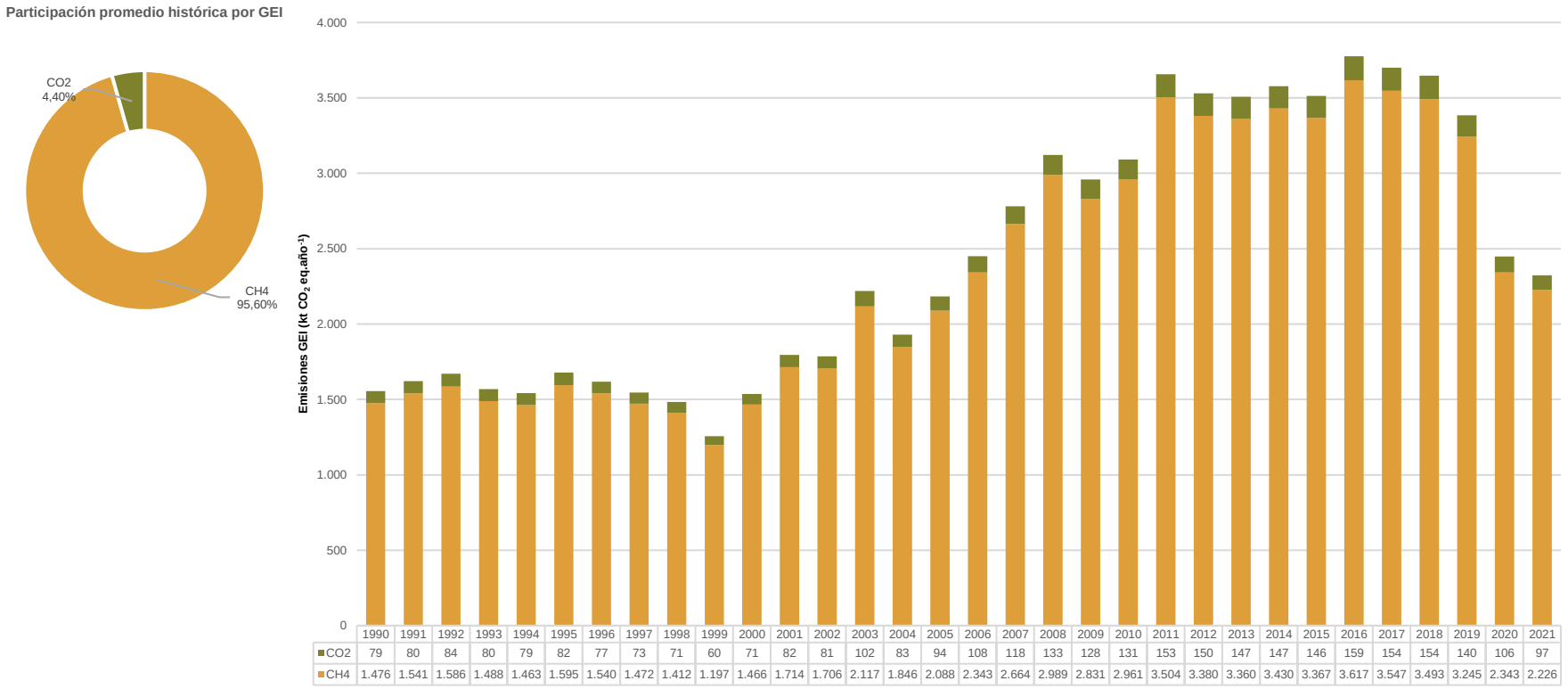
- Emisiones procedentes de la minería: resultan de la emisión del gas almacenado durante la operación de extracción.
- Emisiones posteriores a la extracción: ya que no todo el gas se libera durante el proceso de extracción, se siguen generando emisiones durante el manejo, procesamiento y transporte del mineral, aunque de una forma más paulatina.
- Oxidación a baja temperatura: cuando el carbón entra en contacto con el oxígeno del aire, se oxida liberando CO_2 a muy baja velocidad de producción.
- Combustión no controlada: está relacionado a los casos en los cuales, por acumulación de calor se produce un incremento de temperatura que puede repercutir un incendio activo.
- Minas de carbón abandonadas: después de finalizar las actividades de explotación minera, las minas abandonadas siguen emitiendo gas metano.

En Colombia, por falta de información no se estiman las emisiones de GEI de las etapas de manejo, combustión no controlada, ni abandono. Sumado a esto, algunos estudios han mencionado el aprovechamiento o quema del gas metano, no existen reportes de datos que permitan validar la realización de esta actividad (UPTC, 2016). En este sentido, se asume que las emisiones relacionadas con la subcategoría 1.B.1.a.i.4. “Quema en antorcha de CH_4 drenado o conversión de CH_4 en CO_2” no ocurren en el país.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.B.1.ai Minas subterráneas	1.236	1.317	1.333	1.220	1.170	1.235	1.072	913	825	594	766	914	1.008	1.230	807	944	1.086	1.349	1.636	1.477	1.579	1.915	1.681	1.745	1.731	1.738	1.923	1.824	1.885	1.609	1.369	1.111
1.B.1.a.ii. Minas de superficie	319	304	338	348	372	442	546	633	658	662	771	882	778	988	1.122	1.239	1.365	1.433	1.486	1.481	1.513	1.742	1.849	1.762	1.845	1.776	1.853	1.876	1.762	1.776	1.079	1.212

Figura 91. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B.1 Combustibles sólidos 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	79	80	84	80	79	82	77	73	71	60	71	82	81	102	83	94	108	118	133	128	131	153	150	147	147	146	159	154	154	140	106	97
CH4	1.476	1.541	1.586	1.488	1.463	1.595	1.540	1.472	1.412	1.197	1.466	1.714	1.706	2.117	1.846	2.088	2.343	2.664	2.989	2.831	2.961	3.504	3.380	3.360	3.430	3.367	3.617	3.547	3.493	3.245	2.343	2.226

Figura 92. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B.1 Combustibles Sólidos por GEI 1990-2021

En la

Figura 91 se visualiza la tendencia de las emisiones de GEI correspondientes a las subcategorías que conforman 1.B.1 para la serie histórica 1990-2021. Para el año 1990 se registra un valor de 1.555,00 kt CO_2eq, seguido por un incremento de 3.700,75 kt CO_2eq para el año 2017, posteriormente, se presenta una tendencia a la baja llegando hasta 2.323,36 kt CO_2eq en el año 2021.

Por su parte, la subcategoría 1.B.1.a.i "Minas subterráneas" representa el 53,84% de aportes de emisiones para la serie temporal y el 46,16% corresponde a la subcategoría 1.B.1.a.ii "Minas superficiales", sin embargo, se aclara que para el caso de minería superficial no se estiman las emisiones de CO_2 debido a que no se cuenta con el factor de emisión requerido para el cálculo de dichas emisiones.

En la Figura 92 se representa el comportamiento histórico de los GEI calculados en la subcategoría 1.B.1, donde se encuentra que el CH_4 es el gas con mayor porcentaje de participación en la serie histórica con el 95,60% de participación y el 4,40% restante pertenece al CO_2.

Los cambios en las emisiones a lo largo de la serie histórica se encuentran relacionados con la producción del carbón. Desde el año 2002, se han fomentado los precios y las exportaciones, sumado a esto, se afianzaron nuevos proyectos mineros, los cuales, permitieron que el país se impulsara como gran productor y exportador mundial. (UPME, 2010)

Así las cosas, la producción de carbón ha venido registrando una tendencia creciente a lo largo de la serie histórica, registrando un valor máximo de explotación en el año 2017 correspondiente a 91,5 millones toneladas de mineral, situación asociada con el crecimiento de la capacidad de extracción en los departamentos del Cesar y la Guajira.

Sin embargo, se evidencia una caída significativa en las emisiones del 27,65% para el año 2020 y del 31,35% para el 2021 respecto al año 2019, situación relacionada con la emergencia sanitaria que afecto el mundo para estas vigencias, provocando una disminución en la producción de este mineral.

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de las emisiones de la subcategoría:

3.4.8.2.1 Método de estimación

Teniendo en cuenta el Refinamiento (IPCC, 2019.), en el cual se incorporó la ecuación 4.1.7.A y el factor de emisión de CO_2 asociado con la extracción en minas de superficie, fue posible implementar esta metodología de referencia para calcular las emisiones de CO_2. De acuerdo con esto, se aplicó una metodología de nivel 1 para la estimación de emisiones de CO_2 en extracción de minas subterráneas y superficiales. Por su parte, las emisiones de CH_4 se estimaron con metodología de nivel 2 debido a que se cuenta con factores de emisión específicos para cada cuenca del país.

1.B.1. Combustibles sólidos

Ecuación 4.1.2: Estimación de las emisiones procedentes de las minas de carbón subterráneas para nivel 1 y 2, con ajuste para utilización o quema en antorcha del metano. **(IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 4)**

Emisiones de CH_4 procedentes de las actividades de extracción subterránea = Emisiones de la extracción subterránea de CH_4 + emisiones posteriores a la extracción de CH_4 – CH_4 recuperado y utilizado para producción de energía o quema en antorcha

Ecuación 4.1.3: Método de promedio global – Extracción Subterránea – antes de realizar ajustes para utilización de metano o quema en antorcha (extracción y post- extracción). **(IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 4)**

$$Emisiones\ de\ metano = factor\ de\ emisión\ de\ CH_4 * Producción\ de\ carbón * factor\ de\ conversión$$

Dónde:
Emisiones de metano *= Emisiones fugitivas a calcular (Gg /año)*
Factor de emisión de CH_4 *= factor de emisión (m^3 /tonelada).*
Producción de carbón *= producción de carbón por minería subterránea y por minería de superficie diferenciados (tonelada/año).*
Factor de conversión *= es la densidad del CH_4 y convierte el volumen de CH_4 en la masa de CH_4. Se toma la densidad a 20 °C y una presión de 1 atmósfera y tiene un valor de 0,67 ● 10^{-6} Gg/m^3.*

Ecuación 4.1.7A: Método de promedio global – Minería Superficie . **(IPCC – 2019, volumen 2, capítulo 4)**

$$Emisiones\ de\ dióxido\ de\ carbono = factor\ de\ emisión\ de\ CO_2 * Producción\ de\ carbón * factor\ de\ conversión$$

Dónde:
Emisiones de dióxido de carbono *= Emisiones fugitivas a calcular (Gg /año)*
Factor de emisión de CO_2= *factor de emisión (m^3 /tonelada).*
Producción de carbón *= producción de carbón por minería de superficie (tonelada/año).*
Factor de conversión *= es la densidad del CO_2 y convierte el volumen de CO_2 en la masa de CO_2. Se toma la densidad a 20 °C y una presión de 1 atmósfera y tiene un valor de 1,84 ● 10^{-6} Gg/m^3.*

Cuadro 16. Ecuación estimación de emisiones de GEI por la Combustión de sólidos (1.B.1)

3.4.8.2.2 Factor de emisión

La Tabla 72 detalla el aspecto metodológico aplicado para cada subcategoría, se relacionan los valores de los factores de emisión empleados y sus respectivas fuentes de información. Sin embargo, en esta tabla no se incluye información sobre la estimación de emisiones de CO_2 posteriores a la minería de superficie debido a que no se cuenta con el factor de emisión requerido para el desarrollo de dicho cálculo.

Tabla 72. Metodología y factores de emisión - Combustibles sólidos (1.B.1)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado para 1990 a 2021
1.B.1 Combustibles sólidos	1.B.1.a.i Minería subterránea	CO_2	Nivel 1	IPCC	5,90 m^3 $CO_2.t^{-1}$ (minería) 0,02 m^3 $CO_2.t^{-1}$ (post-minería)
	1.B.1.a.i Minería subterránea 1.B.1.a.i.1 Minería	CH_4	Nivel 2	UPME – UPTC	Cuenca Cundinamarca: 13,03 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Boyacá: 7,17 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Norte de Santander: 7,17 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Antioquia: 2,93 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Valle del Cauca: 2,93 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Cauca: 2,93 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Casanare: 1,95 m^3 $CH_4.t^{-1}$
	1.B.1.a.i Minería subterránea 1.B.1.a.i.2 Post-minería	CH_4	Nivel 2	UPME – UPTC	Cuenca Cundinamarca: 3,91 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Boyacá: 2,15 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Norte de Santander: 2,15 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Antioquia: 0,88 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Valle del Cauca: 0,88 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Cauca: 0,88 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Casanare: 0,59 m^3 $CH_4.t^{-1}$
	1.B.1.a.ii Minería de superficie 1.B.1.a.ii.1 Minería	CO_2	Nivel 1	IPCC	0,44 m^3 $CO_2.t^{-1}$ (minería)
		CH_4	Nivel 2	UPME – UPTC	Cuenca Cesar: 0,89 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca La Guajira: 0,89 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Santander: 0,40 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Córdoba: 0,59 m^3 $CH_4.t^{-1}$
	1.B.1.a.ii Minería de superficie 1.B.1.a.ii.2 Post-minería	CH_4	Nivel 2	UPME – UPTC	Cuenca Cesar: 0,27 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca La Guajira: 0,27 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Santander: 0,12 m^3 $CH_4.t^{-1}$ Cuenca Córdoba: 0,18 m^3 $CH_4.t^{-1}$

La formulación de los factores de emisión nivel 2 por cuenca carbonífera del país, se desarrolló mediante la consultoría No. 004 de 2016 de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC para la UPME, denominada " Realizar un estudio que defina estrategias para el aprovechamiento de gas metano asociado a los mantos de carbón en explotaciones bajo tierra.

Esta consultoría realizó la estimación de los factores de emisión de CH_4 tomando como insumo la información de las perforaciones realizadas en algunas cuencas del país, por medio de análisis de curvas de profundidad y contenido de gas metano, así como de pruebas de desorción que se desarrollaron en estudios de exploración de CBM (Gases de Metano Asociados a Mantos de Carbón – Coal Bed Methane). Como resultado se obtuvo el factor de emisión producto de la suma del contenido promedio de gas metano

a diferentes profundidades, más un factor de emisión supuesto para los estratos circundantes, menos el valor del gas residual (UPTC, 2016).

En la Tabla 73 se relacionan los datos bajos, promedios y altos correspondiente a los factores de emisión de CH_4 desarrollados en la consultoría de la UPTC (propios) y los valores por defecto presentados por el IPCC. Para el caso de minería subterránea, los factores de emisión propios son menores al compararlos con los factores del IPCC, esta situación se encuentra argumentada por la profundidad de sobrecarga de la mina y el tiempo de explotación de esta.

Tabla 73. Factores de emisión de CH_4 propios y por defecto del IPCC – minería y post minería

Nivel	Minería (m^3 $CH_4.t^{-1}$)				Pos – Minería (m^3 $CH_4.t^{-1}$)			
	Subterránea		Superficie		Subterránea		Superficie	
	UPTC	IPCC	UPTC	IPCC	UPTC	IPCC	UPTC	IPCC
Bajo	1,95	10,00	0,40	0,30	0,59	0,90	0,12	0,00
Promedio	5,44	18,00	0,69	1,20	1,63	2,50	0,83	0,10
Alto-	13,03	25,00	0,89	2,00	3,91	4,00	0,27	0,20

3.4.8.2.3 Dato de actividad

La Tabla 74 detalla los tipos de datos de actividad utilizados en la estimación y sus respectivas fuentes de información. En lo referente con la serie 1990 – 2009 la fuente de información es el Sistema de Información Minero Colombiano – SIMCO, gestionado por la UPME. Este sistema compila los datos de producción, regalías, indicadores económicos, información técnica, entre otros, de la producción minera del país. (UPME, 2024c). Para la serie 2010 – 2021, la información de los datos de actividad fue compilada y procesada por el Ministerio de Minas y Energía, quien obtiene la información de fuentes primarias.

Tabla 74. Datos de actividad - Combustibles sólidos (1.B.1)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		Dato de actividad	Fuente información dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente	
1.B.1 Combustibles sólidos	1.B.1.a.i Minería subterránea	Producción de carbón por minería subterránea por departamento	1990 – 2009	SIMCO – UPME	Valores verificados con la versión más reciente del SIMCO
			2010 - 2021	MinEnergía	
	1.B.1.a.ii Minería de superficie	Producción de carbón por minería a cielo abierto por departamento	1990 – 2009	SIMCO – UPME	Valores verificados con la versión más reciente del SIMCO
			2010 - 2021	MinEnergía	

La siguiente tabla se presentan los datos de actividad utilizados para la estimación de las emisiones de GEI de la subcategoría:

Tabla 75. Datos de actividad para la subcategoría 1.B.1 Combustibles sólidos

Región	Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Valor	Unidades
Cuenca Cesar	1990	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	800.000,00	t
Cuenca Córdoba					400.000,00	t
Cuenca La Guajira					13.070.000,00	t
Cuenca Santander					59.287,70	t
Cuenca Antioquia					948.000,00	t

Región	Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Valor	Unidades
Cuenca Boyacá			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	1.793.000,00	t
Cuenca Casanare					348,80	t
Cuenca Cauca					17.363,50	t
Cuenca Cundinamarca					1.918.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					702.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					760.000,00	t
Cuenca Cesar	1991	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	1.184.000,00	t
Cuenca Córdoba					530.800,00	t
Cuenca La Guajira					11.906.000,00	t
Cuenca Santander					78.613,95	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	939.100,00	t
Cuenca Boyacá					1.735.200,00	t
Cuenca Casanare					462,50	t
Cuenca Cauca					23.023,54	t
Cuenca Cundinamarca					2.184.400,00	t
Cuenca Norte de Santander					755.300,00	t
Cuenca Valle del Cauca					694.100,00	t
Cuenca Cesar	1992	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	1.450.000,00	t
Cuenca Córdoba					843.000,00	t
Cuenca La Guajira					12.957.000,00	t
Cuenca Santander					35.418,63	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	924.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.880.000,00	t
Cuenca Casanare					208,37	t
Cuenca Cauca					10.373,00	t
Cuenca Cundinamarca					1.881.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					1.264.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					655.000,00	t
Cuenca Cesar	1993	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	1.500.000,00	t
Cuenca Córdoba					250.000,00	t
Cuenca La Guajira					13.772.000,00	t
Cuenca Santander					30.798,81	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	1.019.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.766.000,00	t
Cuenca Casanare					181,20	t
Cuenca Cauca					9.020,00	t
Cuenca Cundinamarca					1.751.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					955.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					660.000,00	t

Región	Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Valor	Unidades
Cuenca Cesar	1994	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	1.870.000,00	t
Cuenca Córdoba					255.000,00	t
Cuenca La Guajira					14.480.000,00	t
Cuenca Santander					33.108,72	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	1.139.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.564.000,00	t
Cuenca Casanare					194,79	t
Cuenca Cauca					9.696,50	t
Cuenca Cundinamarca					1.638.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					1.046.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					630.000,00	t
Cuenca Cesar	1995	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	3.695.000,00	t
Cuenca Córdoba					76.000,00	t
Cuenca La Guajira					15.895.000,00	t
Cuenca Santander					0,00	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	954.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.620.000,00	t
Cuenca Casanare					0,00	t
Cuenca Cauca					0,00	t
Cuenca Cundinamarca					1.800.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					1.200.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					500.000,00	t
Cuenca Cesar	1996	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	6.454.000,00	t
Cuenca Córdoba					120.000,00	t
Cuenca La Guajira					17.701.000,00	t
Cuenca Santander					12.319,52	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	900.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.288.000,00	t
Cuenca Casanare					72,48	t
Cuenca Cauca					3.608,00	t
Cuenca Cundinamarca					1.566.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					1.142.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					377.000,00	t
Cuenca Cesar	1997	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	8.566.000,00	t
Cuenca Córdoba					100.000,00	t
Cuenca La Guajira					19.459.000,00	t
Cuenca Santander					0,00	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en	Minería Subterránea	784.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.215.000,00	t

Región	Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Valor	Unidades
Cuenca Casanare			Minas Subterráneas		0,00	t
Cuenca Cauca					0,00	t
Cuenca Cundinamarca					1.250.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					955.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					413.000,00	t
Cuenca Cesar	1998	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	9.297.000,00	t
Cuenca Córdoba					100.000,00	t
Cuenca La Guajira					19.849.000,00	t
Cuenca Santander					0,00	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	700.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.295.000,00	t
Cuenca Casanare					0,00	t
Cuenca Cauca					0,00	t
Cuenca Cundinamarca					960.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					960.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					400.000,00	t
Cuenca Cesar	1999	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	9.794.000,00	t
Cuenca Córdoba					63.000,00	t
Cuenca La Guajira					19.548.000,00	t
Cuenca Santander					76.227,05	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	610.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.030.000,00	t
Cuenca Casanare					448,46	t
Cuenca Cauca					22.324,49	t
Cuenca Cundinamarca					556.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					787.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					267.000,00	t
Cuenca Cesar	2000	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	12.029.000,00	t
Cuenca Córdoba					100.000,00	t
Cuenca La Guajira					22.100.000,00	t
Cuenca Santander					68.527,35	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	700.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.200.000,00	t
Cuenca Casanare					403,16	t
Cuenca Cauca					20.069,50	t
Cuenca Cundinamarca					970.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					760.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					294.000,00	t
Cuenca Cesar	2001				15.385.000,00	t

Región	Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Valor	Unidades
Cuenca Córdoba		1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	141.000,00	t
Cuenca La Guajira					23.676.290,00	t
Cuenca Santander					73.917,14	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	648.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.765.000,00	t
Cuenca Casanare					434,87	t
Cuenca Cauca					21.647,99	t
Cuenca Cundinamarca					1.028.800,00	t
Cuenca Norte de Santander					929.100,00	t
Cuenca Valle del Cauca					242.300,00	t
Cuenca Cesar	2002	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	16.385.980,00	t
Cuenca Córdoba					119.000,00	t
Cuenca La Guajira					18.076.940,00	t
Cuenca Santander					47.738,15	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	674.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.549.000,00	t
Cuenca Casanare					280,85	t
Cuenca Cauca					13.981,00	t
Cuenca Cundinamarca					1.440.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					905.550,00	t
Cuenca Valle del Cauca					272.000,00	t
Cuenca Cesar	2003	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	21.151.770,00	t
Cuenca Córdoba					204.000,00	t
Cuenca La Guajira					22.584.320,00	t
Cuenca Santander					30.028,84	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	780.000,00	t
Cuenca Boyacá					1.900.000,00	t
Cuenca Casanare					176,67	t
Cuenca Cauca					8.794,50	t
Cuenca Cundinamarca					1.500.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					1.600.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					269.000,00	t
Cuenca Cesar	2004	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	25.028.000,00	t
Cuenca Córdoba					351.000,00	t
Cuenca La Guajira					24.547.000,00	t
Cuenca Santander					20.966,29	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	351.820,00	t
Cuenca Boyacá					1.204.220,00	t
Cuenca Casanare					123,35	t

Región	Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Valor	Unidades
Cuenca Cauca					6.140,36	t
Cuenca Cundinamarca					916.000,00	t
Cuenca Norte de Santander					1.283.000,00	t
Cuenca Valle del Cauca					179.320,00	t
Cuenca Cesar	2005	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	27.709.500,00	t
Cuenca Córdoba					183.260,00	t
Cuenca La Guajira					27.180.030,00	t
Cuenca Santander					33.870,99	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	488.230,00	t
Cuenca Boyacá					1.280.130,00	t
Cuenca Casanare					199,27	t
Cuenca Cauca					9.919,74	t
Cuenca Cundinamarca					1.176.310,00	t
Cuenca Norte de Santander					1.403.590,00	t
Cuenca Valle del Cauca					210.070,00	t
Cuenca Cesar	2006	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	31.118.280,00	t
Cuenca Córdoba					512.120,00	t
Cuenca La Guajira					29.073.490,00	t
Cuenca Santander					143.314,55	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	427.560,00	t
Cuenca Boyacá					1.756.380,00	t
Cuenca Casanare					843,15	t
Cuenca Cauca					41.972,30	t
Cuenca Cundinamarca					1.074.020,00	t
Cuenca Norte de Santander					1.931.270,00	t
Cuenca Valle del Cauca					112.610,00	t
Cuenca Cesar	2007	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	33.186.570,00	t
Cuenca Córdoba					480.970,00	t
Cuenca La Guajira					30.069.450,00	t
Cuenca Santander					103.399,29	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	230.130,00	t
Cuenca Boyacá					2.275.220,00	t
Cuenca Casanare					608,32	t
Cuenca Cauca					30.282,39	t
Cuenca Cundinamarca					1.784.740,00	t
Cuenca Norte de Santander					1.691.290,00	t
Cuenca Valle del Cauca					49.560,00	t
Cuenca Cesar	2008	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería	Producción de Carbón en	Minería de Superficie	33.676.180,00	t
Cuenca Córdoba					493.170,00	t

Región	Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Valor	Unidades
Cuenca La Guajira		Carbonífera y Manejo del Carbón	Minas a Cielo Abierto		31.939.860,00	t
Cuenca Santander					144.754,39	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	403.920,00	t
Cuenca Boyacá					2.230.950,00	t
Cuenca Casanare					851,62	t
Cuenca Cauca					42.393,99	t
Cuenca Cundinamarca					2.405.650,00	t
Cuenca Norte de Santander					2.085.200,00	t
Cuenca Valle del Cauca					79.050,00	t
Cuenca Cesar	2009	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	34.050.110,00	t
Cuenca Córdoba					392.320,00	t
Cuenca La Guajira					31.430.930,00	t
Cuenca Santander					93.951,76	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	655.800,00	t
Cuenca Boyacá					2.276.230,00	t
Cuenca Casanare					552,74	t
Cuenca Cauca					27.515,50	t
Cuenca Cundinamarca					1.941.590,00	t
Cuenca Norte de Santander					1.938.400,00	t
Cuenca Valle del Cauca					0,00	t
Cuenca Cesar	2010	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	35.973.301,58	t
Cuenca Córdoba					100.437,56	t
Cuenca La Guajira					31.098.247,58	t
Cuenca Santander					135.903,30	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	149.365,09	t
Cuenca Boyacá					2.675.940,43	t
Cuenca Casanare					450,00	t
Cuenca Cauca					989,85	t
Cuenca Cundinamarca					2.056.110,66	t
Cuenca Norte de Santander					2.117.157,44	t
Cuenca Valle del Cauca					0,00	t
Cuenca Cesar	2011	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	43.687.562,50	t
Cuenca Córdoba					311.826,56	t
Cuenca La Guajira					33.355.610,25	t
Cuenca Santander					201.981,96	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	334.013,54	t
Cuenca Boyacá					2.753.955,53	t
Cuenca Casanare					535,34	t
Cuenca Cauca					83.801,38	t

Región	Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Valor	Unidades
Cuenca Cundinamarca					3.062.904,33	t
Cuenca Norte de Santander					1.901.925,43	t
Cuenca Valle del Cauca					108.792,32	t
Cuenca Cesar	2012	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	46.689.769,01	t
Cuenca Córdoba					197.823,69	t
Cuenca La Guajira					35.206.977,80	t
Cuenca Santander					182.523,26	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	501.653,01	t
Cuenca Boyacá					2.753.846,67	t
Cuenca Casanare					413,58	t
Cuenca Cauca					40.144,76	t
Cuenca Cundinamarca					2.298.878,28	t
Cuenca Norte de Santander					1.970.836,18	t
Cuenca Valle del Cauca					36.246,62	t
Cuenca Cesar	2013	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	45.256.861,29	t
Cuenca Córdoba					102.259,28	t
Cuenca La Guajira					32.877.236,95	t
Cuenca Santander					146.329,48	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	332.783,24	t
Cuenca Boyacá					2.843.449,24	t
Cuenca Casanare					542,76	t
Cuenca Cauca					54.237,12	t
Cuenca Cundinamarca					2.531.556,67	t
Cuenca Norte de Santander					1.886.834,75	t
Cuenca Valle del Cauca					28.320,61	t
Cuenca Cesar	2014	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	47.388.945,33	t
Cuenca Córdoba					255.127,72	t
Cuenca La Guajira					34.374.324,29	t
Cuenca Santander					55.746,63	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	413.441,83	t
Cuenca Boyacá					1.772.816,43	t
Cuenca Casanare					5.520,92	t
Cuenca Cauca					21.476,68	t
Cuenca Cundinamarca					2.904.216,25	t
Cuenca Norte de Santander					2.195.788,30	t
Cuenca Valle del Cauca					39.731,85	t
Cuenca Cesar	2015	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	45.422.165,46	t
Cuenca Córdoba					4.063,13	t
Cuenca La Guajira					33.397.900,93	t

Región	Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Valor	Unidades
Cuenca Santander					119.938,20	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	216.075,01	t
Cuenca Boyacá					2.428.933,51	t
Cuenca Casanare					6.260,82	t
Cuenca Cauca					42.600,20	t
Cuenca Cundinamarca					2.583.809,43	t
Cuenca Norte de Santander					2.204.789,47	t
Cuenca Valle del Cauca					72.250,07	t
Cuenca Cesar	2016	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	48.671.641,41	t
Cuenca Córdoba					1.246.872,13	t
Cuenca La Guajira					32.727.874,23	t
Cuenca Santander					140.958,47	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	194.864,19	t
Cuenca Boyacá					2.965.010,06	t
Cuenca Casanare					1.986,37	t
Cuenca Cauca					10.399,53	t
Cuenca Cundinamarca					2.650.685,50	t
Cuenca Norte de Santander					2.574.821,26	t
Cuenca Valle del Cauca					64.788,00	t
Cuenca Cesar	2017	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	50.711.219,57	t
Cuenca Córdoba					567.979,86	t
Cuenca La Guajira					32.161.354,49	t
Cuenca Santander					162.931,42	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	117.788,78	t
Cuenca Boyacá					2.634.500,17	t
Cuenca Casanare					308,36	t
Cuenca Cauca					43.059,29	t
Cuenca Cundinamarca					2.592.469,75	t
Cuenca Norte de Santander					2.515.880,43	t
Cuenca Valle del Cauca					28.554,55	t
Cuenca Cesar	2018	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	46.615.941,00	t
Cuenca Córdoba					620.929,34	t
Cuenca La Guajira					31.076.036,00	t
Cuenca Santander					316.452,33	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	90.707,28	t
Cuenca Boyacá					2.866.417,87	t
Cuenca Casanare					2.116,16	t
Cuenca Cauca					62.281,61	t
Cuenca Cundinamarca					2.554.173,73	t

Región	Año	Categoría	Nombre del dato de actividad	Clasificación 1	Valor	Unidades
Cuenca Norte de Santander					2.685.564,25	t
Cuenca Valle del Cauca					19.735,61	t
Cuenca Cesar	2019	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	52.025.243,70	t
Cuenca Córdoba					482.959,13	t
Cuenca La Guajira					26.419.945,98	t
Cuenca Santander					216.360,57	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	81.769,40	t
Cuenca Boyacá					2.048.910,20	t
Cuenca Casanare					569,93	t
Cuenca Cauca					24.351,86	t
Cuenca Cundinamarca					2.356.627,63	t
Cuenca Norte de Santander					2.388.133,19	t
Cuenca Valle del Cauca					13.131,18	t
Cuenca Cesar	2020	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	34.597.341,48	t
Cuenca Córdoba					1.056.650,79	t
Cuenca La Guajira					12.576.396,27	t
Cuenca Santander					107.401,58	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	104.547,27	t
Cuenca Boyacá					2.273.973,60	t
Cuenca Casanare					641,45	t
Cuenca Cauca					6.326,60	t
Cuenca Cundinamarca					1.741.703,90	t
Cuenca Norte de Santander					1.959.596,03	t
Cuenca Valle del Cauca					14.016,71	t
Cuenca Cesar	2021	1.B.1.a Emisiones Fugitivas Minería Carbonífera y Manejo del Carbón	Producción de Carbón en Minas a Cielo Abierto	Minería de Superficie	29.549.697,12	t
Cuenca Córdoba					824.857,41	t
Cuenca La Guajira					23.617.251,61	t
Cuenca Santander					269.205,4	t
Cuenca Antioquia			Producción de Carbón en Minas Subterráneas	Minería Subterránea	230.620,71	t
Cuenca Boyacá					1.683.948,16	t
Cuenca Casanare					0	t
Cuenca Cauca					5.615,89	t
Cuenca Cundinamarca					1.591.003,49	t
Cuenca Norte de Santander					1.368.245,48	t
Cuenca Valle del Cauca					18.427,64	t

3.4.9 Petróleo y Gas Natural y otras emisiones provenientes de la energía (CRT. 1.B.2)

i. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría abarca las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O generadas por la quema en antorcha de las actividades de petróleo y gas natural, así como las emisiones de CO_2 y CH_4 por actividades de venteo y fugas, en las actividades de la cadena de hidrocarburos relacionadas con la exploración, producción y transmisión de petróleo y gas natural; concentración y refinación de petróleo crudo; almacenamiento de gas natural, distribución de productos de petróleo crudo y de gas natural.

La cadena tiene inicio en la exploración de los pozos de producción de gas y petróleo, terminado en el punto de entrega al consumidor final.

En la siguiente figura se resumen las subcategorías estimadas en el inventario nacional de emisiones de GEI:

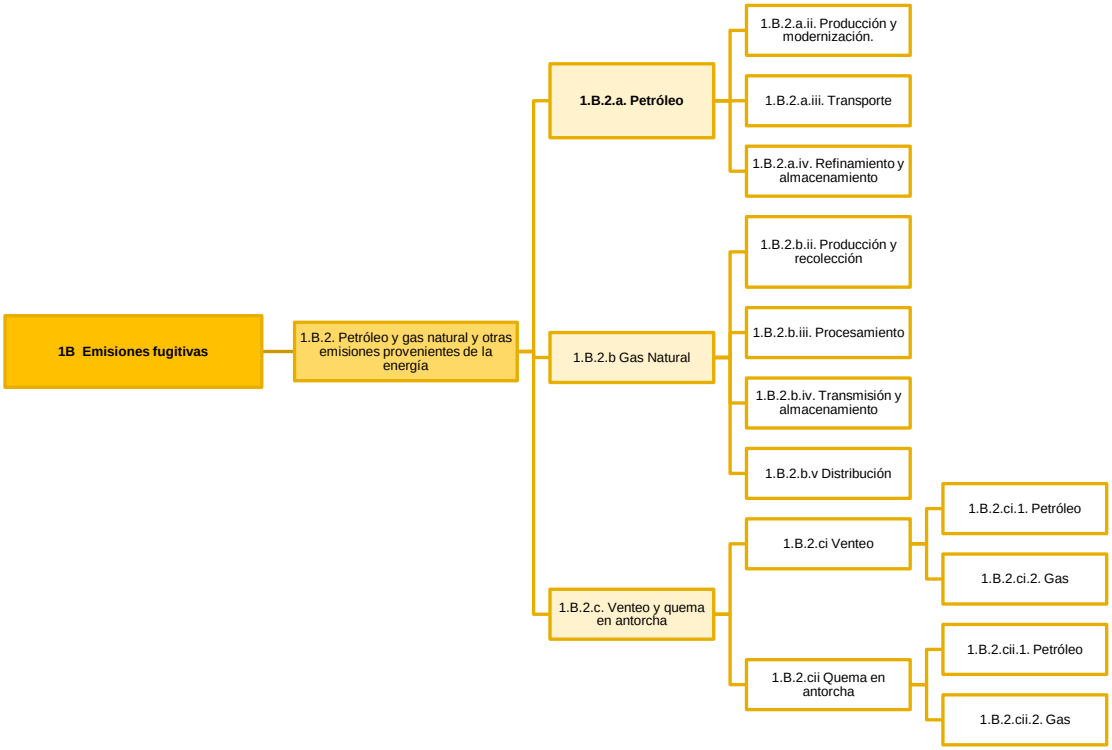


Figura 93. Subcategorías estimadas en 1.B.2 Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía

Respecto a la Figura 93 y la manera en que se presentan las emisiones fugitivas en esta sección es necesario realizar las siguientes claridades; La subcategoría 1.B.2.a corresponde a las emisiones únicamente por ***fugas*** que se dan en los sistemas de petróleo, de acuerdo a la clasificación otorgada para esta categoría en las tablas CRT, dichas fugas deben ser reportadas para los diferentes segmentos de la cadena de petróleo (exploración, producción, transporte, refinación, distribución y otros), respecto a estos segmentos, solo se cuentan con factores de emisión para fugas de CH_4 y CO_2 en los segmentos de producción, transporte y refinación. Respecto a las tablas CRT, el dato de actividad asociado a las emisiones por fugas de los segmentos anteriormente mencionados corresponden a la cantidad de crudo producido anualmente, el transporte de crudo por la red de oleoductos y a la cantidad de petróleo refinado, lo anterior en unidad de 10^3 m^3, respectivamente. La subcategoría 1.B.2.b corresponde a las emisiones causadas por fugas dentro de los sistemas de gas natural, la subdivisión de esta categoría está relacionada

con los diferentes segmentos de la industria del gas (exploración, producción, procesamiento, transmisión, distribución y otros) y para esta subcategoría se cuenta con factores de emisión para fugas que permite estimar las emisiones de CH_4 y CO_2 en los segmentos de producción, procesamiento, transmisión y distribución. Respecto a las tablas CRT para cada uno de los segmentos mencionados anteriormente como dato de actividad se presenta: La cantidad de gas producido, la cantidad de gas procesado, la cantidad de gas transmitido y la cantidad de gas comercializable, todo en 10^6 m^3.

Finalmente, la categoría 1.B.2.c Venteo y quema en antorcha, siendo la subcategoría 1.B.2.c.i. Venteo aquella donde se reporta las emisiones de CH_4 y CO_2 por venteo y la subcategoría 1.B.2.c.ii. quema en tea donde se reportar las emisiones de CH_4, CO_2 y N_2O por el uso de teas en el sector. Respecto a esta última, la división de las subcategorías permite distinguir si las mismas ocurren en sistemas de gas o de petróleo, pero la división no es tal que permita distinguir en que segmento ocurren los venteos y las emisiones por quemas en tea, por lo tanto, las emisiones reportadas en 1.B.2.ci Venteos corresponden al total de venteos que ocurren en los segmentos producción de petróleo, procesamiento y transmisión y almacenamiento de gas natural. Las emisiones reportadas en 1.B.2.cii. Quema en tea corresponden a aquellas que se dan en los segmentos de exploración de petróleo y gas, producción de petróleo y gas y en el procesamiento de gas natural.

La tendencia de las emisiones de GEI correspondientes a la subcategoría 1.B.2 para la serie histórica 1990-2021 se muestra en la Figura 94.

El promedio histórico de emisiones para esta subcategoría es de 4.088,18 kt CO_2eq, presentando para el año 1990 un valor de 2.352,93 kt CO_2eq, seguido por una cifra máxima de 6.369,16 kt CO_2eq en la vigencia 2014 y 4.947,95 kt CO_2eq para el año 2021.

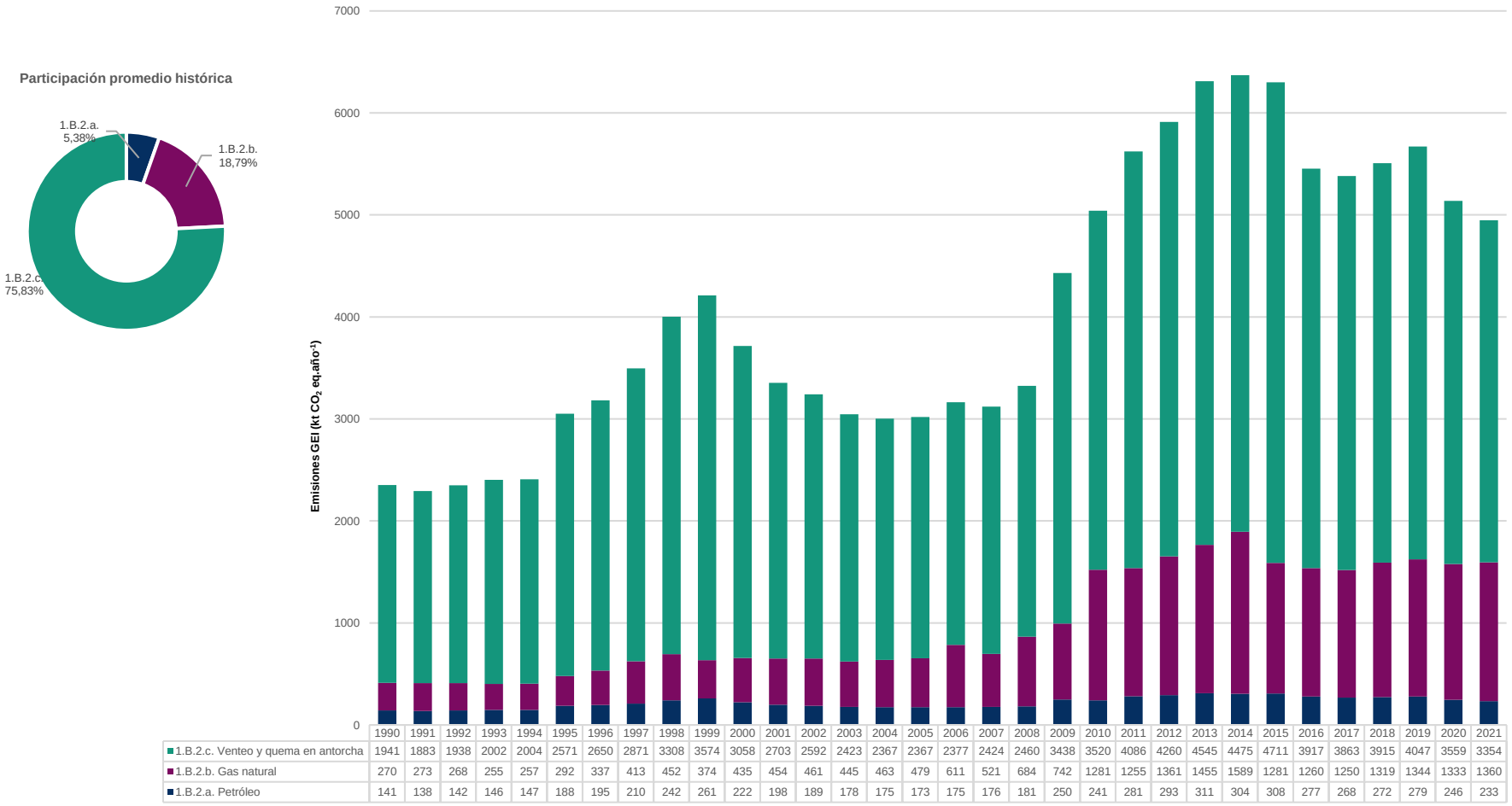
Las emisiones de esta subcategoría a lo largo de la serie histórica han presentado un crecimiento continuo, situación que se encuentra asociada por la transformación que ha tenido la actividad de producción de petróleo y gas en el país, debido al respaldo en términos de política y normatividad. Desde el año 2000 entro en funcionamiento un nuevo sistema de exploración y producción, posteriormente, en el 2003 se crea la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, quien se encargó de fomentar nuevas metodologías de contratación, reflejando a su vez, un incremento en las actividades de exploración y producción (Promigas, 2018). La producción máxima de petróleo y gas se dio entre los años 2013 y 2015.

El incremento en la producción nacional de hidrocarburos estuvo relacionado con la modificación que ocurrió en los procesos productivos, ya que inicialmente, la explotación ocurría en pozos ubicados en la cuenca del Magdalena, posteriormente, se abrió paso a contar con otros campos de gran producción ubicados en los llanos orientales. Lo anterior contribuyó con el aumento constante en la producción de petróleo en el periodo comprendido entre el 2006 y el 2013. Por otra parte, se presenció una disminución en la producción desde el 2014 asociada a la crisis mundial que sufrió el sector petrolero, la cual, incidió directamente en los precios del producto.

Posteriormente, en el 2015 la exploración sísmica disminuyó en un 92,02% y la de pozos exploratorios en un 82,61% (Vallejo, 2015) esta coyuntura se ve reflejada en la tendencia de las emisiones GEI relacionadas con la producción de petróleo (1.B.2.a), las cuales, presentan una disminución del 11,88% en el año 2017, respecto al 2014. Para la vigencia 2021, se evidencia un descenso del 13,00% respecto al año 2017.

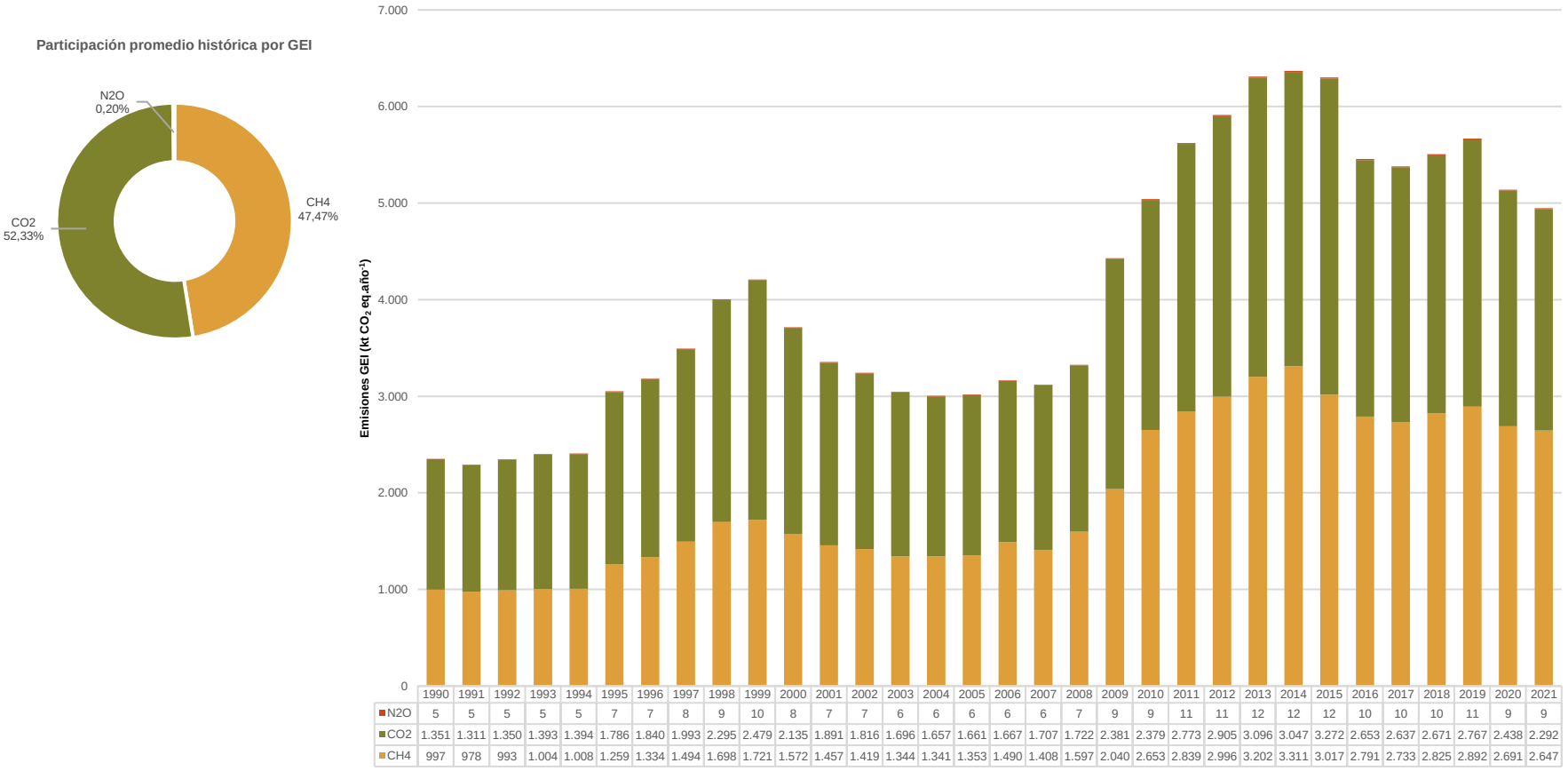
Dentro de las subcategorías de 1.B.2, el mayor porcentaje de las emisiones de GEI son aportadas por 1.B.2.c Venteo y quema en antorcha con un 75,83% en promedio para la serie temporal; las actividades relacionadas con el gas natural (1.B.2.b) reflejan el 18,79% y el 5,38% están asociadas con la subcategoría de Petróleo (1.B.2.a), tal y como se ilustra en la Figura 94.

En lo relacionado con los GEI, se tiene que el gas más representativo es el CO_2 con el 52,33% de participación promedio para la serie histórica, seguido del CH_4 con el 47,47% y el N_2O con el 0,20%, según se observa en la Figura 95.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	1941	1883	1938	2002	2004	2571	2650	2871	3308	3574	3058	2703	2592	2423	2367	2367	2377	2424	2460	3438	3520	4086	4260	4545	4475	4711	3917	3863	3915	4047	3559	3354
1.B.2.b. Gas natural	270	273	268	255	257	292	337	413	452	374	435	454	461	445	463	479	611	521	684	742	1281	1255	1361	1455	1589	1281	1260	1250	1319	1344	1333	1360
1.B.2.a. Petróleo	141	138	142	146	147	188	195	210	242	261	222	198	189	178	175	173	175	176	181	250	241	281	293	311	304	308	277	268	272	279	246	233

Figura 94. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	5	5	5	5	5	7	7	8	9	10	8	7	7	6	6	6	6	6	7	9	9	11	11	12	12	12	10	10	10	11	9	9
CO2	1.351	1.311	1.350	1.393	1.394	1.786	1.840	1.993	2.295	2.479	2.135	1.891	1.816	1.696	1.657	1.661	1.667	1.707	1.722	2.381	2.379	2.773	2.905	3.096	3.047	3.272	2.653	2.637	2.671	2.767	2.438	2.292
CH4	997	978	993	1.004	1.008	1.259	1.334	1.494	1.698	1.721	1.572	1.457	1.419	1.344	1.341	1.353	1.490	1.408	1.597	2.040	2.653	2.839	2.996	3.202	3.311	3.017	2.791	2.733	2.825	2.892	2.691	2.647

Figura 95. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía por GEI 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de las emisiones de la subcategoría:

3.4.9.2.1 Método de estimación

El Cuadro 17 muestra la ecuación aplicada para el cálculo de las emisiones GEI de la subcategoría 1.B.2 Petróleo y Gas Natural y otras emisiones provenientes de la energía:

1.B.2 Petróleo y gas natural

Ecuación 4.2.1: Estimación de las emisiones fugitivas procedentes de un segmento de la industria (IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 4)

$$Emisiones_{gas,\ segmento\ de\ la\ industria} = A_{segmento\ de\ la\ industria} * EF_{gas,segmento\ de\ la\ industria}$$

Ecuación 4.2.2: Total de emisiones fugitivas procedentes de los segmentos de la industria (IPCC – 2006, volumen 2, capítulo 4)

$$Emisiones_{gas} = \sum Emisiones_{gas,\ segmento\ de\ la\ industria}$$

Dónde:

$E_{gas,\ segmento\ de\ la\ industria}$ = Emisiones anuales (kt /año)

$EF_{gas,\ segmento\ de\ la\ industria}$ = factor de emisión por defecto (kt /unidad de actividad). Presentados en el Cuadro 4.2.5, Volumen 2, Capítulo 4.

$A_{segmento\ de\ la\ industria}$ = Valor del dato de actividad. En el Cuadro 4.2.7, Volumen 2, Capítulo 4 de las Directrices IPCC se presenta orientación para obtener los valores de datos de actividad.

Cuadro 17. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por Petróleo y Gas Natural y otras emisiones provenientes de la energía (1.B.2)

La perspectiva metodológica planteada en las Directrices del IPCC para la estimación de las emisiones fugitivas de la línea de producción de petróleo y gas natural en el nivel 1 abarca el uso de factores de emisión por defecto para cada segmento aplicable de la industria del petróleo y gas natural del país. La Tabla 76 relaciona los valores de los factores de emisión aplicados y sus respectivas fuentes de información. Como buena práctica, el valor utilizado es el valor promedio del rango de datos presentado en el Cuadro 4.2.5 del IPCC 2006.

3.4.9.2.2 Factor de emisión

La Tabla 76 detalla el aspecto metodológico aplicada para cada subcategoría, se relacionan los valores de los factores de emisión empleados y sus respectivas fuentes de emisión:

Tabla 76. Metodología y factores de emisión - Petróleo y gas y otras emisiones provenientes de la energía (1.B.2)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado para 1990 a 2021
1.B.2 Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía	1.B.2.a. Petróleo	CO_2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Exploración: 0 kt CO_2.Pozo explorado^{-1} Producción y refinación: 0,0021501 kt $CO_2.10^3$ m^{-3} petróleo Transporte: 0,00043 kt $CO_2.10^3$ m^{-3} GLP (gases licuados) Transporte: 0,00000049 kt$CO_2.10^3$ m^{-3} petróleo (tuberías) Refinación: 0 kt $CO_2.10^3$ m^{-3} petróleo Distribución de refinados: 0 kt $CO_2.10^3$ m^{-3} petróleo
		CH_4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Exploración: 0 kt CH_4.Pozo explorado^{-1} Producción y refinación: 0,000102 kt $CH_4.10^3$ m^{-3} petróleo Transporte: 0 kt $CH_4.10^3$ m^{-3} GLP (gases licuados) Transporte: 0,0000054 kt $CH_4.10^3$ m^{-3} petróleo (tuberías) Refinación: 0,000218 kt $CH_4.10^3$ m^{-3} petróleo Distribución de refinados: 0 kt $CH_4.10^3$ m^{-3} petróleo
		N_2O	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Exploración: 0 kt N_2O.Pozo explorado^{-1} Producción y refinación: 0 kt $N_2O.10^3$ m^{-3} petróleo Transporte: 0,0000000022 kt $N_2O.10^3$ m^{-3} GLP (gases licuados) Transporte: 0 kt $N_2O.10^3$ m^{-3} petróleo (tuberías) Refinación: 0 kt $N_2O.10^3$ m^{-3} petróleo Distribución de refinados: 0 kt $N_2O.10^3$ m^{-3} petróleo
	1.B.2.b. Gas natural	CO_2 CH_4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.4	Producción: 0,000048 kt $CO_2.10^6$ m^{-3} gas Producción: 0,00134 kt $CH_4.10^6$ m^{-3} gas
		CO_2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Exploración: 0 kt CO_2.Pozo explorado^{-1} Procesamiento: 0,00025 kt $CO_2.10^6$ m^{-3} gas crudo Transmisión: 0,00000144 $CO_2.10^6$ m^{-3} gas comercializable Almacenamiento: 0,000000185 $CO_2.10^6$ m^{-3} gas comercializable Distribución: 0,0000955 $CO_2.10^6$ m^{-3} ventas de servicios
		CH_4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Exploración: 0 kt CH_4.Pozo explorado^{-1} Procesamiento: 0,00079 kt $CH_4.10^6$ m^{-3} gas crudo Transmisión: 0,000633 $CH_4.10^6$ m^{-3} gas comercializable Almacenamiento: 0,0000415 $CH_4.10^6$ m^{-3} gas comercializable Distribución: 0,0018 $CH_4.10^6$ m^{-3} ventas de servicios
		N_2O	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Exploración: 0 kt N_2O.Pozo explorado^{-1} Producción: 0 kt $N_2O.10^6$ m^{-3} gas Procesamiento: 0 kt $N_2O.10^6$ m^{-3} gas crudo Transmisión: 0$N_2O.10^6$ m^{-3} gas comercializable

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Valor empleado para 1990 a 2021
					Almacenamiento: 0 $N_2O.10^6$ m^{-3} gas comercializable Distribución: 0 $N_2O.10^6$ m^{-3} ventas de servicios
	1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha 1.B.2.ci Venteo 1.B.2.ci1. Petróleo	CO_2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Producción: 0,0001125 kt $CO_2.10^3$ m^{-3} petróleo
		CH_4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Producción: 0,000855 kt $CH_4.10^3$ m^{-3} petróleo
		N_2O	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Producción: 0 kt $N_2O.10^3$ m^{-3} petróleo
	1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha 1.B.2.ci Venteo 1.B.2.ci2. Gas	CO_2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Procesamiento: 0,1065 kt $CO_2.10^6$ m^{-3} gas crudo Transmisión: 0,0000052 kt $CO_2.10^6$ m^{-3} gas comercializable^{-1}
		CH_4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Procesamiento: 0 kt $CH_4.10^6$ m^{-3} gas crudo Transmisión: 0,000392 kt $CH_4.10^6$ m^{-3} gas comercializable
		N_2O	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Procesamiento: 0 kt $N_2O.10^6$ m^{-3} gas crudo Transmisión: 0 kt $N_2O.10^6$ m^{-3} gas comercializable
	1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha 1.B.2.cii Quema en antorcha 1.B.2.c.ii.1. Petróleo	CO_2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Producción: 0,0485 kt $CO_2.10^3$ m^{-3} petróleo Perforación: 0,0009 kt CO_2.Pozo perforado^{-1} Pruebas: 0,0795 kt CO_2.Pozo perforado^{-1} Servicios: 0,00001695 kt CO_2.Pozo en producción^{-1}
		CH_4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Producción: 0,0000295 kt $CH_4.10^3$ m^{-3} petróleo Perforación:0,0002965 kt CH_4.Pozo perforado^{-1} Pruebas: 0,0004505 kt CH_4.Pozo perforado^{-1} Servicios: 0,000955 kt CH_4.Pozo en producción^{-1}
		N_2O	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Producción: 0,00000076 kt $N_2O.10^3$ m^{-3} petróleo Perforación: 0 kt N_2O.Pozo perforado^{-1} Pruebas:0,000000584 kt N_2O.Pozo perforado^{-1} Servicios: 0 kt N_2O.Pozo en producción^{-1}
	1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha 1.B.2.cii Quema en antorcha 1.B.2.c.ii.2. Gas	CO_2	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Producción: 0,0014 kt $CO_2.10^6$ m^{-3} gas Procesamiento: 0,00215 kt $CO_2.10^6$ m^{-3} gas crudo Perforación: 0,0009 kt CO_2.Pozo perforado^{-1} Pruebas:0,0795 kt CO_2.Pozo perforado^{-1} Servicios: 0,00001695 kt CO_2.Pozo en producción^{-1}
		CH_4	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Producción: 0,00000088 kt $CH_4.10^6$ m^{-3} gas Procesamiento: 0,0000014 kt $CH_4.10^6$ m^{-3} gas crudo Perforación:0,0002965 kt CH_4.Pozo perforado^{-1} Pruebas:0,0004505 kt CH_4.Pozo perforado^{-1} Servicios: 0,000955 kt CH_4.Pozo en producción^{-1}
		N_2O	Nivel 1	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 4. Cuadro 4.2.5	Producción: 0,000000025 kt $N_2O.10^6$ m^{-3} gas Procesamiento: 0,0000000295 kt $N_2O.10^6$ m^{-3} gas crudo Perforación: 0 kt N_2O.Pozo perforado^{-1} Pruebas:0,000000584 kt N_2O.Pozo perforado^{-1} Servicios: 0 kt N_2O.Pozo en producción^{-1}

La siguiente tabla resume los tipos de datos de actividad considerados para la estimación de las emisiones fugitivas 1.B.2 en la industria del petróleo y gas:

Tabla 77. Segmentos de la industria de petróleo y gas natural considerados en la estimación de las emisiones de GEI de la subcategoría 1B2

Código IPCC de Categoría	Nombre de categoría	Segmento de la industria	Subcategoría	Dato de actividad
1.B.2.a Petróleo				
1.B.2.a.ii.	Producción y modernización	Producción de petróleo	Crudo convencional	Petróleo producido
1.B.2.a.iii.	Transporte	Transporte de gases licuados	Gas licuado de petróleo (GLP)	GLP producido
		Transporte de petróleo	Tuberías	Petróleo transportado por tubería
1.B.2.a.iv.	Refinación	Refinación del petróleo	Todas	Petróleo refinado
1.B.2.b Gas Natural				
1.B.2.b.ii.	Producción y recolección	Producción de gas	Todas	Producción de gas
1.B.2.b.iii.	Procesamiento	Procesamiento del gas	Plantas de gas	Carga de gas crudo
1.B.2.b.iv.	Transmisión y almacenamiento	Transmisión y almacenamiento de gas	Transmisión	Gas Comercializable
		Transmisión y almacenamiento de gas	Almacenamiento	Gas Comercializable
1.B.2.bv	Distribución	Distribución del gas	Todas	Ventas de servicios públicos de gas
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha				
1.B.2.ci Venteo	Petróleo	Producción de petróleo	Crudo convencional	Petróleo producido
	Gas	Procesamiento del gas	Plantas de gas	Carga de gas crudo
		Transmisión y almacenamiento de gas	Transmisión	Gas Comercializable
1.B.2.cii Quema en antorcha	Petróleo	Producción de petróleo	Crudo convencional	Petróleo producido
		Perforación de pozos	Todas	Número de pozos perforados
		Prueba de pozos	Todas	Número de pozos perforados
		Servicios a pozos	Todas	Número de pozos en producción
	Gas Natural	Producción de gas	Todas	Producción de gas
		Procesamiento del gas	Plantas de gas	Carga de gas crudo
		Perforación de pozos	Todas	Número de pozos perforados
		Prueba de pozos	Todas	Número de pozos perforados
		Servicios a pozos	Todas	Número de pozos en producción

3.4.9.2.3 Dato de actividad

Los tipos de datos de actividad utilizados en el cálculo y sus fuentes de información se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 78. Datos de actividad - Petróleo y gas y otras emisiones provenientes de la energía (1.B.2)

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		Dato de actividad	Fuente información dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente	
1.B.2 Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía	1.B.2.a. Petróleo	Producción de petróleo	1990 – 2009	SIPG - UPME	Algunos datos fueron complementados con otras publicaciones de UPME (Boletines estadísticos de minas y energía, Cadena del petróleo, Cadena del Gas natural, Cadena del GLP)
			2010 - 2021	MinEnergía	Fuente de información primaria: Oficina de hidrocarburos – UPME

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		Dato de actividad	Fuente información dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente	
		GLP producido	1990 – 2009	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO
			2010 – 2021	MinEnergía	
		Petróleo transportado por tuberías	1990 – 2009	SIPG - UPME	Algunos datos fueron complementados con otras publicaciones de UPME (Boletines estadísticos de minas y energía)
			2010 – 2021	MinEnergía	Extrapolación estadística teniendo en cuenta la producción de crudo
		Petróleo transportado por tuberías	1990 – 2009	SIPG - UPME	Algunos datos fueron complementados con otras publicaciones de UPME (Boletines estadísticos de minas y energía)
			2010 – 2021	MinEnergía	Extrapolación estadística teniendo en cuenta la producción de crudo
		Petróleo refinado	1990 – 2014	SIPG - UPME	Algunos datos fueron complementados con otras publicaciones de UPME (Boletines estadísticos de minas y energía, Cadena del petróleo, Cadena del Gas natural, Cadena del GLP)
			2010 – 2021	MinEnergía	Fuente de información primaria: Oficina de hidrocarburos – UPME
	1.B.2.b. Gas natural	Producción de gas	1990 – 2006	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO
			2010 – 2021	MinEnergía	Fuente de información primaria: Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH
		Carga de gas crudo en plantas	1990 – 2009	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO
			2010 – 2021	MinEnergía	Fuente de información primaria: Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH
		Gas comercializable	1990 – 2009	BECO – UPME	Corresponde al gas de suministro, gas entregado a gasoducto. Según BECO Oferta interna bruta + exportaciones
			2010 – 2021	MinEnergía	
		Ventas de servicios públicos de gas	1990 – 2009	BECO – UPME	De acuerdo con las indicaciones de las Directrices IPCC, al no tener el valor específico de ventas de servicios públicos, este valor se fija como el gas comercializable menos las exportaciones, lo que corresponde a la oferta interna bruta o demanda nacional de gas.
			2010 – 2021	MinEnergía	

Categorías incluidas en el INGEI serie 1990 a 2021		Dato de actividad	Fuente información dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente	
	1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha 1.B.2.ci Venteo 1.B.2.ci1. Petróleo	Producción de petróleo	1990 – 2009	SIPG - UPME	Algunos datos fueron complementados con otras publicaciones de UPME (Boletines estadísticos de minas y energía, Cadena del petróleo, Cadena del Gas natural, Cadena del GLP)
			2010 – 2021	MinEnergía	Fuente de información primaria: Oficina de hidrocarburos – UPME
	1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha 1.B.2.ci Venteo 1.B.2.ci2. Gas	Carga de gas crudo en plantas	1990 – 2009	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO
			2010 – 2021	MinEnergía	Fuente de información primaria: Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH
		Gas comercializable	1990 – 2009	BECO – UPME	Corresponde al gas de suministro, gas entregado a gasoducto. Según BECO Oferta interna bruta + exportaciones
			2010 – 2021	MinEnergía	
	1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha 1.B.2.cii Quema en antorcha 1.B.2.c.ii. 1. Petróleo	Producción de petróleo	1990 – 2009	SIPG - UPME	Algunos datos fueron complementados con otras publicaciones de UPME (Boletines estadísticos de minas y energía, Cadena del petróleo, Cadena del Gas natural, Cadena del GLP)
			2010 – 2021	MinEnergía	Fuente de información primaria: Oficina de hidrocarburos – UPME
		Número de pozos de petróleo perforados y en producción	1990 – 2009		Datos estimados
			2010 – 2021	MinEnergía	Fuente de información primaria: Oficina de hidrocarburos – UPME
	1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha 1.B.2.cii Quema en antorcha 1.B.2.c.ii. 2. Gas	Producción de gas	1990 – 2006	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO
			2010 – 2021	MinEnergía	Fuente de información primaria: Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH
		Carga de gas crudo en plantas	1990 – 2009	BECO – UPME	Valores actualizados a la más reciente versión del BECO
			2010 – 2021	MinEnergía	Fuente de información primaria: Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH
		Número de pozos de gas natural perforados y en producción	1990 – 2009		Datos estimados
			2010 – 2021	MinEnergía	Fuente de información primaria: Oficina de hidrocarburos – UPME

Tabla 79. Datos de actividad para la categoría 1.B.2 Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
1990	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	915,83	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		222,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		115,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		13.452,16	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	34.311,78	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		25.503,17	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		25.172,42	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	268,30	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	4.163,47	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	4.163,47	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		24,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		24,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		4.934,74	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
1991	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	959,18	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		215,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		112,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		14.236,69	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	34.242,15	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		24.696,59	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		24.777,83	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	283,16	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	4.207,24	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	4.207,24	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		24,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		24,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		4.985,44	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
1992	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	829,59	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		221,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		115,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		13.890,67	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	35.576,78	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		25.439,34	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		26.303,96	10^3 m^3
		Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	284,74	10^6 m^3

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	4.126,77	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	4.126,77	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		24,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		24,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		4.891,29	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
1993	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	793,44	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		228,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		119,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		14.036,20	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	37.456,88	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		26.303,96	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		28.567,04	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	277,47	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	3.738,81	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	3.738,81	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		23,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		23,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		4.731,08	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
1994	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	925,13	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		229,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		119,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		14.304,06	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	38.240,25	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		26.344,58	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		29.443,25	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	269,82	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	3.892,04	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	3.892,04	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		23,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		23,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		4.712,01	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
1995	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.003,84	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		295,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		154,00	Número

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
	Industria del Petróleo	Petróleo Refinado	Refinación		14.871,51	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	54.836,18	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		33.946,20	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		30.621,22	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	262,16	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	4.549,45	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	4.549,45	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		26,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		26,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		5.337,06	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
1996	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.440,33	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		304,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		158,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		16.248,86	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	60.122,50	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		34.990,70	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		30.249,84	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	254,51	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	5.215,04	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	5.215,04	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		30,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		30,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		6.198,74	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
1997	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.422,33	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		329,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		172,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		16.125,90	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	65.867,24	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		37.926,90	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		31.329,16	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	246,86	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	6.372,38	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	6.372,38	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		37,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		37,00	Número

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		7.654,11	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
1998	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.355,29	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		380,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		198,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		16.273,93	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	80.113,04	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		43.776,10	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		29.721,79	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	239,21	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	7.308,20	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	7.308,20	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		40,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		40,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		8.217,06	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
1999	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.447,56	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		411,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		214,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		16.484,86	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	89.275,62	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		47.309,98	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		27.168,57	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	285,55	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	5.322,39	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	5.322,39	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		34,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		34,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		7.121,56	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
2000	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.769,11	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		346,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		180,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		16.877,24	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	76.294,82	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		39.865,03	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		26.704,35	10^3 m^3
		Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	627,08	10^6 m^3

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	6.226,13	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	6.226,13	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		39,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		39,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		8.085,73	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
2001	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.826,79	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		305,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		159,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		17.574,27	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	68.815,05	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		35.071,94	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		26.086,35	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	639,23	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	6.403,92	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	6.403,92	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		41,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		41,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		8.495,45	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
2002	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.787,89	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		291,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		152,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		16.781,90	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	63.726,02	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		33.540,01	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		22.815,91	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	673,87	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	6.574,46	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	6.574,46	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		41,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		41,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		8.573,11	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
2003	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.832,16	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		273,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		142,00	Número

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
	Industria del Petróleo	Petróleo Refinado	Refinación		17.561,15	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	59.635,07	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		31.410,39	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		24.738,95	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	585,50	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	6.359,26	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	6.359,26	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		40,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		40,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		8.301,42	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
2004	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.576,33	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		266,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		139,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		17.876,59	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	61.921,36	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		30.667,64	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		25.224,64	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	568,21	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	6.638,23	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	6.638,23	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		42,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		42,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		8.635,74	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
2005	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.663,35	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		265,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		138,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		17.362,64	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	61.822,71	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		30.510,96	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		26.228,52	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	676,35	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	7.026,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	7.026,00	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		43,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		43,00	Número

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		8.822,13	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
2006	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.520,51	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		266,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		139,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		18.271,24	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	62.553,86	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		30.650,23	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		26.443,22	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	605,77	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	6.856,97	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	6.856,97	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		60,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		60,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		12.463,39	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
2007	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.762,35	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		269,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		140,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		18.169,63	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	60.298,32	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		30.963,00	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		29.839,00	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	867,49	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	7.061,86	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	7.061,86	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		47,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		47,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		9.808,36	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
2008	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.763,35	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		277,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		144,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		18.148,19	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	63.463,73	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		31.880,42	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		31.861,85	10^3 m^3
		Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	547,92	10^6 m^3

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	13.213,09	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	13.213,09	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		54,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		54,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		11.243,35	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
2009	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.186,57	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		396,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		206,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		17.513,75	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	71.675,82	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		45.601,65	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		32.726,46	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	98,31	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		0,00	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	14.088,30	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	14.088,30	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		61,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		61,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		12.619,37	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		0,00	10^6 m^3
2010	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.090,85	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		484,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		305,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		17.080,68	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	13.277,70	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		45.604,01	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		15.667,48	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	6,61	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		11.421,59	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	11.421,59	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	11.421,59	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		17,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		55,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		12.994,83	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		7.437,02	10^6 m^3
2011	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.100,35	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		561,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		292,00	Número

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
	Industria del Petróleo	Petróleo Refinado	Refinación		17.569,20	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	26.907,75	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		53.113,14	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		16.828,03	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	7,81	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		11.021,59	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	11.021,59	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	11.021,59	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		18,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		125,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		13.052,39	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		7.335,42	10^6 m^3
2012	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.155,13	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		580,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		305,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		17.103,62	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	43.856,51	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		54.937,68	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		17.524,37	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	343,22	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		11.849,12	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	11.849,12	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	11.849,12	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		18,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		131,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		14.128,00	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		7.213,87	10^6 m^3
2013	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.167,67	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		774,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		341,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		16.314,92	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	49.225,74	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		58.537,93	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		0,00	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	315,75	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		12.609,17	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	12.609,17	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	12.609,17	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		13,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		55,00	Número

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		15.249,15	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		8.029,66	10^6 m^3
2014	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.100,00	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		741,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		320,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		13.768,11	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	50.801,27	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		57.474,93	10^3 m^3
		Productos Refinados Transportados	Distribución de Productos Refinados		17.524,37	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	319,17	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		13.971,36	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	13.971,36	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	13.971,36	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		32,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		113,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		16.316,59	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		8.399,57	10^6 m^3
2015	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.368,92	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		544,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		342,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		12.875,55	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	52.131,31	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		58.355,56	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	2.217,13	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		10.012,72	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	10.012,72	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	10.012,72	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		7,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		25,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		14.288,12	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		8.103,95	10^6 m^3
2016	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.474,58	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		145,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		97,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		19.224,38	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	46.126,87	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		51.544,88	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	29,18	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		11.093,42	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	11.093,42	10^6 m^3

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
	Industria del Gas Natural	Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	11.093,42	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		3,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		13,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		13.041,37	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		7.657,76	10^6 m^3
2017	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.610,36	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		455,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		233,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		20.051,71	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	46.882,16	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		49.560,24	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	556,33	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		10.914,20	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	10.914,20	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	10.914,20	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		18,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		47,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		12.775,22	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		7.235,69	10^6 m^3
2018	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.005,61	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		527,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		310,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		21.640,46	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	47.628,54	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		50.224,18	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	499,17	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		11.593,82	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	11.593,82	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	11.593,82	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		18,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		45,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		13.402,73	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		7.198,46	10^6 m^3
2019	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.225,32	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		855,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		363,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		21.683,25	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	49.428,47	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		51.404,99	10^3 m^3
		Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	598,10	10^6 m^3

Año	Categoría	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Clasificación 1	Clasificación 2	Valor	Unidad
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		11.803,84	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	11.803,84	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	11.803,84	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		6,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		26,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		13.631,78	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		7.324,89	10^6 m^3
2020	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.263,06	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		214,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		104,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		18.608,95	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	44.238,48	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		45.450,71	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	834,56	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		11.748,04	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	11.748,04	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	11.748,04	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		3,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		17,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		13.277,66	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		7.197,45	10^6 m^3
2021	1.B.2.a Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Petróleo	GLP Producido	Transporte	Gases Licuados	1.396,23	10^3 m^3
		Número de pozos de petróleo perforados	Perforación de Pozos		214,00	Número
		Número de pozos de petróleo en producción	Pozos en Producción		104,00	Número
		Petróleo Refinado	Refinación		20.525,34	10^3 m^3
		Petróleo Transportado	Transporte	Oleoducto	41.209,64	10^3 m^3
		Producción total de petróleo	Producción de Petróleo		42.731,07	10^3 m^3
	1.B.2.b Emisiones Fugitivas Provenientes de la Industria del Gas Natural	Carga de gas crudo en plantas	Procesamiento de Gas	Plantas de Gas	762,83	10^6 m^3
		Gas Natural Distribuido	Distribución de Gas		12.107,14	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Transmisión	12.107,14	10^6 m^3
		Gas Natural Comercializable	Gas Natural Comercializable	Almacenamiento	12.107,14	10^6 m^3
		Número de Pozos de Gas en Producción	Pozos en Producción		3,00	Número
		Número de Pozos de Gas Perforados	Perforación de Pozos		17,00	Número
		Producción de Gas Neta	Producción de Gas		13.395,04	10^6 m^3
		Transporte por Gasoductos	Transmisión y Almacenamiento		7.448,52	10^6 m^3

A nivel nacional se han dado avances normativos en el tema de las emisiones fugitivas en el sector de hidrocarburos. Dentro de las normativas destaca la Resolución 40317 de 2023 "*Por la cual se modifica la Resolución 40066 del 11 de febrero de 2022, mediante la cual se establecen requerimientos técnicos para la detección y reparación de fugas, el aprovechamiento, quema y venteo de gas natural en las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos*", a través de esta resolución se le dan herramientas a la

Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) para la consolidación de información sobre fugas, venteos y teas en los campos petroleros colombianos, basados en la información recolectada y en el trabajo conjunto con ANH se espera poder elaborar factores de emisión nacionales para su incorporación en el inventario nacional de emisiones.

3.4.10 Transporte y almacenamiento de CO_2 (CRT. 1.C)

Como se ha mencionado, las estimaciones de las emisiones de la categoría 1.C no son incluidas en el presente inventario ya que en el país no se desarrollan actividades relacionadas.

4. Procesos industriales y uso de productos (CRT 2)

Autores:

Carlos Andrés Pinzón Correa – Profesional Incertidumbre (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Daniela María Bernal Escobar – Líder INGEI y Profesional sectorial industria (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Natalia Andrea Cifuentes Castellanos - Profesional sectorial energía (IDEAM – PNUD - Fundación Natura).

Agradecimientos:

Ministerio de comercio, industria y turismo: Jenny Alarcón - Consultor. **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:** Daniela Villalba - Consultor, Lorena Torres – Consultora. **Unidad técnica de ozono (UTO)** Consultor, Gina Sánchez - Consultor, Nidia Pabón - Consultor, Leidy Suárez - Coordinadora. **ANDI, Cámara de procultivos:** Maria Helena Latorre Castañeda - Directora Ejecutiva, Ángela María Rodríguez Cortés - Coordinadora Técnico y Regulatorio. **ANDI, Comité Colombiano de Productores de Acero:** Daniel Rey Suárez - Director Comité Colombiano de Productores de Acero. **Cerro Matoso SA:** Alexandra Castro - Especialista ambiental, Alejandra Echeverri - Líder ambiental. **Clarios:** Carlos Romero - Jefe EHS Multisite. **DANE:** Andrea Ramírez - Directora Técnica. Dirección de Metodología y Producción Estadística. **Ecopetrol:** Paola Medina - Profesional Cambio Climático, Oscar Muñoz -Profesional Cambio Climático. **Monómeros SA:** Brayaham Villa - Gerente técnico. **PROCEMCO:** Manuel Lascarro - Director General, Gustavo Beltrán - Jefe de gestión gremial**. World Steel Association:** Adam Szewczyk - Head, Data Management.

El presente capítulo aborda las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6), provenientes de los Procesos industriales y uso de productos (IPPU, por sus siglas en inglés, *Industrial Process and Product Use*). Estas emisiones son causadas por los procesos productivos de la industria colombiana, el uso de algunos productos y por los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles (Harnisch, Kojo Agye, et al., 2006).

El sector IPPU se divide en ocho categorías, de las que seis son consideradas dentro del INGEI (Ver Figura 96). Las emisiones de la categoría 2.E. Industria electrónica no ocurren en el país y las emisiones de 2.H. Otros, se tienen en cuenta en la estimación carbono negro y contaminantes criterio (Capítulo 8 del presente documento).

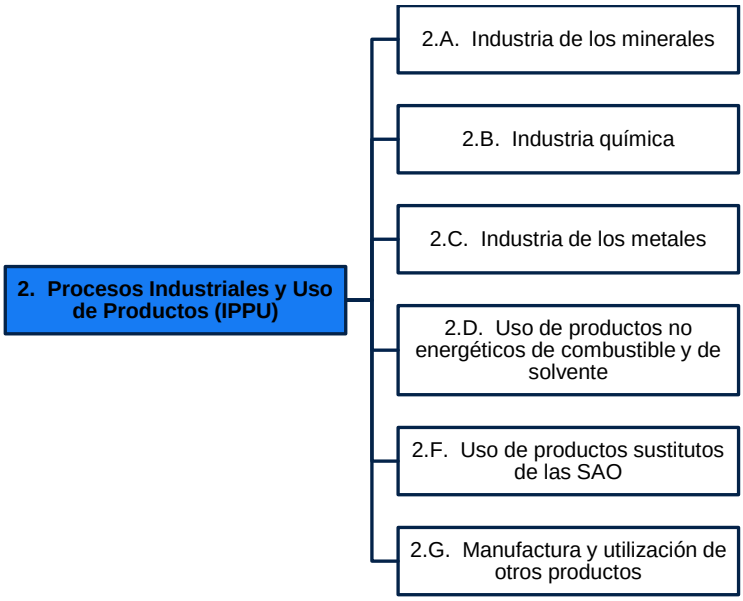


Figura 96. Categorías estimadas en el sector IPPU

En el año 2021 la industria representó el 11,2% del PIB nacional, con una participación significativa de los siguientes sectores productivos (DANE, 2024):

- Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados, plásticos y caucho sintético en formas primarias; fabricación de otros productos químicos; fabricación de fibras sintéticas y artificiales; fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico (15,14% del PIB de las Industrias manufactureras).
- Fabricación de otros productos minerales no metálicos (9,15% del PIB de las Industrias manufactureras).
- Preparación, hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles; fabricación de otros productos textiles, Confección de prendas de vestir (8,32% del PIB de las Industrias manufactureras).
- Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos de bovinos, bufalinos, porcinos y otras carnes n.c.p[7].; procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos de aves de

[7]Las siglas n.c.p., indican “No clasificado previamente” en la clasificación de actividades económicas

corral y procesamiento y conservación de pescados, crustáceos y moluscos (7,66% del PIB de las Industrias manufactureras).
- Fabricación de productos metalúrgicos básicos; fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo (7,37% del PIB de las Industrias manufactureras).

Se resalta que el PIB de las industrias manufactureras del año 2019 al 2020 presentó un decrecimiento del 7,53%, por la contracción económica causada por la pandemia de COVID-19, la cual afectó principalmente a las empresas dedicadas a la elaboración de productos de café, curtido y recurtido de cuero, fabricación de calzado, artículos de viaje, maletas, teñido de pieles y similares, fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques y equipos de transporte, la industria de coquización, refinación de petróleo y mezcla de combustibles y la industria textil. Sin embargo, entre el año 2020 y 2021 presentó un incremento del 24,71%, resultado de los esfuerzos por reactivar la economía nacional (DANE, 2024).

Teniendo en cuenta la estrecha relación de la industria manufacturera con el sector de construcción, éste también presentó una contracción en el PIB en el año 2020 del 27,41%, recuperándose solo al 6,02% en el año 2021 con una participación del 4,21% del PIB nacional (DANE, 2024).

Es importante resaltar que dentro del sector IPPU, la producción de cemento (2.A.1) y el uso de sustancias sustitutas de las SAO en refrigeración y aire acondicionado (2.F.1), son categorías clave de acuerdo con los métodos 1 y 2 tanto en evaluación de nivel como de tendencia.

Así mismo, las categorías que aportan en mayor medida a la incertidumbre del sector son: 2.G con la incertidumbre de la subcategoría 2.G.1. Equipos electrónicos (±79,06% en promedio), principalmente por la incertidumbre asociada al factor de emisión de SF6 (±75%); la categoría 2.D, que posee una incertidumbre promedio de ±49,56%, relacionada principalmente con las estimaciones de CO_2 de la subcategoría 2.D.2. Uso de cera de parafina y la categoría 2.C, cuya incertidumbre promedio para la serie de tiempo es de ±24,02%, relacionada principalmente con las estimaciones de CO_2 de la subcategoría 2.C.5. Producción de plomo.

En general, el sector ha experimentado una reducción en la incertidumbre, principalmente debido a una mejora en la calidad de los datos de actividad. Por ejemplo, en el caso de (2.A.1), la incertidumbre ha disminuido del 25% entre 1990 y 2012 al 20% entre 2013 y 2021 por confiabilidad del método de reporte. Al mismo tiempo, la incertidumbre del sector está mayormente influenciada por la incertidumbre de los fatores de emisión, que son más altos que los de los de datos de actividad. Por ejemplo, en el caso de 2.G.1, la incertidumbre del factor de emisión supera a la de los datos de actividad.

En relación con la incertidumbre del inventario nacional para el año 2021, considerando las emisiones netas, el sector IPPU contribuye con un 0,06% a la incertidumbre total, generando además en este un rango de variación de ±0,005%.

En la siguiente tabla se realiza un resumen de las subcategorías, los GEI estimados por cada una de ellas y los niveles metodológicos aplicados, siguiendo las Directrices del IPCC 2006:

Tabla 80. Subcategorías, GEI estimados y nivel metodológico en el sector de IPPU

Categoría	Subcategoría	GEI estimados	Nivel metodológico
2.A. Industria de los minerales	2.A.1. Producción de cemento	CO_2	Nivel 1
	2.A.2. Producción de cal	CO_2	Nivel 2
	2.A.3. Producción de vidrio	CO_2	Nivel 2
	2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos - 2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	CO_2	Nivel 2
2.B. Industria química	2.B.1. Producción de amoníaco	CO_2	Nivel 1
	2.B.2. Producción de ácido nítrico	N_2O	Nivel 1
	2.B.4. Producción de caprolactama	N_2O	Nivel 1
	2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo – 2.B.8.b. Etileno	CO_2, CH_4	Nivel 1
	2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo – 2.B.8.c. Monómero cloruro de vinilo	CO_2, CH_4	Nivel 1
	2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo – 2.B.8.f. Negro de humo	CO_2, CH_4	Nivel 1
2.C. Industria de los metales	2.C.1. Producción de hierro y acero	CO_2, CH_4	Nivel 1

Categoría	Subcategoría	GEI estimados	Nivel metodológico
	2.C.2. Producción de ferroaleaciones	CO_2	Nivel 1
	2.C.5. Producción de plomo	CO_2	Nivel 1
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	2.D.1. Uso de lubricantes	CO_2	Nivel 1
	2.D.2. Uso de cera de parafina	CO_2	Nivel 1
2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, HFC-236fa, PFC-14, PFC-116	Nivel 1a
	2.F.2. Agentes espumantes	HFC-227ea, HFC-245fa, HFC-365mfc	Nivel 1a
	2.F.3. Protección contra incendios	HFC-125, HFC-227ea, HFC-236fa	Nivel 1a
	2.F.4. Aerosoles	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-43-10mee	Nivel 1a
	2.F.5. Solventes	HFC-134a	Nivel 1a
	2.F.6. Otras aplicaciones	HFC-152a	Nivel 1a
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	2.G.1. Equipos eléctricos – 2.G.1.b. Uso de equipos eléctricos	SF_6	Nivel 1

Como se observa en la tabla previa no se estiman todas las categorías del sector. En Colombia no se tiene registro de producción de ácido adípico, glioxal, ácido glioxílico, carburo de silicio, carburo de calcio, dióxido de titanio, ceniza de sosa, metanol, óxido de etileno, acrilonitrilo, sustancias o mezclas fluoroquímicas, hidrógeno, metales de tierras raras, entre otros. Por tanto, no ocurren emisiones de GEI por su fabricación nacional y se registran con la clave de notación “NO” en las tablas de reporte común (CRT) del sector.

De acuerdo con el Servicio Geológico Colombiano (SGC), en el país se cuenta con una reserva de 400 t de arcilla bauxítica principalmente en Cauca y Valle, de la que se pueden extraer 30.000 t de bauxita al año para elaboración de productos químicos y refractarios de consumo interno. De esta roca sedimentaria se puede obtener alúmina por el proceso Bayer con soda cáustica y de allí, reducir la alúmina a aluminio por electrólisis (Rosas García & SGC, 1987). Éste constituye un proceso primario de aluminio, sin embargo, es necesario mapear si en Colombia se realiza esta producción o únicamente se realiza producción secundara de aluminio, por esta razón se indica como “NE” en las CRT del sector.

Así mismo ocurre con el zinc y el magnesio, ya que según el SGC en el país se explotan minerales de zinc como la esfalerita en una escala muy reducida (1.200 t/año en Junín, Cundinamarca), cuya explotación depende de los precios del mercado y del descubrimiento de nuevos yacimientos, incluso se menciona la transformación del mineral fuera del país (Wokittel & SGC, 1957). Por otro lado, en Colombia también se explotan bajas cantidades de magnesita en Bolívar y Santa Marta, de la que se puede obtener óxido de magnesio por calcinación y magnesio metálico por la reducción del óxido o la electrólisis del cloruro de magnesio (Espinosa Baquero & SGC, 1987).

En resumen, se sabe que en Colombia se explotan los minerales de base para obtener Al, Mg y Zn pero no se cuenta con información específica que indique que se emplean directamente para tal fin y no sus intermedios. Respecto a la producción de estos metales a partir de chatarra, es muy viable que se produzca Al y Zn, ya que algunos gestores de residuos afirman que en Colombia se realiza reciclaje de metales como el hierro, acero, aluminio, cobre, bronce, níquel y zinc. Razón por la que se hace necesario a través del RESPEL y el RUA manufacturero del IDEAM identificar los gestores de residuos metálicos y mapear los procesos de transformación, aprovechamiento o su destino final.

Es así como junto al aluminio, la producción de zinc y magnesio se presentan como “NE” en las CRT del sector. Para más información diríjase a las tablas sectoriales anuales en las CRT (Tabla2(I), Tabla2(I)A-H).

De otro lado, no se cuenta con información debidamente mapeada que permita estimar las emisiones de SF6 y PFC por uso de otros productos (2.G.2) u otras emisiones de N_2O producto de otros usos (2.G.3), como las aplicaciones médicas o como propulsor para productos a presión y aerosoles. Por lo tanto, son categorías no estimadas dentro del INGEI. De igual forma ocurre con la producción de cerámicas (2.A.4.a), en la que se emplean carbonatos que generan emisiones, que por falta de información no se han estimado.

En la sección 1.5.5 del Capítulo 1, se presenta el resumen de las categorías no estimadas y las posibles acciones de mejora.

4.1 Emisiones del sector IPPU – año 2021

En la Tabla 81, se presentan las emisiones para el año 2021, desglosadas por categoría y subcategoría. Para dicho periodo se estimaron las emisiones del sector IPPU en 11.721,47 kt CO_2eq.

Tabla 81. Emisiones de GEI del sector IPPU en el año 2021

Emisiones (kt CO_2eq)																		
Categorías IPCC 2006	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**HFC-23**	**HFC-32**	**HFC-125**	**HFC-134a**	**HFC-143a**	**HFC-152a**	**HFC-227ea**	**HFC-236fa**	**HFC-245fa**	**HFC-365mfc**	**HFC-43-10mee**	**PFC-14**	**PFC-116**	**SF_6**	**Emisiones totales**
2. Procesos Industriales y Uso de Producto2 - Procesos Industriales y Uso de Productos	**6.666,65**	**7,05**	**629,57**	**0,29**	**102,39**	**1.126,84**	**1.923,25**	**888,22**	**2,69**	**44,26**	**0,3**	**0,07**	**129,98**	**NO**	**0,14**	**0,12**	**199,63**	**11.721,47**
2.A. Industria de los minerales	**5.186,30**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**5.186,30**
2.A.1. Producción de cemento	4.794,32	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4.794,32
2.A.2. Producción de cal	180,01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	180,01
2.A.3. Producción de vidrio	107,04	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	107,04
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	104,93	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	104,93
2.A.4.a. Cerámicas	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE
2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	104,93	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	104,93
2.A.4.c. Producción de magnesia no metalúrgica	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.A.4.d. Otros	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B. Industria Química	**484,85**	**6,74**	**629,57**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**1.121,17**
2.B.1. Producción de amoníaco	181,71	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	181,71
2.B.2. Producción de ácido nítrico	NA	NA	629,57	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	629,57
2.B.3. Producción de ácido adípico	NO	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.4. Producción de caprolactama. glioxil y ácido glioxílico	NA	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.4.a. Caprolactama	NA	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.4.b. Glioxal	NO	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.4.c. Ácido glioxílico	NO	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.5. Producción de carburo	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.5.a. Carburo de silicio	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.5.b. Carburo de calcio	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.6. Producción de dióxido de titanio	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.7. Producción de ceniza de sosa	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO

Emisiones (kt CO_2eq)																		
Categorías IPCC 2006	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**HFC-23**	**HFC-32**	**HFC-125**	**HFC-134a**	**HFC-143a**	**HFC-152a**	**HFC-227ea**	**HFC-236fa**	**HFC-245fa**	**HFC-365mfc**	**HFC-43-10mee**	**PFC-14**	**PFC-116**	**SF_6**	**Emisiones totales**
2.B.8 Producción petroquímica y de negro de humo	303,14	6,74	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	309,89
2.B.8.a Metanol	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.8.b. Etileno	39,81	6,40	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	46,21
2.B.8.c. Dicloruro de etileno y monómero cloruro de vinilo	116,54	0,25	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	116,79
2.B.8.d. Óxido de etileno	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.8.e. Acrilonitrilo	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.8.f. Negro de humo	146,79	0,09	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	146,89
2.B.8.g. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.B.9 - Producción fluoro química	NA	NA	NA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.10. Producción de hidrógeno	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO
2.B.11. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.C Industria de los metales	**971,76**	**0,31**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NO**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NO**	**NO**	**NO**	**972,06**
2.C.1. Producción de hierro y acero	755,64	0,31	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	755,94
2.C.1.a. Acero	724,43	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	724,43
2.C.1.b. Fundición en bruto	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.C.1.c. Hierro de reducción directa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.C.1.d. Sinterizado	31,21	0,31	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	31,52
2.C.1.e. Pellets	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.C.1.f. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	212,06	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	212,06
2.C.3. Producción de aluminio	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NO	NO	Ne
2.C.4. Producción de magnesio	NE	NA	NA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NE
2.C.5. Producción de plomo	4,05	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4,05
2.C.6. Producción de zinc	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE
2.C.7. Tierras raras	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO

Emisiones (kt CO_2eq)																		
Categorías IPCC 2006	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**HFC-23**	**HFC-32**	**HFC-125**	**HFC-134a**	**HFC-143a**	**HFC-152a**	**HFC-227ea**	**HFC-236fa**	**HFC-245fa**	**HFC-365mfc**	**HFC-43-10mee**	**PFC-14**	**PFC-116**	**SF_6**	**Emisiones totales**
2.C.8. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	**23,75**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**23,75**
2.D.1. Uso de lubricantes	0,09	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0,09
2.D.2. Uso de cera de parafina	23,66	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	23,66
2.D.3. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.E. Industria electrónica	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NO**	**NO**
2.E.1. Circuitos integrados o semiconductores	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NO
2.E.2. Pantalla plana tipo TFT	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NO
2.E.3. Fotovoltaica	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NO
2.E.4. Fluido caloportador	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NO
2.E.5. Sistemas microelectromecánicos (MEMS)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NO
2.E.6. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NO
2.F - Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	**NA**	**NA**	**NA**	**0,29**	**102,39**	**1.126,84**	**1.923,25**	**888,22**	**2,69**	**44,26**	**0,30**	**0,07**	**129,98**	**NO**	**0,14**	**0,12**	**NA**	**4.218,56**
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	NA	NA	NA	0,29	102,39	1.121,11	1.819,34	888,22	NO	NO	0,30	NA	NA	NA	0,14	0,12	NA	3.931,92
2.F.1.a. Refrigeración comercial	NA	NA	NA	NO	0,36	318,62	208,94	505,62	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NO	NO	NA	1.033,54
2.F.1.b. Refrigeración doméstica	NA	NA	NA	NO	NO	4,78	328,60	NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NO	NO	NA	333,38
2.F.1.c. Refrigeración industrial	NA	NA	NA	0,29	9,05	273,10	39,63	366,95	NO	NO	0,30	NA	NA	NA	0,14	0,12	NA	689,57
2.F.1.d. Refrigeración del transporte	NA	NA	NA	NO	0,62	11,71	34,32	15,65	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NO	NO	NA	62,29
2.F.1.e. Aire acondicionado móvil	NA	NA	NA	NO	NO	NO	1.144,67	NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NO	NO	NA	1.144,67
2.F.1.f. Aire acondicionado estacionario	NA	NA	NA	NO	92,36	512,91	63,19	NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NO	NO	NA	668,46
2.F.2. Agentes espumantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NA	NO	40,74	NA	NO	129,89	NA	NA	NA	NA	170,63
2.F.3. Protección contra incendios	NA	NA	NA	NO	NA	5,73	NO	NA	NA	3,52	NO	NA	NA	NA	NO	NA	NA	9,25
2.F.4. Aerosoles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	103,91	NA	NO	NO	NA	0,07	0,09	NO	NA	NA	NA	104,07
2.F.5. Solventes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NO	NO	NO	NA	NA	NA	0,00
2.F.6. Otras aplicaciones	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NA	2,69	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NA	2,69

Emisiones (kt CO_2eq)																		
Categorías IPCC 2006	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**HFC-23**	**HFC-32**	**HFC-125**	**HFC-134a**	**HFC-143a**	**HFC-152a**	**HFC-227ea**	**HFC-236fa**	**HFC-245fa**	**HFC-365mfc**	**HFC-43-10mee**	**PFC-14**	**PFC-116**	**SF_6**	**Emisiones totales**
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	**NA**	**NA**	**NE**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NE**	**NE**	**199,63**	**199,63**
2.G.1. Equipos eléctricos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	199,63	199,63
2.G.2. SF6 y PFCs de otros usos de productos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NE
2.G.2.a. Aplicaciones militares	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NE
2.G.2.b. Aceleradores	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NE
2.G.2.c. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NE
2.G.3. N2O de usos de productos	NA	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE
2.G.3.a. Aplicaciones médicas	NA	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE
2.G.3.b. Propulsor para productos presurizados y aerosoles	NA	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE
2.G.3.c. Otros	NA	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE
2.G.4. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.H. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2.H.1. Industria de pulpa y el papel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.H.2. Industria de alimentos y bebidas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.H.3. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Como se observa en la Figura 97, las categorías con mayor participación en las emisiones de GEI del sector IPPU en el año 2021 son 2.A. Industria de los minerales (44,25%) y 2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (35,99%), seguidos por 2.B. Industria química (9,57%) y 2.C. Industria de los metales (8,29%).

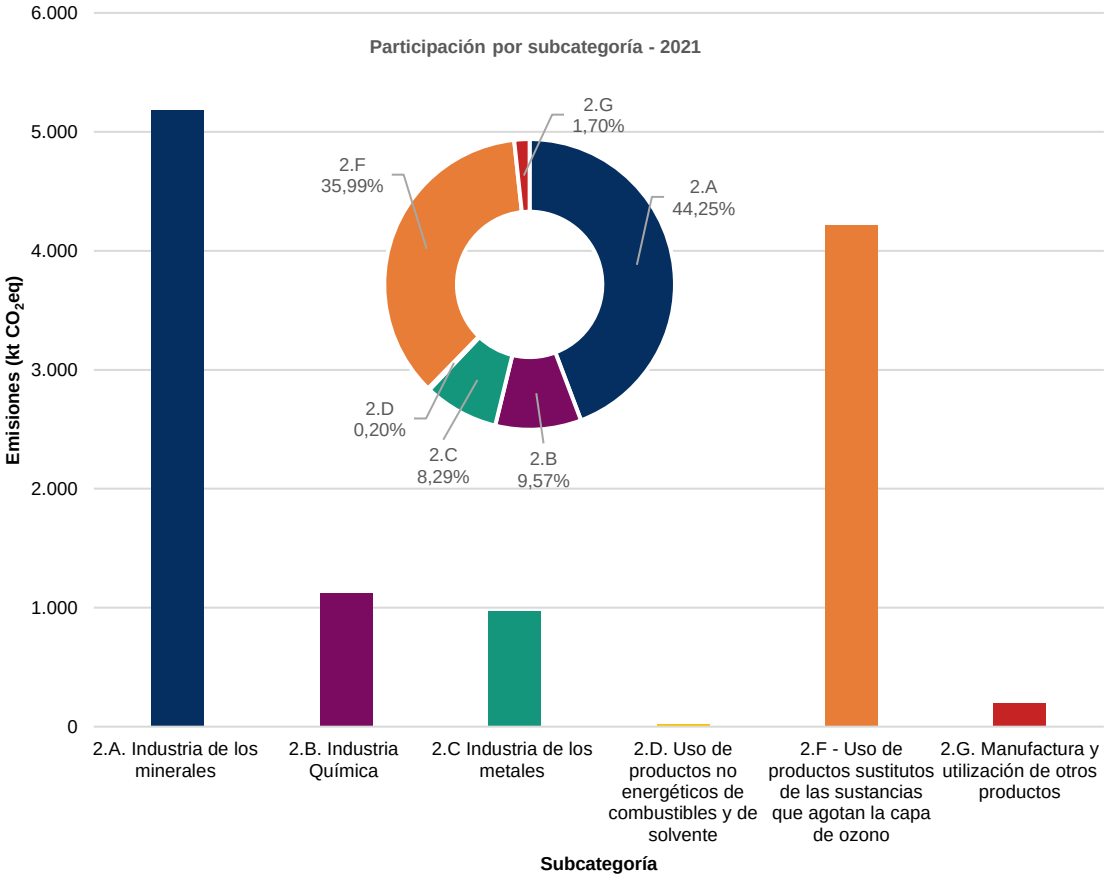


Figura 97. Emisiones del sector IPPU por categorías para el año 2021

En la Figura 98, se muestra la participación por subcategorías en las emisiones del año 2021 del sector IPPU. La producción de cemento (2.A.1.) genera las mayores emisiones (40,90%), seguido por el uso de sustitutos SAO (Sustancias agotadoras de la capa de ozono) en los equipos de refrigeración y aire acondicionado (2.F.1. - 33,54%). También se destacan las emisiones totales de la producción de hierro y acero (2.C.1. – 6,45%) y ácido nítrico (2.B.2. - 5,37%).

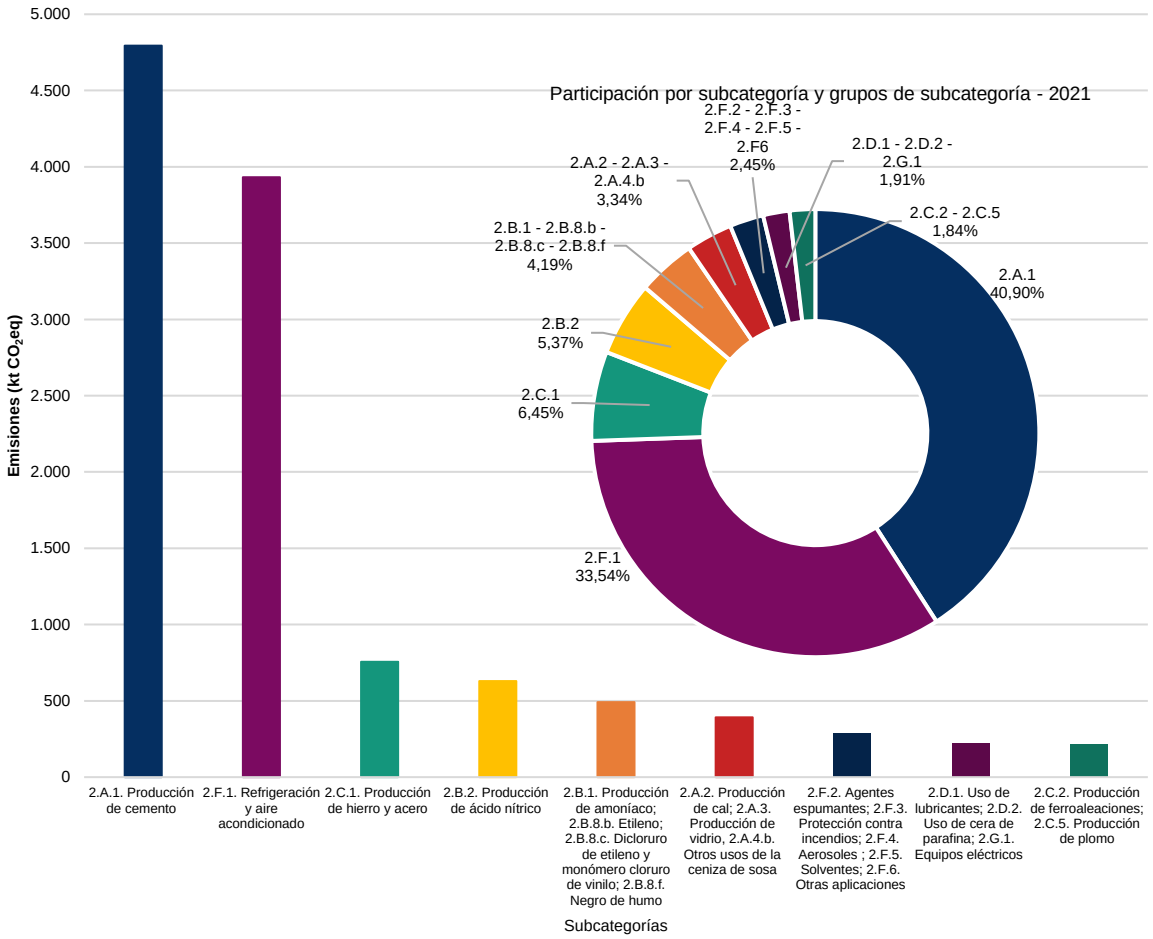


Figura 98. Emisiones del sector IPPU por subcategorías y grupos de subcategorías para el año 2021

En relación con lo anterior, en el sector de IPPU el 56,88% de las emisiones en el año 2021 fueron de CO_2, el 35,99% de HFC, el 5,37% de N_2O, el restante 1,76% corresponde a emisiones de SF6, CH_4 y PFC (Ver Figura 99).

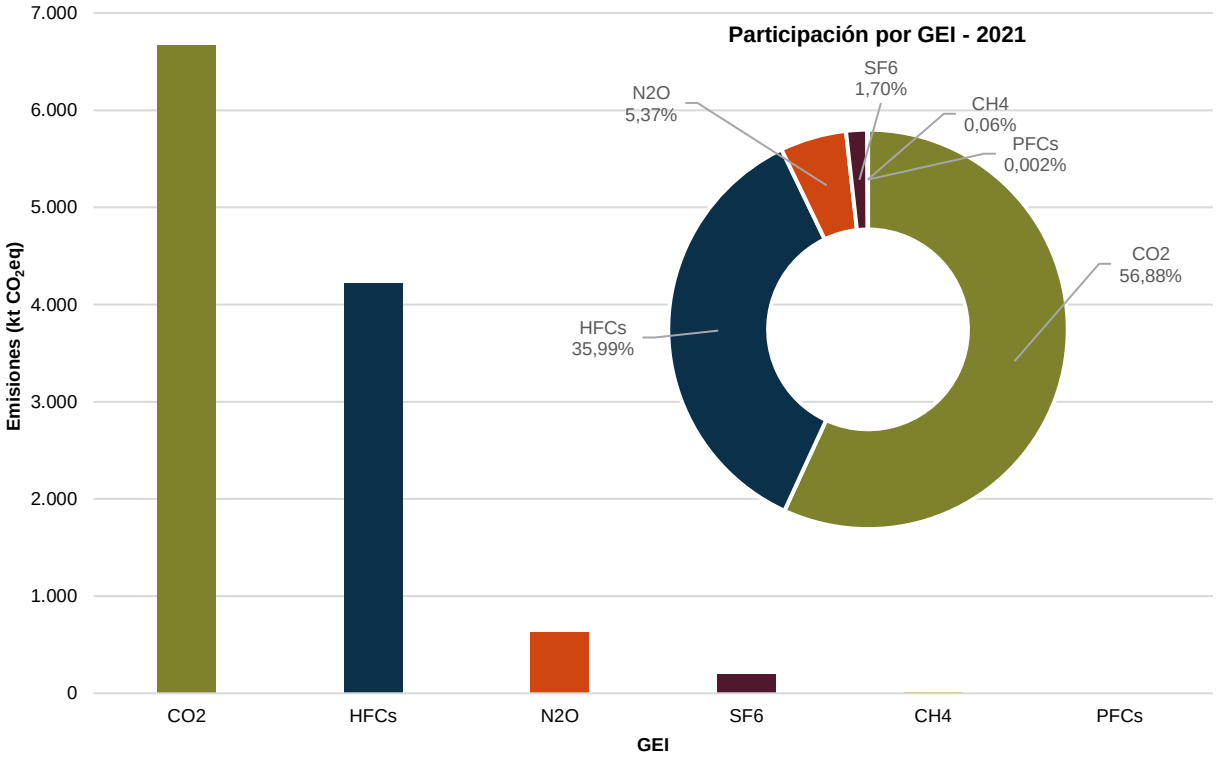


Figura 99. Emisiones del sector IPPU por tipo de GEI en el año 2021

Tendencia de las emisiones del sector IPPU (1990-2021)

La tendencia de las emisiones del sector IPPU para la serie de tiempo 1990-2021 se presenta en la Figura 101 por subcategoría y en la Figura 102 por tipo de GEI.

Es de resaltar que, históricamente la industria de los minerales (2.A), representa el 60,24% de las emisiones de los procesos industriales y usos de productos (IPPU), seguido por las emisiones por el uso de sustitutos de las SAO (2.F) con el 13,93% y la industria química (2.B) con el 12,62% y de los metales (2.C) con el 11,50% (Ver Figura 100).

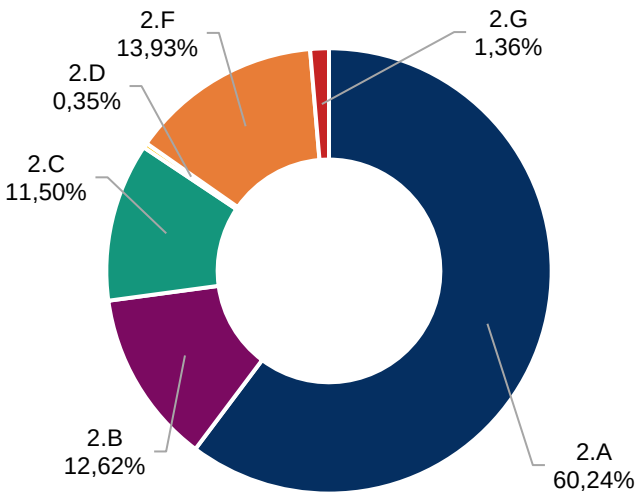


Figura 100. Participación promedio histórica por categoría en las emisiones del sector IPPU (1990-2021)

Durante el periodo estimado, el promedio de emisiones del sector IPPU es de 6.893,03 kt CO_2eq, con un valor de 4.124,19 kt CO_2eq para el año 1990 y 11.721,47 kt CO_2eq para 2021, que representa un incremento del 184,21% a una tasa de crecimiento anual compuesta[8] de 3,43%.

Si bien la Figura 101, muestra una tendencia creciente de emisiones, también se presentan periodos de reducción debido a crisis económicas que afectaron la actividad industrial nacional. Por ejemplo, entre 1997 y 1999, Colombia enfrentó una de sus peores crisis económico-financiera, originada por un desequilibrio financiero y fiscal, la expansión de la deuda pública (apetito por el crédito), el auge de operaciones de alto riesgo y la confianza en que las tasas de interés de los créditos de vivienda se mantendrían dentro de los parámetros de la UPAC (Unidad de poder adquisitivo constante).

Lo anterior causó el desplome del PIB en un periodo de recesión que desembocó en una reestructuración de la política monetaria y cambiaria del país y un estatuto regulatorio para el crédito de vivienda. De esta forma se sustituyó el UPAC por el UVR (Unidad de valor real) para calcular el costo de los créditos de vivienda (Banco de la República de Colombia, 2024; Perez-Reyna, 2015).

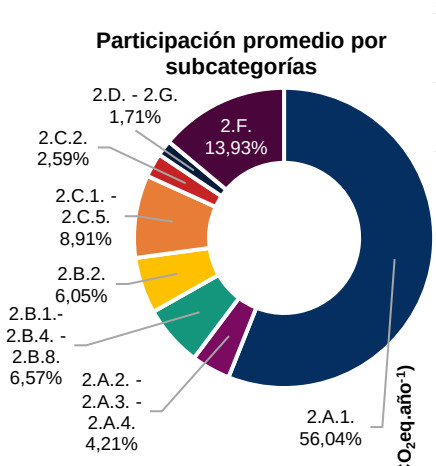
Por su parte, la desaceleración económica de Colombia entre 2008 y 2009, tiene relación con la Gran Crisis originada en Estados Unidos por la crisis crédito-hipotecaria, el incremento del precio del petróleo, la disminución de remesas, entre otros, que en el país causaron una desaceleración del crecimiento del PIB respecto al 2007, debilitamiento del crecimiento del sector construcción, incremento de la inflación y afectaciones al mercado laboral y al poder adquisitivo de los hogares (Chols Torres, 2021). De forma similar entre el año 2015 y 2016, también se observó una desaceleración económica nacional por el desplome de los precios de los hidrocarburos, devaluación de la moneda colombiana y reducción del poder adquisitivo. En el año 2020, el sector productivo también se vio afectado por los efectos de la pandemia de COVID-19 y los periodos de aislamiento, que permitieron operar únicamente a ciertos sectores asociados al sector salud. El sector de construcción no fue priorizado y por ende la demanda de materiales como minerales, metales, entre otros, fue menor a lo habitual. Mientras que el uso de otros materiales como las velas, veladoras y

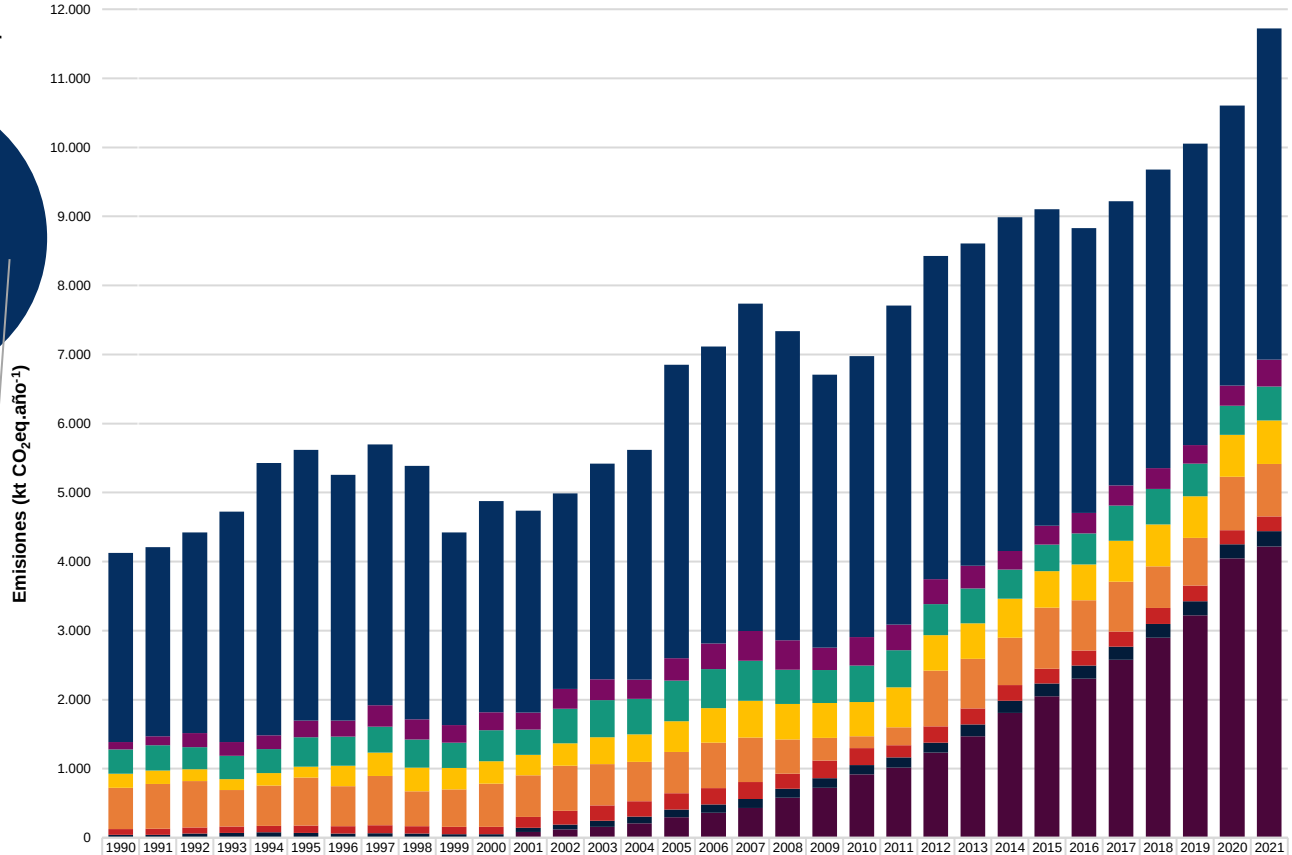
[8] Se emplea la tasa de crecimiento anual compuesta para conocer la variación de determinada variable en el periodo de tiempo estimado.

cirios, derivados de la parafina o los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, incrementaron su consumo o uso, elevando así las emisiones generadas.

La información anterior influencia directamente las actividades industriales al afectar la oferta y demanda de materiales fabricados y/o empleados en la industria colombiana. Se resalta que la mayor participación promedio en las emisiones la tiene el sector de producción de cemento (2.A.1) con el 56,04%, seguido del sector del uso de sustancias sustitutos de las SAO (2.F.) con el 13,93%, siendo esta última la categoría que presenta el mayor crecimiento desde el 2001, año en que se empezaron a cuantificar los consumos de HFC y PFC (Ver Figura 101).

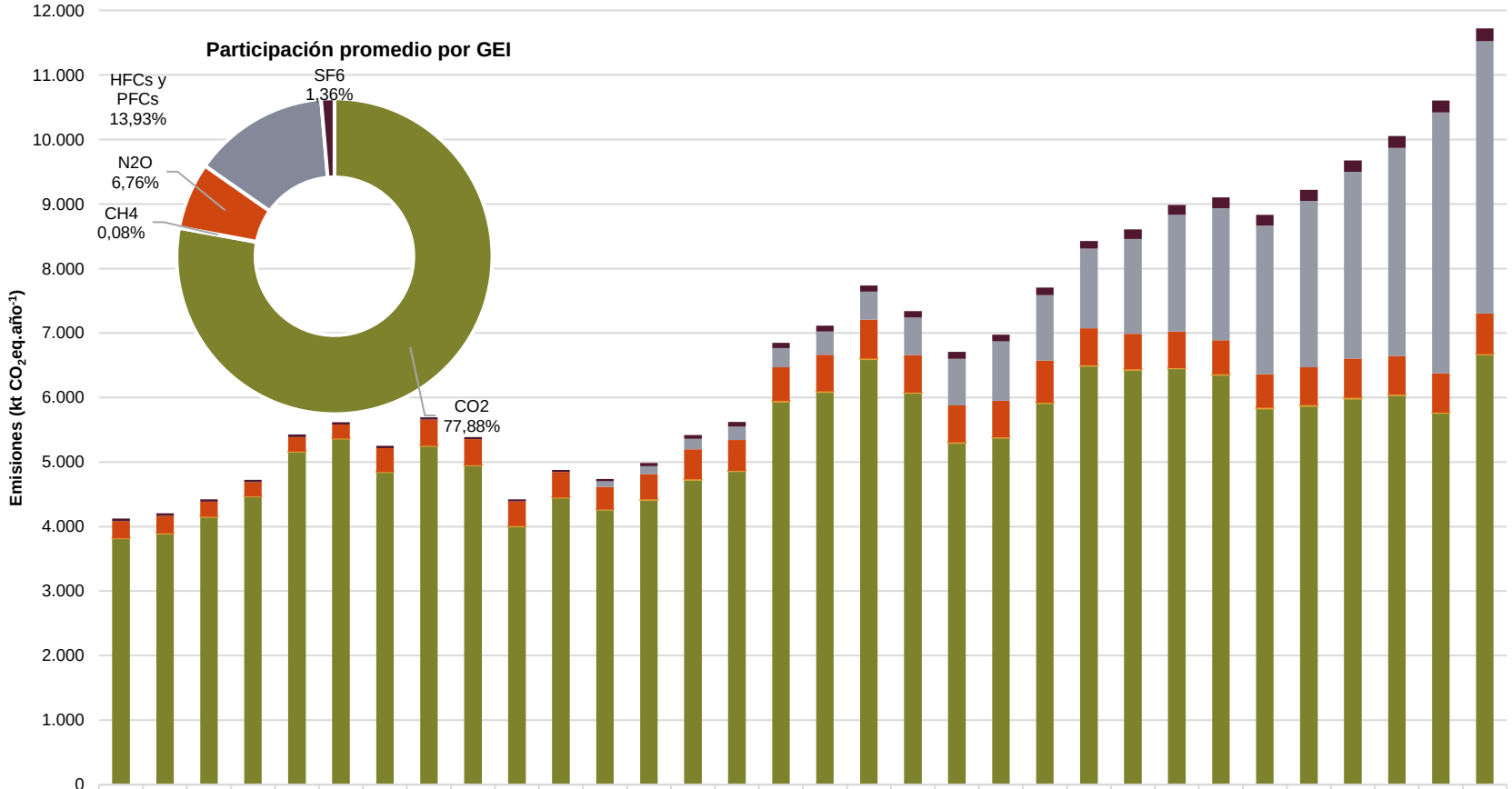
En referencia a la participación de cada GEI en las emisiones del sector IPPU (Ver Figura 102) históricamente el CO_2 realiza la mayor contribución con el 77,88%, debido a los procesos de calcinación de carbonatos en la industria de los minerales, seguido de los HFC y PFC con una participación de 13,93%, consumidos principalmente en el sector de refrigeración y aire acondicionado. Por último, el N_2O contribuye con un 6,76%, asociado a emisiones en la industria química.





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2.A.1 Cemento	2.740	2.737	2.907	3.339	3.945	3.920	3.555	3.777	3.674	2.788	3.057	2.926	2.829	3.123	3.328	4.249	4.300	4.741	4.479	3.955	4.072	4.618	4.680	4.669	4.834	4.585	4.124	4.115	4.321	4.365	4.054	4.794
2.A.2 Cal; 2.A.3 Vidrio; 2.A.4 Otros usos carbonatos	107	128	204	197	200	244	235	307	290	255	262	246	289	300	282	323	370	432	424	324	412	373	364	326	268	272	296	293	304	271	294	392
2.B.1 Amoníaco; 2.B.4 Caprolactama; 2.B.8 Petroquímica y negro de humo	351	367	320	339	349	425	421	379	411	365	449	366	501	538	513	589	568	582	496	481	525	537	449	504	420	384	453	510	515	472	421	492
2.B.2 Ácido nítrico	202	196	171	161	179	157	297	337	340	313	327	297	325	391	400	447	498	531	516	502	500	581	512	515	567	528	518	590	608	601	606	630
2.C.1 Hierro y acero; 2.C.5 Plomo	601	646	671	527	584	694	581	714	508	543	625	604	650	597	569	596	659	646	499	332	170	260	810	720	687	883	727	722	601	689	777	760
2.C.2 Ferroaleaciones	83	91	91	91	94	111	103	113	105	103	103	157	202	225	221	237	239	246	214	252	244	174	235	233	225	215	220	220	233	227	201	212
2.D Uso productos no energéticos ; 2.G Manufactura y uso de otros productos	42	41	60	71	78	68	62	67	61	53	53	61	67	84	100	110	118	127	130	139	134	147	142	171	178	187	189	192	200	203	206	223
2.F Uso de sustitutos SAO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	123	160	207	298	362	432	581	725	920	1.017	1.235	1.469	1.807	2.047	2.303	2.575	2.895	3.224	4.045	4.219

Figura 101. Tendencia de emisiones de GEI del sector IPPU por subcategoría (1990-2021)



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
SF6	42	41	36	38	40	39	38	37	34	30	28	38	49	59	72	83	90	95	97	106	106	119	118	148	157	166	167	172	179	185	185	200
HFCs y PFCs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	123	160	207	298	362	432	581	725	920	1.017	1.235	1.469	1.807	2.047	2.303	2.575	2.895	3.224	4.046	4.219
N2O	264	269	234	217	225	216	368	405	405	385	398	352	394	466	475	521	570	607	583	572	567	651	575	551	567	528	518	590	608	601	606	630
CH4	0,36	0,39	0,39	0,35	0,33	0,54	0,45	0,51	0,41	0,43	0,48	0,44	8,22	8,22	6,56	9,53	7,53	8,51	6,65	6,53	6,92	6,43	7,21	8,48	7,35	10,46	12,32	11,73	11,02	7,73	5,06	7,05
CO2	3.818	3.896	4.153	4.469	5.163	5.362	4.847	5.252	4.949	4.004	4.449	4.265	4.412	4.723	4.858	5.936	6.086	6.593	6.071	5.298	5.376	5.914	6.491	6.430	6.449	6.350	5.829	5.869	5.983	6.035	5.763	6.666

Figura 102. Tendencia de emisiones del sector IPPU por GEI (1990-2021)

4.2 Industria de los minerales (CRT. 2.A.)

4.2.1 Descripción de la categoría

En la industria de los minerales se contabilizan las emisiones de CO_2, provenientes del uso y producción de una gran variedad de materias primas carbonatadas. La principal fuente de generación ocurre en los procesos de calcinación de los compuestos carbonatados que se lleva a cabo a elevadas temperaturas. Es importante aclarar que las emisiones de GEI asociadas a los usos energéticos de combustibles y biomasa se contabilizan y reportan en el sector de Energía (Subcategoría 1.A.2) (Hanle et al., 2006).

En la siguiente figura se muestran las subcategorías estimadas en la industria de los minerales en el INGEI:

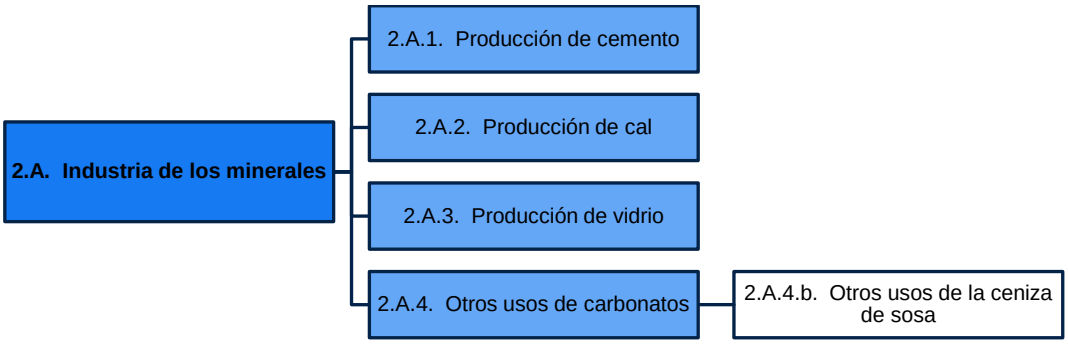


Figura 103. Subcategorías estimadas en 2.A. Industria de los minerales

De acuerdo con la Agencia Nacional de Minería (ANM), el derecho a explorar o explotar los recursos mineros del país se concede a través de los títulos mineros de la ANM. De los 114 millones de hectáreas del territorio colombiano, el 5% están tituladas para la actividad minera, de ellas el 2,2% está en fase de exploración, el 1,6% está en construcción y montaje y el 1,1% en explotación. El país cuenta con 9.602 títulos mineros con 312 tipos de minerales. Los materiales de construcción son los más explotados con el 57%, seguido por el carbón con un 17%, los metales preciosos con 11%, calizas 5% y minerales industriales 4% (ANM, 2024). En los últimos años la explotación de minas y canteras ha representado el 7,16% del PIB de Colombia (DANE, 2024).

4.2.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

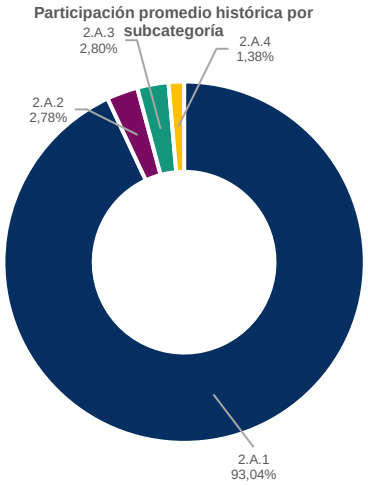
Las emisiones promedio anuales para la categoría 2.A. Industria de los minerales corresponden a 4.152,65 kt CO_2eq (correspondientes sólo a emisiones de CO_2) con una participación histórica de 60,24% en las emisiones de IPPU, considerándose así el sector con mayor participación. La emisión más baja se registró en el año 1990 (2.846,70 kt CO_2eq) con una participación del 69,02% en las emisiones totales del sector IPPU; en contraste, las emisiones más altas se presentaron en el año 2021 (5.186,30 kt CO_2eq) con una participación del 44,25% de las emisiones del sector IPPU. La variación entre el primer y el último año de la serie temporal es del 82,19%, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,95%.

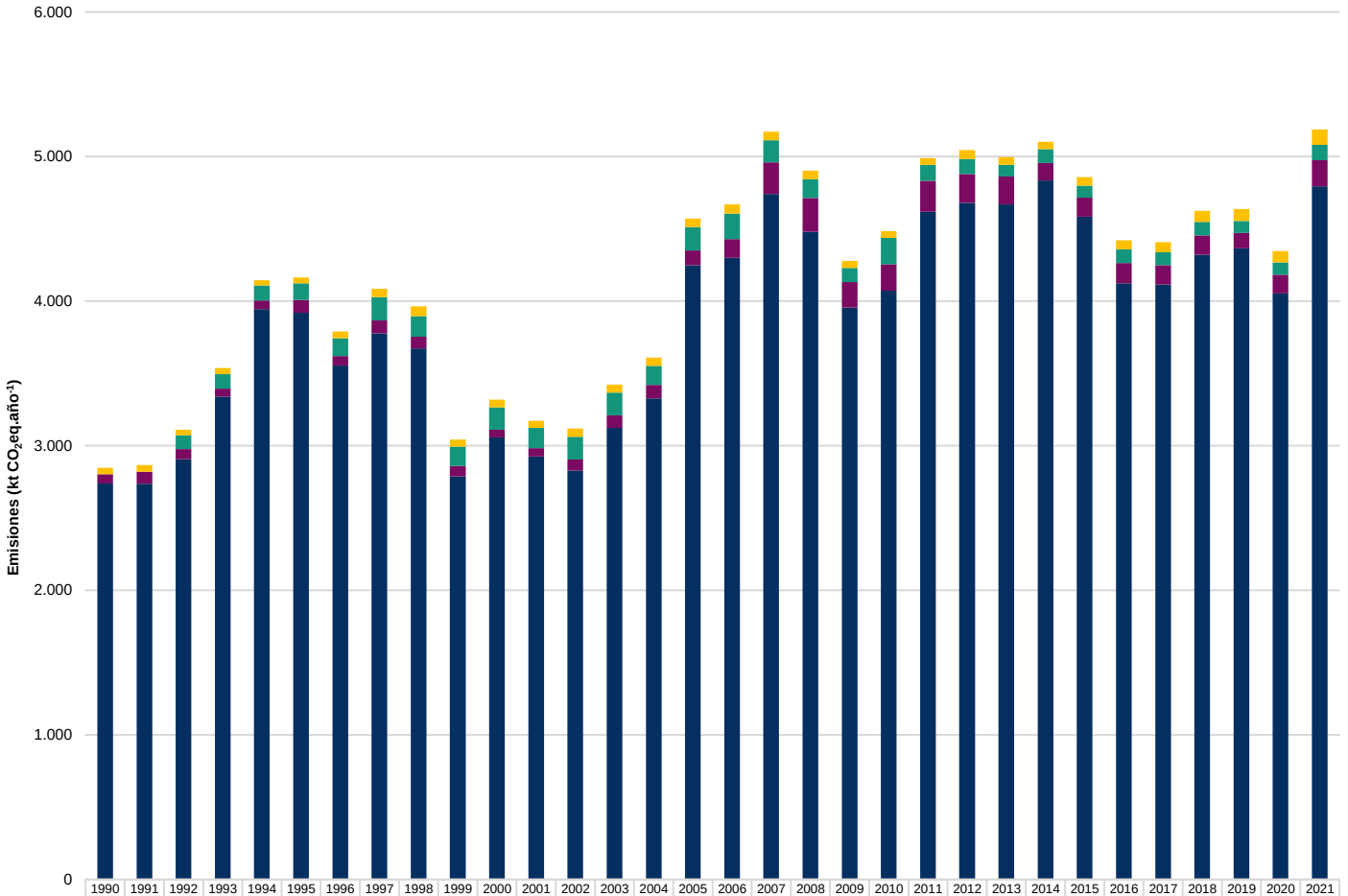
De acuerdo con la Tabla 82, las emisiones predominantes en la categoría 2.A., corresponden a la subcategoría de producción de cemento (2.A.1) con una participación promedio histórica de 93,04% (Ver Figura 104), que influencia directamente el comportamiento de la emisión en la serie temporal, ya que sus emisiones dependen directamente de la dinámica del sector de construcción, que es susceptible al comportamiento de la economía nacional. Este aspecto se discutirá con mayor detalle en la descripción de la subcategoría.

Tabla 82. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 2.A. Industria de los minerales y sus subcategorías

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
2.A. Industria de los minerales	**2846,70**	**4164,17**	**3318,76**	**4571,42**	**4483,51**	**4857,24**	**4347,46**	**5186,30**
2.A.1. Producción de cemento	2739,65	3920,40	3056,77	4248,91	4071,85	4585,28	4053,81	4794,32
2.A.2. Producción de cal	62,80	89,05	53,87	102,70	183,29	131,01	128,71	180,01
2.A.3. Producción de vidrio	0,00	113,14	155,67	160,44	182,90	82,89	86,17	107,04
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	44,24	41,58	52,44	59,38	45,47	58,06	78,76	104,93

En la Figura 104, se aprecia una tendencia creciente en las emisiones de 1990 a 1997, seguido de un periodo de decrecimiento que solo mostró indicios de recuperación hasta el 2004-2005, esto se asocia con la crisis hipotecaria de 1999. Posteriormente, el decrecimiento de las emisiones durante 2008-2009, tuvo relación con la tensión financiera de la época, y entre 2015 y 2016, se debió a la desaceleración económica nacional. Un patrón similar se repitió en 2020 con la pandemia por el COVID-19.





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2A4 Otros usos de los carbonatos	44	45	39	41	35	42	46	56	68	49	52	49	57	55	57	59	64	61	60	48	45	47	61	52	51	58	61	69	78	83	79	105
2A3 Vidrio	0	0	96	101	105	113	123	161	142	135	156	141	158	157	131	160	177	153	129	98	183	111	104	80	95	83	95	90	92	81	86	107
2A2 Cal	63	84	69	55	60	89	66	90	80	71	54	56	75	87	94	103	129	218	235	177	183	215	199	194	122	131	139	134	134	107	129	180
2A1 Cemento	2.740	2.737	2.907	3.339	3.945	3.920	3.555	3.777	3.674	2.788	3.057	2.926	2.829	3.123	3.328	4.249	4.300	4.741	4.479	3.955	4.072	4.618	4.680	4.669	4.834	4.585	4.124	4.115	4.321	4.365	4.054	4.794

Figura 104. Tendencia de emisiones de GEI 2.A. Industria de los minerales por subcategoría, 1990-2021

4.2.3 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que algunas fuentes de información no poseen los datos requeridos para estimaciones de emisiones de GEI a 2022. Este es el caso de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del Departamento Administrativo Nacional de estadística (DANE) que provee los datos de producción por tipo de cal (cal viva, cal dolomita, cal hidratada), los materiales a base de vidrio (vidrio plano, botellas, fibra de vidrio) y el consumo de carbonato de sodio, ya que para la fecha de cierre de estimaciones no contaba con el instrumento de información actualizado para el año 2022.

Sin embargo, para las Estadísticas de Cemento Gris (ECG), el DANE cuenta con la información de producción de cemento gris hasta el año 2022. E igualmente, PROCEMCO, reportó los datos de importación de clínker de 2014 a 2022.

La necesidad en torno a esta flexibilidad radica en el fortalecimiento de capacidades técnicas, financieras y tecnológicas y la articulación entre el IDEAM y los sectores económicos para que todas las entidades proveedoras de información, obtengan sus reportes para el inventario de emisiones en el tiempo requerido y con el nivel de detalle especificado.

Se debe tener en cuenta que de acuerdo con las MPG, los ciclos de inventario serán bianuales y que el último año de estimación no debe superior a los dos años del periodo de reporte. Por tal motivo, cada Parte miembro de la CMNUCC y el Acuerdo de París, puede emplear las técnicas estadísticas aprobadas por el IPCC para completar la estimación de emisiones en la serie de tiempo requerida.

En este sentido, dentro del plan de mejora para las flexibilidades en el Capítulo 9 del presente reporte, se plantea fomentar la articulación entre los sectores productivos y el IDEAM y emplear las técnicas de empalme establecidas por el IPCC (superposición parcial, datos sustitutos, interpolación, extrapolación de tendencias, otros – Volumen 1. Capítulo 5. Directrices IPCC 2006), para completar la estimación con una brecha de tiempo de dos años en el siguiente ciclo (1990-2024) y los datos faltantes de importación de clínker (1990-2009) y la producción de vidrio (1990-1991).

Dada la falta de información histórica para los datos mencionados, Colombia también se acoge a la flexibilidad descrita en el párrafo 57 de la Decisión 18/CMA.1, relacionada con la completitud de la serie de tiempo, sobre la que también se aplica el plan de mejora descrito en el Capítulo 9.

4.2.4 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

En la Tabla 83 se presentan los resultados de incertidumbre para la categoría 2.A. A lo largo de los años se observa una disminución ligera y constante, donde en el año 1990 la incertidumbre fue de ±24,57% y en el año 2021 fue de ±19,12%.

Para el período 1990-2021 la incertidumbre promedio es de ±22,48%, con una reducción porcentual de 22,17%. Esta reducción en la incertidumbre se atribuye principalmente a una mejora en la calidad de los datos de actividad. Esto se refleja especialmente con la validación de los datos de actividad en años recientes, por ejemplo, los datos de producción de cemento pasaron de tener 25% de incertidumbre para el periodo 1990-2012 a 20% en el periodo 2013-2021, ya que se elimina el uso del supuesto relacionado con la proporción de clínker de origen nacional y se emplean los datos de importaciones desde el 2013. Excepto para 2.A.4. donde la incertidumbre de los datos de actividad y factor de emisión se mantuvo constante.

En la categoría 2.A. únicamente existen emisiones de CO_2, por lo cual no se presenta un análisis de incertidumbre segregado por GEI. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre es 2.A.4 con un valor promedio de ±50,25%. Para la categoría 2.A. la incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada por la incertidumbre del dato de actividad de las subcategorías, como se muestra en la siguiente tabla:

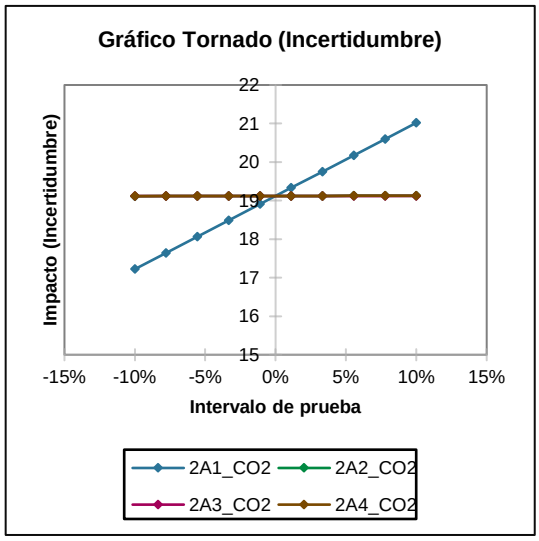
Tabla 83. Resultados de incertidumbre – Industria de los minerales (2A)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
2.A. industria de los minerales	CO_2	24,57	24,02	23,52	23,73	23,24	19,50	19,27	19,12	DA
2.A.1. producción de cemento	CO_2	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	20,62	20,62	20,62	DA
2.A.2. producción de cal	CO_2	45,93	31,96	34,93	31,98	40,39	33,11	31,91	31,78	DA
2.A.3. producción de vidrio	CO_2	NE	20,30	21,77	21,12	23,55	25,07	22,48	23,15	DA
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	CO_2	50,25	50,25	50,25	50,25	50,25	50,25	50,25	50,25	DA

En la Figura 105, se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías y su estimación por GEI, sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 2A1_CO_2 es el más sensible con una contribución del 99% a la incertidumbre total de la categoría 2.A. debido a que presenta las mayores emisiones.

Las emisiones de esta subcategoría tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 2A, contribuyendo a un aumento promedio de hasta 1,90% en los intervalos de incertidumbre total. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 17,22% y 21,02%.

a)



b)

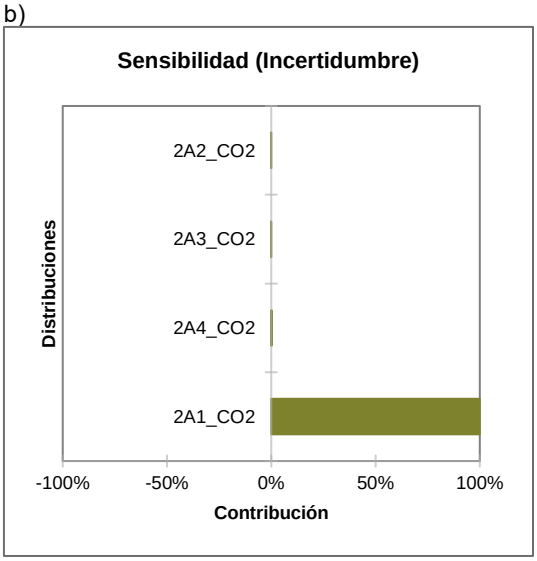


Figura 105. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Industria de los minerales (2A) para el 2021

4.2.5 AC/CC y verificación de la categoría

Siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de control y aseguramiento de calidad, para la estimación de emisiones en la industria de los minerales (2.A), se realizaron algunas actividades transversales como:

- La verificación de tendencia de los datos de actividad con las fuentes de información.
- Se realizó la verificación del registro de bases de datos y cálculo año a año con respecto al consolidado del sector.

- Se realizó la revisión de la tendencia de emisiones de la subcategoría, justificando las variaciones representativas.
- Se revisaron las variaciones en los resultados obtenidos para las emisiones de las subcategorías con respecto al reporte anterior (BUR3).
- Se realizó la socialización de resultados de emisiones del sector en talleres de divulgación para el fortalecimiento de capacidades e identificación de opciones de mejora.

Particularmente para el sector de producción de cemento (2.A.1), se realizaron actividades importantes como:

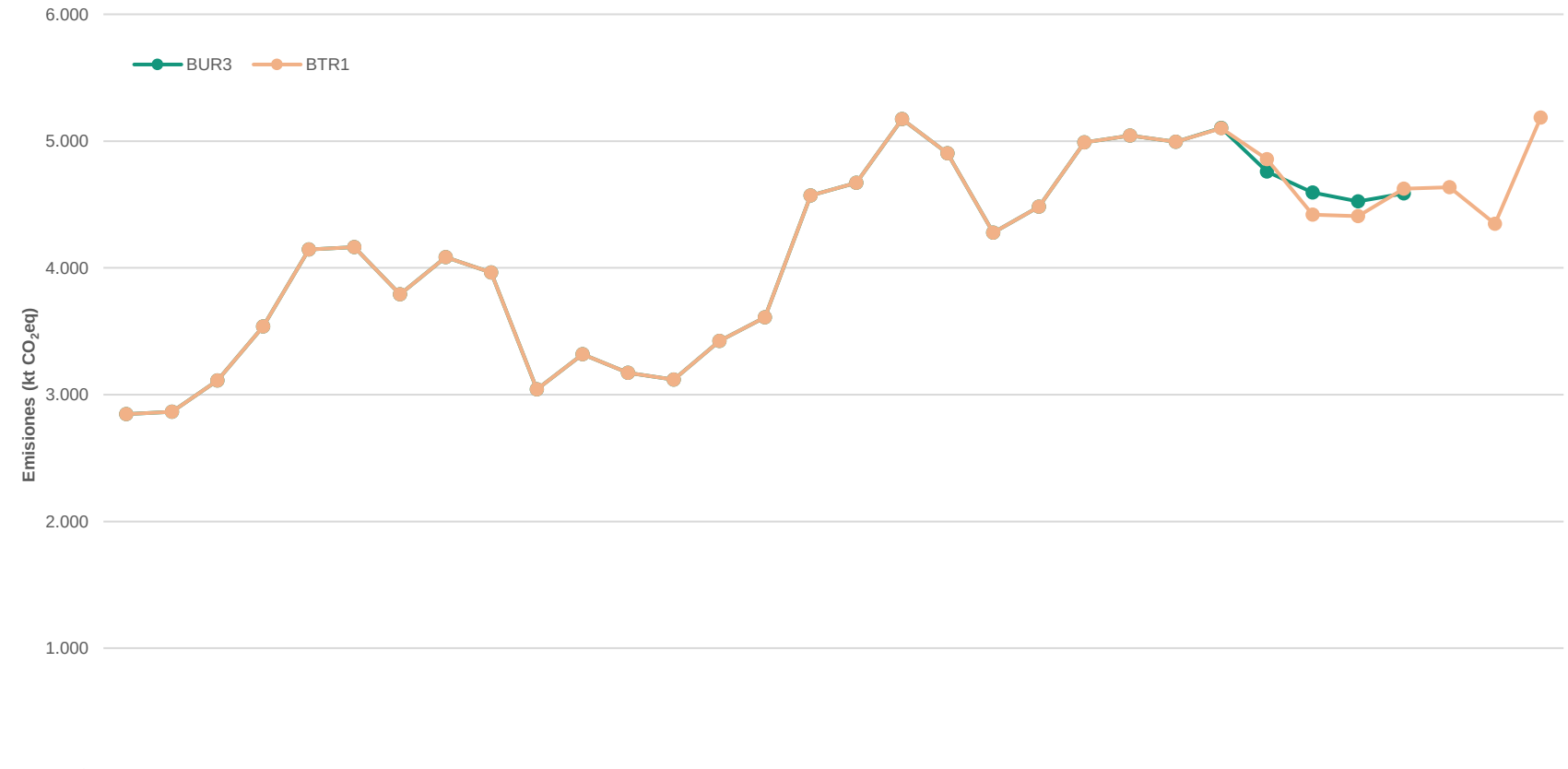
- Con respecto al reporte anterior (BUR3), se eliminó el uso del supuesto de proporción de clínker de origen nacional ya que se accedió a los datos de importación de clínker (2013-2021).
- Se realizó la comparación del resultado de las emisiones con los reportes del sector en las mesas técnicas lideradas por MinComercio, PROCEMCO y FICEM para establecer la metodología de seguimiento a los avances en la línea estratégica de mitigación en el marco del cumplimiento de la NDC. Siendo los resultados favorables ya que, aunque se emplean metodologías con diferentes alcances, los resultados no presentan variaciones significativas.

.

4.2.6 Recálculos de la categoría

Si bien, la estimación de emisiones para 2.A.2, 2.A.3 y 2.A.4 no presenta recálculos, si se presenta una variación promedio de -3,46% entre 2014 y 2018 para la industria de los minerales (2.A), relacionada con el ajuste del cálculo de las emisiones de CO_2 por la producción de cemento sustituyendo los datos de importación de clínker a partir de supuestos, por los datos reportados por la agremiación sectorial (PROCEMCO) entre 2013 y 2021. También, se realiza una actualización de la producción de cemento gris para el año 2018, utilizando la información proveniente de las Estadísticas de Cemento Gris (ECG) del DANE. Se resalta que la participación promedio de la subcategoría 2.A.1. Producción de cemento, es de 1,64% sobre las emisiones nacionales.

En la siguiente figura se resume la diferencia en la estimación de emisiones para la industria de los minerales (2.A):



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	2847	2866	3111	3536	4145	4164	3790	4085	3964	3043	3319	3172	3118	3423	3610	4571	4670	5173	4903	4278	4484	4991	5044	4995	5103	4759	4593	4523	4587			
BTR1	2847	2866	3111	3536	4145	4164	3790	4085	3964	3043	3319	3172	3118	3423	3610	4571	4670	5173	4903	4278	4484	4991	5044	4995	5102	4857	4420	4408	4625	4636	4347	5186

Figura 106. Recálculos 2.A. Industria de los minerales

4.2.7 Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría, que se enfoca en la creación de capacidades técnicas con la articulación con los sectores productivos para incrementar el nivel metodológico de estimación (Nivel 2 o 3), reducir la incertidumbre y lograr la participación del sector público, privado y la academia en la construcción del inventario.

Tabla 84. Plan de mejora para 2.A. Industria de los minerales

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
2.A.1 Producción de cemento	Lograr obtener la información requerida para estimar las emisiones de la subcategoría con un nivel superior (Nivel 2 o 3) con el apoyo y participación de las empresas productoras, su gremio (PROCEMCO) y MinComercio como entidad de enlace.	Continuar las mesas técnicas en el marco del seguimiento a la medida de mitigación del sector, para realizar el monitoreo al comportamiento de las emisiones en relación con las medidas implementadas por el sector.	x					Corto	IDEAM - Empresas del sector - PROCEMCO - MinComercio - MinAmbiente	Ejecución
		Establecer acuerdos entre el IDEAM y las empresas productoras de cemento, para facilitar la transferencia de información continua (acuerdos interinstitucionales, acuerdos de confidencialidad, memorandos de entendimiento, u otros).		x	x			Mediano	IDEAM - Empresas del sector - PROCEMCO - MinComercio - MinAmbiente	Planeación
		Lograr la estimación de las emisiones en nivel superior (Nivel 2 o 3) o incluso adoptar la metodología de estimación del sector al INGEI.		x	x	x	x	Mediano	IDEAM - Empresas del sector - PROCEMCO - MinComercio - MinAmbiente	Planeación
	Completar la serie de tiempo en referencia a los datos de importación de clínker (1990-2012)	Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo en referencia a los datos de importación de clínker previo al 2013	x		x	x	x	Corto	IDEAM - Empresas del sector - PROCEMCO - MinComercio - MinAmbiente	Planeación
	Reducir la incertidumbre de la emisión como categoría clave de IPPU	A través del fortalecimiento de la interoperabilidad con el sector lograr reducir la estimación de incertidumbre con el acceso oportuno a la información detallada para estimar las emisiones en un nivel superior. Capacitar a los sectores, agremiaciones y empresas en la importancia y forma de estimar la incertidumbre y alentarlos a incluirla en el reporte de información.		x	x		x	Mediano	IDEAM - Empresas del sector - PROCEMCO - MinComercio - MinAmbiente	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
2.A.2 Producción de cal	Fortalecer los datos tomados de la EAM del DANE, como instrumento estadístico de muestreo nacional, con el mapeo de los productores de cal, incluyendo aquellas empresas que realizan su producción para consumo propio en otros procesos productivos sin fines de comercialización.	Realizar un estudio de identificación de las empresas productoras de cal en el país para comercialización o auto consumo con apoyo de la academia, en el que se recolecte información sobre el tamaño de la empresa, su locación, cantidad producida, uso final (comercialización o auto consumo), tipo de cal, etc., identificando posibles fuentes de información como el RUA u otras bases de datos empresariales.	x	x	x			Mediano	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio – Universidades - DANE	Planeación
	Si bien para esta subcategoría se tiene un Nivel 2 de estimación de emisiones, es importante establecer factores de emisión nacionales por el tipo de cal producida.	Realizar un estudio de investigación nacional para identificar, diagnosticar y alentar a las empresas productoras de cal y sus cooperativas a avanzar en la estimación de factores de emisión por tipo de material.		x	x		x	Largo	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - Universidades	Planeación
	Completar la serie de tiempo en referencia a los datos de producción de cal por tipo para los periodos en los que no se cuente con la información (2022, o aquellos en futuros reportes).	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años acorde con las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.	x		x	x	x	Corto	IDEAM - Empresas del sector – DANE - MinComercio - MinAmbiente	Planeación
2.A.3. Producción de vidrio	Lograr incrementar el nivel metodológico de estimación de la emisión de la subcategoría con el apoyo de las empresas productoras y MinComercio y MinAmbiente como entidades de enlace.	Establecer espacios de trabajo con las empresas productoras de vidrio en el país con apoyo de MinComercio y MinAmbiente, en los que se socialice la importancia del inventario y su participación como proveedores de información. Establecer acuerdos entre las entidades que permitan la transferencia de información respetando la confidencialidad en el marco del INGEI. Acceder a datos específicos de planta (tipo de carbonato consumido, masa de		x	x			Mediano	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
		carbonato consumido, fracción de calcinación alcanzada para el carbonato) para incrementar el nivel de estimación de la emisión mediante el establecimiento de un plan de trabajo con las empresas productoras.								
	Completar la serie de tiempo en referencia a los datos de producción de vidrio para los periodos en los que no se cuente con la información (1990, 1991, 2022, o aquellos en futuros reportes).	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años acorde con las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.	x		x	x	x	Corto	IDEAM - Empresas del sector – DANE - MinComercio - MinAmbiente	Planeación
2.A.4.b Otros usos de la ceniza de sosa	Determinar factores de emisión propios por uso identificando la fracción calcinada de ceniza de sosa que emite GEI y la fracción no calcinada. Identificar otros usos de carbonatos que no estén contemplados en el INGEI.	Realizar una investigación del estado del arte de usos de ceniza de sosa en el país con el apoyo de grupos de investigación, la academia o agremiaciones que permitan obtener información sobre factores de emisión nacionales por tipo de uso del carbonato de sodio. Identificar si las empresas productoras de vidrio reportan el consumo de ceniza de sosa en la EAM, de ser así, solicitar a la empresa la cantidad consumida y descontarla del total de ceniza de sosa reportado en la EAM ya que debe declararse en la fuente respectiva donde se consume.	x	x	x	x		Mediano	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente - Universidades - Grandes consumidores de ceniza de sosa	Planeación
	Completar la serie de tiempo en referencia a los datos de consumo de carbonato de sodio para los periodos en los que no se cuente con la información (2022, o aquellos en futuros reportes).	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años acorde con las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.	x		x	x	x	Corto	IDEAM - Empresas del sector – DANE - MinComercio - MinAmbiente	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

4.2.8 Subcategoría: 2.A.1 Producción de cemento

i. Descripción de la subcategoría

El cemento es un material de construcción finamente molido y de endurecimiento hidráulico empleado como conglomerante o aglutinante por sus propiedades de adherencia y cohesión, está formado por caliza, arcillas calcinadas, componentes inorgánicos no metálicos previamente molidos que se endurecen y fraguan al entrar en contacto con el agua por las reacciones de hidratación. Una vez endurecido, el material conserva su solidez, resistencia y durabilidad al entrar en contacto con el aire o el agua (Sprung, 2008).

A nivel mundial, China es el principal productor de cemento con 2,4 millones de toneladas métricas fabricadas en el 2021 con una capacidad de clínker de 2,0 millones de toneladas métricas, seguido por India con 0,35 millones de toneladas métricas con capacidad de clínker de 0,28 millones de toneladas métricas. También se destacan países productores de cemento como Vietnam, Estados Unidos, Turquía y Brasil (Statista, 2023; World Population Review, 2024). Si bien globalmente el consumo de cemento también es liderado por China, India y Estados Unidos, en Latinoamérica son Brasil, México, Colombia y Argentina los países con mayor demanda (FICEM, 2021; International Cement Review, 2022).

La producción de cemento involucra la extracción, preparación y calcinación de las materias primas para la obtención de clínker, una mezcla intermedia de materiales calcáreos, arcillosos y otros materiales que se procesan en hornos a altas temperaturas (1450-1480°C), siendo el componente básico para obtener el cemento hidráulico, luego de mezclarse con yeso o anhidruro. Los principales componentes del clínker son CaO, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 y MgO[9]. También puede contener elementos traza como metales alcalinos, sulfatos y cloruros, los cuales deben ser monitorizados (Sprung, 2008).

De los materiales calcáreos (compuestos por carbonatos de calcio y magnesio, extraídos de la caliza y dolomita) se forman los óxidos de calcio (CaO) y magnesio (MgO) en los procesos de calcinación en los que también se genera CO_2, por tanto, en la producción de cemento se contabilizan dichas emisiones asociadas a la producción de clínker (Hanle et al., 2006). A continuación, se muestran las reacciones de calcinación:

$$CaCO_3 \rightarrow \mathrm{CaO} + \mathrm{CO_2}$$

$$MgCO_3 \rightarrow \mathrm{MgO} + \mathrm{CO_2}$$

Si bien en Colombia existen diferentes empresas productoras de cemento como Cemex, Argos, Holcim, Cementos Tequendama, Cementos San Marcos, Ultracem y Cementos del Oriente (Hernández Calderón & Nieves de la Hoz, 2015). Para efectos del INGEI, solo se contemplan aquellas empresas que producen clínker nacional, ya que es en este proceso productivo donde se generan las emisiones de GEI.

En la siguiente figura se presenta la tendencia de emisiones en la producción de cemento:

[9] CaO: Oxido de calcio, SiO_2: Dióxido de silicio, Al_2O_3: Alúmina u Oxido de aluminio, Fe_2O_3: Óxido férrico y MgO: Oxido de magnesio

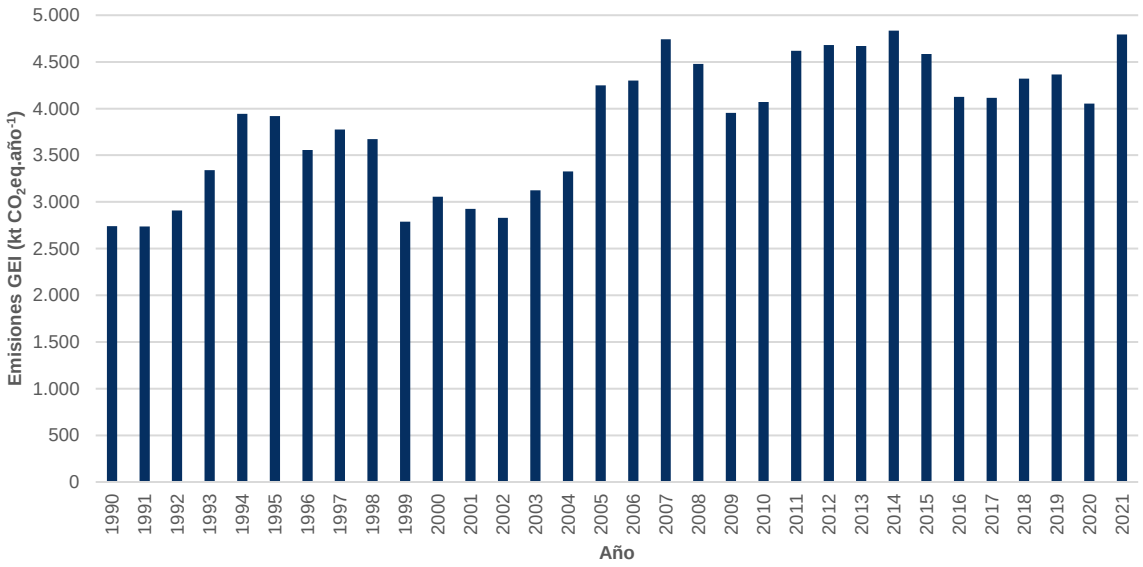


Figura 107. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.A.1 Producción de cemento, 1990-2021

En la Figura 107, se observa la influencia del sector de construcción en la producción de cemento, que se refleja en la demanda de este material. Se aprecia una caída abrupta en las emisiones entre 1998 y 1999 (-24,12%), asociada a la crisis hipotecaria descrita en el resumen del sector, igualmente entre 2008 y 2009, la reducción de emisiones del 11,71% se relaciona con la crisis económico-financiera de la época, y una tendencia similar se observa entre 2015 y 2017. Posteriormente, el sector cementero mostro signos de recuperación, sin embargo, volvió a verse seriamente afectado en el 2020 por los periodos de aislamiento por COVID-19.

La emisión promedio de la subcategoría es de 3.862,61 kt CO_2eq. Es de resaltar que, luego del 2017 se ha reducido la producción nacional de clínker, gracias a los esfuerzos del sector por minimizar su proporción en el cemento a través de procesos de investigación y desarrollo. Además y de acuerdo a los registros de la agremiación, desde 2013, existe importación de este material que ha suplido parte de la demanda nacional.

Finalmente, en el año 2021, como resultado de los esfuerzos de la reactivación económica, se incrementó la producción de cemento gris nacional y, por ende, la cantidad de clínker producido. Este incremento está asociado al crecimiento del PIB del sector construcción, ya que mientras en el 2020 presentó la caída más importante de los últimos 15 años (-27,41%), en el 2021 mostró un crecimiento del 6,02%.

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría, en la que se detalla la ecuación empleada siguiendo las Directrices IPCC 2006, los datos de actividad y factores de emisión, así como los supuestos requeridos y sus fuentes de información.

4.2.8.2.1 Método de estimación

El Cuadro 18, muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.A.1. Producción de cemento

Ecuación 2.1. Nivel 1: Emisiones basadas en la producción de cemento. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 2)

$$\boldsymbol{Emisiones\ de\ CO_2} = \left[\sum_i (\boldsymbol{M_{ci}} * \boldsymbol{C_{cli}}) - \boldsymbol{Im} + \boldsymbol{Ex}\right] * \boldsymbol{EF_{clc}}$$

Donde:
$\boldsymbol{Emisiones\ de\ CO_2}$ = Emisiones de CO_2 proveniente de la producción de cemento, toneladas
$\boldsymbol{M_{ci}}$ = Masa de cemento producido de tipo i, toneladas
$\boldsymbol{C_{cli}}$ = Fracción de clínker del cemento de tipo i, fracción
$\boldsymbol{Im}$ = Importaciones para el consumo de clínker, toneladas
$\boldsymbol{Ex}$ = Exportaciones de clínker, toneladas
$\boldsymbol{EF_{clc}}$ = Factor de emisión del clínker en el cemento en particular, toneladas de CO_2/toneladas de clínker

Cuadro 18. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de cemento (2.A.1)

Como se evidencia en el Cuadro 18, el método de estimación corresponde al nivel 1 con datos de producción de cemento por tipo. Aunque esta es una categoría clave y se han realizado actividades para incrementar el nivel metodológico (nivel 2 o 3), entre ellas las mesas técnicas con PROCEMCO, FICEM y MinComercio, es necesario poder acceder a la información detallada (datos de consumo de carbonatos a nivel de planta, su composición química, fracción de calcinación alcanzada, entre otros) para aplicar métodos de nivel superior. Por ello, en el plan de mejora de la sección 4.2.7 del presente reporte se propone continuar con las mesas de trabajo y fortalecer la articulación con las empresas productoras, para obtener la información a nivel de planta y no solo de instrumentos estadísticos nacionales como la ECG.

4.2.8.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 85. Metodología y factores de emisión – Producción de cemento (2.A.1)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
2.A.1. Producción de cemento	Nivel 1	WCBSD (1990-2014)	0,536[10] t CO_2 t clínker $^{-1}$
		FICEM (2015-2021)	0,537[11] t CO_2 t clínker $^{-1}$

Es de resaltar que la información reportada en las Tablas de Reporte Común (CRT) (Tabla 2(I).A-H) en referencia al factor de emisión implícito para esta subcategoría no varía con respecto a lo reportado en el presente informe.

4.2.8.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, junto con su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 86. Datos de actividad – Producción de cemento (2.A.1)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.A.1. Producción de cemento	Cantidad producida de cemento gris	1990 - 2009	DANE e Instituto Colombiano de Productores de Cemento (ICPC)	A partir de los datos de producción cemento gris se estimó la producción de clínker. Lo anterior, tomó como base los siguientes valores de proporción de
		2010 - 2021	Estadística de cemento gris, ECG -	

[10] Este valor ya incorpora el factor de corrección por recirculación de ceniza del horno CFCKD

[11] Este valor ya incorpora el factor de corrección por recirculación de ceniza del horno CFCKD

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
			DANE - Empresas cementeras del país - PROCEMCO	clínker/cemento, validados por PROCEMCO: 1990 – 2014: 80% 2015 – 2021: 70% Se actualiza el dato de producción de cemento gris para el año 2018 por la fuente de información.
	Cantidad de importación de clínker	2013 - 2021	PROCEMCO	Se actualizan los datos de importación de clínker de acuerdo con lo reportado por PROCEMCO evitando el uso de supuestos.

El procesamiento del dato de actividad, correspondiente a la cantidad de cemento gris producido en Colombia, consiste en determinar la cantidad producida de clínker nacional empleando el supuesto de proporción de clínker en el cemento (80%: 1990-2014, 70%: 2015-2021, validados con PROCEMCO) y descontando las importaciones de este (Datos reportados por PROCEMCO)[12]. En la siguiente tabla se muestran los datos de actividad obtenidos del DANE, el resultado de su procesamiento para obtener el dato de producción de clínker nacional y los valores empleados de clínker importado:

Tabla 87. Datos de actividad para la categoría 2.A.1 Producción de cemento

Año	Dato crudo. Producción de cemento gris (t)	Dato procesado. Producción de clínker nacional (t)	Cantidad de clínker importado (t)
1990	6.395.073,00	5.116.058,40	NA
1991	6.389.450,00	5.111.560,00	NA
1992	6.786.181,00	5.428.944,80	NA
1993	7.794.882,00	6.235.905,60	NA
1994	9.208.220,00	7.366.576,00	NA
1995	9.151.272,00	7.321.017,60	NA
1996	8.299.291,02	6.639.432,82	NA
1997	8.817.327,50	7.053.862,00	NA
1998	8.577.092,44	6.861.673,95	NA
1999	6.507.906,26	5.206.325,01	NA
2000	7.135.327,04	5.708.261,63	NA
2001	6.830.422,66	5.464.338,13	NA
2002	6.603.895,26	5.283.116,21	NA
2003	7.290.485,00	5.832.388,00	NA
2004	7.768.084,80	6.214.467,84	NA
2005	9.918.082,70	7.934.466,16	NA
2006	10.038.131,12	8.030.504,90	NA
2007	11.067.760,00	8.854.208,00	NA
2008	10.455.662,00	8.364.529,60	NA
2009	9.231.627,00	7.385.301,60	NA
2010	9.504.777,48	7.603.821,98	NA
2011	10.778.537,60	8.622.830,08	NA
2012	10.924.786,00	8.739.828,80	NA
2013	11.251.933,00	8.719.546,40	282.000,00
2014	12.402.371,17	9.027.896,94	894.000,00
2015	13.046.716,95	8.538.701,87	594.000,00
2016	12.495.402,03	7.679.781,42	1.067.000,00
2017	12.298.842,96	7.662.190,07	947.000,00

[12] De 1990 a 2012, se mantiene el supuesto de que la producción total de clínker es 100% de origen nacional, al no contar con datos de importaciones de clínker.

Año	Dato crudo. Producción de cemento gris (t)	Dato procesado. Producción de clínker nacional (t)	Cantidad de clínker importado (t)
2018	12.459.874,16	8.046.911,91	675.000,00
2019	13.012.792,23	8.128.954,56	980.000,00
2020	11.848.568,18	7.548.997,73	745.000,00
2021	13.797.103,84	8.927.972,69	730.000,00

Se resalta que en la CRT titulada Tabla 2(I).A-H, el dato de actividad corresponde al dato procesado de producción de clínker nacional en kt.

4.2.9 Subcategoría: 2.A.2 Producción de cal

i. Descripción de la subcategoría

Los diferentes tipos de cal se extraen de la caliza, una roca que, junto al hierro y el carbón, han sido eje del desarrollo industrial y minero en Colombia en los procesos siderúrgicos, ornamentales, cementeros y agrícolas (Servicio geológico colombiano, 2012). De esta roca se extraen minerales calcáreos como la calcita y la dolomita.

En Colombia la extracción de caliza está liderada por las empresas dedicadas a la fabricación de cemento y sus derivados, cuyos yacimientos están distribuidos en todo el país, principalmente en la cordillera oriental y central y la región Caribe, destacándose los departamentos de Antioquía, Bolívar, Boyacá, Tolima y Valle del Cauca. Por su parte la dolomita se produce en Antioquía, Huila, Valle del Cauca, Meta y Tolima (ANM, 2016; SIMCO & UPME, 2024). Es así como en Colombia a partir de estos yacimientos se producen tres tipos de cal: cal viva, cal hidratada y cal dolomita.

La calcita está compuesta por carbonato de calcio e impurezas, mientras que la dolomita por carbonato de calcio y magnesio. Cuando estos materiales se someten a altas temperaturas en los procesos de calcinación (700-1200°C), se descomponen transformando los carbonatos en óxidos y liberando CO_2; por ejemplo, del carbonato de calcio (calcita - $CaCO_3$), se obtiene óxido de calcio (cal viva – CaO) y de la dolomita ($CaMg(CO_3)_2$), se obtienen oxido de calcio (CaO) y óxido de magnesio (MgO) (Hanle et al., 2006; Subagjo et al., 2017; Wulandari et al., 2018). Estos óxidos tienen aplicaciones en campos de la metalúrgica, la industria de pulpa y papel, la construcción, el tratamiento de efluentes, el control de pH, y la estabilización de suelos, entre otros.

A continuación, se muestran las reacciones de descomposición para la caliza y la dolomita (Hanle et al., 2006):

$$CaCO_{3_{(s)}} + Calor \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2_{(g)}}$$

$$CaMg(CO_3)_{2_{(s)}} + Calor \rightarrow CaO.MgO_{(s)} + 2CO_{2_{(g)}}$$

En la siguiente figura se observa la tendencia de las emisiones de CO_2 por la producción de cal nacional:

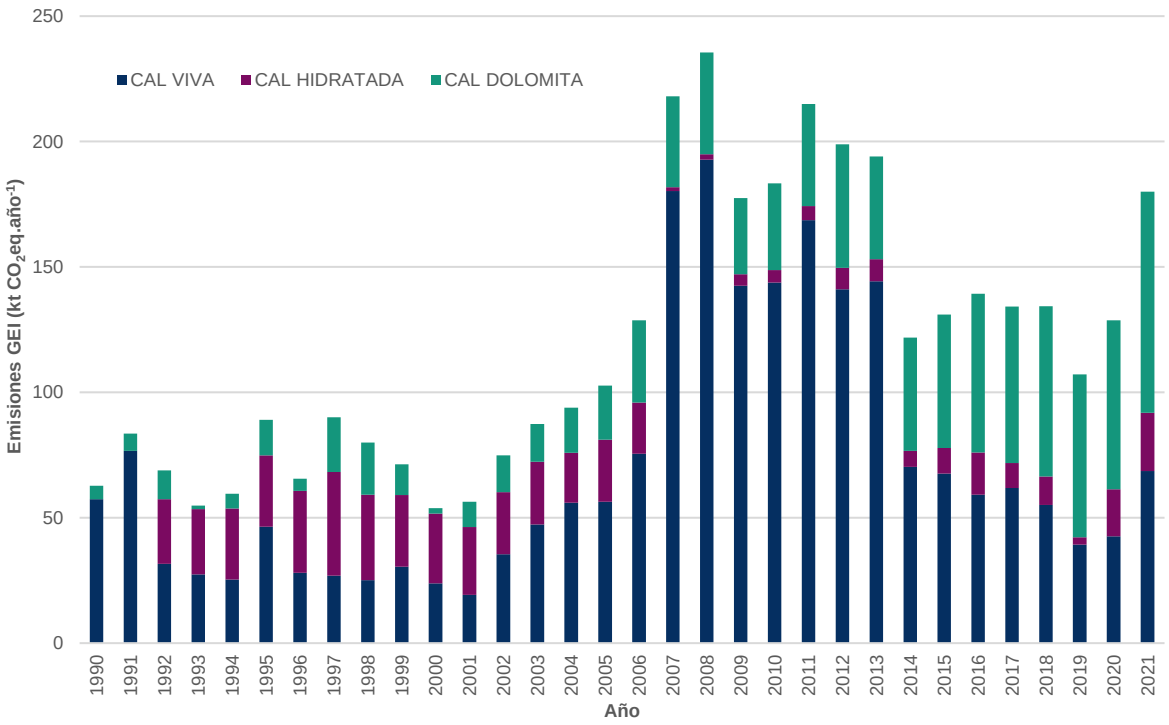


Figura 108. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.A.2 Producción de cal, 1990-2021

Como se muestra en la Figura 108, el promedio histórico de las emisiones de CO_2 nacionales por producción de cal es de 119,45 kt CO_2eq, principalmente por la producción de cal viva (59,31%) y cal dolomita (26,28%). El crecimiento en las emisiones entre 2007 y 2013, se asocia al aumento en la explotación de caliza, mostrando una tendencia creciente en comparación con la década de los 90s e inicios de los 2000 (SIMCO & UPME, 2024) y al crecimiento del sector de construcción, reflejado en el comportamiento del PIB, que durante dicho periodo presentó incrementos anuales promedio del 15,67%, aumentando así la demanda de estos materiales (DANE, 2024).

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría:

4.2.9.2.1 Método de estimación

El Cuadro 19, muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.A.2. Producción de cal

Ecuación 2.6. Nivel 2: Emisiones basadas en los datos de producción nacional de cal, por tipos. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 2)

$$\boldsymbol{Emisiones\ de\ CO_2} = \sum_i \left(\boldsymbol{EF_{cal,i}} * \boldsymbol{M_{l,i}}\right)$$

Donde:
$\boldsymbol{Emisiones\ de\ CO_2}$ = Emisiones de CO_2 proveniente de la producción de cal, toneladas
$\boldsymbol{EF_{cal,i}}$ = Factor de emisión por tipo de cal
$\boldsymbol{M_{l,i}}$ = Producción de cal de tipo i, toneladas

Ecuación 2.9. Nivel 2: Factores de emisión para la producción de cal. (IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 2)

$$\boldsymbol{EF_{cal,a}} = \boldsymbol{SR_{CaO}} \times \boldsymbol{Contenido\ en\ CaO}$$
$$\boldsymbol{EF_{cal,b}} = \boldsymbol{SR_{CaO.MgO}} \times \boldsymbol{Contenido\ en\ CaO.MgO}$$
$$\boldsymbol{EF_{cal,c}} = \boldsymbol{SR_{CaO}} \times \boldsymbol{Contenido\ en\ CaO}$$

Donde:
$EF_{cal,a}$ = Factor de emisión para la cal viva (cal con fuerte proporción de calcio), toneladas de CO_2/toneladas de cal
$EF_{cal,b}$ = Factor de emisión para la cal de dolomita, toneladas de CO_2/toneladas de cal
$EF_{cal,c}$ = Factor de emisión para la cal hidratada, toneladas de CO_2/toneladas de cal
SR_{CaO} = Cociente estequiométrico del CaO (ver Cuadro 2.4), toneladas de CO_2/toneladas de CaO
$SR_{CaO.MgO}$ = Cociente estequiométrico del CaO.MgO (ver Cuadro 2.4), toneladas de CO_2/toneladas de CaO.MgO
$Contenido\ en\ CaO$ = Proporción de CaO en la cal (ver Cuadro 2.4), toneladas de CaO/toneladas de cal
$Contenido\ en\ CaO.MgO$ = Proporción de CaO·MgO en la cal (ver Cuadro 2.4), toneladas de CaO.MgO/toneladas de cal

Cuadro 19. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de cal (2.A.2)

4.2.9.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 88. Metodología y factores de emisión – Producción de cal (2.A.2)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
2.A.2. Producción de cal	Nivel 2	IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 2, Cuadro 2.4	Cal viva: 0,74575 t CO_2.t cal viva^{-1} Cal dolomita: 0,77605 t CO_2.t cal dolomita^{-1} Cal hidratada: 0,58875 t CO_2.t cal hidratada^{-1}

Es de resaltar que la información reportada en las CRT en relación con el factor de emisión implícito en la tabla titulada Tabla 2(I).A-H puede variar, ya que el registro considera un solo factor de emisión, sin tener en cuenta desagregaciones particulares del sector en la estimación nacional, que se realiza por tipo de cal en Colombia. Así, en la (Tabla 2(I).A-H), el factor de emisión implícito para la subcategoría 2.A.2, se determina con el cociente entre la emisión anual de la subcategoría y el dato de actividad, que corresponde a la sumatoria de los datos de producción anual por tipo de cal. El valor presentado para el factor de emisión implícito varía entre 0,66 y 0,76 t CO_2/t cal, dependiendo de la cantidad de cal producida cada año.

4.2.9.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 89. Datos de actividad – Producción de cal (2.A.2)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.A.2. Producción de cal	Cantidad producida de: Cal viva Cal hidratada Cal dolomita	1990 - 2021	Anexo 6.2, EAM – DANE	Los datos reportados fueron rectificados por la fuente de información

El procesamiento del dato de actividad para esta categoría consiste en convertir los kilogramos de dolomita producida a toneladas. La producción de cal viva y cal hidratada es expresada por la fuente de información en toneladas, por lo que no requiere ningún procesamiento adicional para su inclusión al cálculo de la emisión. En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad empleados:

Tabla 90. Datos de actividad para la categoría 2.A.2 Producción de cal

Año	Tipo de cal	Producción por tipo de cal (t)	Año	Tipo de cal	Producción por tipo de cal (t)	Año	Tipo de cal	Producción por tipo de cal (t)
1990	Cal viva	76.961,19	**2000**	Cal dolomita	2.893,80	**2011**	Cal hidratada	9.596,00
1990	Cal hidratada	0	**2001**	Cal viva	25.817,00	**2011**	Cal dolomita	52.428,90
1990	Cal dolomita	6.969,75	**2001**	Cal hidratada	45.878,00	**2012**	Cal viva	189.209,00
1991	Cal viva	102.827,77	**2001**	Cal dolomita	13.054,60	**2012**	Cal hidratada	14.479,00

Año	Tipo de cal	Producción por tipo de cal (t)	Año	Tipo de cal	Producción por tipo de cal (t)	Año	Tipo de cal	Producción por tipo de cal (t)
1991	Cal hidratada	0	**2002**	Cal viva	47.542,00	**2012**	Cal dolomita	63.415,38
1991	Cal dolomita	8.845,11	**2002**	Cal hidratada	41.974,00	**2013**	Cal viva	193.468,00
1992	Cal viva	42.390,00	**2002**	Cal dolomita	19.003,69	**2013**	Cal hidratada	15.038,00
1992	Cal hidratada	43.716,00	**2003**	Cal viva	63.422,00	**2013**	Cal dolomita	52.689,55
1992	Cal dolomita	14.851,64	**2003**	Cal hidratada	42.459,00	**2014**	Cal viva	94.224,00
1993	Cal viva	36.735,00	**2003**	Cal dolomita	19.491,91	**2014**	Cal hidratada	10.932,00
1993	Cal hidratada	44.200,00	**2004**	Cal viva	75.127,00	**2014**	Cal dolomita	58.126,15
1993	Cal dolomita	1.868,30	**2004**	Cal hidratada	33.803,00	**2015**	Cal viva	90.652,00
1994	Cal viva	33.981,00	**2004**	Cal dolomita	23.105,93	**2015**	Cal hidratada	17.332,00
1994	Cal hidratada	48.145,00	**2005**	Cal viva	75.529,00	**2015**	Cal dolomita	68.551,82
1994	Cal dolomita	7.521,92	**2005**	Cal hidratada	42.102,00	**2016**	Cal viva	79.324,00
1995	Cal viva	62.212,00	**2005**	Cal dolomita	27.813,51	**2016**	Cal hidratada	28.595,00
1995	Cal hidratada	48.282,00	**2006**	Cal viva	101.201,00	**2016**	Cal dolomita	81.622,04
1995	Cal dolomita	18.337,06	**2006**	Cal hidratada	34.752,00	**2017**	Cal viva	83.033,00
1996	Cal viva	37.611,00	**2006**	Cal dolomita	42.282,14	**2017**	Cal hidratada	16.906,00
1996	Cal hidratada	55.439,00	**2007**	Cal viva	241.693,00	**2017**	Cal dolomita	80.402,34
1996	Cal dolomita	6.318,46	**2007**	Cal hidratada	2.613,00	**2018**	Cal viva	73.848,00
1997	Cal viva	36.046,00	**2007**	Cal dolomita	46.655,27	**2018**	Cal hidratada	19.386,00
1997	Cal hidratada	70.162,00	**2008**	Cal viva	258.526,00	**2018**	Cal dolomita	87.456,40
1997	Cal dolomita	28.188,38	**2008**	Cal hidratada	3.620,00	**2019**	Cal viva	52.694,00
1998	Cal viva	33.725,00	**2008**	Cal dolomita	52.233,80	**2019**	Cal hidratada	4.854,00
1998	Cal hidratada	57.820,00	**2009**	Cal viva	191.169,00	**2019**	Cal dolomita	83.824,95
1998	Cal dolomita	26.728,21	**2009**	Cal hidratada	7.752,00	**2020**	Cal viva	57.125,00
1999	Cal viva	40.790,00	**2009**	Cal dolomita	39.088,41	**2020**	Cal hidratada	31.818,00
1999	Cal hidratada	48.544,00	**2010**	Cal viva	192.782,00	**2020**	Cal dolomita	86.816,78
1999	Cal dolomita	15.917,76	**2010**	Cal hidratada	8.564,00	**2021**	Cal viva	91.980,00
2000	Cal viva	31.925,00	**2010**	Cal dolomita	44.430,34	**2021**	Cal hidratada	39.444,00
2000	Cal hidratada	47.254,00	**2011**	Cal viva	226.186,00	**2021**	Cal dolomita	113.644,29

Como se mencionó en la sección de factor de emisión, en la CRT titulada Tabla 2(I).A-H, el dato de actividad corresponde a la suma de la producción nacional por tipo de cal (cal viva, cal dolomita, cal hidratada) expresada en kt.

4.2.10 Subcategoría: 2.A.3 Producción de vidrio

i. Descripción de la subcategoría

La industria del vidrio en Colombia es de gran importancia gracias a la amplia gama de usos que tienen sus productos en sectores como el alimenticio, farmacéutico, automotriz, de construcción y decoración (DNP, 2004).

En esta industria se destaca la participación de Cristalería Peldar S.A, una empresa dedicada a la elaboración de envases de vidrio, vidrio plano y cristalería, y Vidrio Andino perteneciente al Grupo Saint Gobain, productores de vidrio flotado y Tecnoglass, compañía de fabricación de vidrio arquitectónico.

A nivel mundial, la mayor parte de la producción de vidrio se da en forma de vidrio plano (ventanas) y envases o recipientes. Las emisiones de CO_2 se generan en el proceso de fundición del vidrio al emplear materias primas como la caliza ($CaCO_3$), la dolomita ($Ca.Mg(CO_3)_2$ y la ceniza de sosa (Na_2CO_3), entre otros. Aunque el proceso de fusión del vidrio a altas temperaturas no es equivalente al proceso de calcinación, produce los mismos efectos netos en términos de emisiones de CO_2 (Hanle et al., 2006).

En la producción de vidrio también ingresa chatarra de vidrio reciclada (*cullet*, del inglés), producto del proceso de producción de vidrio in situ o del reciclaje de vidrio externo a la planta de producción (Hanle et al., 2006).

Aunque la EAM del DANE muestra una gran variedad de productos derivados del vidrio, para el presente inventario se estiman las emisiones de los mayoritarios que corresponden a botellas de vidrio, vidrio plano sin biselar y fibra de vidrio.

En la Figura 109, se presenta la tendencia de las emisiones de CO_2 de la categoría por tipo de material producido. En ella, se aprecia que las emisiones del sector de la industria del vidrio están lideradas por la producción de botellas de vidrio, seguido por la producción de vidrio plano y, en menor medida por la producción de fibra de vidrio. La emisión promedio histórica de la categoría es de 121,43 kt CO_2eq, con una reducción considerable desde el año 2012, asociada a la disminución de la producción de botellas de vidrio y vidrio plano, incluyendo la afectación de la demanda de estos materiales en el año 2020 por la pandemia de COVID-19.

Se resalta que el comportamiento de las emisiones en la industria del vidrio es influenciado directamente por la producción, cuya fuente de información al momento es un instrumento estadístico nacional de calidad de encuesta.

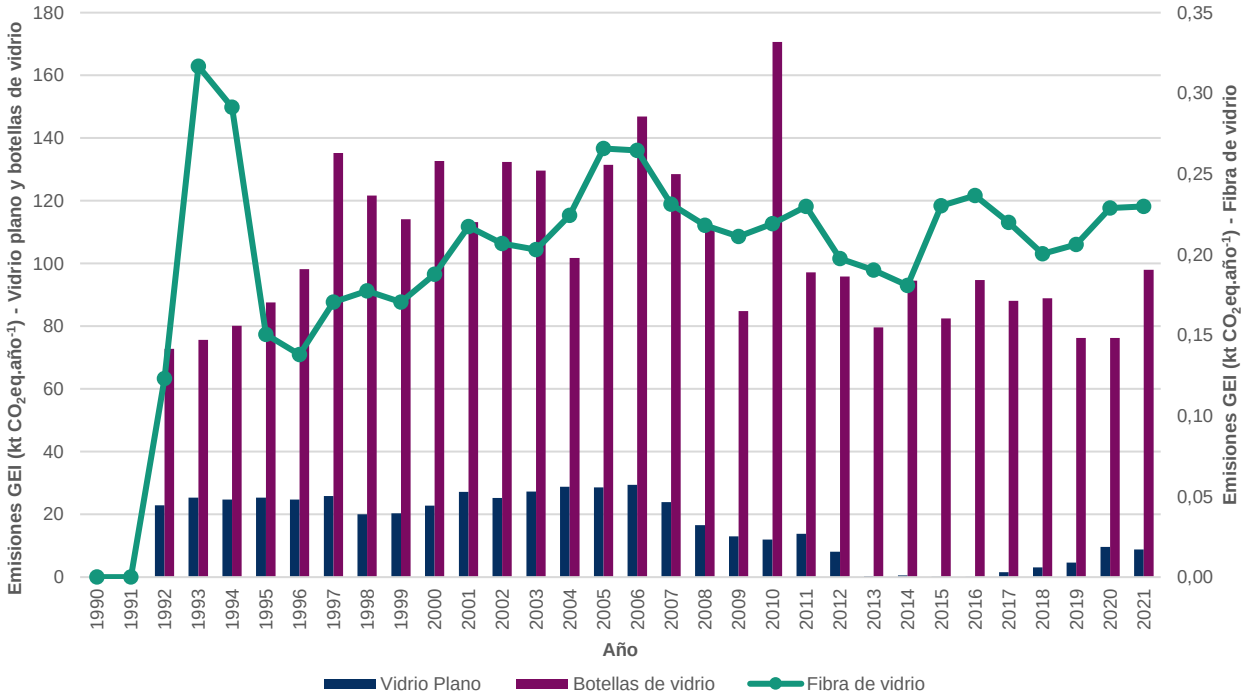


Figura 109. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.A.3. Producción de vidrio, 1992-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría:

4.2.10.2.1 Método de estimación

El Cuadro 20, muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.A.3. Producción de vidrio
Ecuación 2.11. Nivel 2: Emisiones basadas en el proceso de fabricación del vidrio. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 2) $$\boldsymbol{Emisiones\ de\ CO_2} = \sum_i \left[\boldsymbol{M_{g,i}} * \boldsymbol{EF_i} * (\mathbf{1} - \boldsymbol{CR_i})\right]$$ Donde: $\boldsymbol{Emisiones\ de\ CO_2}$ = Emisiones de CO_2 proveniente de la producción vidrio, toneladas $\boldsymbol{M_{g,i}}$ = Masa de vidrio fundido de tipo i (p. ej., flotado, recipiente, fibra de vidrio, etc.), toneladas $\boldsymbol{EF_i}$ = Factor de emisión para la fabricación de vidrio del tipo i, toneladas de CO_2/toneladas de vidrio $\boldsymbol{CR_i}$ = Proporción de cullet para la fabricación de vidrio del tipo i, fracción

Cuadro 20. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de vidrio (2.A.3)

4.2.10.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 91. Metodología y factores de emisión – Producción de vidrio (2.A.3)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
2.A.3 Producción de vidrio	Nivel 2	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 2, Cuadro 2.6	Vidrio plano: 0,21 t $CO_2.t^{-1}$ Botellas vidrio: 0,21 t $CO_2.t^{-1}$ Fibra de vidrio: 0,25 t $CO_2.t^{-1}$

Es de resaltar que la información reportada en las CRT con relación al factor de emisión implícito reportado en la (Tabla 2(I).A-H) puede variar ya que el registro toma en cuenta un solo factor de emisión sin tener en cuenta desagregaciones particulares del sector en la estimación nacional, que se realiza por material de vidrio producido. Así, en la (Tabla 2(I).A-H), el factor de emisión implícito para la subcategoría 2.A.3, se determina con el cociente entre la emisión anual de la subcategoría y el dato de actividad, que corresponde a la sumatoria de los datos de producción anual por tipo de material de vidrio producido. El valor reportado del factor de emisión implícito oscila entre 0,13 y 0,14 t CO_2/t[13] vidrio producido anualmente.

4.2.10.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 92. Datos de actividad – Producción de vidrio (2.A.3)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.A.3 Producción de vidrio	Cantidad producida de: • Vidrio plano sin biselar ni azogar • Botellas de vidrio para bebidas no alcohólicas • Botellas de vidrio de menos de un litro de capacidad • Botellas de vidrio de un litro y más de capacidad • Fibra vidrio	1992 - 2021	Anexo 6.2, EAM – DANE	La información histórica de la EAM se presenta a partir del año 1992. Para los años 2017, 2018 y 2021, fue necesario estimar la producción de vidrio plano sin biselar ni azogar, debido a ausencia de datos en la fuente.

El procesamiento de los datos de actividad se realiza a partir de una serie de supuestos (Ver Tabla 93), que permiten obtener los datos de producción en toneladas.

Tabla 93. Supuestos empleados para procesar los datos de actividad asociados a la producción de vidrio

Tipo de material	Supuesto	Valor
Vidrio plano	Densidad (kg/m^3)	2.500
	Espesor (m)	0,004
Botellas (Bebidas no alcohólicas)	Peso (kg/envase)	0,89
Botellas (< 1L de capacidad)	Peso (kg/envase)	0,24
Botellas (≥ 1L de capacidad)	Peso (kg/envase)	0,77

En la Tabla 94 se resumen los datos de actividad extraídos de la fuente de información y en la Tabla 95 se observan los datos procesados que se emplean en el cálculo de la emisión.

[13] La variación entre los factores de emisión empleados en el cálculo y los factores de emisión implícitos se asocian a la influencia del factor cullet. (0-0,38).

Tabla 94. Datos de actividad de la fuente de información para 2.A.3. Producción de vidrio

Año	Tipo de material	Valor	Uni.	Año	Tipo de material	Valor	Uni.	Año	Tipo de material	Valor	Uni
1992	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	10.919.237,00	m^2	**2002**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	12.016.218,00	m^2	**2012**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	3.870.000,00	m^2
1992	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	321.716,00	mi	**2002**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	844.318,00	mi	**2012**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	579.677,00	mi
1992	Botellas (<1L)	351.602,00	mi	**2002**	Botellas (<1L)	485.325,00	mi	**2012**	Botellas (<1L)	906.173,00	mi
1992	Botellas (≥ 1L)	244.517,00	mi	**2002**	Botellas (≥ 1L)	193.429,00	mi	**2012**	Botellas (≥ 1L)	3.360,00	mi
1992	Fibra de vidrio	703.931,00	kg	**2002**	Fibra de vidrio	1.182.373,00	kg	**2012**	Fibra de vidrio	1.128.460,00	kg
1993	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	12.067.119,00	m^2	**2003**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	12.986.669,00	m^2	**2013**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	184.589,00	m^2
1993	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	357.406,00	mi	**2003**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	802.949,00	mi	**2013**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	436.304,00	mi
1993	Botellas (<1L)	350.441,00	mi	**2003**	Botellas (<1L)	412.554,00	mi	**2013**	Botellas (<1L)	913.760,00	mi
1993	Botellas (≥ 1L)	232.776,00	mi	**2003**	Botellas (≥ 1L)	236.301,00	mi	**2013**	Botellas (≥ 1L)	5.269,00	mi
1993	Fibra de vidrio	1.809.778,00	kg	**2003**	Fibra de vidrio	1.160.576,00	kg	**2013**	Fibra de vidrio	1.087.538,00	kg
1994	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	11.804.331,00	m^2	**2004**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	13.746.828,00	m^2	**2014**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	270.388,00	m^2
1994	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	374.032,00	mi	**2004**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	566.863,00	mi	**2014**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	595.163,00	mi
1994	Botellas (<1L)	416.949,00	mi	**2004**	Botellas (<1L)	465.547,00	mi	**2014**	Botellas (<1L)	586.797,00	mi
1994	Botellas (≥ 1L)	236.785,00	mi	**2004**	Botellas (≥ 1L)	215.234,00	mi	**2014**	Botellas (≥ 1L)	72.442,00	mi
1994	Fibra de vidrio	1.664.888,00	kg	**2004**	Fibra de vidrio	1.281.718,00	kg	**2014**	Fibra de vidrio	1.033.384,00	kg
1995	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	12.073.202,00	m^2	**2005**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	13.646.008,00	m^2	**2015**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	67.826,00	m^2
1995	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	379.245,00	mi	**2005**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	702.015,00	mi	**2015**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	492.064,00	mi
1995	Botellas (<1L)	503.605,00	mi	**2005**	Botellas (<1L)	605.068,00	mi	**2015**	Botellas (<1L)	776.276,00	mi
1995	Botellas (≥ 1L)	278.800,00	mi	**2005**	Botellas (≥ 1L)	311.796,00	mi	**2015**	Botellas (≥ 1L)	12.409,00	mi
1995	Fibra de vidrio	860.034,00	kg	**2005**	Fibra de vidrio	1.518.066,00	kg	**2015**	Fibra de vidrio	1.316.042,00	kg
1996	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	11.766.051,00	m^2	**2006**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	14.015.780,00	m^2	**2016**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	7.348,00	m^2
1996	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	435.487,00	mi	**2006**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	754.167,00	mi	**2016**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	654.824,00	mi
1996	Botellas (<1L)	523.734,00	mi	**2006**	Botellas (<1L)	701.713,00	mi	**2016**	Botellas (<1L)	561.530,00	mi
1996	Botellas (≥ 1L)	312.866,00	mi	**2006**	Botellas (≥ 1L)	374.612,00	mi	**2016**	Botellas (≥ 1L)	12.888,00	mi

Año	Tipo de material	Valor	Uni.	Año	Tipo de material	Valor	Uni.	Año	Tipo de material	Valor	Uni
1996	Fibra de vidrio	788.302,00	kg	**2006**	Fibra de vidrio	1.511.771,00	kg	**2016**	Fibra de vidrio	1.352.089,00	kg
1997	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	12.336.606,00	m^2	**2007**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	11.375.915,00	m^2	**2017**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	735.946,33	m^2
1997	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	673.112,00	mi	**2007**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	483.264,00	mi	**2017**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	588.212,00	mi
1997	Botellas (<1L)	749.624,00	mi	**2007**	Botellas (<1L)	960.613,00	mi	**2017**	Botellas (<1L)	513.228,00	mi
1997	Botellas (≥ 1L)	337.134,00	mi	**2007**	Botellas (≥ 1L)	424.214,00	mi	**2017**	Botellas (≥ 1L)	39.263,00	mi
1997	Fibra de vidrio	974.215,00	kg	**2007**	Fibra de vidrio	1.321.831,00	kg	**2017**	Fibra de vidrio	1.256.823,00	kg
1998	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	9.539.249,00	m^2	**2008**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	7.903.260,00	m^2	**2018**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	1.464.544,67	m^2
1998	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	628.026,00	mi	**2008**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	723.403,00	mi	**2018**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	593.748,00	mi
1998	Botellas (<1L)	807.895,00	mi	**2008**	Botellas (<1L)	855.519,00	mi	**2018**	Botellas (<1L)	518.651,00	mi
1998	Botellas (≥ 1L)	236.295,00	mi	**2008**	Botellas (≥ 1L)	12.374,00	mi	**2018**	Botellas (≥ 1L)	39.178,00	mi
1998	Fibra de vidrio	1.013.576,00	kg	**2008**	Fibra de vidrio	1.246.632,00	kg	**2018**	Fibra de vidrio	1.145.354,00	kg
1999	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	9.671.503,00	m^2	**2009**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	6.213.951,00	m^2	**2019**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	2.193.143,00	m^2
1999	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	717.925,00	mi	**2009**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	541.163,00	mi	**2019**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	470.240,00	mi
1999	Botellas (<1L)	347.821,00	mi	**2009**	Botellas (<1L)	656.328,00	mi	**2019**	Botellas (<1L)	597.201,00	mi
1999	Botellas (≥ 1L)	200.285,00	mi	**2009**	Botellas (≥ 1L)	16.000,00	mi	**2019**	Botellas (≥ 1L)	30.734,00	mi
1999	Fibra de vidrio	974.285,00	kg	**2009**	Fibra de vidrio	1.206.396,00	kg	**2019**	Fibra de vidrio	1.179.025,00	kg
2000	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	10.867.493,00	m^2	**2010**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	5.730.308,00	m^2	**2020**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	4.586.400,00	m^2
2000	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	756.106,00	mi	**2010**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	1.360.454,00	mi	**2020**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	466.712,00	mi
2000	Botellas (<1L)	521.248,00	mi	**2010**	Botellas (<1L)	333.999,00	mi	**2020**	Botellas (<1L)	646.356,00	mi
2000	Botellas (≥ 1L)	286.803,00	mi	**2010**	Botellas (≥ 1L)	25.615,00	mi	**2020**	Botellas (≥ 1L)	20.293,00	mi
2000	Fibra de vidrio	1.073.263,00	kg	**2010**	Fibra de vidrio	1.251.956,00	kg	**2020**	Fibra de vidrio	1.307.296,00	kg
2001	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	12.944.062,00	m^2	**2011**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	6.573.075,00	m^2	**2021**	Vidrio plano (sin biselar ni azogar)	4.192.034,20	m^2
2001	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	655.924,00	mi	**2011**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	576.742,00	mi	**2021**	Botellas (Para bebidas no alcohólicas)	593.515,00	mi
2001	Botellas (<1L)	288.044,00	mi	**2011**	Botellas (<1L)	959.457,00	mi	**2021**	Botellas (<1L)	796.179,00	mi
2001	Botellas (≥ 1L)	280.873,00	mi	**2011**	Botellas (≥ 1L)	3.673,00	mi	**2021**	Botellas (≥ 1L)	43.428,00	mi

Año	Tipo de material	Valor	Uni.	Año	Tipo de material	Valor	Uni.	Año	Tipo de material	Valor	Uni
2001	Fibra de vidrio	1.242.534,00	kg	**2011**	Fibra de vidrio	1.313.461,00	kg	**2021**	Fibra de vidrio	1.313.229,00	kg

Nota: Uni: Unidad

Tabla 95. Datos de actividad procesados para 2.A.3. Producción de vidrio

Año	Tipo de material	Valor (t)	Año	Tipo de material	Valor (t)	Año	Tipo de material	Valor (t)
1992	Vidrio plano	109.192,37	**2002**	Vidrio plano	120.162,18	**2012**	Vidrio plano	38.700,00
1992	Botellas	558.989,81	**2002**	Botellas	1.016.861,35	**2012**	Botellas	735.981,25
1992	Fibra de vidrio	703,93	**2002**	Fibra de vidrio	1.182,37	**2012**	Fibra de vidrio	1.128,46
1993	Vidrio plano	120.671,19	**2003**	Vidrio plano	129.866,69	**2013**	Vidrio plano	1.845,89
1993	Botellas	581.434,70	**2003**	Botellas	995.589,34	**2013**	Botellas	611.670,09
1993	Fibra de vidrio	1.809,78	**2003**	Fibra de vidrio	1.160,58	**2013**	Fibra de vidrio	1.087,54
1994	Vidrio plano	118.043,31	**2004**	Vidrio plano	137.468,28	**2014**	Vidrio plano	2.703,88
1994	Botellas	615.280,69	**2004**	Botellas	781.969,53	**2014**	Botellas	726.306,69
1994	Fibra de vidrio	1.664,89	**2004**	Fibra de vidrio	1.281,72	**2014**	Fibra de vidrio	1.033,38
1995	Vidrio plano	120.732,02	**2005**	Vidrio plano	136.460,08	**2015**	Vidrio plano	678,26
1995	Botellas	673.069,25	**2005**	Botellas	1.010.092,59	**2015**	Botellas	633.798,13
1995	Fibra de vidrio	860,03	**2005**	Fibra de vidrio	1.518,07	**2015**	Fibra de vidrio	1.316,04
1996	Vidrio plano	117.660,51	**2006**	Vidrio plano	140.157,80	**2016**	Vidrio plano	73,48
1996	Botellas	754.186,41	**2006**	Botellas	1.128.070,99	**2016**	Botellas	727.484,32
1996	Fibra de vidrio	788,3	**2006**	Fibra de vidrio	1.511,77	**2016**	Fibra de vidrio	1.352,09
1997	Vidrio plano	123.366,06	**2007**	Vidrio plano	113.759,15	**2017**	Vidrio plano	7.359,46
1997	Botellas	1.038.572,62	**2007**	Botellas	987.296,86	**2017**	Botellas	676.915,91
1997	Fibra de vidrio	974,22	**2007**	Fibra de vidrio	1.321,83	**2017**	Fibra de vidrio	1.256,82
1998	Vidrio plano	95.392,49	**2008**	Vidrio plano	79.032,60	**2018**	Vidrio plano	14.645,45
1998	Botellas	934.785,09	**2008**	Botellas	858.681,21	**2018**	Botellas	683.079,02
1998	Fibra de vidrio	1.013,58	**2008**	Fibra de vidrio	1.246,63	**2018**	Fibra de vidrio	1.145,35
1999	Vidrio plano	96.715,03	**2009**	Vidrio plano	62.139,51	**2019**	Vidrio plano	21.931,43
1999	Botellas	876.649,74	**2009**	Botellas	651.473,79	**2019**	Botellas	585.507,02
1999	Fibra de vidrio	974,29	**2009**	Fibra de vidrio	1.206,40	**2019**	Fibra de vidrio	1.179,03
2000	Vidrio plano	108.674,93	**2010**	Vidrio plano	57.303,08	**2020**	Vidrio plano	45.864,00
2000	Botellas	1.018.872,17	**2010**	Botellas	1.310.687,37	**2020**	Botellas	586.124,73
2000	Fibra de vidrio	1.073,26	**2010**	Fibra de vidrio	1.251,96	**2020**	Fibra de vidrio	1.307,30
2001	Vidrio plano	129.440,62	**2011**	Vidrio plano	65.730,75	**2021**	Vidrio plano	41.920,34
2001	Botellas	869.175,13	**2011**	Botellas	746.398,27	**2021**	Botellas	752.750,87
2001	Fibra de vidrio	1.242,53	**2011**	Fibra de vidrio	1.313,46	**2021**	Fibra de vidrio	1.313,23

Como se mencionó con anterioridad, en la CRT denominada Tabla 2(I).A-H el dato de actividad corresponde a la sumatoria por tipo de material de vidrio producido anualmente (dato procesado) expresado en kt.

4.2.11 Subcategoría: 2.A.4 Otros usos de carbonatos - 2.A.4.b Otros usos de la ceniza de sosa

i. Descripción de la subcategoría

Dentro de la categoría 2.A.4. Otros usos de carbonatos, se estiman las emisiones por el uso de carbonato de sodio o ceniza de sosa (2.A.4.b). De acuerdo con las Guías IPCC 2006, tanto la producción como el consumo de carbonato de sodio generan emisiones de CO_2. Las emisiones por la producción de ceniza de sosa se declaran en la industria química (2.B), mientras que las emisiones por uso se deben declarar en los respectivos sectores de uso final. Este compuesto se utiliza en la producción de vidrio, jabones y detergentes, productos químicos, así como en la industria de pulpa y papel, entre otros (Hanle et al., 2006).

En la Figura 110, se presenta la tendencia de las emisiones de CO_2 de la subcategoría, cuyo promedio histórico es de 56,76 kt CO_2eq. De acuerdo con la EAM del DANE, el uso de carbonato de sodio se ha incrementado desde el año 2015, lo que ha aumentado las emisiones generadas por su consumo con una leve reducción en el año 2020 del 4,93% por los efectos de la pandemia de COVID-19.

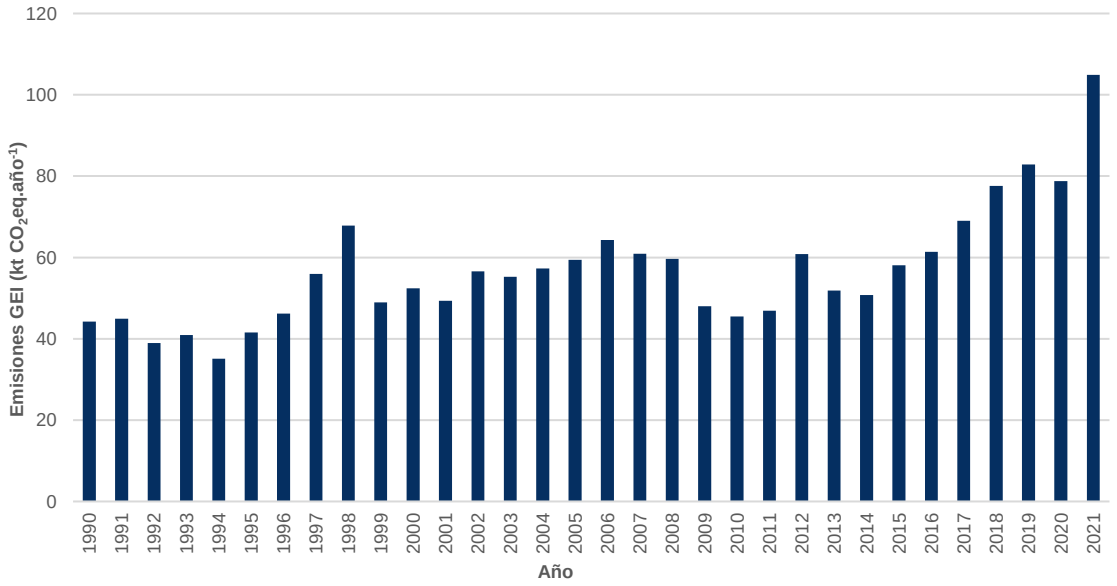


Figura 110. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa, 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría:

4.2.11.2.1 Método de estimación

El siguiente cuadro muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos
Ecuación 2.15. Nivel 2: Emisiones basadas en la masa de los carbonatos consumidos. (IPCC 2006, Volumen 3, Capítulo 2) $$\boldsymbol{Emisiones\ de\ CO_2 = M_C * EF}$$ Donde: $\boldsymbol{Emisiones\ de\ CO_2}$ = Emisiones de CO_2 proveniente otros usos de carbonatos en los procesos, toneladas $\boldsymbol{M_C}$ = Masa de carbonato consumido, toneladas $\boldsymbol{EF}$ = Factor de emisión, toneladas de CO_2/toneladas de carbonato

Cuadro 21. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por otros usos de la ceniza de sosa (2.A.4.b)

4.2.11.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 96. Metodología y factores de emisión – Otros usos de la ceniza de sosa (2.A.4.b)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
2A4 Otros usos de los carbonatos en procesos – 2A4b Otros usos de la ceniza de sosa	Nivel 2	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 2, Cuadro 2.1	0,41492 t $CO_2.t^{-1}$

Es de resaltar que la información reportada en las CRT en relación al factor de emisión implícito reportado en la (Tabla 2(I).A-H) para esta subcategoría no presenta variaciones a lo reportado en el presente informe.

4.2.11.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 97. Datos de actividad – Otros usos de la ceniza de sosa (2.A.4.b)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2A4 Otros usos de los carbonatos en procesos – 2A4b Otros usos de la ceniza de sosa	Cantidad consumida de ceniza de sosa	1990 - 2021	Anexo 6.1 EAM - DANE	NA

El dato de consumo de ceniza de sosa es entregado por la fuente en kilogramos y posteriormente es convertido a toneladas para realizar el cálculo de las emisiones. En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad empleados:

Tabla 98. Datos de actividad para la categoría 2.A.4.b Otros usos de la ceniza de sosa

Año	Cantidad consumida de carbonato de sodio (t)	Año	Cantidad consumida de carbonato de sodio (t)
1990	106.632,50	2006	154.942,70
1991	108.255,00	2007	146.883,88
1992	93.925,87	2008	143.764,88
1993	98.633,46	2009	115.635,69
1994	84.564,18	2010	109.589,84
1995	100.200,70	2011	113.022,85
1996	111.431,07	2012	146.548,19
1997	134.841,60	2013	124.992,42
1998	163.405,60	2014	122.365,60
1999	117.895,63	2015	139.923,79
2000	126.392,55	2016	147.958,39
2001	118.912,96	2017	166.365,76
2002	136.442,24	2018	186.995,01
2003	133.139,30	2019	199.663,54
2004	138.116,44	2020	189.829,12
2005	143.111,20	2021	252.881,60

Se aclara que para el registro en la CRT Tabla 2(I).A-H, se realiza la conversión de unidades de t a kt de la cantidad consumida de ceniza de sosa.

4.3 Industria química (CRT. 2.B.)

En esta categoría se estiman las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O provenientes de la industria química colombiana, asociadas a la producción de productos químicos orgánicos e inorgánicos. Esta categoría incluye la demanda creciente de productos petroquímicos, cosméticos, artículos de aseo e insumos agrícolas. En la siguiente figura se resumen las subcategorías estimadas en el inventario nacional de emisiones de GEI:

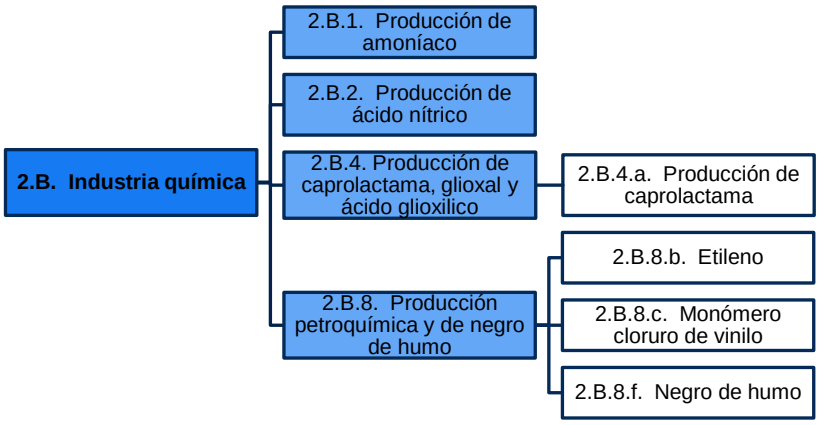


Figura 111. Subcategorías estimadas en 2.B. Industria química

Aunque la industria química nacional ha contribuido a la apertura económica hacia los mercados internacionales, su balanza comercial (relación entre exportaciones e importaciones) es negativa, ya que las exportaciones tienen un bajo valor agregado y las importaciones son mayores dado el abaratamiento de precios respecto al mercado interno (Consejo profesional de química Colombia - CPQCOL, 2021). Además, este sector enfrenta importantes desafíos, entre los cuales se destacan (Aristizabal & Corporación Biointropic, 2018):

- Los efectos geopolíticos internacionales que encarecen recursos primordiales, como la energía y/o el gas, intensificando la dependencia de la industria a los energéticos fósiles
- La influencia de la estabilidad económica en China en el desarrollo de la industria química nacional, ya que varios insumos y materias primas son importados de esa región.
- El favorecimiento de la importación de productos químicos desde el exterior, debido al tratado de libre comercio con Estados Unidos, que intensifica la competencia de precios con el mercado interno, además del requerimiento de incentivos para fomentar la industrialización del sector.

En los últimos 16 años (2005-2021), la participación promedio histórica de la fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados, plásticos y caucho sintético en formas primarias; fabricación de otros productos químicos; fabricación de fibras sintéticas y artificiales; fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico ha sido del 1,56% respecto al PIB nacional, mientras que la coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividades de mezcla de combustibles ha sido del 1,02% del PIB nacional (DANE, 2024).

En el año 2020, el sector presentó una contracción causada por los efectos de la pandemia por COVID-19, afectando principalmente al sector petroquímico. Sin embargo, la reactivación económica en el año 2021 surtió efectos positivos en la industria química nacional (Aristizabal & Corporación Biointropic, 2018; DANE, 2024).

4.3.1 Tendencia de las emisiones de la categoría

Para la categoría 2.B. Industria química, las emisiones promedio históricas de 1990 a 2021 ascienden a 869,75 kt CO_2eq, con una participación promedio histórica de 12,96% en las emisiones de IPPU y una tasa de crecimiento anual compuesta de 2,24%, posicionando al sector como el tercer mayor contribuyente.

Las emisiones del último año de inventario duplicaron las emisiones del año 1990; mientras que en el año 1992 se registraron las menores emisiones de la categoría (491,50 kt CO_2eq), y las mayores emisiones de la industria química se presentaron en el año 2018 con 1.122,90 kt CO_2eq.

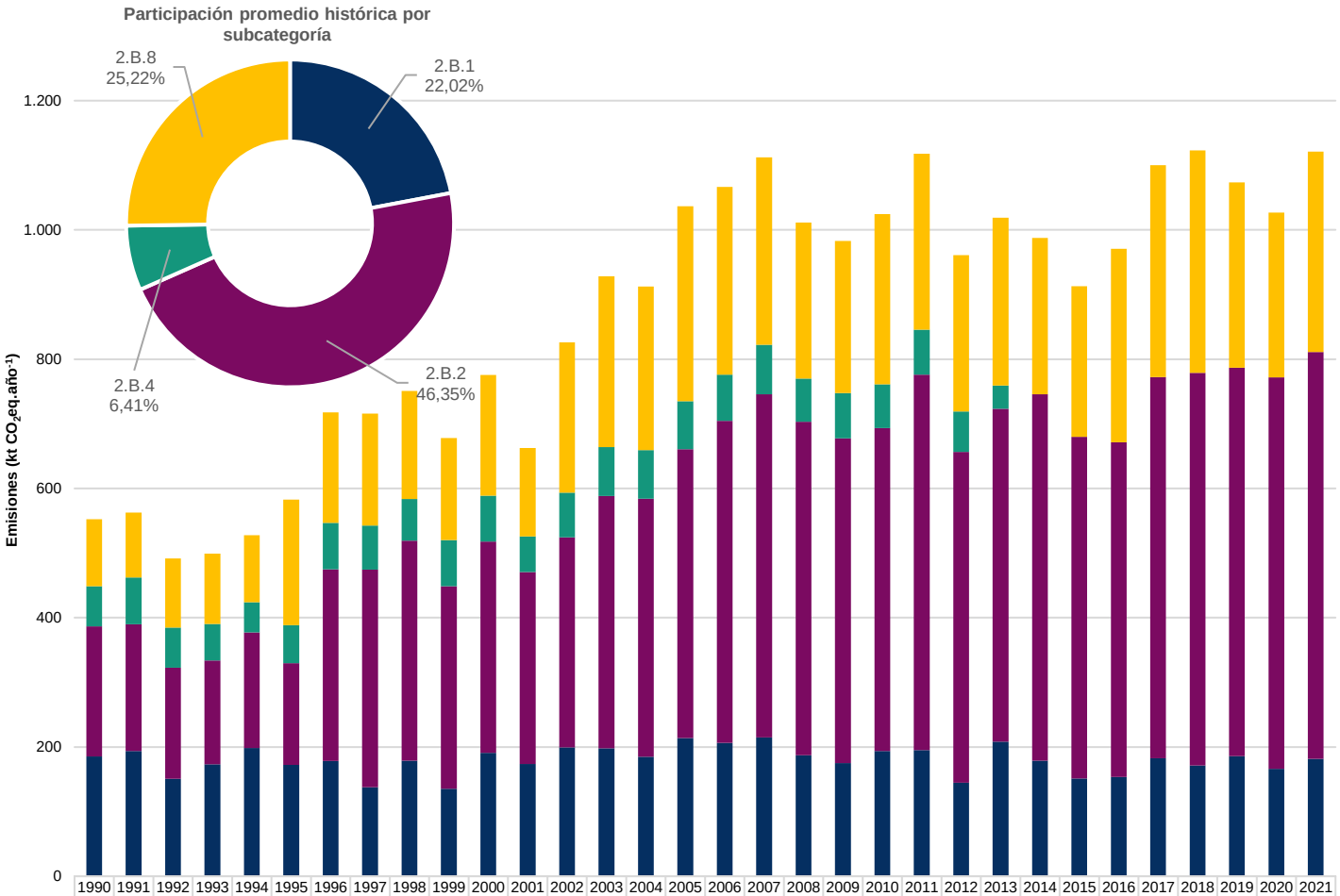
En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados de las emisiones para la industria química y sus subcategorías:

Tabla 99. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 2.B. Industria química y sus subcategorías

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
2.B. Industria química	552,23	582,59	775,54	1036,47	1024,66	912,84	1026,92	1121,17
2.B.1. Producción de amoniaco	185,16	172,54	191,20	213,85	193,69	151,50	166,26	181,71
2.B.2. Producción de ácido nítrico	201,59	157,24	326,62	447,11	499,77	528,35	605,72	629,57
2.B.4. Producción de caprolactama	62,18	58,86	70,97	74,09	67,51	NO	NO	NO
2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo	103,30	193,96	186,75	301,42	263,69	232,99	254,94	309,89
2.B.8.b. Etileno	0,00	0,00	0,00	65,08	47,82	70,94	31,91	46,21
2.B.8.c. MVC	27,03	75,18	61,14	80,49	82,99	108,98	117,03	116,79
2.B.8.f. Negro de humo	76,27	118,78	125,61	155,85	132,89	53,07	106,00	146,89

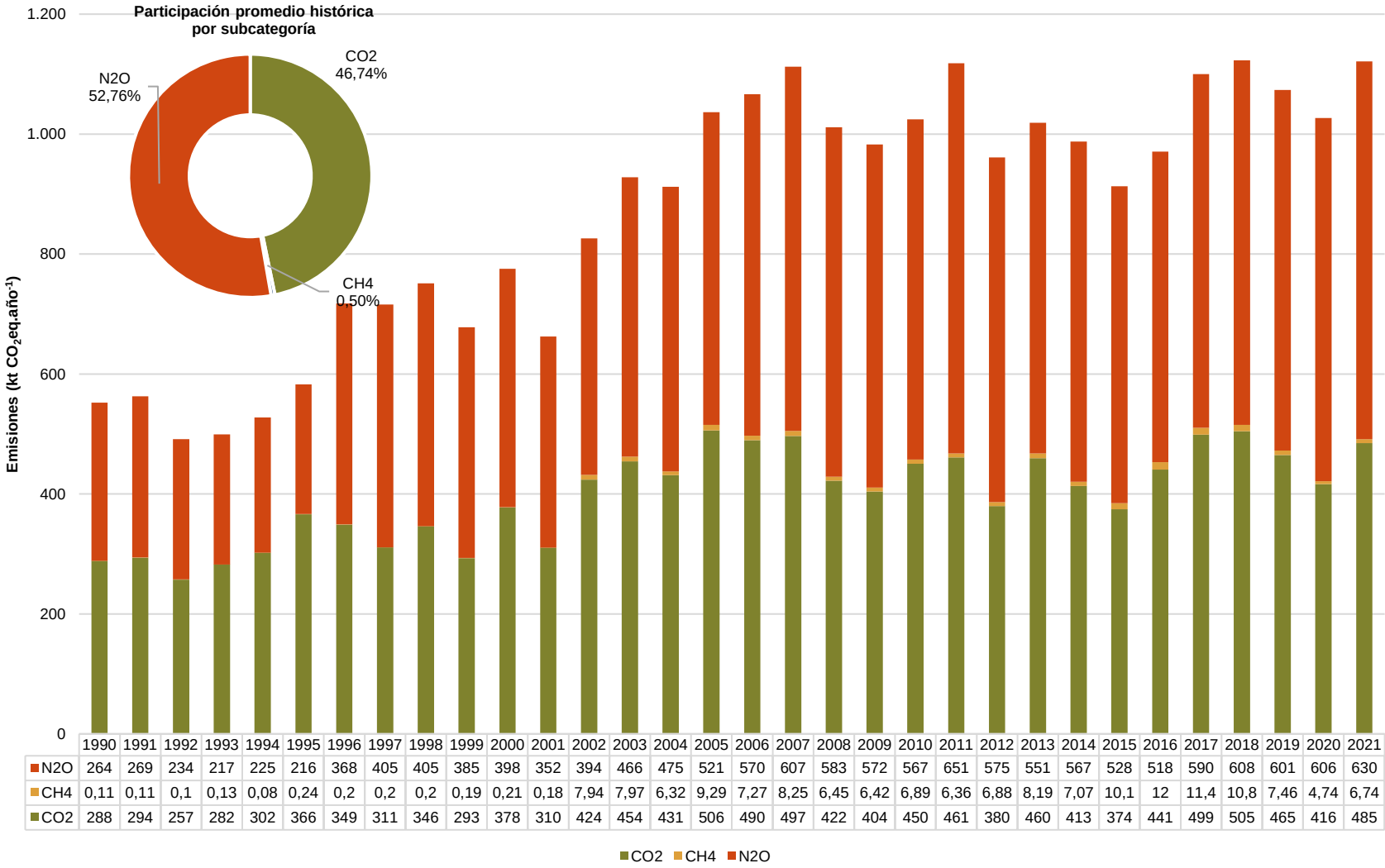
De acuerdo con la tabla anterior y en concordancia con la Figura 112, la subcategoría 2.B.2. Producción de ácido nítrico presenta la mayor participación promedio histórica en las emisiones de la categoría de la industria química con un 46,35%, seguida por 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo con una participación promedio histórica de 25,22% y 2.B.1. Producción de amoniaco con 22,02%. En la producción petroquímica, en promedio, el 53,54% de las emisiones son ocasionadas por la producción de negro de humo. En la figura, se observa la incidencia de las crisis nacionales en el comportamiento productivo y, por ende, en las emisiones del sector químico en años como 1999, 2009 y 2015, incluyendo los efectos por los periodos de aislamiento priorizado por la pandemia de COVID-19.

Por su parte, la Figura 113 muestra la tendencia de emisiones por GEI para la industria química, donde el 52,76% de las emisiones corresponden a N_2O, principalmente derivadas de la producción de ácido nítrico y el 46,74% son emisiones de CO_2, provenientes principalmente de la producción de amoniaco, negro de humo y etileno. El excedente corresponde a emisiones de CH_4, producidas por la elaboración de etileno y monómero de cloruro de vinilo.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2.B.8 Petroquímica y negro de humo	103	100	107	109	104	194	171	173	167	158	187	137	233	264	253	301	290	290	241	235	264	272	242	260	242	233	299	328	344	287	255	310
2.B.4 Caprolactama	62	72	63	56	47	59	72	68	64	72	71	55	69	75	75	74	71	76	67	70	68	70	63	36	0	0	0	0	0	0	0	0
2.B.2 Ácido nítrico	202	196	171	161	179	157	297	337	340	313	327	297	325	391	400	447	498	531	516	502	500	581	512	515	567	528	518	590	608	601	606	630
2.B.1 Amoníaco	185	194	151	173	199	173	178	138	179	136	191	174	199	198	185	214	207	215	187	175	194	195	145	208	179	152	154	183	171	186	166	182

Figura 112. Tendencia de emisiones de GEI 2.B. Industria química por subcategoría, 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	264	269	234	217	225	216	368	405	405	385	398	352	394	466	475	521	570	607	583	572	567	651	575	551	567	528	518	590	608	601	606	630
CH4	0,11	0,11	0,1	0,13	0,08	0,24	0,2	0,2	0,2	0,19	0,21	0,18	7,94	7,97	6,32	9,29	7,27	8,25	6,45	6,42	6,89	6,36	6,88	8,19	7,07	10,1	12	11,4	10,8	7,46	4,74	6,74
CO2	288	294	257	282	302	366	349	311	346	293	378	310	424	454	431	506	490	497	422	404	450	461	380	460	413	374	441	499	505	465	416	485

Figura 113. Tendencia de emisiones de 2.B. Industria química por GEI, 1990-2021

4.3.2 Descripción de flexibilidades aplicadas

Como se ha mencionado, Colombia se ha acogido a la flexibilidad de la serie de tiempo de acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, dado que presenta el inventario de GEI de 1990 a 2021, ya que algunas fuentes de información no poseen los datos reportados al año 2022.

Este es el caso de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del Departamento Administrativo Nacional de estadística (DANE) que provee los datos de producción de cloruro de polivinilo y negro de humo para la estimación de las emisiones de la subcategoría 2.B.8. Sin embargo, el país si cuenta con los datos de producción de amoniaco y ácido nítrico para la serie 1990-2022. Se resalta que en Colombia no existe producción de caprolactama desde el año 2013.

Colombia también aplica a la flexibilidad descrita en el párrafo 57 de la Decisión 18/CMA.1, ya que no se cuenta con los datos de producción de etileno de 1990 a 2001.

Como se menciona en la sección 4.3.7 del presente capítulo, se establece un plan de mejora para fortalecer la articulación entre el IDEAM y las entidades proveedoras de información para el inventario de emisiones atmosféricas y el uso de técnicas de empalme para garantizar la completitud de la serie de tiempo del sector, que también se puede consultar en el Capítulo 9 del presente reporte.

4.3.3 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

En la Tabla 100 se muestran los resultados de incertidumbre para la categoría 2.B. Durante el periodo de 1990 a 2021, la incertidumbre promedio es de ±16,44%. Entre 1990 y 2021, se observó una ligera reducción porcentual de 12,65% en la incertidumbre de la categoría 2.B. Las incertidumbres relacionadas con los datos de actividad y los factores de emisión no cambiaron a lo largo de este periodo. Por lo tanto, los cambios anuales en la incertidumbre se deben exclusivamente a las variaciones en las emisiones de las subcategorías. Por tipo de GEI el CH_4, CO_2 y N_2O tienen incertidumbres promedio de 20,14%, 12,66% y 29,78%, respectivamente.

Para la categoría 2.B. la incertidumbre del año 2021 está influenciada mayoritariamente por las incertidumbres de los factores de emisión empleados. En el mismo periodo, la subcategoría con mayor incertidumbre es 2.B.8.c. con un valor de ±50,88%.

Tabla 100. Resultados de incertidumbre - Industria química (2B)

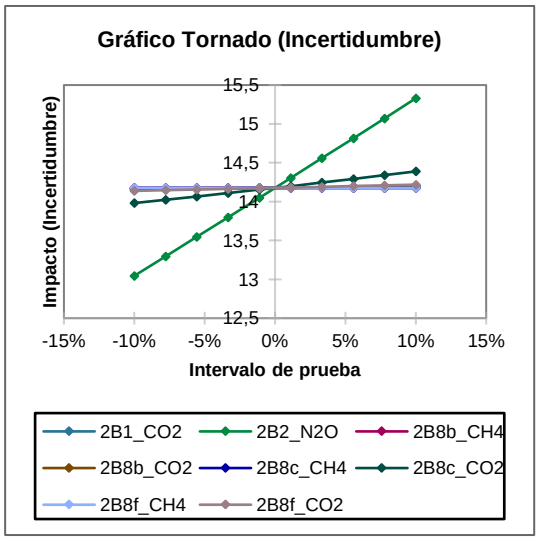
Categoría	GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
		(±%)	(±%)	(±%)	(±%)	(±%)	(±%)	(±%)	(±%)	
2.B. Industria química	TODOS	16,23	12,37	18,00	18,88	12,45	14,61	14,43	14,18	NA[14]
	CO_2	7,49	5,49	5,90	11,49	12,21	16,52	15,30	14,69	NA
	CH_4	39,87	29,06	33,69	10,89	10,81	10,89	10,53	10,69	NA
	N_2O	32,98	32,03	34,66	35,85	20,30	22,36	22,36	22,36	NA
2.B.1. producción de amoníaco	CO_2	11,66	11,66	11,66	11,66	11,66	11,66	11,66	11,66	DA
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N_2O	41,23	41,23	41,23	41,23	22,36	22,36	22,36	22,36	FE
2.B.4.a. Caprolactama	N_2O	41,23	41,23	41,23	41,23	41,23	NE	NE	NE	FE
2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo.	TODOS	18,82	22,60	20,60	17,42	19,01	25,44	24,75	21,35	NA
	CO_2	18,84	22,63	20,62	17,97	19,52	26,59	25,22	21,83	NA
	CH_4	39,87	29,06	33,69	10,89	10,81	10,89	10,53	10,69	NA

[14] Para determinar la influencia del DA (Dato de Actividad) o FE (Factor de Emisión) en la incertidumbre, se consideran sus rangos de incertidumbre para cada subcategoría. Por esta razón, se designa "NA" (No Aplica) cuando el rango del gas ya ha sido tomado en cuenta.

2.B.8.b. Etileno	TODOS	NE	NE	NE	26,25	26,25	26,25	26,25	26,25	FE
	CO_2	NE	NE	NE	30,41	30,41	30,41	30,41	30,41	NA
	CH_4	NE	NE	NE	11,18	11,18	11,18	11,18	11,18	NA
2.B.8.c. Dicloruro de etileno y monómero cloruro de vinilo	TODOS	50,88	50,88	50,88	50,88	50,88	50,88	50,88	50,88	FE
	CO_2	50,99	50,99	50,99	50,99	50,99	50,99	50,99	50,99	NA
	CH_4	14,14	14,14	14,14	14,14	14,14	14,14	14,14	14,14	NA
2.B.8.f. Negro de humo	TODOS	18,02	18,02	18,02	18,02	18,02	18,02	18,02	18,02	FE
	CO_2	18,03	18,03	18,03	18,03	18,03	18,03	18,03	18,03	NA
	CH_4	85,59	85,59	85,59	85,59	85,59	85,59	85,59	85,59	NA

En la Figura 114 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías y su estimación por GEI sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 2B2_N_2O es la más sensible, con una contribución del 96%, le sigue la subcategoría 2B8c_CO_2, que contribuye en un 3% a la incertidumbre total de la categoría 2B. Esto se debe a que estas subcategorías presentan las mayores emisiones e incertidumbres. Las emisiones de la subcategoría 2B2_N_2O tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 2B, contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±1,14% en el intervalo de la incertidumbre total del 2021, que es ±14,18%, En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 13,04% y 15,33%.

a)



b)

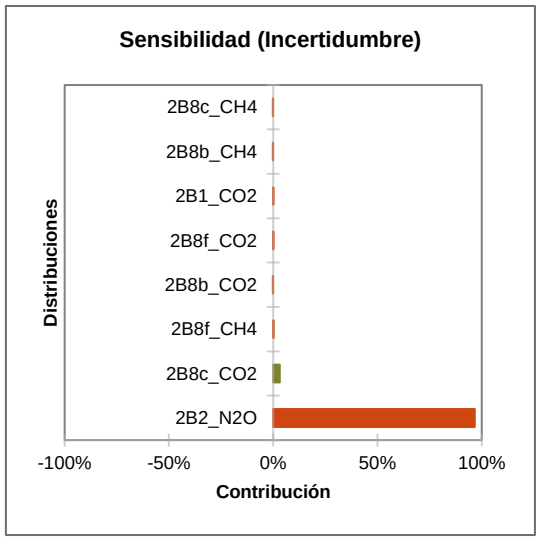


Figura 114. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de la industria química (2B) para el 2021

4.3.4 AC/CC y verificación de la categoría

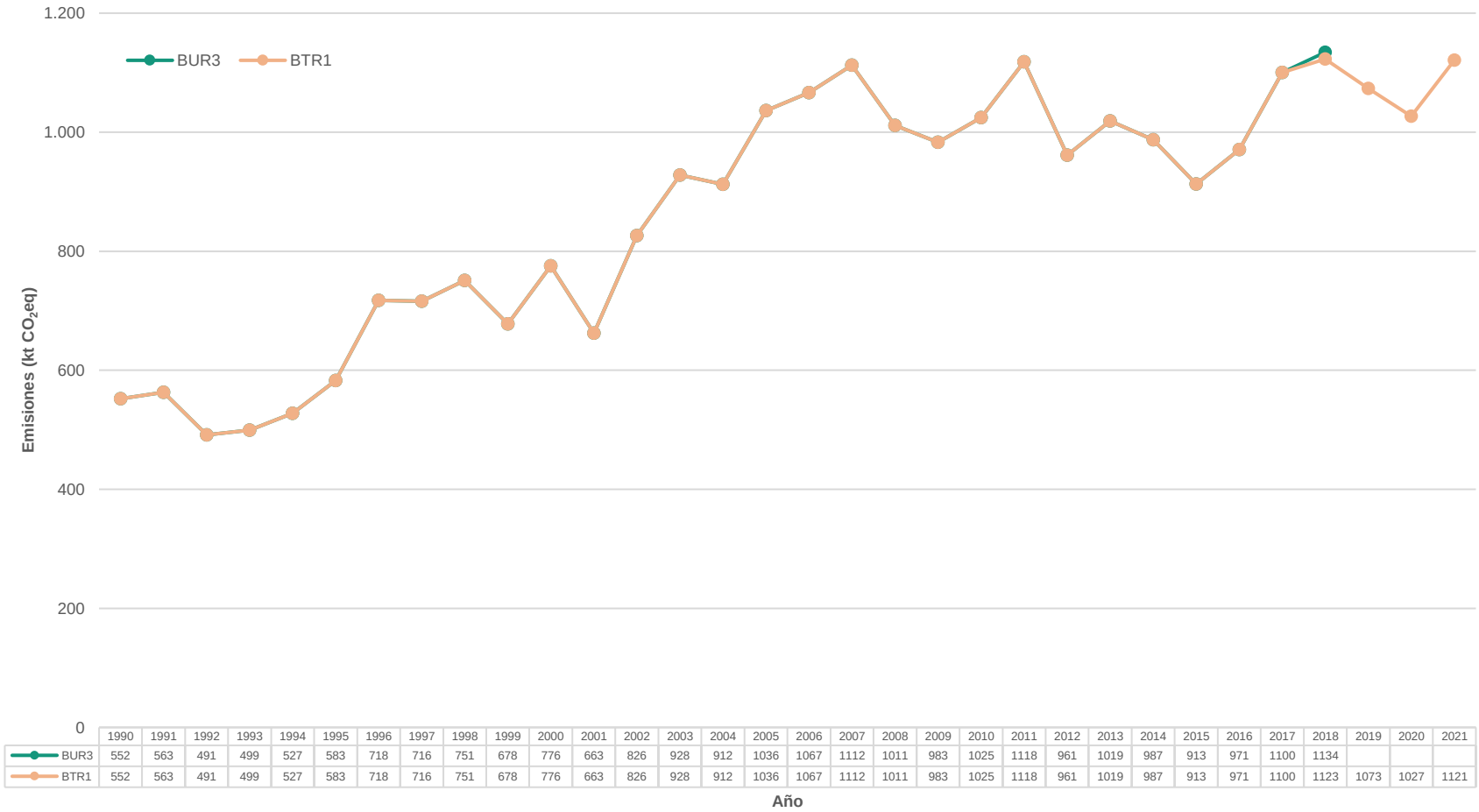
Siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de control y aseguramiento de calidad, para la estimación de emisiones en la industria química (2.B), se realizaron algunas actividades transversales como:

- La verificación de tendencia de los datos de actividad con las fuentes de información.
- Se realizó la verificación del registro de bases de datos y cálculo año a año con respecto al consolidado del sector.

- Se realizó la revisión de la tendencia de emisiones de la subcategoría, justificando las variaciones representativas.
- Se revisaron las variaciones en los resultados obtenidos para las emisiones de las subcategorías con respecto al reporte anterior (BUR3).
- Se realizó la socialización de resultados de emisiones del sector en talleres de divulgación para el fortalecimiento de capacidades e identificación de opciones de mejora.

4.3.5 Recálculos de la categoría

Para esta categoría no se realizaron recálculos. Sin embargo, se actualizan los datos de producción de amoniaco y ácido nítrico para el año 2018 por parte de las fuentes proveedoras de información (ANDI, empresas productoras). Se resalta que la participación de esta categoría en las emisiones nacionales es de 0,37% en promedio. En la siguiente figura se observa la variación de sus emisiones respecto al BUR3:



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	552	563	491	499	527	583	718	716	751	678	776	663	826	928	912	1036	1067	1112	1011	983	1025	1118	961	1019	987	913	971	1100	1134			
BTR1	552	563	491	499	527	583	718	716	751	678	776	663	826	928	912	1036	1067	1112	1011	983	1025	1118	961	1019	987	913	971	1100	1123	1073	1027	1121

Figura 115. Recálculos 2.B. Industria química.

4.3.6 Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 101, se resume el plan de mejora propuesto para la categoría 2.B. Industria química. Estas opciones de mejora y sus actividades se centran en el fortalecimiento de la articulación entre el sector privado y el IDEAM para optimizar los flujos de información en el tiempo y desagregación requeridos.

Tabla 101. Plan de mejora para 2.B. Industria química

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
2.B.1. Producción de amoniaco	Lograr obtener la información necesaria a nivel de proceso o planta de la empresa productora para incrementar el nivel metodológico con apoyo de la ANDI (Cámara Procultivos), MinComercio y MinAmbiente	Establecer espacios de trabajo con la empresa productora con el apoyo de la Cámara de procultivos de la ANDI, MinComercio, MinAmbiente, para desarrollar mecanismos de transferencia oportuna y periódica de la información (tipos de combustible, requisitos de combustible por unidad de salida por proceso o planta; así mismo se requiere la información del CO_2 capturado y almacenado (CCS)) respetando la confidencialidad de la información en el marco de elaboración del INGEI.		x	x			Mediano	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente - ANDI	Planeación
	Fortalecer el acercamiento con el sector privado en la producción de amoniaco para la construcción conjunta del inventario en el tiempo establecido por las MPG del MRT del Acuerdo de París.	Involucrar a las empresas productoras de amoniaco a nivel nacional en el proceso de construcción del inventario para la creación de capacidades técnicas.	x		x			Mediano	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente - ANDI	Planeación
		Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años acorde con las MPG.	x		x	x	x	Corto	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente – ANDI	Planeación
2.B.2. Producción de ácido nítrico	Si bien se han desarrollado acercamientos con una de las empresas productoras, se debe lograr obtener la información necesaria a nivel nacional por tipo de tecnología o planta para incrementar el nivel metodológico de estimación con apoyo de ANDI (Cámara Procultivos), MinComercio y MinAmbiente.	Establecer espacios de trabajo con las empresas productoras con el apoyo de la Cámara de procultivos de la ANDI, MinComercio, MinAmbiente y el grupo de acción climática del ácido nítrico (NACAG), para desarrollar mecanismos de transferencia oportuna y periódica de la información (producción de ácido nítrico por tipo de tecnología, tecnologías de reducción, entre otros) respetando la confidencialidad de los datos en el marco de elaboración del INGEI. Desarrollar mesas técnicas con el equipo que realiza el seguimiento a la medida de mitigación asociada a la reducción de emisiones de N_2O por la producción de ácido nítrico, para alinear la información y unir esfuerzos en pro del monitoreo y		x	x			Mediano	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente – ANDI - NACAG	Ejecución

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
		reporte de emisiones del sector.								
	Fortalecer el acercamiento con el sector privado, especialmente los productores de ácido nítrico para optimizar la calidad de información empleada en el inventario y lograr estimaciones de nivel superior (nivel 2 o 3) de acuerdo con los lineamientos de las MPG del MRT del Acuerdo de París.	Involucrar a las empresas productoras de ácido nítrico a nivel nacional en el proceso de construcción del inventario para la creación de capacidades técnicas	x		x			Mediano	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente – ANDI – NACAG	Ejecución
		Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años acorde con las MPG.	x		x	x	x	Corto	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente – ANDI	Planeación
2.B.8.b. Producción de etileno	Lograr incrementar el nivel metodológico de estimación de la subcategoría con la empresa productora y el apoyo de MinEnergía.	Establecer espacios de trabajo con la empresa productora y MinEnergía para desarrollar mecanismos de transferencia oportuna y periódica de la información (tipo de proceso, tipo de alimentación, flujos de carbono, entre otros) respetando la confidencialidad de la información en el marco de elaboración del INGEI.		x	x			Mediano	IDEAM - Empresas del sector – MinEnergía	Planeación
	Fortalecer el acercamiento con el sector privado, para optimizar la calidad de información empleada en el inventario y lograr la completitud de la serie de tiempo (1990-2001, o aquellos en futuros reportes), acorde a los requisitos establecidos en las MPG del MRT del Acuerdo de París.	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años con una serie completa de reporte desde 1990, acorde con las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.	x		x	x	x	Corto	IDEAM - Empresas del sector - MinEnergía- MinComercio – MinAmbiente	Planeación
2.B.8.c. Producción de monómero de cloruro de vinilo **2.B.8.f. Producción de negro de humo**	Completar la serie de tiempo en referencia a los datos de producción de cloruro de polivinilo y negro de humo para los periodos en los que no se cuente con la información (2022, o aquellos en futuros reportes).	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años acorde con las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.	x		x	x	x	Corto	IDEAM - Empresas del sector – DANE - MinComercio – MinAmbiente	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

4.3.7 Subcategoría: 2.B.1 Producción de amoniaco

i. Descripción de la subcategoría

Uno de los principales productos químicos industriales nitrogenados es el amoniaco (NH_3), que se emplea como fertilizante, en la industria de pulpa y papel, la producción de ácido nítrico, nitratos y otros compuestos nitrogenados, explosivos, e incluso como refrigerante (Harnisch, Jubb, et al., 2006).

En Colombia, la producción de amoniaco se realiza a partir de nitrógeno atmosférico, vapor de agua y gas natural. Este proceso de reformado con vapor de agua del metano presente en el gas natural

produce H_2 y libera CO_2, razón por la que, para esta subcategoría se estiman únicamente emisiones de CO_2. Este gas de efecto invernadero puede reciclarse para reaccionar con el amoniaco y producir urea, lo que implicaría descontar la cantidad del CO_2 reciclado del inventario de emisiones, si es el caso (Harnisch, Jubb, et al., 2006).

En la siguiente figura se evidencia la tendencia de emisiones de CO_2eq provenientes de la producción de amoniaco en el país:

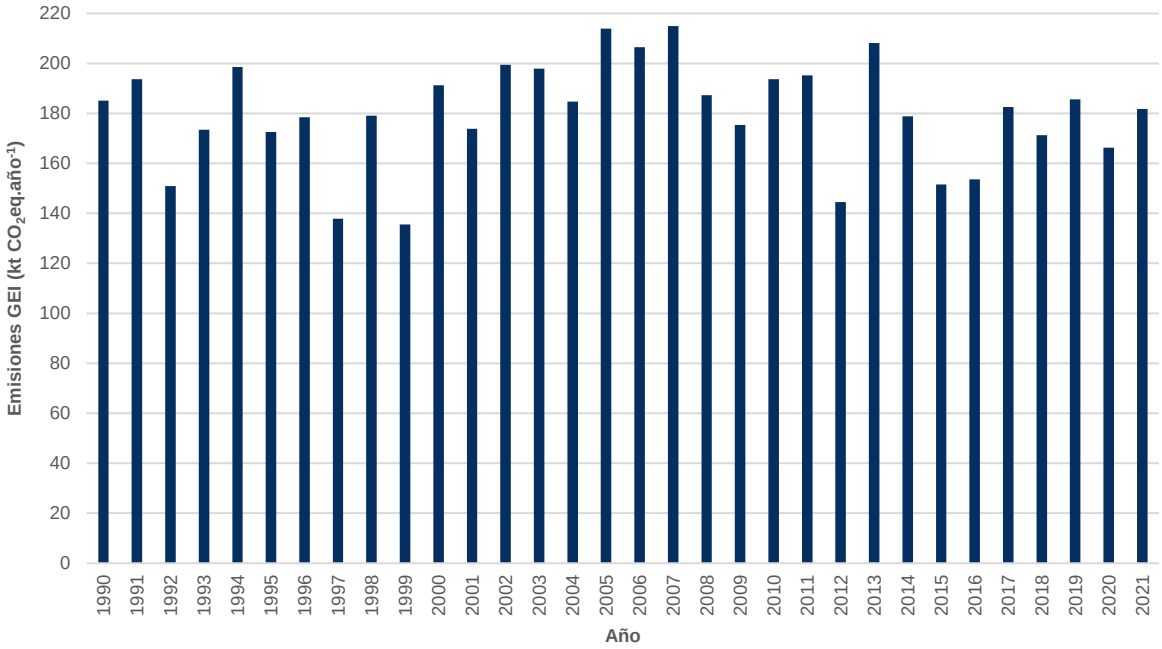


Figura 116. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.B.1 Producción de amoniaco, 1990-2021

Acorde con la Figura 116, el promedio de emisiones histórico para la subcategoría 2.B.1. Producción de amoniaco es de 180,11 kt CO_2eq, con una desviación estándar relativa de 11,62% y una tasa de crecimiento anual compuesta de -0,06%. En Colombia la producción de amoniaco está estrechamente relacionada con el sector de fertilizantes y el sector agrícola, en los periodos de 1999, 2008, 2015 y 2020 se observan reducciones en las emisiones probablemente asociados a los efectos de las crisis económicas que ha enfrentado el país, a los cambios en las políticas comerciales y acuerdos internacionales, que afectan la dinámica entre la oferta y la demanda.

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría:

4.3.7.2.1 Método de estimación

El siguiente cuadro presenta la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.B.1. – Producción de amoniaco
Ecuación 3.1. Nivel 1: Emisiones de CO_2 provenientes de la producción de amoníaco. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 3) $$\boldsymbol{Emisiones\ de\ CO_2 = AP * FR * CCF * FOC * \frac{44}{12} - R_{CO2}}$$ Donde: $\boldsymbol{AP}$ = Producción de amoníaco, toneladas $\boldsymbol{FR}$ = Requisito de combustibles por unidad de salida, GJ/toneladas de amoníaco producido $\boldsymbol{CCF}$ = Factor del contenido de carbono del combustible, kg. C/GJ

FOC = Factor de oxidación de carbono del combustible, fracción R_{CO2} = CO_2 recuperado para utilización ulterior en un proceso secundario, kg En el contexto del país, no se presenta recuperación del CO_2 emitido para su utilización en procesos secundarios, por lo cual el término R_{CO2} es eliminado de la ecuación.

Cuadro 22. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de amoniaco (2.B.1)

4.3.7.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores empleados para calcular las emisiones de la subcategoría. Es importante señalar que, para la producción de amoniaco solo se estiman emisiones de CO_2:

Tabla 102. Metodología, factores de emisión y otros factores – Producción de amoniaco (2.B.1)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Factor	Valor
2.B.1 Producción de amoniaco	Nivel 1	IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.1	Requisito de combustibles por unidad de salida – FR	30,2 GJ.t Amoniaco^{-1}
		IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.1	Factor del contenido de carbono del combustible – CCF	15,3 kg C.GJ^{-1}
		IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.1	Factor de oxidación de carbono del combustible - FOC	1

Al contemplarse diferentes factores para determinar la emisión en esta subcategoría, el factor de emisión implícito reportado en la CRT titulada Tabla 2(I).A-H es de 1,69 t CO_2/t de amoniaco.

4.3.7.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 103. Datos de actividad – Producción de amoniaco (2.B.1.)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.B.1 Producción de amoniaco	Cantidad producida de amoniaco	1990 - 2021	ANDI – Cámara Procultivos y empresas del sector	NA

Por otro lado, el dato de producción de amoniaco es entregado por la fuente en kilogramos y posteriormente es convertido a toneladas para realizar el cálculo de la emisión. En la siguiente tabla, se resumen los datos de actividad empleados:

Tabla 104. Datos de actividad para la categoría 2.B.1. Producción de amoniaco

Año	Cantidad producida de amoniaco (t)	Año	Cantidad producida de amoniaco (t)
1990	109.287,00	**2006**	121.893,00
1991	114.306,30	**2007**	126.827,00
1992	89.089,00	**2008**	110.542,90
1993	102.351,09	**2009**	103.492,00
1994	117.207,56	**2010**	114.325,00
1995	101.838,30	**2011**	115.232,00
1996	105.308,00	**2012**	85.305,00
1997	81.368,00	**2013**	122.875,00
1998	105.676,00	**2014**	105.558,00
1999	80.026,00	**2015**	89.422,00
2000	112.854,00	**2016**	90.694,00
2001	102.605,00	**2017**	107.779,15
2002	117.746,00	**2018**	107.864,12
2003	116.810,00	**2019**	101.102,00
2004	109.057,00	**2020**	109.592,00

Año	Cantidad producida de amoniaco (t)	Año	Cantidad producida de amoniaco (t)
2005	126.225,00	**2021**	98.133,00

Se aclara que para el registro en la CRT Tabla 2(I).A-H, se realiza la conversión de unidades de t a kt de la cantidad producida de amoniaco.

4.3.8 Subcategoría: 2.B.2 Producción de ácido nítrico

i. Descripción de la subcategoría

El ácido nítrico es la principal fuente de emisiones de N_2O en la industria química. Se emplea para la fabricación de fertilizantes nitrogenados, ácido adípico, explosivos como la dinamita, así como en el grabado y procesamiento de metales ferrosos (Harnisch, Jubb, et al., 2006).

Durante su producción, se genera N_2O como un subproducto no intencional derivado de la oxidación catalítica a altas temperaturas del amoniaco (NH_3). La cantidad de N_2O generada depende de las condiciones del proceso, tales como la presión, la temperatura, la composición y el envejecimiento del catalizador, así como el diseño del quemador. Si el ácido nítrico no se reduce adecuadamente, se convierte en una fuente significativa de emisiones atmosféricas de N_2O (Harnisch, Jubb, et al., 2006). A continuación, se resumen las reacciones del proceso:

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$$

En la Figura 117, se observa una tendencia creciente en las emisiones para la subcategoría 2.B.2, relacionada con el incremento constante de la producción de ácido nítrico en la serie de tiempo hasta el año 2021, la cual corresponde a cuatro veces las emisiones del año 1990. El promedio de emisiones de la subcategoría es de 416,90 kt CO_2eq asociadas a las emisiones de N_2O, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 3,74%.

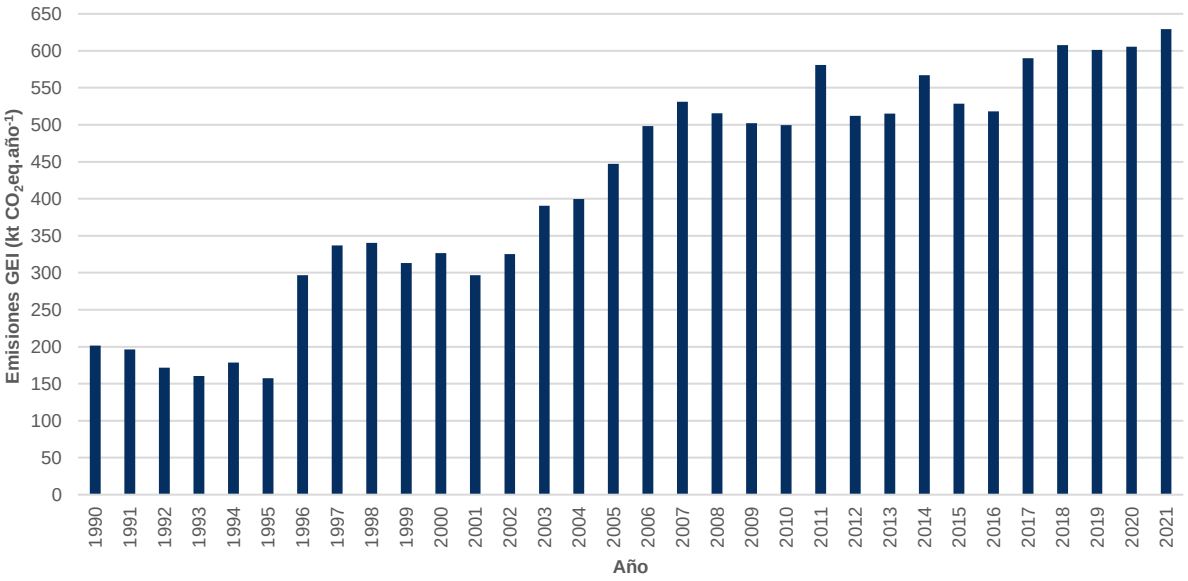


Figura 117. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.B.2. Producción de ácido nítrico, 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría:

4.3.8.2.1 Método de estimación

El siguiente cuadro muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.B.2. – Producción de ácido nítrico
Ecuación 3.5. Nivel 1: Emisiones de N_2O de la producción de ácido nítrico. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 3) $$\boldsymbol{Emisiones\ de\ N_2O = EF * NAP}$$ Donde: $\boldsymbol{EF}$ = Factor de emisión de N_2O, kg. de N_2O/toneladas de ácido nítrico producido $\boldsymbol{NAP}$ = Producción de ácido nítrico, toneladas

Cuadro 23. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de ácido nítrico (2.B.2)

4.3.8.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 105. Metodología y factores de emisión – Producción de ácido nítrico (2.B.2)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
2.B.2. Producción de ácido nítrico	Nivel 1	IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.3: 1990-2009	9 kg N_2O.t Ácido nítrico^{-1}
		South Pole – Proyecto NACAG en Colombia:2010-2021	7,5 kg N_2O.t Ácido nítrico^{-1}

Es importante destacar que, la información reportada en las CRT, específicamente en la Tabla 2(I).A-H, el factor de emisión implícito para esta subcategoría no presenta variaciones con respecto a lo reportado en el presente informe. Sin embargo, las emisiones se reportan en toneladas de GEI por tonelada de producto; por tanto, los valores reportados corresponden a 0,009 y 0,0075 t N_2O/t ácido nítrico, respectivamente, dado el ajuste en unidades másicas.

4.3.8.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 106. Datos de actividad – Producción de ácido nítrico (2.B.2.)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.B.2 Producción de ácido nítrico	Cantidad producida de ácido nítrico	1990 - 2021	ANDI – Cámara Procultivos y empresas del sector	NA

El dato de producción de ácido nítrico es entregado por la fuente en kilogramos y posteriormente es convertido a toneladas para realizar el cálculo de la emisión. En la siguiente tabla, se resumen los datos de actividad empleados:

Tabla 107. Datos de actividad para la categoría 2.B.2. Producción de ácido nítrico

Año	Cantidad producida de ácido nítrico (t)	Año	Cantidad producida de ácido nítrico (t)
1990	84.525,44	**2006**	208.935,00
1991	82.327,51	**2007**	222.625,67
1992	71.907,44	**2008**	216.266,70
1993	67.355,00	**2009**	210.565,99
1994	74.899,16	**2010**	250.786,50
1995	65.926,85	**2011**	291.465,37
1996	124.358,39	**2012**	256.907,77
1997	141.205,30	**2013**	258.461,77
1998	142.743,44	**2014**	284.516,12
1999	131.348,30	**2015**	265.131,63
2000	136.946,08	**2016**	259.923,14
2001	124.419,00	**2017**	295.987,53
2002	136.320,00	**2018**	304.884,44
2003	163.755,00	**2019**	301.616,04
2004	167.542,40	**2020**	303.953,62
2005	187.466,20	**2021**	315.924,18

Se aclara que, para el registro en la CRT Tabla 2(I).A-H, se realiza la conversión de unidades de t a kt para la cantidad producida de ácido nítrico.

4.3.9 Subcategoría: 2.B.4.a. Producción de caprolactama

i. Descripción de la subcategoría

La caprolactama es una molécula o monómero empleado para sintetizar fibras de nilón-6 y plásticos a partir de tolueno o benceno (Harnisch, Jubb, et al., 2006). Si bien la producción de caprolactama genera emisiones de N_2O durante la etapa de oxidación del amoniaco (Harnisch, Jubb, et al., 2006), se resalta que en el país no se registra fabricación de este producto químico desde el año 2014. Por esta razón, en la siguiente figura no se reportan emisiones a partir de dicho año:

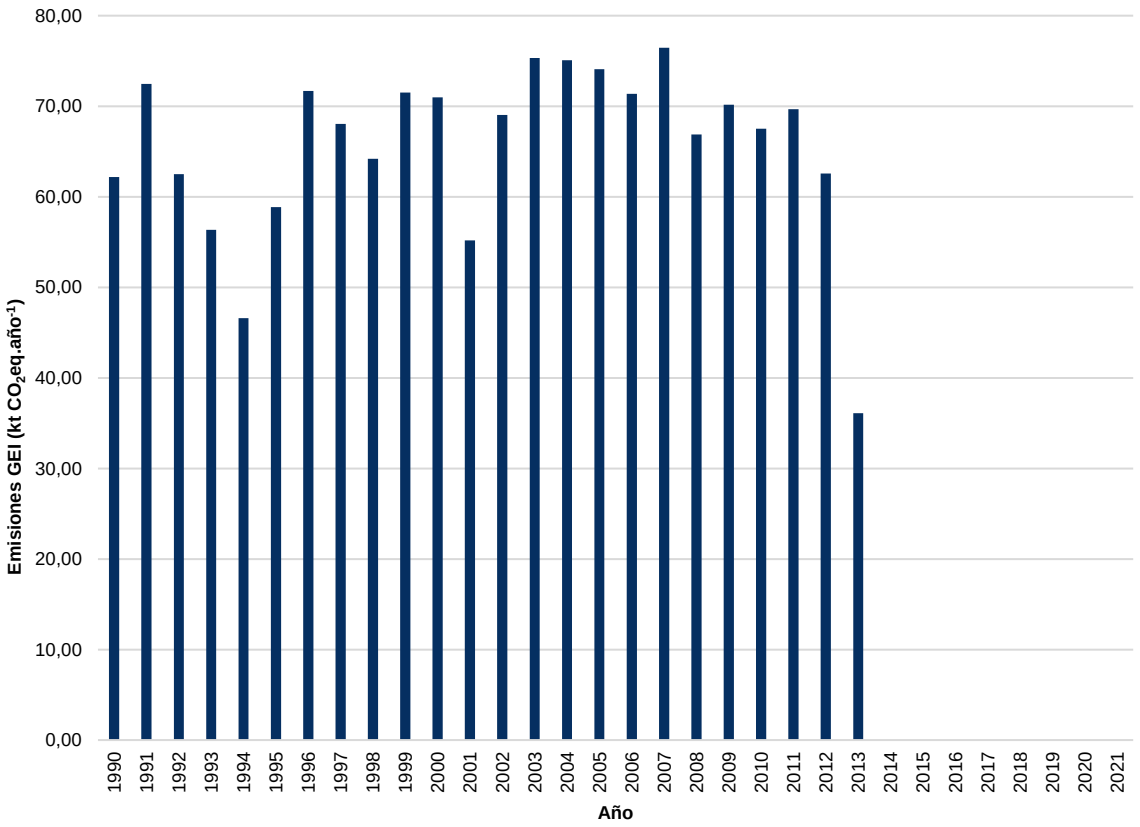


Figura 118. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.B.4.a. Producción de caprolactama, 1990-2021

De acuerdo con la Figura 118, el promedio de emisiones por la fabricación de caprolactama en Colombia de 1990 a 2013 es de 65,62 kt CO_2eq.

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría:

4.3.9.2.1 Método de estimación

El siguiente cuadro muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.B.4.a. – Producción de caprolactama
Ecuación 3.9. Nivel 1. Emisiones de N_2O de la producción de caprolactama. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 3) $$Emisiones\ de\ N_2O = EF * CP$$ Donde: EF = Factor de emisión de N_2O (por defecto), kg. de N_2O/toneladas de caprolactama producida CP = Producción de caprolactama, toneladas

Cuadro 24. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de caprolactama (2.B.4)

4.3.9.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 108. Metodología y factores de emisión – Producción de caprolactama (2.B.4)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
2.B.4.a. Producción de caprolactama	Nivel 1	IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.5	9 kg N_2O.t caprolactama^{-1}

Es de resaltar que, la información reportada en las CRT para esta subcategoría no varía con respecto a lo reportado en el presente informe, salvo que el factor de emisión implícito se reporta en toneladas en la Tabla 2(I).A-H, como sigue: 0,009 t N_2O/t caprolactama.

4.3.9.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 109. Datos de actividad – Producción de caprolactama (2.B.4.)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.B.4.a. Producción de caprolactama	Cantidad producida de caprolactama	1990 - 2013	ANDI – Cámara Procultivos y empresas del sector	Desde el año 2014, no se registra producción de caprolactama en el país.

El dato de producción de caprolactama es entregado por la fuente en kilogramos y posteriormente es convertido a toneladas para realizar el cálculo de la emisión. En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad empleados:

Tabla 110. Datos de actividad para la categoría 2.B.4. Producción de caprolactama

Año	Cantidad producida de caprolactama (t)	Año	Cantidad producida de caprolactama (t)
1990	26.072,00	**2006**	29.919,40
1991	30.384,00	**2007**	32.055,00
1992	26.206,00	**2008**	28.047,00
1993	23.621,00	**2009**	29.417,00
1994	19.540,00	**2010**	28.304,00
1995	24.680,00	**2011**	29.219,00
1996	30.062,00	**2012**	26.239,00
1997	28.530,74	**2013**	15.134,00
1998	26.914,10	**2014**	NO
1999	29.980,90	**2015**	NO
2000	29.756,80	**2016**	NO
2001	23.135,20	**2017**	NO
2002	28.949,44	**2018**	NO
2003	31.586,00	**2019**	NO
2004	31.474,50	**2020**	NO
2005	31.065,40	**2021**	NO

4.3.10 Subcategoría: 2.B.8 Producción petroquímica y de negro de humo

i. Descripción de la subcategoría

La producción petroquímica en general causa emisiones de GEI, por el uso de combustibles fósiles o productos de refinería de petróleo como alimentación al proceso (Harnisch, Jubb, et al., 2006). En el inventario de Colombia se contemplan las emisiones de GEI provenientes de la producción de etileno, monómero de cloruro de vinilo y negro de humo. Aunque el negro de humo no es considerado un producto petroquímico, utiliza sustancias petroquímicas como materia prima en el proceso de producción.

A nivel mundial, el etileno se produce por escisión al vapor de sustancias petroquímicas como el etano, propano, nafta, entre otros, en un proceso similar a la pirólisis, que genera productos secundarios de gran valor comercial (Harnisch, Jubb, et al., 2006). En Colombia, la empresa

productora de etileno realiza este proceso a partir de la pirólisis del etano y la recuperación de etileno de las corrientes que cargan la unidad, obteniendo además del etileno, propileno, metano, hidrógeno, gasolina, entre otros subproductos (Ecopetrol, 2022).

El monómero de cloruro de vinilo, utilizado para la síntesis de cloruro de polivinilo (PVC), se produce a partir de la cloración directa del etileno para obtener dicloruro de etileno. Posteriormente, el etileno se oxida en fase gaseosa con ácido clorhídrico y oxígeno para obtener dicloruro de etileno y agua. Luego, el dicloruro de etileno se fracciona para obtener el monómero de cloruro de vinilo y ácido clorhídrico (Harnisch, Jubb, et al., 2006).

El 95% de la producción mundial de negro de humo se realiza por medio del proceso denominado "negro de horno", que consiste en una combustión parcial de sustancias basadas en carbón o petróleo. Este material se usa en la producción de neumáticos, cauchos y pigmentos (Harnisch, Jubb, et al., 2006).

La Figura 119, muestra la tendencia de emisiones por la producción de etileno, monómero de cloruro de vinilo y negro de humo en Colombia. Si bien dicha tendencia es creciente desde 1995, existen periodos de reducción de emisiones (1999-2001, 2008-2009, 2015, 2020), asociados a las crisis económicas que enfrentó el país.

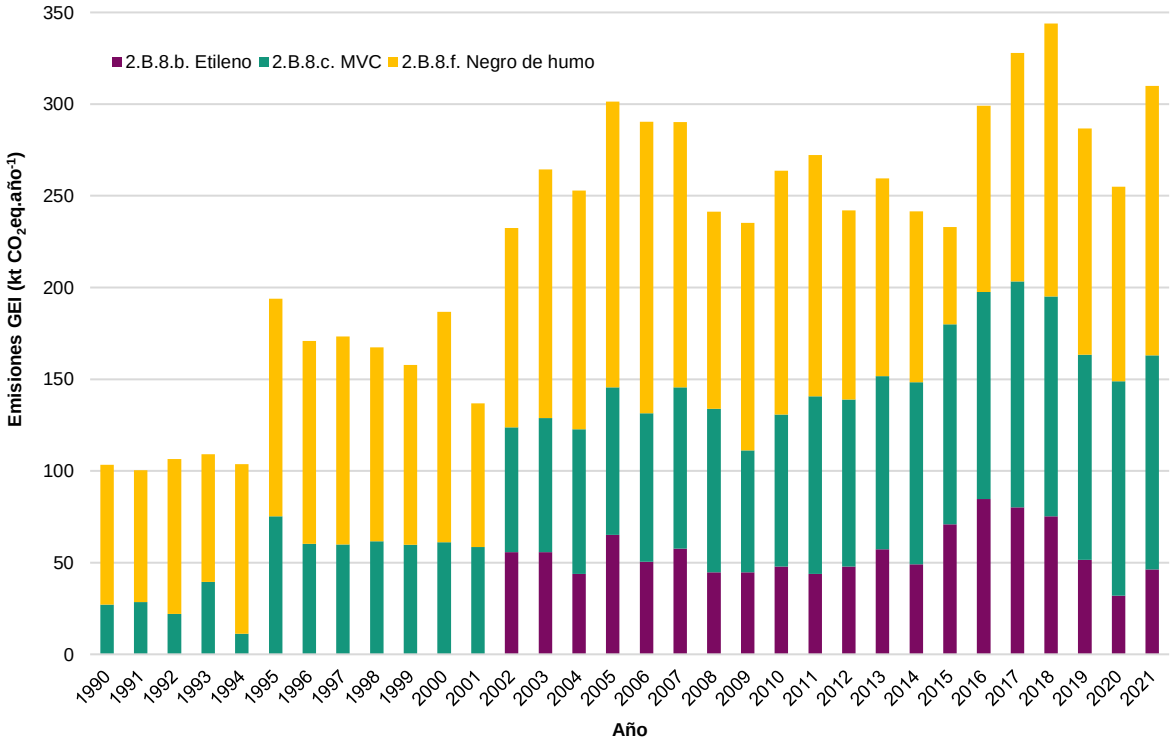


Figura 119. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo, 1990-2021

El promedio histórico de las emisiones de GEI para 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo, es de 223,53 kt CO_2eq, de los cuales el 50,10% de las emisiones son causadas por la producción de negro de humo, el 34,46% por la producción de monómero de cloruro de vinilo y el 24,70% restante corresponde a la producción de etileno. La tasa de crecimiento de las emisiones de 2.B.8 es de 3,61%.

De dichas emisiones promedio históricas para la producción petroquímica y de negro de humo, el 97,76% corresponde en promedio a emisiones de CO_2 y el restante 2,24% a emisiones de CH_4.

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría:

4.3.10.2.1 Método de estimación

El Cuadro 25, muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de las subcategorías de producción de etileno, cloruro de vinilo y negro de humo, siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.B.8.b. – Producción de etileno
2.B.8.c. – Producción de cloruro de vinilo
2.B.8.f. – Producción de negro de humo

Ecuación 3.15. Cálculo de la emisión de CO_2 - nivel 1. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 3)

$$Emisiones\ de\ CO_{2_i} = PP_i * EF_i * \frac{GAF}{100}$$

Donde:
PP_i = Producción anual de la sustancia petroquímica primaria i, toneladas
EF_i = Factor de emisión de CO_2 para la sustancia petroquímica i, toneladas de CO_2/tonelada de producto producido
GAF = Factor de ajuste geográfico para el factor de emisión de CO_2 de Nivel 1 para la producción de etileno, porcentaje

Ecuación 3.5. Cálculo de la emisión de CH_4 - nivel 1. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 3)

$$Emisiones\ de\ CH_{4_i} = PP_i * EF_i$$

Donde:
PP_i = Producción anual de la sustancia petroquímica primaria i, toneladas
EF_i = Factor de emisión de CH_4 para la sustancia petroquímica i, toneladas de CH_4/tonelada de producto producido

Cuadro 25. Ecuación de estimación de emisiones de GEI para las subcategorías de 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo

4.3.10.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 111. Metodología, factores de emisión y otros factores – Subcategorías de 2.B.8 Producción petroquímica y de negro de humo

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Factor	Valor
2.B.8.b. Producción de etileno	Nivel 1	IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.14	Factor de emisión de CO_2	0,95 t CO_2.t etileno^{-1}
		IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.15	Factor de ajuste geográfico - GAF	1,1
		IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.16	Factor de emisión de CH_4	6 kg CH_4.t etileno^{-1}
2.B.8.c. Producción de monómero de cloruro de vinilo	Nivel 1	IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.17	Factor de emisión de CO_2	0,294 t CO_2.t MCV^{-1}
		IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.19	Factor de emisión de CH_4	0,0226 kg CH_4.t MCV^{-1}
2.B.8.f. Producción de negro de humo	Nivel 1	IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.23	Factor de emisión de CO_2	2,62 t CO_2.t negro de humo^{-1}
		IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.24	Factor de emisión de CH_4	0,06 kg CH_4.t negro de humo^{-1}

Como se ha mencionado, los valores empleados para el cálculo de las emisiones en las diferentes subcategorías pueden cambiar al ser reportados en las CRT, ya que estas tablas constituyen un reporte global en el que el factor de emisión es implícito, calculado al tomar el valor de la emisión y dividirlo por el dato de actividad. Para las subcategorías de 2.B.8, se tienen las siguientes observaciones: para las emisiones por producción de etileno, el factor de emisión de CO_2 se ve influenciado por el factor de ajuste geográfico actualizándose en la Tabla 2(I).A-H a 1,045 t CO_2/t etileno. Mientras que el factor de emisión de metano se presenta en unidades de t/t: 0,006 t CH_4/t etileno. Para el monómero de cloruro de vinilo los factores de emisión implícitos en la Tabla 2(I).A-H

son: 0,294 t CO_2/t MCV y 2,26x10^{-5} t CH_4/t MCV y para negro de humo son: 2,62 t CO_2/t negro de humo y 6x10^{-5} t CH_4/t negro de humo.

4.3.10.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes por subcategoría:

Tabla 112. Datos de actividad – Producción petroquímica y de negro de humo (2.B.8.)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.B.8.b. Producción de etileno	Cantidad producida de etileno	2002 – 2021	Ecopetrol	Se tienen datos de producción de etileno desde el año 2002.
2.B.8.c. Producción de monómero de cloruro de vinilo	Cantidad producida de monómero cloruro de vinilo	1990 – 2021	Anexo 6.2, EAM – DANE	NA
2.B.8.f. Producción de negro de humo	Cantidad producida de negro de humo	1990 – 2021	Anexo 6.2, EAM – DANE	NA

Para la subcategoría 2.B.8.b Producción de etileno, no se realiza ningún procesamiento del dato de actividad, ya que la cantidad producida anualmente es entregada por la fuente en toneladas. Mientras que para 2.B.8.c Producción de monómero de cloruro de vinilo y 2.B.8.f. Producción de negro de humo, la cantidad producida reportada por la fuente en kilogramos se calcula en toneladas.

En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad empleados para cada subcategoría.

Tabla 113. Datos de actividad para la categoría 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo

Año	2.B.8.b. Producción de etileno	2.B.8.c. Producción de monómero de cloruro de vinilo	2.B.8.f. Producción de negro de humo
	Cantidad producida de etileno (t)	Cantidad producida de MVC (t)	Cantidad producida de negro de humo (t)
1990	NE	91.737,63	29.093,16
1991	NE	96.847,02	27.411,28
1992	NE	74.893,59	32.229,79
1993	NE	134.088,32	26.511,60
1994	NE	38.262,87	35.247,31
1995	NE	255.150,95	45.307,89
1996	NE	204.481,55	42.207,25
1997	NE	203.096,40	43.276,93
1998	NE	209.408,59	40.302,65
1999	NE	202.937,06	37.354,00
2000	NE	207.509,40	47.912,85
2001	NE	198.735,86	29.860,00
2002	45.990,00	230.978,93	41.453,00
2003	45.990,00	247.736,70	51.722,00
2004	36.135,00	267.717,90	49.676,59
2005	53.655,00	273.174,99	59.445,78
2006	41.610,00	274.813,49	60.645,00
2007	47.450,00	298.525,88	55.192,00
2008	36.865,00	302.517,34	41.015,00
2009	36.865,00	225.433,80	47.316,09
2010	39.420,00	281.672,88	50.687,00
2011	36.135,00	328.917,07	50.171,00
2012	39.420,00	309.435,18	39.340,16
2013	47.151,75	320.889,72	41.112,66

Año	2.B.8.b. Producción de etileno	2.B.8.c. Producción de monómero de cloruro de vinilo	2.B.8.f. Producción de negro de humo
	Cantidad producida de etileno (t)	Cantidad producida de MVC (t)	Cantidad producida de negro de humo (t)
2014	40.484,94	336.830,89	35.567,11
2015	58.479,90	369.876,07	20.244,45
2016	69.769,53	383.077,52	38.779,94
2017	66.054,52	418.128,60	47.495,24
2018	62.079,15	406.558,29	56.815,51
2019	42.486,42	379.465,00	47.039,66
2020	26.308,32	397.211,70	40.431,47
2021	38.091,75	396.403,99	56.027,48

La cantidad producida de etileno, monómero de cloruro de vinilo y negro de humo se expresa en kt en la tabla CRT Tabla 2(I).A-H.

4.4 Industria de los metales (CRT. 2.C.)

En la industria de los metales se generan emisiones de CO_2, CH_4 y algunos gases fluorados que particularmente en Colombia no ocurren. Las emisiones de CO_2 en esta industria se asocian a los procesos de reducción de óxidos metálicos presentes en los minerales, en los que el carbón es empleado usualmente en forma de coque como agente reductor (Marks et al., 2006).

En esta categoría se debe evitar la doble contabilidad u omisión de emisiones con respecto al sector de energía, dada la estrecha relación entre las fuentes de carbono como reactivo o su uso como generador de calor para sostener reacciones químicas de los procesos metalúrgicos. De igual forma y si es el caso, se debe descontar del inventario el CO_2 capturado acorde con la tecnología empleada en los procesos de producción de metales (Marks et al., 2006).

En la siguiente figura se muestran las subcategorías estimadas dentro de la industria de los metales en Colombia:

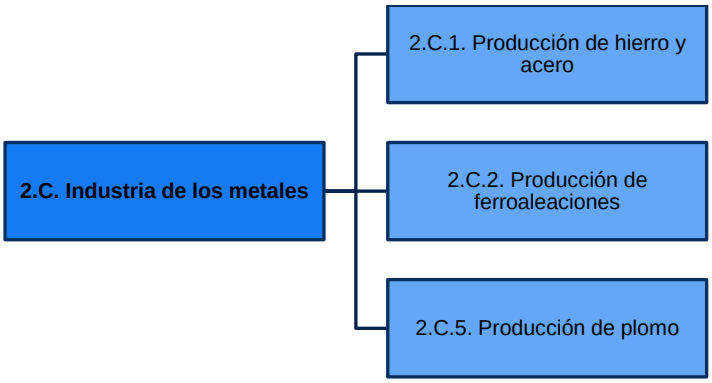


Figura 120. Subcategorías estimadas en 2.C. Industria de los metales

La producción mundial de acero creció un 4,16% respecto al 2020, siendo las regiones de mayor crecimiento África, Sur América y Norte América. Aunque la economía mundial creció en el 2021, su crecimiento se vio afectado por los nuevos casos de COVID-19, complicaciones en la cadena de suministros, el mercado laboral y la inflación. En China, la producción de acero se redujo un 3,71% en el 2021 (Comité Colombiano de Productores de Acero & ANDI, 2022; World Steel Association (WSA), 2024).

Para Sur y Centroamérica, la producción de acero presentó un crecimiento de 17,80% respecto al 2020, siendo los principales productores Brasil y Argentina. Por su parte, Colombia aumentó su producción un 16,45% (Comité Colombiano de Productores de Acero & ANDI, 2022; World Steel Association (WSA), 2024).

Desde el año 1920 se descubrieron los primeros yacimientos de hierro en Colombia y desde entonces el acero ha participado en la construcción de innumerables obras civiles como aeropuertos, estadios, vías y edificaciones; sin embargo, este material no es solo importante para las obras de arquitectura e infraestructura, sino también para los sectores automotriz, mecánico, eléctrico, de electrodomésticos y de transporte (Ternium, 2022).

Entre los años 2020 y 2021 los precios de las materias primas para la producción de acero a nivel mundial como el mineral de hierro o el carbón, presentaron una tendencia al alza; no obstante, en Colombia, su influencia no fue mayor ya que la producción del acero se realiza principalmente en el uso de alto horno, aun cuando el uso de chatarra ha empezado a cobrar importancia a nivel mundial y nacional, reemplazando el uso de mineral de hierro y otros minerales, siendo la producción en horno eléctrico más sostenible, pero dependiente de la disponibilidad de la chatarra (Comité Colombiano de Productores de Acero & ANDI, 2022).

Por su parte el hierro, empleado en la fabricación del acero, es un metal con propiedades magnéticas distintivas que constituye el 5% de la corteza terrestre, siendo el cuarto elemento más abundante. El proceso de fundición permite convertir el mineral en una forma a partir de la cual se pueden elaborar diferentes productos (Encyclopedia Britannica & Walker, 2023).

China, Brasil, Australia y Ucrania son los principales productores de mineral de hierro, que, junto con India, Estados Unidos, Canadá y Kazajistán representan el 80% de la producción mundial. Los principales exportadores son Brasil, Australia, Canadá e India, mientras que Japón, la Unión Europea y Estados Unidos son los principales importadores del material (Encyclopedia Britannica & Walker, 2023). El hierro se usa ampliamente en el sector de construcción, ornamentación, fabricación de imanes, catalizadores, acero, entre otros. En Latinoamérica, Colombia es considerado el cuarto productor de hierro, antecedido por Brasil, México y Argentina (Comité Colombiano de Productores de Acero & ANDI, 2021).

Las ferroaleaciones corresponden a aleaciones concentradas de hierro con uno o más metales, producidas mediante un proceso de reducción metalúrgica con un agente reductor carbonáceo que genera emisiones de CO_2 (Marks et al., 2006). Estas aleaciones se emplean para eliminar el oxígeno y modificar propiedades del acero. Dentro de las ferroaleaciones más comunes se encuentran el ferrosilicio, el ferromanganeso y el ferrocromo, empleados como desoxidantes, desulfurantes, para generar resistencia al calor o a la corrosión, entre otros usos.

En 2021, los principales exportadores de ferroaleaciones en el mundo fueron Indonesia, Sudáfrica y Brasil, mientras que China, Estados Unidos y Japón fueron los principales importadores (Gobierno de México, 2024).

En Colombia, se produce únicamente ferroníquel, empleado principalmente en la producción de acero inoxidable, baterías, turbinas de gas y productos electrónicos, abarcando el 4,42% de las exportaciones mundiales, siendo liderado por Indonesia con el 59,4% y Brasil con 7,09% (OEC, 2024).

Por su parte, el plomo puede obtenerse por producción primaria o secundaria. Dentro de los procesos primarios se encuentra la sinterización/fundición que consiste en etapas secuenciales de sinterización y fundición de concentrados de plomo, representando el 78% de la producción primaria de este metal. También, se puede producir por fundición directa eliminando la etapa de sinterización, abarcando el 22% restante de la producción primaria (Marks et al., 2006).

Por otro lado, la producción secundaria de plomo consiste en el procesamiento de plomo reciclado para su reutilización, principalmente proveniente de las baterías ácidas. El proceso consiste en triturar las baterías ácidas en un molino de martillo, para luego pasar al proceso de fundición con o sin desulfuración. Además, se pueden fundir las baterías enteras. En este proceso las emisiones de

CO_2 dependen del tipo de horno empleado y la cantidad de agentes reductores usados, como el carbón, gas natural, coque metalúrgico o coque de petróleo (Marks et al., 2006).

La producción mundial de plomo es liderada por China, Australia y Perú, mientras que los principales consumidores son China, Europa, Estados Unidos, Corea del Sur, India y Japón, que usan este metal principalmente para la fabricación de baterías para autos, productos laminados y extruidos, pigmentos y municiones (Sociedad Nacional de Minería & ANTAMINA, 2024). En Colombia, la producción de plomo se realiza con el reciclaje de baterías ácidas.

4.4.1 Tendencia de las emisiones de la categoría

Las emisiones promedio de la categoría 2.C. Industria de los metales son de 792,88 kt CO_2eq, con una participación promedio histórica de 12,19% en IPPU y una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,14%, siendo el cuarto sector en la contribución de emisiones de IPPU.

Las mayores emisiones de la categoría se presentan en el año 2015 con 1.098,34 kt CO_2eq, mientras que las menores emisiones en la industria de los metales se presentan en el año 2010 con 413,97 kt CO_2eq. La variación de la emisión entre 1990 y 2021 es de 42,21%.

En la siguiente tabla se resumen las emisiones de la industria de los metales y sus subcategorías:

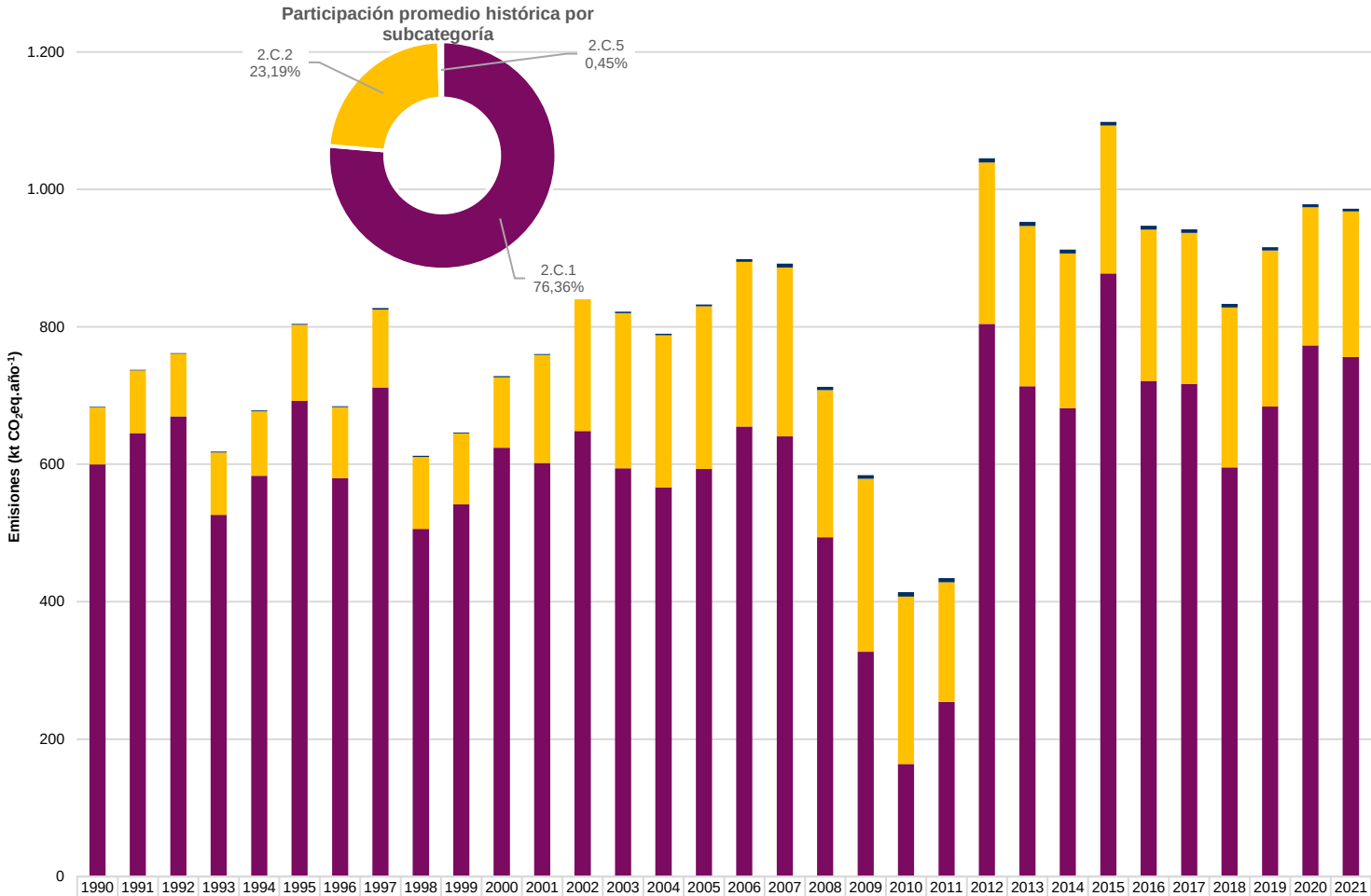
Tabla 114. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 2.C. Industria de los metales y sus subcategorías

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
2.C. Industria de los metales	683,56	804,22	728,08	832,59	413,97	1098,34	978,31	972,06
2.C.1. Producción de hierro y acero	599,73	692,27	624,01	593,10	163,71	877,80	773,04	755,94
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	83,03	110,71	102,60	236,78	243,60	215,03	201,08	212,06
2.C.5. Producción de plomo	0,80	1,24	1,47	2,71	6,65	5,51	4,20	4,05

De acuerdo con la Tabla 114 y en concordancia con la Figura 121, el 76,36% de las emisiones corresponden a 2.C.1. Producción de hierro y acero, seguida por la subcategoría 2.C.2. Producción de ferroaleaciones con el 23,19%. El 0,45% restante proviene de la subcategoría 2.C.5. Producción de plomo.

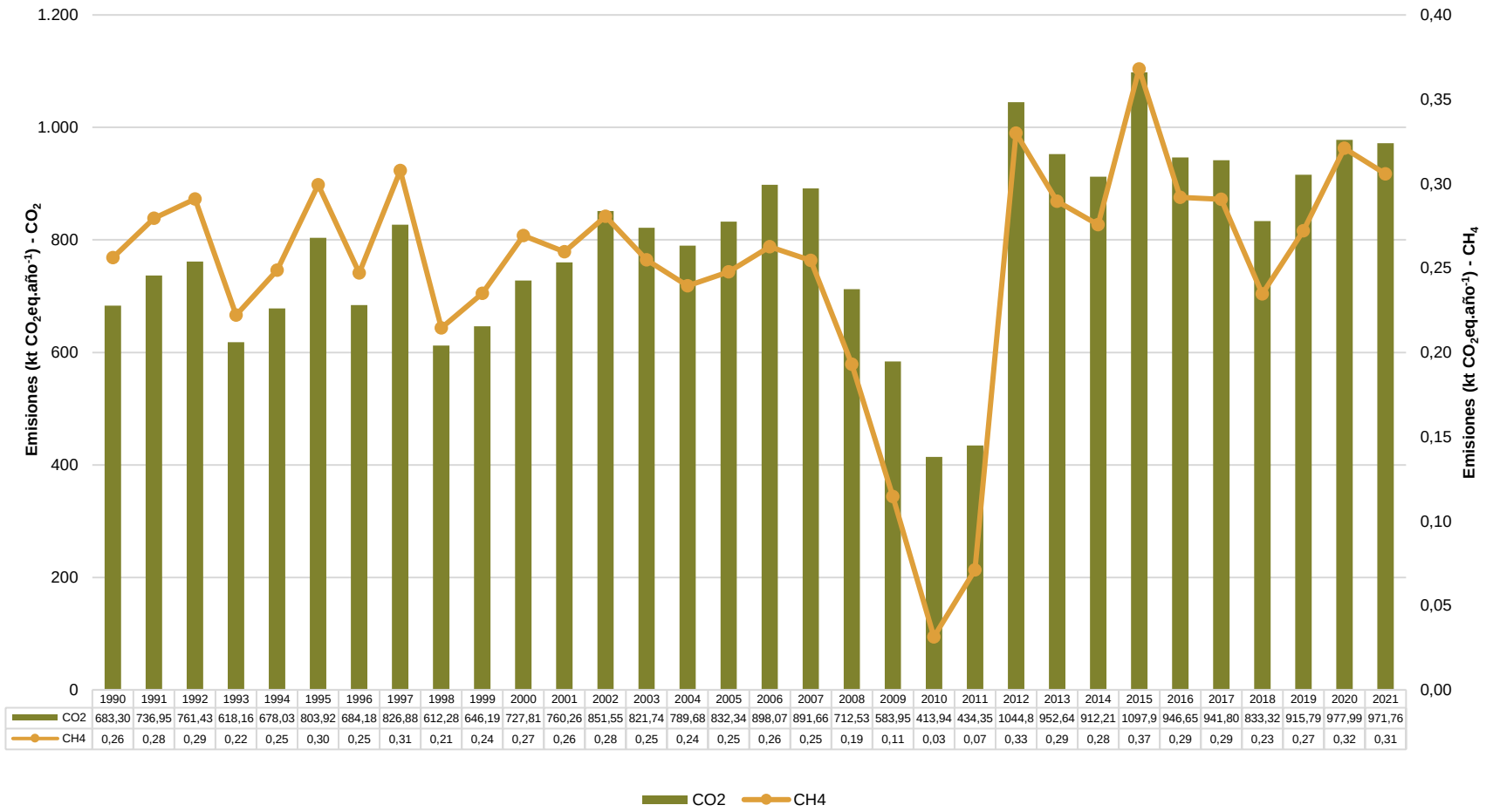
En la Figura 121 se observa que entre el año 2007 y 2011 se presenta una reducción del 51,29% de las emisiones de la industria de los metales, pasando de 891,92 kt CO_2eq a 434,42 kt CO_2eq. Posteriormente en el año 2012, se incrementan un 140,59% (1045,19 kt CO_2eq). Lo anterior tiene relación con el comportamiento del sector del hierro y el acero que se ha enfrentado a dificultades asociadas al mercado global del acero, dificultad para acceder al mineral de hierro, sindicatos internos y crisis económicas como aquella del año 2008.

En cuanto a las emisiones por GEI, el 99,97% de las emisiones de la industria de los metales es de CO_2, mientras que el 0,03% restante es de CH_4 (Ver Figura 122).



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2.C.5 Plomo	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	3	4	6	5	5	7	6	6	6	6	6	6	5	5	5	4	4
2.C.2 Ferroaleaciones	83	91	91	91	94	111	103	113	105	103	103	157	202	225	221	237	239	246	214	252	244	174	235	233	225	215	220	220	233	227	201	212
2.C.1 Hierro y acero	600	645	670	526	583	692	580	712	506	542	624	602	649	594	567	593	655	641	494	327	164	254	804	713	682	878	721	717	596	684	773	756

Figura 121. Tendencia de emisiones de GEI 2.C. Industria de los metales por subcategoría, 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	683,30	736,95	761,43	618,16	678,03	803,92	684,18	826,88	612,28	646,19	727,81	760,26	851,55	821,74	789,68	832,34	898,07	891,66	712,53	583,95	413,94	434,35	1044,8	952,64	912,21	1097,9	946,65	941,80	833,32	915,79	977,99	971,76
CH4	0,26	0,28	0,29	0,22	0,25	0,30	0,25	0,31	0,21	0,24	0,27	0,26	0,28	0,25	0,24	0,25	0,26	0,25	0,19	0,11	0,03	0,07	0,33	0,29	0,28	0,37	0,29	0,29	0,23	0,27	0,32	0,31

Figura 122. Tendencia de emisiones de 2.C. Industria de los metales por GEI, 1990-2021

4.4.2 Descripción de flexibilidades aplicadas

Como se ha mencionado, Colombia se ha acogido a la flexibilidad de la serie de tiempo de acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, dado que presenta el inventario de GEI de 1990 a 2021, ya que algunas fuentes de información no poseen los datos reportados al año 2022.

Sin embargo, para las subcategorías pertenecientes a la industria de los metales (2.C), las fuentes de información (WSA, UPME, Cerro Matoso SA y las empresas productoras de plomo secundario), cuentan con la información para la serie de tiempo de 1990 a 2022.

4.4.3 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

En la Tabla 115 se muestran los resultados de incertidumbre para la categoría 2C. Durante el periodo de 1990 a 2021, la incertidumbre promedio es de ±24,02%. Entre el año 1990 y 2021 se observó una ligera reducción de 4,40 puntos porcentuales en la incertidumbre de la categoría. Las incertidumbres relacionadas con los datos de actividad y los factores de emisión no cambiaron a lo largo de este periodo. Por lo tanto, los cambios anuales en la incertidumbre se deben exclusivamente a las variaciones en las emisiones de las subcategorías. Por tipo de GEI el CH_4 y CO_2 tienen incertidumbres promedio de 32,02% y 24,04%, respectivamente, relacionadas con las emisiones.

Para la categoría 2.C. la incertidumbre del año 2021 está influenciada tanto por las incertidumbres de los factores de emisión como los datos de actividad, excepto para 2.C.1. que esta influenciado por el factor de emisión. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre es 2.C.5 con un valor de ±70,71%.

Tabla 115. Resultados de incertidumbre – Industria de los metales (2C)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
2.C. Industria del metal	TODOS	28,38	28,17	27,98	22,64	10,73	25,43	24,92	23,97	NA
	CO2	28,39	28,18	27,99	22,65	10,73	25,43	24,93	23,98	NA
	CH4	32,02	32,02	32,02	32,02	32,02	32,02	32,02	32,02	NA
2.C.1. Producción de hierro y acero	TODOS	32,33	32,70	32,63	31,66	24,84	31,76	31,48	30,76	FE
	CO2	32,34	32,72	32,64	31,67	24,84	31,78	31,50	30,77	NA
	CH4	32,02	32,02	32,02	32,02	32,02	32,02	32,02	32,02	NA
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	CO2	7,07	7,07	7,07	7,07	7,07	7,07	7,07	7,07	DA y FE
2.C.5. producción de plomo	CO2	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	DA y FE

En la Figura 123 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías y su estimación por GEI sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 2C1_CO_2 es la más sensible con una contribución del 99% a la incertidumbre total de la categoría 2.C. debido a que presentan las mayores emisiones.

Las emisiones de la subcategoría 2C1_CO_2 tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 2.C., contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±2,39% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±23,97%, donde el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 21,59% y 26,37%.

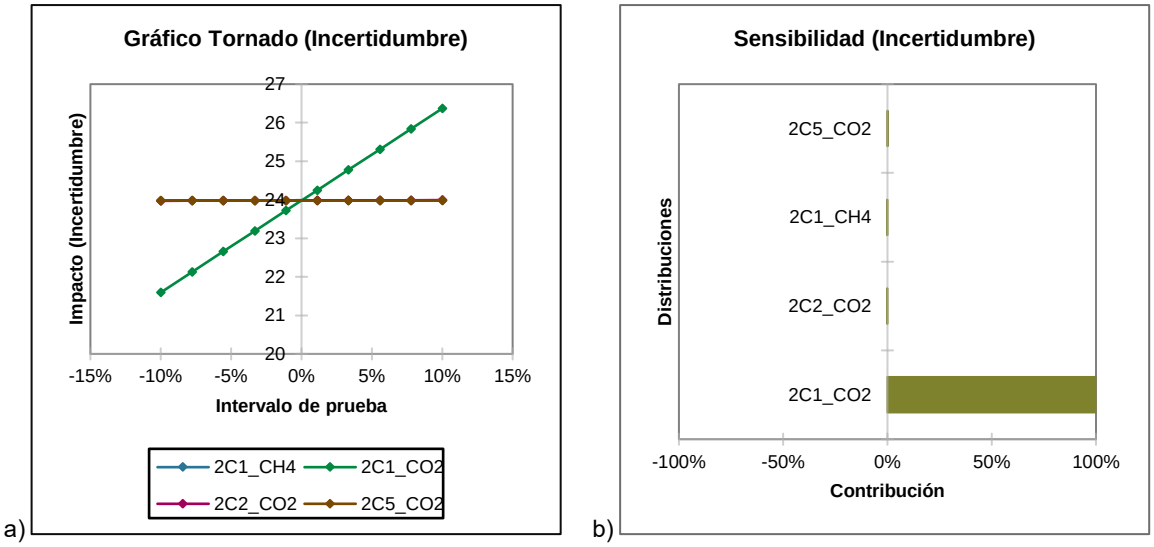


Figura 123. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de la Industria de los metales (2C) para el 2021

4.4.4 AC/CC y verificación de la categoría

Siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de control y aseguramiento de calidad, para la estimación de emisiones en la industria de los metales (2.C), se realizaron algunas actividades transversales como:

- La verificación de tendencia de los datos de actividad con las fuentes de información.
- Se realizó la verificación del registro de bases de datos y cálculo año a año con respecto al consolidado del sector.
- Se realizó la revisión de la tendencia de emisiones de la subcategoría, justificando las variaciones representativas.
- Se revisaron las variaciones en los resultados obtenidos para las emisiones de las subcategorías con respecto al reporte anterior (BUR3).
- Se realizó la socialización de resultados de emisiones del sector en talleres de divulgación para el fortalecimiento de capacidades e identificación de opciones de mejora.

Particularmente para la obtención de datos de producción por tipo de acero, se realizaron diferentes mesas técnicas con las empresas miembro del Comité Colombiano de Productores de Acero (ANDI), entre ellos la única siderúrgica integrada del país, con los que se logró actualizar el supuesto de la relación de sinterizado en el arrabio, empleado para desagregar la producción de acero crudo en los diferentes tipos de acero producido a nivel nacional.

También se realizaron mesas técnicas con Cerro Matoso SA, empresa dedicada a la producción de níquel contenido en ferroníquel, con quienes se logró reducir la sobreestimación del factor de emisión en la producción de ferroaleaciones, separando la influencia del consumo de combustibles y trasladando dichas emisiones a la subcategoría 1.A.2.b, en el sector de energía.

4.4.5 Recálculos de la categoría

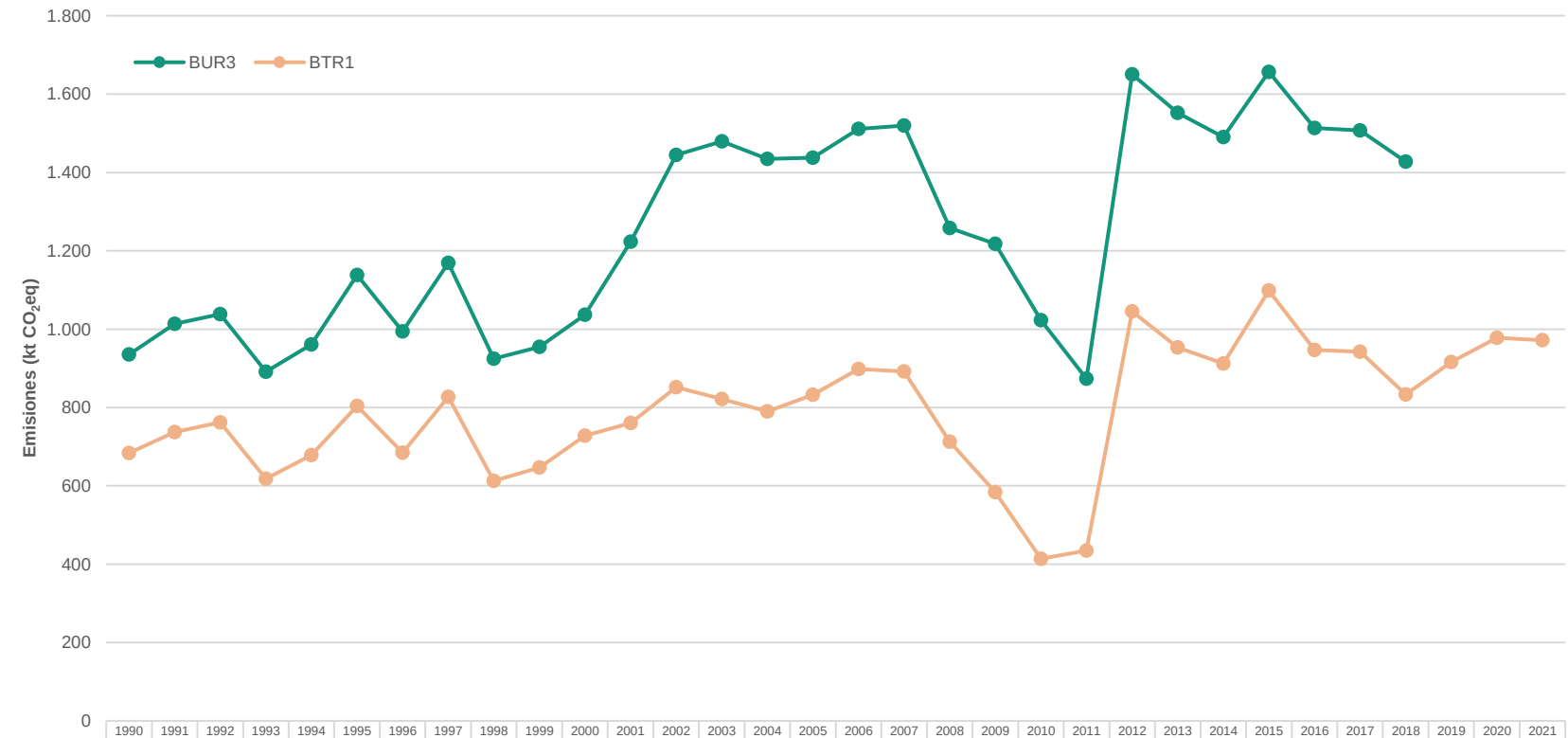
Como se mencionó con anterioridad, en términos de recálculos para la categoría 2.C., se realizó un ajuste de supuestos para determinar la producción por tipo de acero a nivel nacional, de acuerdo con lo mencionado por la siderúrgica integrada. De igual forma, se ajusta el procesamiento del dato de actividad acorde con el funcionamiento del proceso de producción de acero en el alto horno.

Así mismo, se ajusta el factor de emisión de 2.C.2, para la serie de tiempo 1990-2021 en un trabajo colaborativo con la empresa productora y el equipo de Monitoreo, Reporte y Verificación del Ministerio de Minas y Energía. En este ajuste, las emisiones por consumo de combustible en la

producción de níquel contenido en ferroníquel fueron trasladadas y contabilizadas en la subcategoría 1.A.2.b del sector de energía.

En la siguiente figura se observa que existe una variación promedio de 37,52% principalmente por el ajuste del factor de emisión en 2.C.2, que evita la sobreestimación de las emisiones en la producción de ferroníquel. En la producción de plomo no se registran recálculos.

Se resalta que esta categoría tiene una participación promedio de 0,34% en las emisiones nacionales.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	936	1013	1039	891	961	1138	994	1169	924	955	1037	1223	1444	1479	1434	1438	1511	1519	1258	1218	1023	873	1651	1552	1490	1657	1513	1508	1428			
BTR1	684	737	762	618	678	804	684	827	612	646	728	761	852	822	790	833	898	892	713	584	414	434	1045	953	912	1098	947	942	834	916,06	978,31	972,06

Figura 124. Recálculos 2.C. Industria de los metales.

4.4.6 Plan de mejora de la categoría

A continuación, se presentan las actividades a realizar para implementar el plan de mejora propuesto para la estimación de emisiones de GEI para 2.C. Industria de los metales. Este plan se centra en mejorar la calidad de la información empleada en el inventario e incluir la estimación de las subcategorías no estimadas en el presente ciclo de inventario.

Tabla 116. Plan de mejora para 2.C. Industria de los metales

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
2.C.1. Producción de hierro y acero	Lograr acceder a la información requerida en referencia a la producción nacional por tipo de acero para evitar el uso de supuestos para determinar la producción de acero BOF y EAF a partir de datos recolectados de SIMCO y WSA.	Establecer espacios de trabajo con las empresas productoras con el apoyo del Comité Colombiano de Productores de Acero de la ANDI, MinComercio y MinAmbiente para establecer mecanismos de transferencia de información (Materiales de proceso, flujos de carbono, factores de emisión por proceso o planta) que permitan estimar las emisiones del sector con un nivel superior (Nivel 2 o 3).	x	x	x			Mediano	IDEAM - Empresas del sector - ANDI - MinComercio - MinAmbiente	Ejecución
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	Aunque se logró determinar un factor de emisión acorde con el proceso de producción de ferroníquel nacional, se busca incrementar el nivel metodológico de estimación de la subcategoría con la empresa productora y el apoyo de MinEnergía	Establecer espacios de trabajo con la empresa productora y MinEnergía para desarrollar mecanismos de transferencia oportuna y periódica de la información (flujos de entrada y salida de materias primas, agentes reductores, productos y subproductos, flujos de carbono, etc.) respetando su confidencialidad en el marco de elaboración del INGEI	x	x	x			Mediano	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente - MinEnergía	Ejecución
2.C.3. Producción de Aluminio	Identificar la información necesaria para estimar la emisión por producción de aluminio, si es primaria	Identificar si en el país existe producción primaria de aluminio o únicamente secundaria para en futuros ciclos gestionar el acceso a la información y estimar la emisión. Emplear las bases de datos de RESPEL y RUA Manufacturero del IDEAM para identificar los gestores de residuos metálicos y mapear si ellos o terceros realizan la recuperación del metal.	x		x			Mediano	IDEAM - Gestores de residuos - Empresas del sector - ANDI - MinComercio	Planeación
2.C.4. Producción de magnesio	Identificar la información necesaria para estimar las emisiones por producción de magnesio primaria o secundaria en el país	identificar si en el país existe producción primaria y/o secundaria de magnesio para en futuros ciclos gestionar el acceso a la información y estimar la emisión. Emplear las bases de datos de RESPEL y RUA Manufacturero del IDEAM para identificar los gestores de residuos	x		x			Mediano	IDEAM - Gestores de residuos - Empresas del sector - ANDI - MinComercio	Planeación

		metálicos y mapear si ellos o terceros realizan la recuperación del metal.								
2.C.5. Producción de plomo	Lograr acceder a la información de todas o la mayoría de las empresas que realizan reciclaje de baterías usadas de plomo ácido para obtención de plomo secundario con el apoyo del registro RESPEL del IDEAM y el mapeo de las empresas que se acogen a la Resolución 372 de 2009.	De acuerdo con la Resolución 372 de 2009, identificar las empresas productoras de plomo secundario en el país para obtener un dato de producción nacional	x		x			Corto	IDEAM - Empresas del sector - MinAmbiente	Planeación
2.C.6.Producción de Zinc	Identificar la información necesaria para estimar la emisión por producción de zinc primaria o secundaria e incluir sus emisiones en próximos inventarios	Identificar si en el país existe producción primaria de zinc o únicamente secundaria para en futuros ciclos gestionar el acceso a la información y estimar la emisión. Emplear las bases de datos de RESPEL y RUA Manufacturero del IDEAM para identificar los gestores de residuos metálicos y mapear si ellos o terceros realizan la recuperación del metal.	x		x			Mediano	IDEAM - Gestores de residuos - Empresas del sector - ANDI - MinComercio	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

4.4.7 Subcategoría: 2.C.1 Producción de hierro y acero

i. Descripción de la subcategoría

La producción de hierro y acero genera emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O en instalaciones que realizan producción primaria de estos metales, en plantas de producción secundaria de acero, plantas de producción de hierro y producción de coque metalúrgico fuera de la instalación (Marks et al., 2006).

La fabricación de acero puede llevarse a cabo en plantas integradas utilizando mineral de hierro o en plantas secundarias que emplean chatarra reciclada. Las plantas integradas generalmente incluyen la producción de coque, altos hornos, hornos básicos de oxígeno (BOF, por sus siglas en inglés) y/o hornos de reverbero (OHF, por sus siglas en inglés) (Marks et al., 2006).

Por otro lado, la producción de hierro puede realizarse en siderúrgicas integradas o en instalaciones separadas, donde se utilizan altos hornos y BOF. Además, el hierro puede producirse mediante reducción directa, un proceso que convierte el mineral de hierro en hierro metálico en estado sólido a temperaturas inferiores a 1000°C (Marks et al., 2006).

En el proceso de sinterización, el mineral de hierro y otros minerales pueden aglomerarse para ser alimentados al alto horno. Esta alimentación puede incluir hierro fino, aditivos como cal u olivina, materiales reciclados provenientes de la fabricación de hierro y del acero, así como el cisco de coque (Marks et al., 2006).

Es importante tener en cuenta que la producción de coque metalúrgico, que resulta de la carbonización del carbón a altas temperaturas, se clasifica como un uso energético de combustibles

fósiles. Por lo tanto, las emisiones generadas deben reportarse en el sector de energía. Este material se utiliza en altos hornos para la fabricación de hierro y en otros procesos metalúrgicos (Marks et al., 2006).

La industria siderúrgica colombiana data desde el año 1938. Actualmente, el país cuenta con 6 plantas de acería y 12 plantas de laminación en caliente para la producción de aceros largos. La producción de acero se realiza en cinco siderúrgicas que son: Acerías Paz del Rio, Gerdau-Diaco, Grupo Siderúrgico Reyna (GSR), Siderúrgica del Occidente SAS (Sidoc) y Ternium, cuya producción se destina principalmente al sector de construcción e infraestructura (Comité Colombiano de Productores de Acero & ANDI, 2022). Una de estas siderúrgicas corresponde a una planta integrada que produce acero vía alto horno a partir de hierro en el departamento de Boyacá, mientras que las demás son siderúrgicas semi-integradas que producen acero vía arco eléctrico a partir de chatarra.

El promedio nacional de producción de acero crudo total entre 1990 y 2021 fue de 953.500 toneladas. De acuerdo con la Figura 125, la producción de acero crudo total en 2021 fue de 1,34 millones de toneladas con un incremento del 16,45% luego del 2020, año en el que por efectos de la pandemia la producción de acero se redujo un 13,80%.

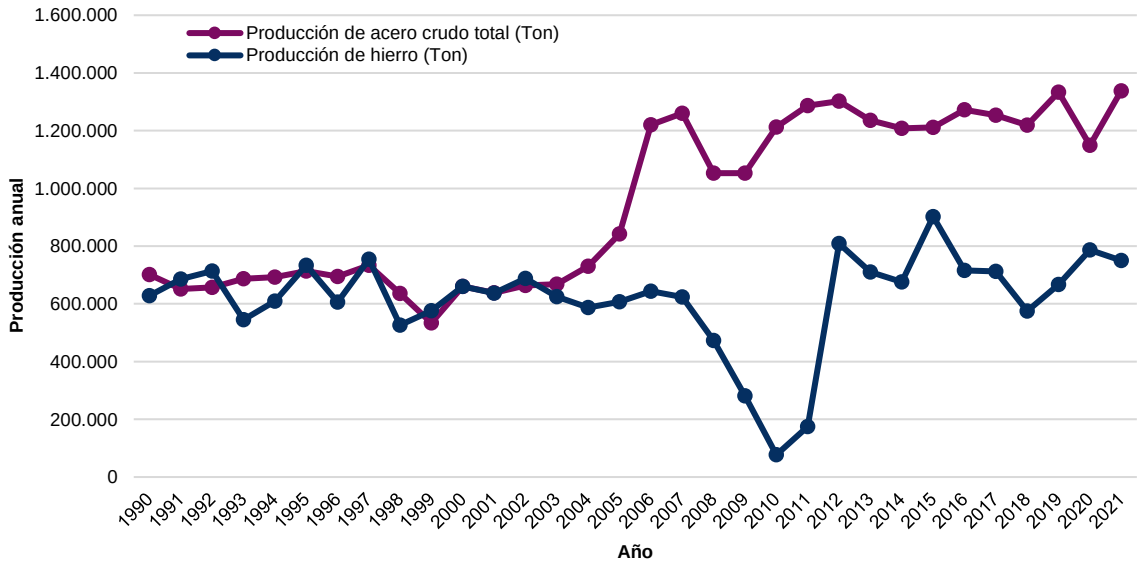


Figura 125. Producción de acero crudo total y hierro en Colombia entre 1990 y 2021

Elaboración propia a partir de:(Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO), 2024; World Steel Association (WSA), 2024)

De igual forma, la industria del acero colombiana produjo 1,54 millones de toneladas de aceros largos en 2021 con un crecimiento del 33% respecto al 2020. Uno de los principales productos es el acero para concreto, que también presentó un crecimiento del 35% en el mismo periodo. Mientras que las importaciones de aceros largos crecieron un 57% en 2021, las importaciones de acero para concreto registraron un aumento del 58% en el mismo año (Comité Colombiano de Productores de Acero & ANDI, 2022).

En el país son pocas las minas que proveen el mineral de hierro para la industria siderúrgica y sus otros usos. Los depósitos más representativos se encuentran en Boyacá; sin embargo, de acuerdo con el Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO), también se reporta producción de hierro en los departamentos de Córdoba, Cauca, Cundinamarca y la Guajira con un promedio de producción de mineral de hierro de 617.603 toneladas para la serie de tiempo 1990-2021, siendo para el 2021 de 749.890 toneladas (Ver Figura 126) (Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO), 2024).

En la Figura 126, entre el año 2009 y 2010 se observa una reducción en la producción de mineral de hierro y a su vez del acero crudo total, la cual se recupera hasta el año 2012. Esta disminución está

asociada a la crisis económica que enfrentó el país durante este periodo, afectando la demanda y la inversión en la industria minera, así como la volatilidad de los precios internacionales del mineral de hierro.

Como se ha mencionado con anterioridad, el PIB nacional se contrajo en el 2020 debido a los efectos en las actividades económicas y productivas de la pandemia por COVID-19, afectando a sectores asociados a la construcción, que sólo hasta el 2021 inició su recuperación con la reactivación económica. Lo anterior, evidencia una alteración a la oferta y demanda de los materiales de construcción, entre ellos el hierro y el acero, que además se vieron afectados por las medidas de Estados Unidos relacionadas con los aranceles impuestos sobre las importaciones (Comité Colombiano de Productores de Acero & ANDI, 2022).

Las emisiones de acero corresponden a CO_2 por la producción de acero BOF y el acero producido por arco eléctrico (EAF). Mientras que en las emisiones de sinterizado se estima la generación de CO_2 y CH_4. En la Figura 126, se presenta la tendencia de emisiones en kt CO_2eq por la producción de hierro y acero en Colombia:

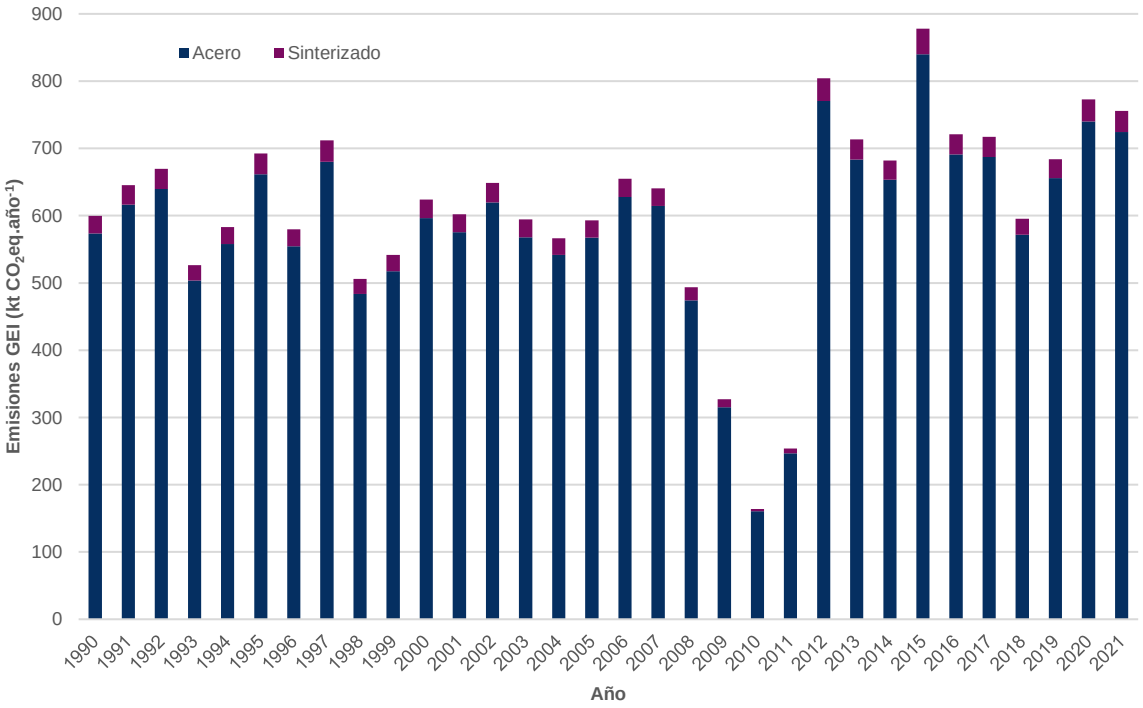


Figura 126. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.C.1 Producción de hierro y acero, 1990-2021

El promedio de las emisiones de la subcategoría 2.C.1 Producción de hierro y acero es de 610,71 kt CO_2eq. De estas emisiones, el 88,09% corresponden a la producción de acero BOF, el 7,66% a la producción de acero EAF y 4,25% por la producción de sinterizado. El 99,96% de las emisiones de la subcategoría corresponden a CO_2, mientras que el restante a CH_4 (las emisiones de metano se dan por la producción de sinterizado). La tasa de crecimiento anual compuesta para esta subcategoría es de 0,75%.

Entre el año 2007 y 2012, la Figura 126, muestra una reducción de las emisiones ocasionadas por la producción de hierro y acero, asociada a una serie de dificultades enfrentadas por el sector, como los bajos precios del acero mundial, la dificultad para conseguir el mineral de hierro y los problemas internos con los sindicatos. Estas dificultades se agudizaron por la crisis económica de 2009. Durante el periodo de pandemia de 2020, si bien la producción de acero EAF se vio afectada, la producción de hierro se mantuvo permitiendo mantener la fabricación del acero BOF, y por ende, la tendencia

de las emisiones, ya que, aunque la empresa productora redujo sus actividades productivas en los meses de marzo y abril, logró ejecutar su plan de producción anual (Acerías Paz del Río, 2020).

ii. Metodología

4.4.7.2.1 Método de estimación

El Cuadro 26, muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.C.1. Producción de hierro y acero

Ecuación 4.4. Nivel 1: Emisiones de CO_2 provenientes de la producción de hierro y acero. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 4)

$$Emisiones_{CO2} = BOF * EF_{BOF} + EAF * EF_{EAF} + OHF * EF_{OHF}$$

Donde:
BOF = Cantidad de acero crudo producido en BOF (alto horno), toneladas
EF_{BOF} = Factor de emisión, toneladas de CO_2/tonelada de acero BOF producido
EAF = Cantidad de acero crudo producido en EAF (arco eléctrico), toneladas
EF_{EAF} = Factor de emisión, toneladas de CO_2/tonelada de acero EAF producido
OHF= Cantidad de acero crudo producido en OHF (horno de solera), toneladas
EF_{OHF} = Factor de emisión, toneladas de CO_2/tonelada de acero OHF producido

En Colombia no se produce acero en hornos de solera, por lo tanto, la ecuación anterior se reduce a los siguientes términos:

$$Emisiones_{CO2} = BOF * EF_{BOF} + EAF * EF_{EAF}$$

Ecuación 4.7. Nivel 1: Emisiones de CO_2 provenientes de la producción de sinterizado. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 4)

$$Emisiones_{CO2} = SI * EF_{SI}$$

Donde:
SI = Cantidad de sinterizado producido nacionalmente, toneladas
EF_{SI} = Factor de emisión, toneladas de CO_2/tonelada de sinterizado producido

Ecuación 4.12. Nivel 1: Emisiones de CH_4 provenientes de la producción de sinterizado. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 4)

$$Emisiones_{CH4} = SI * EF_{SI}$$

Donde:
SI = Cantidad de sinterizado producido nacionalmente, toneladas
EF_{SI} = Factor de emisión, toneladas de CH_4/ tonelada de sinterizado producido

Cuadro 26. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de hierro y acero (2.C.1)

4.4.7.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 117. Metodología y factores de emisión – Producción de hierro y acero (2.C.1)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Factor	Valor
2.C.1. Producción de hierro y acero	Nivel 1	IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 4, Cuadro 4.1	Factor de emisión de CO_2 para producción de acero BOF	1,46 t CO_2.t acero producido^{-1}
		IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 4, Cuadro 4.1	Factor de emisión de CO_2 para producción de acero EAF	0,08 t CO_2.t acero producido^{-1}
		IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 4, Cuadro 4.1	Factor de emisión de CO_2 para producción de sinterizado	0,2 t CO_2.t sinterizado producido^{-1}

		IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 4, Cuadro 4.2	Factor de emisión de CH_4 para producción de sinterizado	0,07 kg CH_4.t sinterizado producido^{-1}

El factor de emisión implícito en la CRT titulada Tabla2(I).A-H, se calcula para el acero y para el sinterizado. En ambos casos, el valor de la emisión por gas se divide entre el dato de actividad.

En particular, el caso del acero, el dato de actividad corresponde a la sumatoria de los tipos de acero producidos a nivel nacional (BOF y EAF) en kilotoneladas. De esta forma, los factores de emisión implícitos registrados en la tabla corresponden a: 0,54-0,82 t CO_2/t acero producido, 0,20 t CO_2/t sinterizado y 7x10^{-5} t CH_4/t sinterizado.

4.4.7.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 118. Datos de actividad – Producción de hierro y acero (2.C.1)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.C.1. Producción hierro y acero	Cantidad de mineral de hierro producida	1990 - 2018	Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO) de la UPME	A partir de la producción de mineral de hierro, es posible estimar -utilizando ciertos supuestos- la cantidad de acero producida vía alto horno (BOF), y la cantidad de sinterizado producida.
	Cantidad total de acero producida	1990 - 2018	Asociación Mundial del Acero (WSA)	A la cantidad total de acero producida en el país, se sustrae la cantidad estimada de acero BOF producida, para obtener la cantidad de acero EAF producida.

Como se observa en la Tabla 118, a partir de los datos de producción de mineral de hierro proporcionados por SIMCO, y con ayuda de algunos supuestos se estima la cantidad producida de acero BOF. Esta cantidad estimada es empleada para determinar la producción de acero EAF, sustrayendo la cantidad de la producción de acero crudo total reportada por WSA. Los supuestos empleados se resumen a continuación:

Tabla 119. Supuestos empleados en el procesamiento del dato de actividad para 2.C.1. Producción de hierro y acero

Supuesto	Valor	Observaciones
Hierro en mineral	0,43	NA
Hierro en arrabio	0,93	NA
Arrabio en acero	0,775	NA
Relación entre sinterizado y arrabio	0,45	Valor actualizado para el primer informe bienal de transparencia, de acuerdo con la información de la siderúrgica integrada.

Teniendo en cuenta la producción de mineral de hierro nacional, se calcula la cantidad de hierro crudo utilizando el supuesto “Hierro en mineral”. Posteriormente, con el dato de hierro crudo y el supuesto de “Hierro en arrabio”, se determina la cantidad de arrabio producido. La cantidad de arrabio permite calcular por un lado la cantidad de acero BOF producido con el supuesto “Arrabio en acero” y por el otro lado, la cantidad de sinterizado con la “Relación entre sinterizado y arrabio”. Finalmente, a la cantidad producida de acero total se le descuenta la cantidad estimada de producción de acero BOF para obtener la cantidad producida de acero EAF. Al cálculo de la emisión ingresan la cantidad producida de acero BOF, acero EAF y sinterizado como datos de actividad.

A continuación, se resumen los datos recolectados de la fuente y los datos procesados que ingresan al cálculo de la emisión:

Tabla 120. Datos de actividad de la fuente de información para 2.C.1. Producción de hierro y acero

Año	Cantidad producida de mineral de hierro (t)	Cantidad producida de acero crudo (t)	Año	Cantidad producida de mineral de hierro (t)	Cantidad producida de acero crudo (t)
1990	628.257,00	701.000,00	**2006**	644.151,00	1.220.000,00
1991	685.490,00	652.000,00	**2007**	623.930,00	1.260.000,00
1992	713.225,00	657.000,00	**2008**	473.273,00	1.053.000,00
1993	544.775,00	687.000,00	**2009**	280.772,66	1.053.000,00
1994	609.915,00	693.000,00	**2010**	77.048,00	1.213.000,00
1995	734.000,00	714.000,00	**2011**	174.459,00	1.287.000,00
1996	605.716,00	695.000,00	**2012**	809.224,00	1.302.000,00
1997	754.772,00	734.000,00	**2013**	710.047,00	1.236.000,00
1998	525.825,00	636.000,00	**2014**	676.180,24	1.208.000,00
1999	576.414,00	534.000,00	**2015**	902.451,00	1.211.000,00
2000	660.109,00	660.000,00	**2016**	715.881,00	1.272.000,00
2001	636.837,00	638.000,00	**2017**	712.868,00	1.253.000,00
2002	688.106,00	664.000,00	**2018**	575.578,00	1.219.000,00
2003	625.002,00	668.000,00	**2019**	667.207,00	1.333.000,00
2004	587.222,00	730.000,00	**2020**	787.121,00	1.149.000,00
2005	607.559,00	842.000,00	**2021**	749.890,00	1.338.000,00

Tabla 121. Datos de actividad procesados para 2.C.1. Producción de hierro y acero

Año	Tipo de acero	Valor (t)	Año	Tipo de acero	Valor (t)
1990	Acero BOF	374.818,61	**2006**	Acero BOF	384.300,98
1990	Acero EAF	326.181,39	**2006**	Acero EAF	835.699,02
1990	Sinterizado	130.717,99	**2006**	Sinterizado	134.024,97
1990	Arrabio	290.484,42	**2006**	Arrabio	297.833,26
1991	Acero BOF	408.963,86	**2007**	Acero BOF	372.237,11
1991	Acero EAF	243.036,14	**2007**	Acero EAF	887.762,89
1991	Sinterizado	142.626,15	**2007**	Sinterizado	129.817,69
1991	Arrabio	316.946,99	**2007**	Arrabio	288.483,76
1992	Acero BOF	425.510,58	**2008**	Acero BOF	282.355,03
1992	Acero EAF	231.489,42	**2008**	Acero EAF	770.644,97
1992	Sinterizado	148.396,81	**2008**	Sinterizado	98.471,32
1992	Arrabio	329.770,70	**2008**	Arrabio	218.825,15
1993	Acero BOF	325.013,18	**2009**	Acero BOF	167.509,18
1993	Acero EAF	361.986,82	**2009**	Acero EAF	885.490,82
1993	Sinterizado	113.348,35	**2009**	Sinterizado	58.418,83
1993	Arrabio	251.885,22	**2009**	Arrabio	129.819,62
1994	Acero BOF	363.875,75	**2010**	Acero BOF	45.966,90
1994	Acero EAF	329.124,25	**2010**	Acero EAF	1.167.033,10
1994	Sinterizado	126.901,67	**2010**	Sinterizado	16.030,95
1994	Arrabio	282.003,71	**2010**	Arrabio	35.624,34
1995	Acero BOF	437.904,96	**2011**	Acero BOF	104.082,37
1995	Acero EAF	276.095,04	**2011**	Acero EAF	1.182.917,63
1995	Sinterizado	152.719,35	**2011**	Sinterizado	36.298,73
1995	Arrabio	339.376,34	**2011**	Arrabio	80.663,84
1996	Acero BOF	361.370,63	**2012**	Acero BOF	482.783,66
1996	Acero EAF	333.629,37	**2012**	Acero EAF	819.216,34
1996	Sinterizado	126.028,01	**2012**	Sinterizado	168.370,80
1996	Arrabio	280.062,24	**2012**	Arrabio	374.157,33
1997	Acero BOF	450.297,55	**2013**	Acero BOF	423.614,58
1997	Acero EAF	283.702,45	**2013**	Acero EAF	812.385,42
1997	Sinterizado	157.041,27	**2013**	Sinterizado	147.735,59
1997	Arrabio	348.980,60	**2013**	Arrabio	328.301,30
1998	Acero BOF	313.707,60	**2014**	Acero BOF	403.409,65
1998	Acero EAF	322.292,40	**2014**	Acero EAF	804.590,35
1998	Sinterizado	109.405,52	**2014**	Sinterizado	140.689,11
1998	Arrabio	243.123,39	**2014**	Arrabio	312.642,48
1999	Acero BOF	343.889,03	**2015**	Acero BOF	538.402,96
1999	Acero EAF	190.110,97	**2015**	Acero EAF	672.597,04
1999	Sinterizado	119.931,30	**2015**	Sinterizado	187.768,03
1999	Arrabio	266.514,00	**2015**	Arrabio	417.262,29
2000	Acero BOF	393.821,53	**2016**	Acero BOF	427.095,15

Año	Tipo de acero	Valor (t)	Año	Tipo de acero	Valor (t)
2000	Acero EAF	266.178,47	**2016**	Acero EAF	844.904,85
2000	Sinterizado	137.345,26	**2016**	Sinterizado	148.949,43
2000	Arrabio	305.211,69	**2016**	Arrabio	330.998,74
2001	Acero BOF	379.937,44	**2017**	Acero BOF	425.297,59
2001	Acero EAF	258.062,56	**2017**	Acero EAF	827.702,41
2001	Sinterizado	132.503,18	**2017**	Sinterizado	148.322,54
2001	Arrabio	294.451,52	**2017**	Arrabio	329.605,63
2002	Acero BOF	410.524,56	**2018**	Acero BOF	343.390,27
2002	Acero EAF	253.475,44	**2018**	Acero EAF	875.609,73
2002	Sinterizado	143.170,44	**2018**	Sinterizado	119.757,36
2002	Arrabio	318.156,54	**2018**	Arrabio	266.127,46
2003	Acero BOF	372.876,67	**2019**	Acero BOF	398.056,21
2003	Acero EAF	295.123,33	**2019**	Acero EAF	934.943,79
2003	Sinterizado	130.040,74	**2019**	Sinterizado	138.822,10
2003	Arrabio	288.979,42	**2019**	Arrabio	308.493,56
2004	Acero BOF	350.337,09	**2020**	Acero BOF	469.596,99
2004	Acero EAF	379.662,91	**2020**	Acero EAF	679.403,01
2004	Sinterizado	122.180,06	**2020**	Sinterizado	163.771,95
2004	Arrabio	271.511,25	**2020**	Arrabio	363.937,67
2005	Acero BOF	362.470,16	**2021**	Acero BOF	447.384,95
2005	Acero EAF	479.529,84	**2021**	Acero EAF	890.615,05
2005	Sinterizado	126.411,47	**2021**	Sinterizado	156.025,50
2005	Arrabio	280.914,38	**2021**	Arrabio	346.723,33

Como se mencionó, en la CRT Tabla 2(I).A-H, se registran dos datos de actividad. Por un lado, la producción de acero, calculada con la suma de la producción por tipo de acero BOF y EAF, y por el otro, el registro de la producción de sinterizado. Lo anterior permite estimar las emisiones correspondientes a las subcategorías 2.C.1.a y 2.C.1.d, respectivamente.

4.4.8 Subcategoría: 2.C.2 Producción de ferroaleaciones

i. Descripción de la subcategoría

En Montelíbano, departamento de Córdoba, la empresa Cerro Matoso – South32, trabaja desde 1982 en la producción de níquel contenido en ferroníquel principalmente para la producción de acero inoxidable. Desde 2015 el grupo australiano South32 se convirtió en su casa matriz. Esta empresa opera en una mina a cielo abierto y cuenta con una planta de procesamiento del mineral (Cerro Matoso, 2024).

La producción industrial se realiza en lingotes con un contenido del 37,5% de níquel, aportando al 10% de la producción mundial de ferroníquel y un 3% a la producción mundial de níquel (Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) & Ministerio de minas y energía, 2009).

En la siguiente figura se presenta la tendencia de emisiones por la producción de ferroníquel en Colombia:

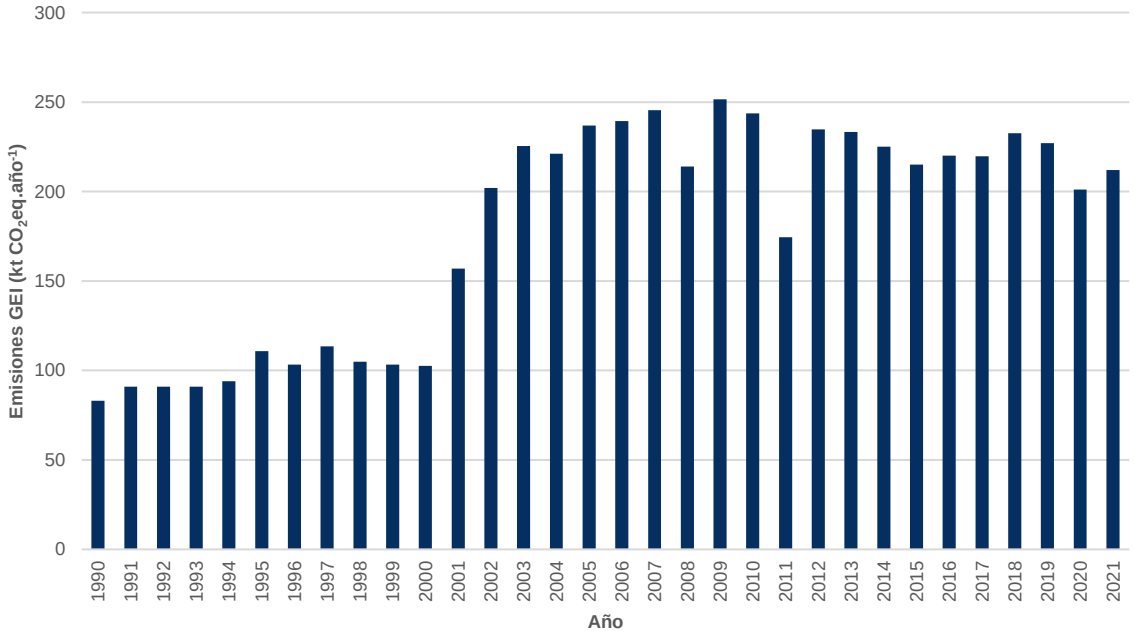


Figura 127. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.C.2. Producción de ferroaleaciones, 1990-2021

El promedio de emisiones de 2.C.2. Producción de ferroaleaciones es de 178,73 kt CO_2eq, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 3,07%. Entre el año 2000 y 2010, se observa un incremento en las emisiones de CO_2, asociado al aumento de la capacidad productiva, pues de acuerdo con la empresa productora, se realizó la introducción de una nueva línea de producción (L2). En el año 2011, se presenta una reducción de 28,41% en las emisiones debido a la reestructuración de uno de los hornos, mientras que la reducción del año 2020 en las emisiones fue de 11,40% por los efectos de la pandemia por COVID-19. En el año 2021, se observa una recuperación de las emisiones por el aumento en la producción, impulsando el ingreso de mineral proveniente del Proyecto Queresas y Porvenir (Proyecto QyP), que involucra el transporte del mineral desde Planeta Rica hacia la planta de Montelíbano.

ii. Metodología

4.4.8.2.1 Método de estimación

El Cuadro 27, muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.C.2. Producción de ferroaleaciones
Ecuación 4.15. Nivel 1: Emisiones de CO_2 para la producción de ferroaleaciones. (IPCC 2006, Volumen 3, Capítulo 4) $$\boldsymbol{Emisión\ CO_2 = \sum_i (MP_i * EF_i)}$$ Donde: $\boldsymbol{MP_i}$ = Producción de la ferroaleación de tipo i (ferroníquel), toneladas $\boldsymbol{EF_i}$ = Factor de emisión de CO_2 genérico para la ferroaleación i, toneladas de CO_2/tonelada de ferroaleación producida

Cuadro 27. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de ferroaleaciones (2.C.2)

4.4.8.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 122. Metodología y factores de emisión – Producción de ferroaleaciones (2.C.2)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Factor	Valor
2.C.1. Producción de ferroaleaciones	Nivel 1	Cerro Matoso – South32. MRVme.	Factor de emisión de CO_2	1,69 t CO_2.t ferroníquel^{-1} (valor empleado de 1990 a 2021 en BTR1)[15]

Como se observa en la Tabla 122**Error! Reference source not found.**, gracias a un trabajo mancomunado con la empresa productora de ferroníquel y el equipo del Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación del Ministerio de Minas y Energía (MRVme), se ha actualizado el factor de emisión para esta subcategoría, considerando únicamente las emisiones asociadas al proceso productivo, siendo el nuevo factor para la serie temporal de 1,69 t CO_2/t de ferroníquel producido, evitando así la sobreestimación de la emisión.

Es de resaltar que la información reportada en las CRT, con relación al factor de emisión implícito para esta subcategoría en la Tabla 2(I).A-H, no varía con respecto a lo reportado en el presente informe.

4.4.8.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes.

Tabla 123. Datos de actividad – Producción de ferroaleaciones (2.C.2.)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.C.2 Producción de ferroaleaciones	Cantidad total de ferroníquel producida	1990 – 1997	Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO) de la UPME	NA
		1998 – 2018	Cerro Matoso – South32.	Cerro Matoso comunica sus cifras de producción en reportes anuales de sostenibilidad, y las reporta en la Encuesta Anual Manufacturera del DANE (EAM)

El dato de producción de ferroníquel es entregado por la fuente en toneladas producidas de ferroníquel, por lo tanto, no sufre ningún procesamiento adicional. En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad empleados en el cálculo de la emisión para esta subcategoría. Tenga en cuenta que la cantidad producida de ferroníquel en la CRT Tabla 2(I).A-H, se reporta en kt.

Tabla 124. Datos de actividad para la categoría 2.C.2. Producción de ferroaleaciones

Año	Cantidad producida de ferroníquel (t)	Año	Cantidad producida de ferroníquel (t)
1990	49.128,53	**2006**	141.634,97
1991	53.850,67	**2007**	145.273,94
1992	53.852,53	**2008**	126.626,38
1993	53.818,13	**2009**	148.876,96
1994	55.572,00	**2010**	144.143,60
1995	65.509,87	**2011**	103.187,49

[15] En el reporte anterior (BUR3), se empleaban dos factores de emisión: 6,5 t CO_2.t ferroníquel^{-1} (valor empleado de 1990 a 2004), 5,9 t CO_2.t ferroníquel^{-1} (valor empleado de 2005 a 2018).

Año	Cantidad producida de ferroníquel (t)	Año	Cantidad producida de ferroníquel (t)
1996	61.154,40	**2012**	138.913,74
1997	67.120,80	**2013**	137.995,00
1998	62.031,72	**2014**	133.135,00
1999	61.131,35	**2015**	127.234,92
2000	60.710,12	**2016**	130.231,55
2001	92.865,62	**2017**	130.017,42
2002	119.520,80	**2018**	137.623,94
2003	133.380,66	**2019**	134.284,34
2004	130.869,39	**2020**	118.980,80
2005	140.103,65	**2021**	125.482,15

4.4.9 Subcategoría: 2.C.5 Producción de plomo

i. Descripción de la subcategoría

Como se mencionó con anterioridad, la producción de plomo en Colombia se realiza mediante la vía secundaria con el reciclaje de las baterías usadas de plomo ácidas; ya que el país cuenta con los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Usadas Plomo Ácido, reglamentados por la Resolución 372 de 2009, cuyo objetivo es establecer los elementos que deben incluir los fabricantes e importadores para asegurar el retorno de estos elementos a la cadena de valor una vez son desechados por los consumidores (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024a).

El proceso consiste en reducir la chatarra de plomo presente en forma de plomo metálico, óxido de plomo y sulfato de plomo mezclados con otros metales, mediante un proceso de fundición cuyos niveles de emisión depende del tipo de horno y la cantidad de agente reductor empleado (Universidad Industrial de Santander & Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), 2018).

En la siguiente figura se resume la tendencia de emisiones por la producción de plomo secundario en Colombia:

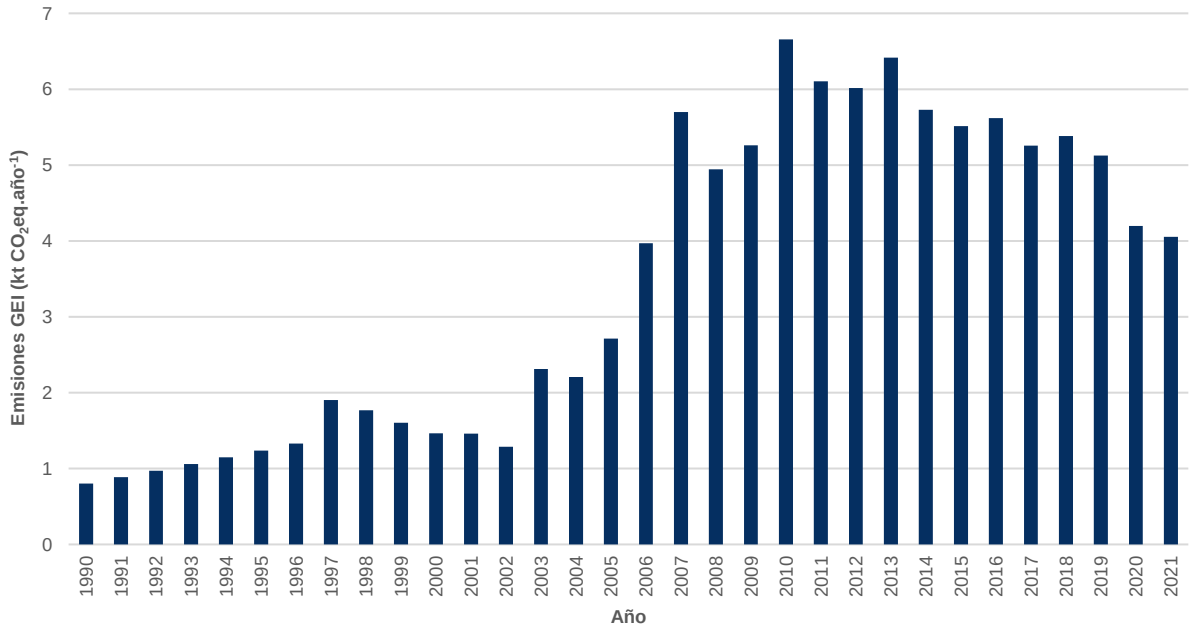


Figura 128. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.C.5 Producción de plomo, 1990-2021

De acuerdo con la Figura 128, el promedio de emisiones por la producción de plomo a partir de baterías ácidas en el país es de 3,44 kt CO_2eq, con una tasa de crecimiento anual compuesta de

5,37%. El comportamiento de las emisiones está estrechamente relacionado con la cantidad de plomo secundario producido a nivel nacional.

ii. Metodología

4.4.9.2.1 Método de estimación

El Cuadro 28, muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.C.5. Producción de plomo
Ecuación 4.32. Nivel 1: Emisiones de CO_2 provenientes de la producción de plomo. (IPCC 2006, Volumen 3, Capítulo 4) $$Emisiones_{CO_2} = DS * EF_{DS} + ISF * EF_{ISF} + S * EF_S$$ Donde: DS = Cantidad de plomo producido por fundición directa, toneladas EF_{DS} = Factor de emisión para la fundición directa, toneladas de CO_2/tonelada de producto de plomo ISF =Cantidad de plomo producido en hornos Imperial Smelting Furnaces, toneladas EF_{ISF} = Factor de emisión para los hornos Imperial Smelting Furnaces, toneladas de CO_2/tonelada de producto de plomo S = Cantidad de plomo producido a partir de materiales secundarios, toneladas EF_S = Factor de emisión para los materiales secundarios, toneladas de CO_2/tonelada de producto de plomo En Colombia solo se produce plomo a partir de materiales secundarios, por lo tanto, la ecuación anterior se reduce a los siguientes términos: $$Emisiones_{CO_2} = S * EF_S$$

Cuadro 28. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de plomo (2.C.5)

4.4.9.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 125. Metodología y factores de emisión – Producción de plomo (2.C.5)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Factor	Valor
2.C.5. Producción de plomo	Nivel 1	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 4, Cuadro 4.21	Factor de emisión de CO_2	0,2 t CO_2.t plomo^{-1}

Es de resaltar que la información reportada en las CRT, en relación al factor de emisión implícito para esta subcategoría en la Tabla2(I).A-H, no varía con respecto a lo reportado en el presente informe.

4.4.9.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 126. Datos de actividad – Producción de plomo (2.C.5.)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.C.5. Producción de plomo	Cantidad total de plomo producido	1990 – 2018	Empresas del sector	La información suministrada por las empresas del sector corresponde al plomo producido a partir del reciclaje de baterías usadas de plomo ácido.

El dato de producción de plomo es entregado por la fuente de información en toneladas producidas de plomo con carácter confidencial, sin embargo, este dato se toma de base para calcular la cantidad de plomo secundario producido a nivel nacional por las demás empresas del sector. En la siguiente

tabla se resumen los datos de actividad empleados en el cálculo de la emisión para esta subcategoría:

Tabla 127. Datos de actividad para la categoría 2.C.5. Producción de plomo

Año	Cantidad producida de plomo (t)	Año	Cantidad producida de plomo (t)
1990	4.010,27	**2006**	19.848,51
1991	4.430,16	**2007**	28.499,49
1992	4.857,57	**2008**	24.722,92
1993	5.292,73	**2009**	26.292,10
1994	5.735,84	**2010**	33.273,42
1995	6.187,12	**2011**	30.530,35
1996	6.656,93	**2012**	30.076,55
1997	9.509,95	**2013**	32.070,11
1998	8.830,30	**2014**	28.633,60
1999	8.016,14	**2015**	27.558,67
2000	7.326,60	**2016**	28.098,71
2001	7.299,91	**2017**	26.290,43
2002	6.433,06	**2018**	26.920,59
2003	11.554,32	**2019**	25.628,23
2004	11.025,54	**2020**	20.990,53
2005	13.562,48	**2021**	20.270,24

La cantidad producida de plomo en la CRT Tabla 2(I).A-H, se reporta en kt.

4.5 Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes (CRT. 2.D.)

4.5.1 Descripción de la categoría

En esta categoría se estiman las emisiones generadas por el uso de combustibles en sus fines primarios, exceptuando la combustión con fines energéticos y el uso como sustancia en procesos de alimentación o como agente reductor. Para el caso colombiano, se contemplan las emisiones de GEI por el uso de lubricantes y cera de parafina, como se evidencia en la siguiente figura:

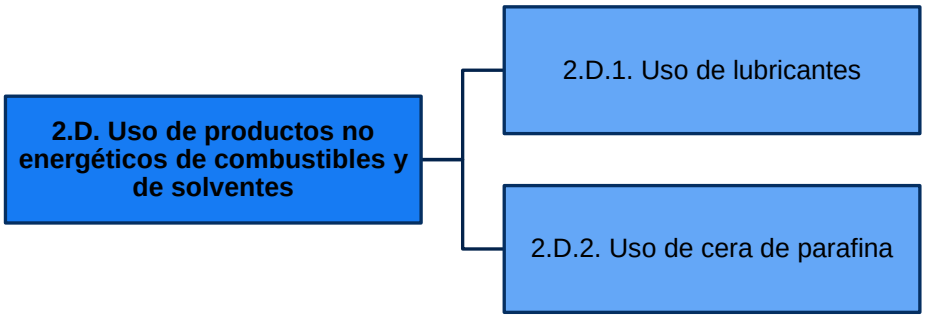


Figura 129. Subcategorías estimadas en 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes

La estimación de emisiones de CO_2 para esta categoría contempla un factor de emisión compuesto por el contenido específico de carbono del combustible y un factor que representa la fracción de carbono presente en el combustible fósil que se oxida durante su uso (ODU, por sus siglas en inglés). Este concepto se aplica únicamente al primer uso de los lubricantes y la cera de parafina, y no a los usos posteriores (Oliver et al., 2006).

4.5.2 Tendencia de las emisiones de la categoría

El promedio de las emisiones de la categoría 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes es de 24,08 kt CO_2eq. De este total, el 98,06% de las emisiones corresponden a la

subcategoría 2.D.2. Uso de cera de parafina, mientras que el 1,40% restante se refiere a la subcategoría 2.D.1. Uso de lubricantes (Ver Tabla 128).

La variación de la emisión de la categoría entre 1992 y 2021 es de 0,46% con una tasa de crecimiento anual compuesta de 0,02% y una participación promedio histórica de 0,37% en el sector IPPU.

En la siguiente tabla se resumen las emisiones de la categoría en mención:

Tabla 128. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 2.D Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes y sus subcategorías

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes	NE	28,62	25,02	27,20	28,10	20,85	21,13	23,75
2.D.1. Uso de lubricantes	NE	0,10	0,56	0,62	0,66	0,16	0,08	0,09
2.D.2. Uso de cera de parafina	NE	28,52	24,46	26,58	27,44	20,69	21,06	23,66

La Figura 130, muestra los resultados de la emisión en kt CO_2eq por subcategoría, sin embargo, en ella se muestran los datos a partir del año 1992; ya que la EAM del DANE presenta la información de consumo desde dicho periodo. Desde el año 2011, se observó una reducción en el uso de lubricantes y cera de parafina. En el 2020, año de pandemia, se observó un incremento en las emisiones por el uso de cera de parafina en velas, veladoras y cirios.

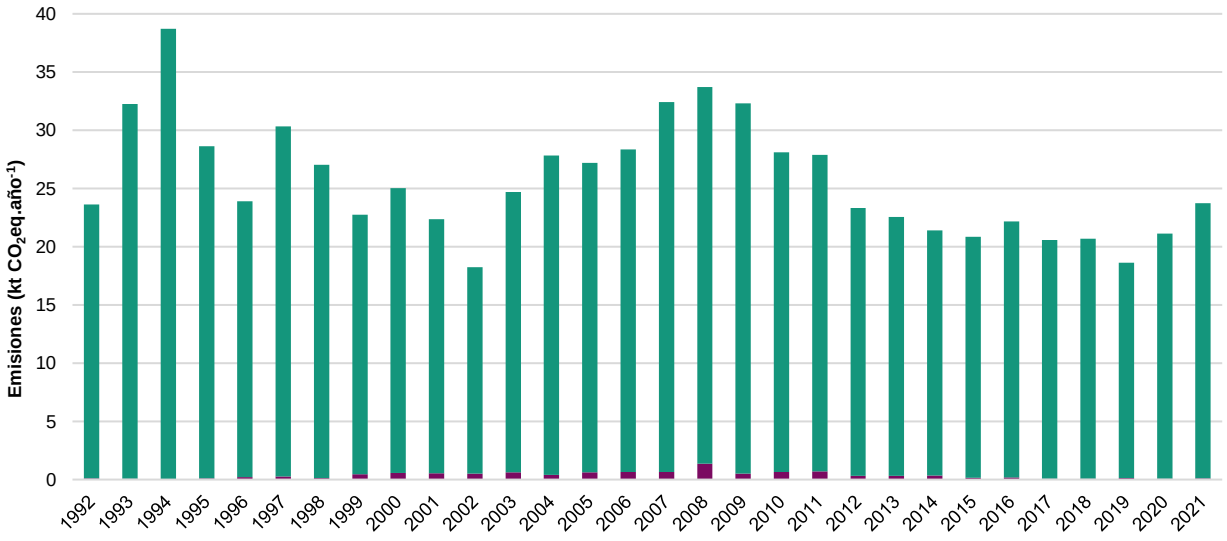


Figura 130. Tendencia de emisiones de GEI 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes por subcategoría, 1992-2021

Se debe tener en cuenta que para estas categorías las emisiones estimadas son de CO_2.

4.5.3 Descripción de flexibilidades aplicadas

Previamente se ha mencionado que Colombia se ha acogido a la flexibilidad de la serie de tiempo de acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, dado que presenta el inventario de GEI de 1990 a 2021, ya que algunas fuentes de información no poseen los datos reportados al año 2022.

Este es el caso de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del Departamento Administrativo Nacional de estadística (DANE) que provee los datos de consumo de aceites y grasas lubricantes y

de cera de parafina para estimar la categoría 2.D. Así mismo, la EAM no cuenta con información histórica para dichos datos de consumo en los años de 1990 y 1991, razón por la que el país también aplica a la flexibilidad descrita en el párrafo 57 de la Decisión 18/CMA.1.

Como se menciona en la sección 4.5.7 del presente capítulo, se establece un plan de mejora para fortalecer la articulación entre el IDEAM y las entidades proveedoras de información para el inventario de emisiones atmosféricas y el uso de técnicas de empalme para garantizar la completitud de la serie de tiempo del sector, que a su vez se puede consultar en el Capítulo 9 del presente reporte.

4.5.4 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

En la Tabla 129 se presentan los resultados de incertidumbre para la categoría 2.D. Para el periodo 1992-2021 la incertidumbre promedio es de ±49,56% con una ligera reducción porcentual de 0,02% en la incertidumbre de la categoría para este periodo. Las incertidumbres relacionadas con los datos de actividad y los factores de emisión no cambiaron a lo largo de este periodo. Por lo tanto, los cambios anuales en la incertidumbre se deben exclusivamente a las variaciones en las emisiones de las subcategorías. En la categoría 2.D. únicamente existen emisiones de CO_2, por lo cual no se presenta un análisis de incertidumbre segregado por GEI. Para esta categoría la incertidumbre del año 2021 está influenciada por las incertidumbres de los datos de actividad empleados y para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre es 2.D.2 con un valor de ±50,25%.

Tabla 129. Resultados de incertidumbre-Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (2D)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes	CO_2	NE	50,07	49,14	49,11	49,08	49,87	50,07	50,06	NA
2.D.1. Uso de lubricantes	CO_2	NE	39,40	48,87	48,88	47,84	44,96	35,60	35,63	DA
2.D.2. Uso de cera de parafina	CO_2	NE	50,25	50,25	50,25	50,25	50,25	50,25	50,25	DA

En la Figura 131, se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías y su estimación por GEI sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 2D2_CO_2 es la más sensible, con una contribución del 99% a la incertidumbre total de la categoría 2D. Esto se debe a que esta subcategoría presenta las mayores emisiones e incertidumbres. Las emisiones de la subcategoría 2D2_CO_2 tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría, contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±5,00%, en el intervalo de la incertidumbre total del 2021, que es ±50,06%, donde el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 45,04% y 55,05%.

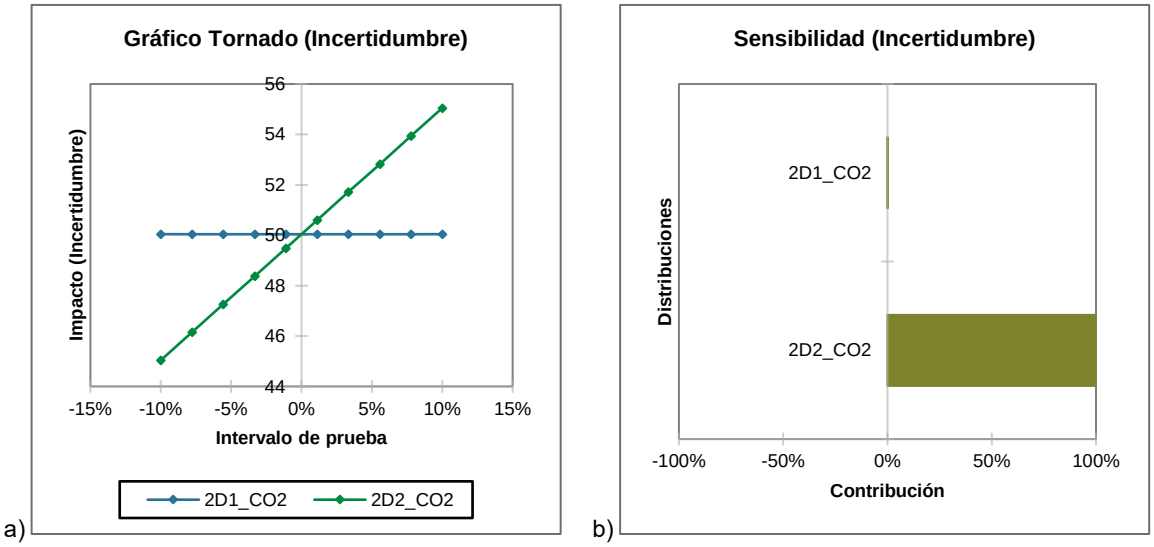


Figura 131. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones por el Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (2D) para el 2021

4.5.5 AC/CC y verificación de la categoría

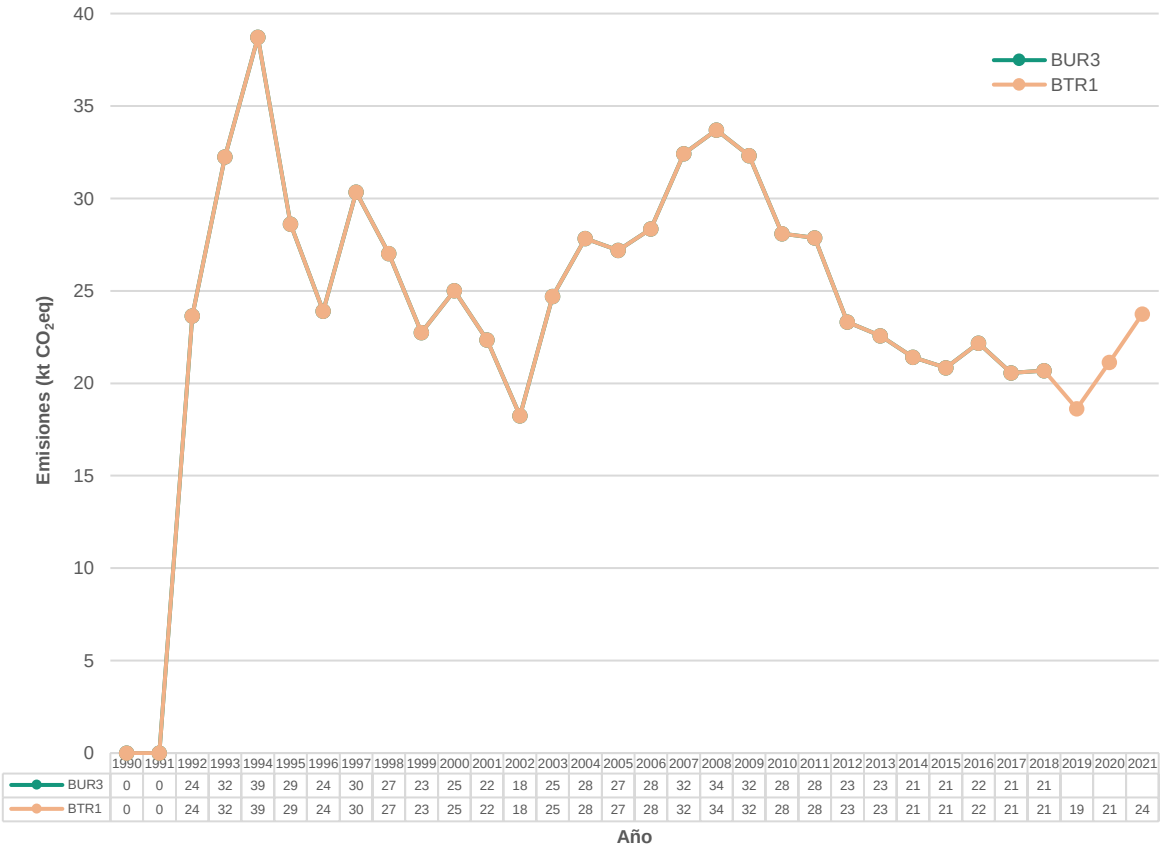
Siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de control y aseguramiento de calidad, para la estimación de emisiones en la industria de los metales (2.C), se realizaron algunas actividades transversales como:

- La verificación de tendencia de los datos de actividad con las fuentes de información.
- Se realizó la verificación del registro de bases de datos y cálculo año a año con respecto al consolidado del sector.
- Se realizó la revisión de la tendencia de emisiones de la subcategoría, justificando las variaciones representativas.
- Se revisaron las variaciones en los resultados obtenidos para las emisiones de las subcategorías con respecto al reporte anterior (BUR3).
- Se realizó la socialización de resultados de emisiones del sector en talleres de divulgación para el fortalecimiento de capacidades e identificación de opciones de mejora.

.

4.5.6 Recálculos de la categoría

Para esta categoría no se realizan recálculos, como se evidencia en la siguiente figura:



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	0	0	24	32	39	29	24	30	27	23	25	22	18	25	28	27	28	32	34	32	28	28	23	23	21	21	22	21	21			
BTR1	0	0	24	32	39	29	24	30	27	23	25	22	18	25	28	27	28	32	34	32	28	28	23	23	21	21	22	21	21	19	21	24

Figura 132. Recálculos 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes

4.5.7 Plan de mejora de la categoría

El plan de mejora para la categoría 2.D, se focaliza en la articulación con la entidad proveedora de información para garantizar la completitud de la serie de tiempo desde 1990 a mínimo 2 años de diferencia respecto al año de reporte del inventario, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 130. Plan de mejora para 2.D. Uso no energético de combustibles y de solventes

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
2.D.1. Uso de lubricantes **2.D.2. Uso de cera de parafina**	Completar la serie de tiempo en referencia a los datos de consumo de aceites y grasas lubricantes y cera de parafina, para los periodos en los que no se cuente con la información (1990, 1991, 2022, o aquellos en futuros reportes).	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años respecto al año de reporte, acorde con las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.	x		x	x	x	Corto	IDEAM - Empresas del sector – DANE - MinComercio - MinAmbiente	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

4.5.8 Subcategoría: 2.D.1 Uso de lubricantes

i. Descripción de la subcategoría

Los lubricantes se emplean en aplicaciones industriales y en transporte, se producen en las refinerías por separación del petróleo crudo o en las plantas petroquímicas. Se distinguen por sus características físicas, sus aplicaciones y su destino ambiental. Los lubricantes pueden clasificarse en aceites para motores, aceites industriales y grasas (Oliver et al., 2006).

Los lubricantes en motores generan emisiones que se declaran el sector IPPU, ya que no son causadas por combustión; sin embargo, en los motores de dos tiempos cuando los lubricantes se mezclan con otros combustibles y se queman en el motor, dichas emisiones deben reportarse en el sector de energía (Oliver et al., 2006).

En la siguiente figura se presentan las emisiones generadas por uso de lubricantes (aceites y grasas), cuya fuente de información del dato de actividad es la EAM del DANE:

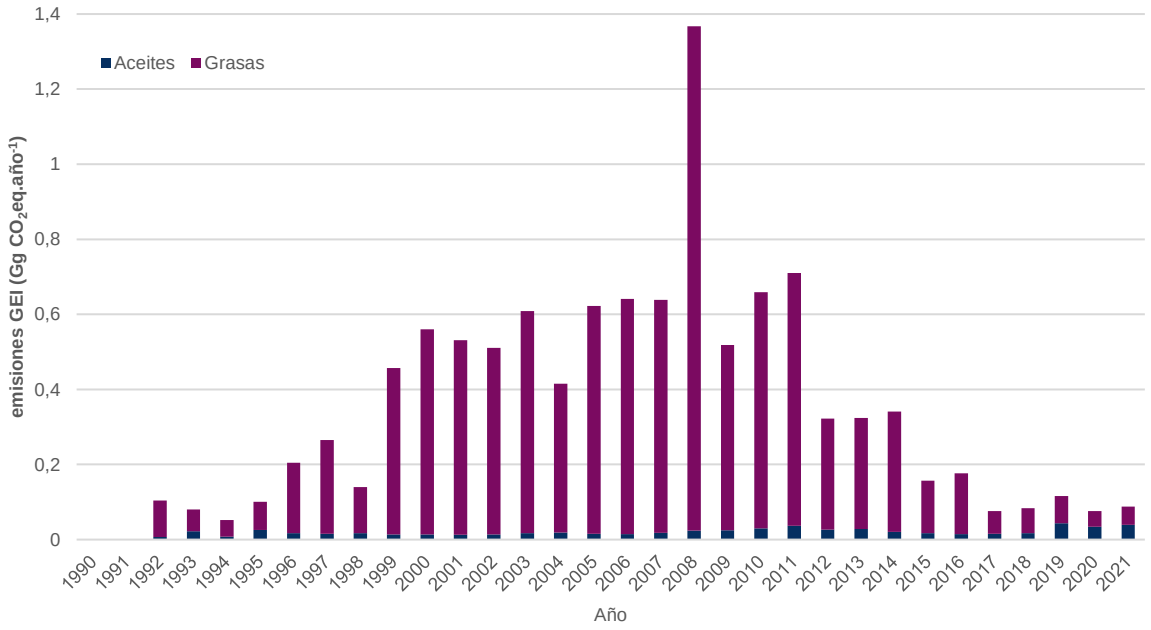


Figura 133. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.D.1 Uso de lubricantes, 1992-2021

El promedio de emisiones anuales de la subcategoría 2.D.1 es de 0,36 kt CO_2eq, del que el 88,41% corresponde al uso de grasas lubricantes y el 5,34% al uso de aceites lubricantes (Ver Figura 133). En el año 2008 se presenta un pico de uso de grasas lubricantes acorde con la EAM.

ii. Metodología

4.5.8.2.1 Método de estimación

El siguiente cuadro muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.D.1. Uso de lubricantes
Ecuación 5.2. Nivel 1: Lubricantes. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 5) $$Emisiones\ CO_2 = LC * CC_{Lubricante} * ODU_{Lubricante} * \frac{44}{12}$$ Donde: LC = Consumo total de lubricantes, TJ $CC_{Lubricante}$ = Contenido de carbono de los lubricantes (por defecto), tonelada de C/TJ (=kg. de C/GJ)

$ODU_{Lubricante}$= Factor ODU (basado en la composición por defecto de aceites y grasas), fracción 44/12 = Factor de conversión de C en CO_2

Cuadro 29. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por el uso de lubricantes (2.D.1)

4.5.8.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 131. Metodología y factores de emisión – Uso de lubricantes (2.D.1)

Subcategoría	Metodología	Factor	Fuente de información	Valor
2.D.1. Uso de lubricantes	Nivel 1	$CC_{Lubricante}$	IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 5, Numeral 5.2.2.2	20 kg C.TJ^{-1}
		$ODU_{Lubricante}$	IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 5, Cuadro 5.2	Grasas lubricantes: 0,05 Aceites lubricantes: 0,2

Como se observará en la sección de dato de actividad, para esta subcategoría el consumo de grasas y aceites lubricantes se reporta en kilogramos. Por tanto, para determinar el factor de emisión implícito calculado en la Tabla2(I).A-H de las CRT, estos valores se recalculan en kt y se suman, para luego realizar el respectivo cociente con la emisión total de la subcategoría 2.D.1. Los factores de emisión implícitos tienen la influencia del contenido de carbono y el factor ODU, por lo tanto, su valor oscila entre 0,15 y 0,22 t CO_2/t lubricante.

4.5.8.2.3 Dato de actividad

El dato de actividad para la subcategoría corresponde al consumo total de grasas y aceites lubricantes, en la siguiente tabla se resume su fuente de información:

Tabla 132. Datos de actividad – Uso de lubricantes (2.D.1)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.D.1. Uso de lubricantes	Consumo total de grasas lubricantes	1992 – 2021	Anexo 6.1, EAM – DANE	Los datos corresponden a los productos "grasas lubricantes" y "grasas lubricantes en bruto-básicos"
	Consumo total de aceites lubricantes	1992 - 2021	Anexo 6.1, EAM – DANE	Los datos corresponden a los productos "aceites lubricantes" y "aceites lubricantes en bruto-básicos"

El procesamiento del dato proveniente de la fuente de información consiste en tomar los datos de consumo de aceites y grasas lubricantes en unidades másicas y convertirlos a terajulios (TJ), utilizando el valor calorífico neto. En la Tabla 133 se resumen los datos reportados en la EAM y en la Tabla 134 los datos de actividad procesados, que se emplean en el cálculo de la emisión:

Tabla 133. Datos de actividad de la fuente de información para 2.D.1. Uso de lubricantes

Año	Consumo de:	Valor	Unidad	Año	Consumo de:	Valor	Unidad
1992	Grasas lubricantes	642.864,00	kg	**2007**	Grasas lubricantes	407.026,00	kg
1992	Grasas lubricantes en bruto-básicos	16.455,54	kg	**2007**	Grasas lubricantes en bruto-básicos	3.802.823,00	kg
1992	Aceites lubricantes	250.739,00	g	**2007**	Aceites lubricantes	785.319,00	g
1992	Aceites lubricantes en bruto-básicos	10.988.061,00	g	**2007**	Aceites lubricantes en bruto-básicos	29.731.626,00	g
1993	Grasas lubricantes	202.906,00	kg	**2008**	Grasas lubricantes	704.669,00	kg
1993	Grasas lubricantes en bruto-básicos	192.802,00	kg	**2008**	Grasas lubricantes en bruto-básicos	8.405.673,00	kg
1993	Aceites lubricantes	441.590,00	g	**2008**	Aceites lubricantes	909.211,00	g
1993	Aceites lubricantes en bruto-básicos	37.067.966,00	g	**2008**	Aceites lubricantes en bruto-básicos	39.995.748,00	g
1994	Grasas lubricantes	251.794,00	kg	**2009**	Grasas lubricantes	340.371,00	kg

Año	Consumo de:	Valor	Unidad	Año	Consumo de:	Valor	Unidad
1994	Grasas lubricantes en bruto-básicos	44.558,00	kg	2009	Grasas lubricantes en bruto-básicos	3.005.542,00	kg
1994	Aceites lubricantes	615.717,00	g	2009	Aceites lubricantes	1.160.534,00	g
1994	Aceites lubricantes en bruto-básicos	13.110.912,00	g	2009	Aceites lubricantes en bruto-básicos	41.145.674,00	g
1995	Grasas lubricantes	335.291,00	kg	2010	Grasas lubricantes	422.848,00	kg
1995	Grasas lubricantes en bruto-básicos	170.788,00	kg	2010	Grasas lubricantes en bruto-básicos	3.840.392,00	kg
1995	Aceites lubricantes	223.171,00	g	2010	Aceites lubricantes	3.857.536,00	g
1995	Aceites lubricantes en bruto-básicos	43.396.502,00	g	2010	Aceites lubricantes en bruto-básicos	47.472.436,00	g
1996	Grasas lubricantes	242.033,00	kg	2011	Grasas lubricantes	374.455,00	kg
1996	Grasas lubricantes en bruto-básicos	1.033.069,00	kg	2011	Grasas lubricantes en bruto-básicos	4.196.195,00	kg
1996	Aceites lubricantes	237.741,00	g	2011	Aceites lubricantes	2.130.310,00	g
1996	Aceites lubricantes en bruto-básicos	28.348.851,00	g	2011	Aceites lubricantes en bruto-básicos	60.354.054,00	g
1997	Grasas lubricantes	159.504,00	kg	2012	Grasas lubricantes	224.832,00	kg
1997	Grasas lubricantes en bruto-básicos	1.533.685,00	kg	2012	Grasas lubricantes en bruto-básicos	1.780.676,00	kg
1997	Aceites lubricantes	237.542,00	g	2012	Aceites lubricantes	999.600,00	g
1997	Aceites lubricantes en bruto-básicos	26.633.786,00	g	2012	Aceites lubricantes en bruto-básicos	44.360.146,00	g
1998	Grasas lubricantes	116.952,00	kg	2013	Grasas lubricantes	367.202,00	kg
1998	Grasas lubricantes en bruto-básicos	715.993,00	kg	2013	Grasas lubricantes en bruto-básicos	1.640.791,00	kg
1998	Aceites lubricantes	228.790,00	g	2013	Aceites lubricantes	662.537,00	g
1998	Aceites lubricantes en bruto-básicos	28.138.790,00	g	2013	Aceites lubricantes en bruto-básicos	47.446.174,00	g
1999	Grasas lubricantes	268.230,00	kg	2014	Grasas lubricantes	360.040,00	kg
1999	Grasas lubricantes en bruto-básicos	2.738.307,00	kg	2014	Grasas lubricantes en bruto-básicos	1.814.882,00	kg
1999	Aceites lubricantes	275.059,00	g	2014	Aceites lubricantes	616.805,00	g
1999	Aceites lubricantes en bruto-básicos	22.645.523,00	g	2014	Aceites lubricantes en bruto-básicos	34.537.307,00	g
2000	Grasas lubricantes	207.590,00	kg	2015	Grasas lubricantes	343.701,00	kg
2000	Grasas lubricantes en bruto-básicos	3.501.095,00	kg	2015	Grasas lubricantes en bruto-básicos	606.773,00	kg
2000	Aceites lubricantes	344.958,00	g	2015	Aceites lubricantes	911.756,00	g
2000	Aceites lubricantes en bruto-básicos	23.126.379,00	g	2015	Aceites lubricantes en bruto-básicos	28.208.691,00	g
2001	Grasas lubricantes	215.736,00	kg	2016	Grasas lubricantes	286.287,00	kg
2001	Grasas lubricantes en bruto-básicos	3.303.959,00	kg	2016	Grasas lubricantes en bruto-básicos	812.860,00	kg
2001	Aceites lubricantes	356.123,00	g	2016	Aceites lubricantes	502.906,00	g
2001	Aceites lubricantes en bruto-básicos	21.211.380,00	g	2016	Aceites lubricantes en bruto-básicos	24.719.202,00	g
2002	Grasas lubricantes	226.430,00	kg	2017	Grasas lubricantes	298.725,00	kg
2002	Grasas lubricantes en bruto-básicos	3.141.934,00	kg	2017	Grasas lubricantes en bruto-básicos	113.696,00	kg
2002	Aceites lubricantes	284.006,00	g	2017	Aceites lubricantes	564.559,00	g
2002	Aceites lubricantes en bruto-básicos	23.611.243,00	g	2017	Aceites lubricantes en bruto-básicos	25.476.768,00	g
2003	Grasas lubricantes	229.853,00	kg	2018	Grasas lubricantes	321.939,00	kg
2003	Grasas lubricantes en bruto-básicos	3.783.524,00	kg	2018	Grasas lubricantes en bruto-básicos	132.872,00	kg
2003	Aceites lubricantes	321.135,00	g	2018	Aceites lubricantes	570.367,00	g
2003	Aceites lubricantes en bruto-básicos	28.934.414,00	g	2018	Aceites lubricantes en bruto-básicos	27.872.695,00	g
2004	Grasas lubricantes	252.347,00	kg	2019	Grasas lubricantes	371.674,00	kg
2004	Grasas lubricantes en bruto-básicos	2.437.021,00	kg	2019	Grasas lubricantes en bruto-básicos	120.099,00	kg
2004	Aceites lubricantes	591.247,00	g	2019	Aceites lubricantes	604.578,00	g
2004	Aceites lubricantes en bruto-básicos	31.350.191,00	g	2019	Aceites lubricantes en bruto-básicos	72.749.446,00	g
2005	Grasas lubricantes	411.162,00	kg	2020	Grasas lubricantes	239.726,00	kg

Año	Consumo de:	Valor	Unidad	Año	Consumo de:	Valor	Unidad
2005	Grasas lubricantes en bruto-básicos	3.705.390,00	kg	**2020**	Grasas lubricantes en bruto-básicos	45.226,00	kg
2005	Aceites lubricantes	2.110.835,00	g	**2020**	Aceites lubricantes	488.833,00	g
2005	Aceites lubricantes en bruto-básicos	23.783.795,00	g	**2020**	Aceites lubricantes en bruto-básicos	57.554.716,00	g
2006	Grasas lubricantes	561.865,00	kg	**2021**	Grasas lubricantes	303.925,00	kg
2006	Grasas lubricantes en bruto-básicos	3.687.072,00	kg	**2021**	Grasas lubricantes en bruto-básicos	28.122,00	kg
2006	Aceites lubricantes	1.503.837,00	g	**2021**	Aceites lubricantes	803.339,00	g
2006	Aceites lubricantes en bruto-básicos	23.718.205,00	g	**2021**	Aceites lubricantes en bruto-básicos	65.976.183,00	g

Tabla 134. Datos de actividad procesados para 2.D.1. Uso de lubricantes

Año	Consumo de:	Valor (TJ)	Año	Consumo de:	Valor (TJ)
1992	Aceites lubricantes	26,5	**2007**	Aceites lubricantes	169,24
1992	Grasas lubricantes	0,45	**2007**	Grasas lubricantes	1,23
1993	Aceites lubricantes	15,91	**2008**	Aceites lubricantes	366,24
1993	Grasas lubricantes	1,51	**2008**	Grasas lubricantes	1,64
1994	Aceites lubricantes	11,91	**2009**	Aceites lubricantes	134,51
1994	Grasas lubricantes	0,55	**2009**	Grasas lubricantes	1,7
1995	Aceites lubricantes	20,34	**2010**	Aceites lubricantes	171,38
1995	Grasas lubricantes	1,75	**2010**	Grasas lubricantes	2,06
1996	Aceites lubricantes	51,26	**2011**	Aceites lubricantes	183,74
1996	Grasas lubricantes	1,15	**2011**	Grasas lubricantes	2,51
1997	Aceites lubricantes	68,07	**2012**	Aceites lubricantes	80,62
1997	Grasas lubricantes	1,08	**2012**	Grasas lubricantes	1,82
1998	Aceites lubricantes	33,48	**2013**	Aceites lubricantes	80,72
1998	Grasas lubricantes	1,14	**2013**	Grasas lubricantes	1,93
1999	Aceites lubricantes	120,86	**2014**	Aceites lubricantes	87,43
1999	Grasas lubricantes	0,92	**2014**	Grasas lubricantes	1,41
2000	Aceites lubricantes	149,09	**2015**	Aceites lubricantes	38,21
2000	Grasas lubricantes	0,94	**2015**	Grasas lubricantes	1,17
2001	Aceites lubricantes	141,49	**2016**	Aceites lubricantes	44,19
2001	Grasas lubricantes	0,87	**2016**	Grasas lubricantes	1,01
2002	Aceites lubricantes	135,41	**2017**	Aceites lubricantes	16,58
2002	Grasas lubricantes	0,96	**2017**	Grasas lubricantes	1,05
2003	Aceites lubricantes	161,34	**2018**	Aceites lubricantes	18,28
2003	Grasas lubricantes	1,18	**2018**	Grasas lubricantes	1,14
2004	Aceites lubricantes	108,11	**2019**	Aceites lubricantes	19,77

Año	Consumo de:	Valor (TJ)	Año	Consumo de:	Valor (TJ)
2004	Grasas lubricantes	1,28	**2019**	Grasas lubricantes	2,95
2005	Aceites lubricantes	165,49	**2020**	Aceites lubricantes	11,46
2005	Grasas lubricantes	1,04	**2020**	Grasas lubricantes	2,33
2006	Aceites lubricantes	170,81	**2021**	Aceites lubricantes	13,35
2006	Grasas lubricantes	1,01	**2021**	Grasas lubricantes	2,68

Para la CRT Tabla 2(I).A-H, el consumo de aceites y grasas lubricantes se expresa como una sumatoria en kt, teniendo en cuenta el valor calórico neto.

4.5.9 Subcategoría: 2.D.2 Uso de cera de parafina

i. Descripción de la subcategoría

La cera de parafina se clasifica de acuerdo con el contenido de aceite y al grado de refinación. Se emplea en diversas aplicaciones, como velas, cajas corrugadas, revestimientos de papel, encolado de placas, producción de alientos, betunes de brillo, tensoactivos, entre otros (Oliver et al., 2006).

Para esta subcategoría, se estiman emisiones de CO_2 provenientes de la combustión de la parafina en forma de velas de iluminación. En la siguiente figura se resumen las emisiones estimadas:

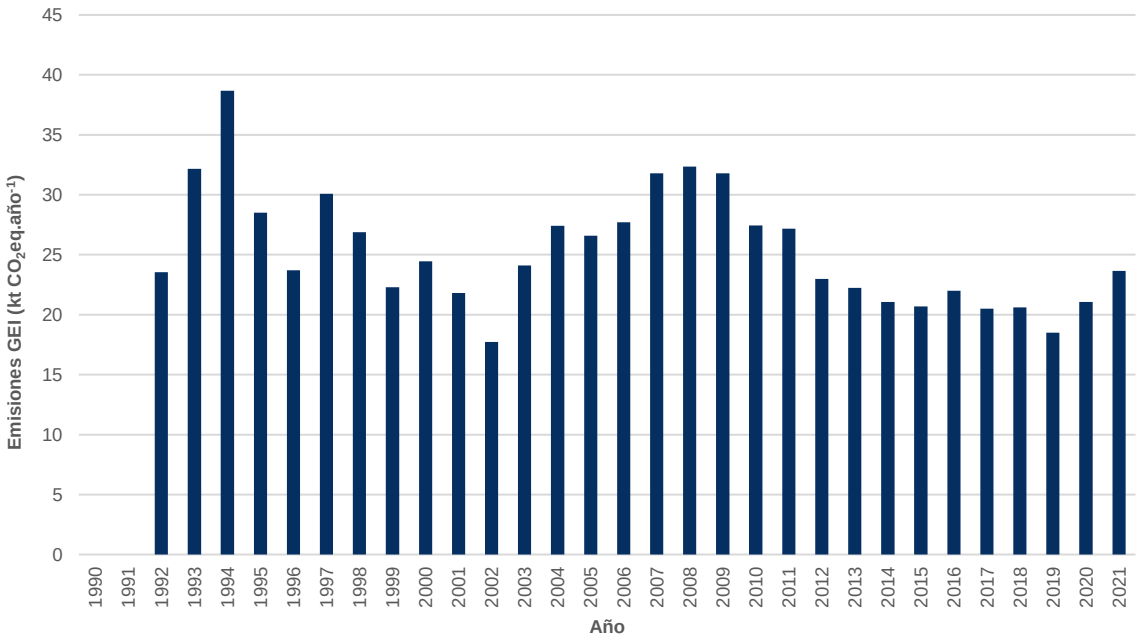


Figura 134. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.D.2 Uso de cera de parafina, 1992-2021

Como ocurre con la subcategoría 2.D.1, la EAM registra datos de uso de velas, veladoras, cirios y velas de cera, cirios litúrgicos y similares desde el año 1992. El promedio de emisiones de la subcategoría 2.D.2 Uso de cera de parafina es de 25,32 kt CO_2eq, en donde las velas de parafina y las veladoras son las de mayor uso, contribuyendo en mayor proporción a las emisiones. En la Figura 134, se observa un mayor uso de la cera de parafina en materiales de iluminación por los efectos de la pandemia por COVID-19.

ii. Metodología

4.5.9.2.1 Método de estimación

El siguiente cuadro muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.D.2. Uso de cera de parafina
Ecuación 5.4. Ceras – método de nivel 1. (IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 5) $$Emisiones\ CO_2 = PW * CC_{Cera} * ODU_{Cera} * 44/12$$ Donde: PW = Consumo total de ceras, TJ CC_{Cera} = Contenido de carbono de las ceras de parafina (por defecto), tonelada de C/TJ (=kg. de C/GJ) ODU_{Cera} = Factor ODU de la cera de parafina, fracción 44/12 = Factor de conversión de C en CO_2

Cuadro 30. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por el uso de cera de parafina (2.D.2)

4.5.9.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 135. Metodología y factores de emisión – Uso de cera de parafina (2.D.2)

Subcategoría	Metodología	Factor	Fuente de información	Valor
2.D.2. Uso de cera de parafina	Nivel 1	CC_{Cera}	IPCC - 2006, Volumen 3, Capítulo 5, Numeral 5.3.2.2	20 kg C.TJ^{-1}
		ODU_{Cera}		1

Como se detallará en la sección de dato de actividad para esta subcategoría, el consumo de los diferentes materiales a base de cera de parafina se reporta en kilogramos. Por tanto, para determinar el factor de emisión implícito calculado en la Tabla2(I).A-H de las tablas sectoriales de reporte común, dichos valores se recalculan en kt y se suman, para luego realizar el respectivo cociente con la emisión total de la subcategoría 2.D.2. El factor de emisión implícito para esta subcategoría es 2,95 t CO_2/t cera parafina usada.

4.5.9.2.3 Dato de actividad

El dato de actividad para esta subcategoría corresponde al consumo de cera de parafina en velas, veladoras, cirios litúrgicos y similares. En la siguiente tabla se resume la fuente de información y algunos comentarios:

Tabla 136. Datos de actividad – Uso de cera de parafina (2.D.2)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.D.2. Uso de cera de parafina	Consumo total de ceras de parafina (en forma de velas, veladoras y cirios)	1992 – 2021	Anexo 6.2, EAM – DANE	Aunque el anexo 6.2 provee datos sobre la producción de cera de parafina en forma de velas, se asume para efectos de la estimación que todas las velas producidas son consumidas.

El procesamiento del dato de actividad se realiza de forma similar al cálculo de la subcategoría 2.D.1 en el que la cantidad consumida de velas, veladoras y cirios en unidad másica se convierte a terajulios (TJ) con el valor calórico neto. En las siguientes tablas se resumen los datos entregados por el DANE en la EAM y los datos procesados empleados en el cálculo de la emisión:

Tabla 137. Datos de actividad de la fuente de información para 2.D.2. Uso de cera de parafina

Año	Consumo de:	Valor	Unidad	Año	Consumo de:	Valor	Unidad
1992	Velas de estearina o parafina	5.907.196,00	kg	**2007**	Velas de estearina o parafina	7.180.216,00	kg
1992	Veladoras	1.534.090,00	kg	**2007**	Veladoras	3.264.941,00	kg

Año	Consumo de:	Valor	Unidad	Año	Consumo de:	Valor	Unidad
1992	Cirios y velas de cera	37.410,00	kg	**2007**	Cirios y velas de cera	83.343,00	kg
1992	Cirios litúrgicos y similares	504.186,00	kg	**2007**	Cirios litúrgicos y similares	251.865,00	kg
1993	Velas de estearina o parafina	7.240.054,00	kg	**2008**	Velas de estearina o parafina	7.859.704,00	kg
1993	Veladoras	3.291.699,00	kg	**2008**	Veladoras	2.948.190,00	kg
1993	Cirios y velas de cera	8.818,00	kg	**2008**	Cirios y velas de cera	10.602,00	kg
1993	Cirios litúrgicos y similares	373.765,00	kg	**2008**	Cirios litúrgicos y similares	151.883,00	kg
1994	Velas de estearina o parafina	8.442.061,00	kg	**2009**	Velas de estearina o parafina	7.217.071,00	kg
1994	Veladoras	4.246.582,00	kg	**2009**	Veladoras	3.241.525,00	kg
1994	Cirios y velas de cera	33.738,00	kg	**2009**	Cirios y velas de cera	10.178,00	kg
1994	Cirios litúrgicos y similares	393.202,00	kg	**2009**	Cirios litúrgicos y similares	315.967,00	kg
1995	Velas de estearina o parafina	6.969.131,00	kg	**2010**	Velas de estearina o parafina	6.306.401,00	kg
1995	Veladoras	2.370.733,00	kg	**2010**	Veladoras	2.830.397,00	kg
1995	Cirios y velas de cera	117.467,00	kg	**2010**	Cirios y velas de cera	12.231,00	kg
1995	Cirios litúrgicos y similares	216.730,00	kg	**2010**	Cirios litúrgicos y similares	158.035,00	kg
1996	Velas de estearina o parafina	5.552.246,00	kg	**2011**	Velas de estearina o parafina	6.555.091,00	kg
1996	Veladoras	2.175.568,00	kg	**2011**	Veladoras	2.520.080,00	kg
1996	Cirios y velas de cera	106.087,00	kg	**2011**	Cirios y velas de cera	6.586,00	kg
1996	Cirios litúrgicos y similares	203.537,00	kg	**2011**	Cirios litúrgicos y similares	132.191,00	kg
1997	Velas de estearina o parafina	6.643.920,00	kg	**2012**	Velas de estearina o parafina	5.326.629,00	kg
1997	Veladoras	3.142.702,00	kg	**2012**	Veladoras	2.322.864,00	kg
1997	Cirios y velas de cera	70.847,00	kg	**2012**	Cirios y velas de cera	2.550,00	kg
1997	Cirios litúrgicos y similares	343.934,00	kg	**2012**	Cirios litúrgicos y similares	148.764,00	kg
1998	Velas de estearina o parafina	5.134.014,00	kg	**2013**	Velas de estearina o parafina	5.539.422,00	kg
1998	Veladoras	3.646.084,00	kg	**2013**	Veladoras	1.816.043,00	kg
1998	Cirios y velas de cera	73.955,00	kg	**2013**	Cirios y velas de cera	2.102,00	kg
1998	Cirios litúrgicos y similares	265.064,00	kg	**2013**	Cirios litúrgicos y similares	187.827,00	kg

Año	Consumo de:	Valor	Unidad	Año	Consumo de:	Valor	Unidad
1999	Velas de estearina o parafina	4.540.746,00	kg	**2014**	Velas de estearina o parafina	5.375.761,00	kg
1999	Veladoras	2.731.566,00	kg	**2014**	Veladoras	1.614.344,00	kg
1999	Cirios y velas de cera	44.770,00	kg	**2014**	Cirios y velas de cera	3.850,00	kg
1999	Cirios litúrgicos y similares	245.971,00	kg	**2014**	Cirios litúrgicos y similares	153.386,00	kg
2000	Velas de estearina o parafina	5.128.925,00	kg	**2015**	Velas de estearina o parafina	5.223.401,00	kg
2000	Veladoras	2.724.076,00	kg	**2015**	Veladoras	1.637.598,00	kg
2000	Cirios y velas de cera	135.669,00	kg	**2015**	Cirios y velas de cera	3.729,00	kg
2000	Cirios litúrgicos y similares	307.793,00	kg	**2015**	Cirios litúrgicos y similares	154.345,00	kg
2001	Velas de estearina o parafina	4.729.165,00	kg	**2016**	Velas de estearina o parafina	5.738.883,00	kg
2001	Veladoras	2.447.539,00	kg	**2016**	Veladoras	1.528.721,00	kg
2001	Cirios y velas de cera	35.480,00	kg	**2016**	Cirios y velas de cera	1.385,00	kg
2001	Cirios litúrgicos y similares	188.691,00	kg	**2016**	Cirios litúrgicos y similares	190.219,00	kg
2002	Velas de estearina o parafina	3.841.145,00	kg	**2017**	Velas de estearina o parafina	5.450.072,00	kg
2002	Veladoras	2.007.628,00	kg	**2017**	Veladoras	1.348.071,00	kg
2002	Cirios y velas de cera	7.376,00	kg	**2017**	Cirios y velas de cera	784	kg
2002	Cirios litúrgicos y similares	161.354,00	kg	**2017**	Cirios litúrgicos y similares	151.913,00	kg
2003	Velas de estearina o parafina	5.431.517,00	kg	**2018**	Velas de estearina o parafina	5.433.093,00	kg
2003	Veladoras	2.483.971,00	kg	**2018**	Veladoras	1.437.477,00	kg
2003	Cirios y velas de cera	70.157,00	kg	**2018**	Cirios y velas de cera	799	kg
2003	Cirios litúrgicos y similares	189.635,00	kg	**2018**	Cirios litúrgicos y similares	116.726,00	kg
2004	Velas de estearina o parafina	6.518.644,00	kg	**2019**	Velas de estearina o parafina	4.710.539,00	kg
2004	Veladoras	2.538.938,00	kg	**2019**	Veladoras	1.418.582,00	kg
2004	Cirios y velas de cera	37.845,00	kg	**2019**	Cirios y velas de cera	542	kg
2004	Cirios litúrgicos y similares	206.524,00	kg	**2019**	Cirios litúrgicos y similares	148.294,00	kg
2005	Velas de estearina o parafina	5.691.169,00	kg	**2020**	Velas de estearina o parafina	5.415.296,00	kg
2005	Veladoras	3.120.310,00	kg	**2020**	Veladoras	1.585.370,00	kg

Año	Consumo de:	Valor	Unidad	Año	Consumo de:	Valor	Unidad
2005	Cirios y velas de cera	29.885,00	kg	**2020**	Cirios y velas de cera	699	kg
2005	Cirios litúrgicos y similares	175.157,00	kg	**2020**	Cirios litúrgicos y similares	140.972,00	kg
2006	Velas de estearina o parafina	6.326.440,00	kg	**2021**	Velas de estearina o parafina	6.103.495,00	kg
2006	Veladoras	2.872.341,00	kg	**2021**	Veladoras	1.798.879,00	kg
2006	Cirios y velas de cera	10.293,00	kg	**2021**	Cirios y velas de cera	2.325,00	kg
2006	Cirios litúrgicos y similares	193.538,00	kg	**2021**	Cirios litúrgicos y similares	120.041,00	kg

Tabla 138. Datos de actividad procesados para 2.D.2. Uso de cera de parafina

Año	Consumo de cera de parafina (TJ)	Año	Consumo de cera de parafina (TJ)
1990	320,91	**2006**	441,01
1991	438,76	**2007**	433,55
1992	527,25	**2008**	374,14
1993	388,9	**2009**	370,4
1994	323,11	**2010**	313,59
1995	410,1	**2011**	303,32
1996	366,59	**2012**	287,32
1997	304,03	**2013**	282,17
1998	333,52	**2014**	299,86
1999	297,52	**2015**	279,42
2000	241,9	**2016**	280,92
2001	328,65	**2017**	252,37
2002	373,94	**2018**	287,12
2003	362,46	**2019**	322,59
2004	377,99	**2020**	69,32
2005	433,37	**2021**	73,93

Para la CRT Tabla 2(I).A-H, el consumo de cera de parafina se expresa en sumatoria en kt con el valor calórico neto.

4.6 Industria electrónica (CRT. 2.E.)

En Colombia existen 17 parques fotovoltaicos (UPME, 2021), gracias al potencial que representa la producción de energía renovable a partir de la radiación solar, razón por la que se promueve el desarrollo de proyectos de generación de electricidad a partir de fuentes alternativas a los combustibles fósiles.

De acuerdo con la UPME, en el año 2021 se habían registrado 232 proyectos para generación de electricidad (que acumulaban 1585 proyectos presentados desde 2007), siendo 184 de ellos asociados a la energía solar fotovoltaica (79%). Para el mismo año, 290 proyectos se encontraban vigentes de los que 218 correspondían a energía solar fotovoltaica (68 en fase 1, 149 en fase 2, 1 en fase 3) con la mayoría situados con una potencia entre 1-10 MW (UPME, 2021).

En el país existen empresas distribuidoras y comercializadoras de paneles solares. Incluso existe una empresa que fabrica paneles solares importando las celdas fotovoltaicas adoptando tecnología alemana. Por tal razón, al momento, no ocurren las emisiones por la fabricación de dispositivos fotovoltaicos a nivel nacional (Certecnica, 2020).

Así mismo ocurre con la producción de semiconductores o pantallas planas, ya que en el país existen importadores, distribuidores, comercializadores o ensambladores pero no productores.

4.7 Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (CRT. 2.F.)

El uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO), se ha restringido a nivel mundial con el Protocolo de Montreal (1987) y las subsiguientes enmiendas y ajustes. Estas sustancias son productos químicos producidos por el hombre derivados de halogenados de hidrocarburos que contienen cloro (Cl), bromo (Br) y flúor (F), que se descomponen en la estratósfera por la radiación ultravioleta del sol, liberando los átomos de Cl, Br y F, lo que causa el agotamiento del ozono estratosférico (DANE, 2015; Ministerio de Ambiente & República Oriental del Uruguay, 2024).

Las SAO o sus mezclas, se emplean como refrigerantes, propelentes en los aerosoles, solventes, plaguicidas, agentes de extinción de incendios, agentes soplantes en la fabricación de espumas, entre otros. Entre estas sustancias se encuentran los clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), halones, hidrobromofluorocarbonos (HBFC), bromoclorometano, metilcloroformo ($C_2H_3Cl_3$), tetracluoruro de carbono (CCl_4) y bromuro de metilo (CH_3Br) (DANE, 2015; Ministerio de Ambiente & República Oriental del Uruguay, 2024).

En el año 2016, con la Enmienda de Kigali, se incluyó el control en el uso producción de las sustancias que han sustituido los HCFC, correspondientes a los hidrofluorocarbonos (HFC), que, si bien no dañan la capa de ozono, cuentan con un alto potencial de calentamiento global considerándose así GEI (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales & Gobierno de México, 2022).

Además de los HFC, los perfluorocarbonos (PFC) también se emplean como alternativa a los SAO en menor medida. Los HFC son sustancias que contienen hidrógeno (H), carbono (C) y flúor (F), mientras que los PFC son moléculas sintéticas compuestas por carbono (C) y flúor (F), que además de tener un elevado potencial de calentamiento global, poseen largos tiempos de residencia en la atmósfera (Ashford et al., 2006).

Estas sustancias químicas se emplean en diversas aplicaciones, como en la refrigeración y aire acondicionado, extinción y protección contra incendios, aerosoles, limpieza con solventes y agentes espumantes, entre otros, ya sea como sustancias o como componentes en mezcla. En algunas aplicaciones, el uso de estas sustancias puede llevar a la generación de bancos de materiales de larga duración (espumas de celda cerrada, refrigeración y aire acondicionado, protección contra incendios) que implican su liberación en un periodo de tiempo y en otras, las fuentes pueden ser de emisiones rápidas (aerosoles, limpieza con solventes, espumas de celda abierta), cuya emisión se puede generar durante los primeros dos años (Ashford et al., 2006).

Por ejemplo, para el sector de refrigeración y aire acondicionado en el año 2015 los bancos de sustancias se estimaron en 8.982 toneladas, de las que 4.817 toneladas corresponden a HFC, asociados a los sectores de aire acondicionado estacionario, refrigeración comercial e industrial. El restante corresponde a bancos de HCFC y CFC (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) et al., 2017).

En la siguiente figura se resumen las subcategorías para las que se estiman emisiones por el uso de sustancias sustitutas de las SAO en Colombia:

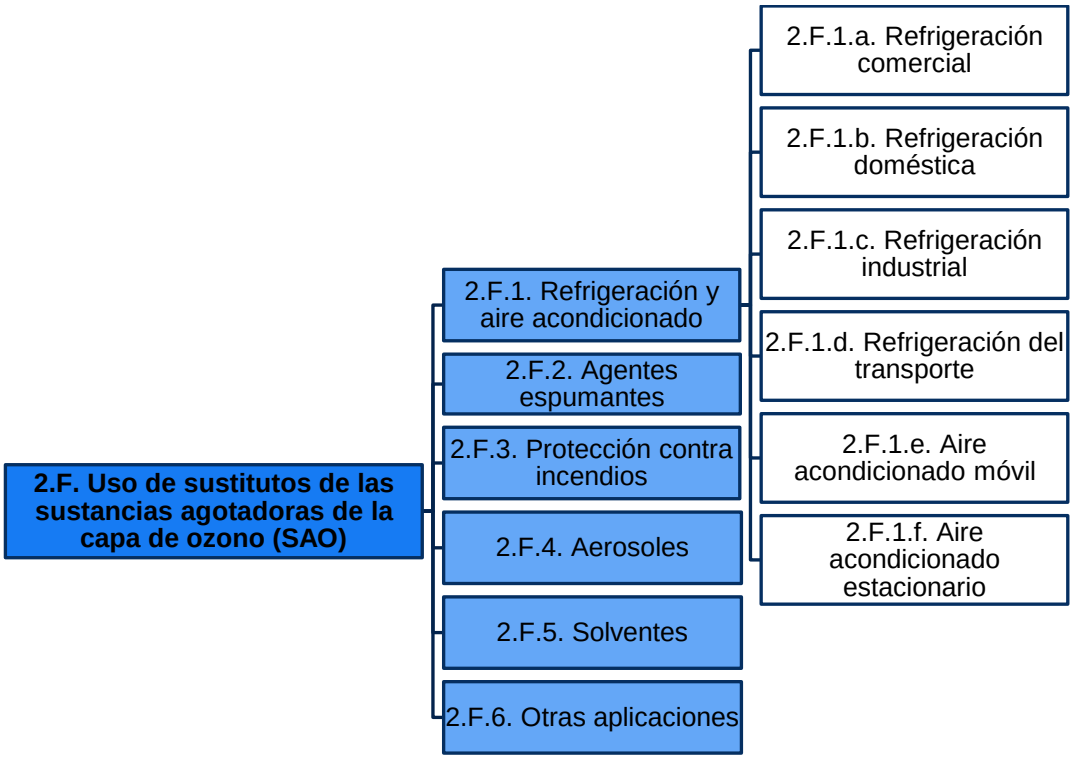


Figura 135. Subcategorías estimadas en 2.F. Uso de sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO)

De acuerdo con la Figura 135, el sector de 2.F.1. Refrigeración y Aire Acondicionado, se caracteriza por un elevado consumo de HCFC en el país, que recientemente y dadas las restricciones a migrado al consumo de sustitutos SAO (HFC y PFC). Este sector se subdivide en refrigeración comercial, doméstica, industrial y de transporte, así como en aire acondicionado móvil y estacionario, en los que se emplean dispositivos como equipos autocontenidos, equipos divididos, equipos de sistema centralizado de refrigeración, enfriadores o chillers, vehículos aislados con sistema de refrigeración acondicionado con diésel o gasolina para transporte refrigerado, contenedores refrigerados para transporte de carga, equipos de acondicionamiento de aire con paquetes divididos, autocontenidos o enfriadores de líquido (chillers) (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

La Unidad Técnica de Ozono (UTO) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es la Unidad Nacional de Ozono de Colombia, la cual funciona como punto focal en el gobierno para la aplicación del Protocolo de Montreal. Su función principal radica en dar cumplimento a los lineamientos del Protocolo para eliminar el consumo de SAO en Colombia, contribuyendo al objetivo mundial de recuperación de la capa de ozono (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024b). La UTO en cooperación con la Agencia alemana de cooperación internacional (GIZ por sus siglas en alemán), ha venido desarrollando inventarios de los bancos de SAO y sus sustitutos como base de gestión y retiro de estas sustancias. Este trabajo es fundamental para la estimación de emisiones de esta categoría en el INGEI, ya que la UTO provee la información necesaria de consumos de HFC y PFC, como sustancias o mezclas de estas sustancias como dato de actividad para la estimación de emisiones en la categoría 2.F.

En la siguiente tabla se resumen los HFC y PFC consumidos en Colombia y su respectiva aplicación:

Tabla 139. Sustitutos SAO consumidos en Colombia por aplicación

Sustancia	RAC	Agentes espumantes	Protección contra incendios	Aerosoles	Solventes	Otras aplicaciones
Sustancias puras o en mezclas						
HFC-23	X					
HFC-32	X					
HFC-125	X		X			
HFC-134a	X			X	X	
HFC-143a	X					
HFC-152a						X
HFC-227ea		X	X			
HFC-245fa		X		X		
HFC-43-10mee				X		
HFC-236fa	X		X			
HFC-365mfc		X		X		
PFC-116	X					
PFC-14	X					
Mezclas						
R-404A	X					
R-407C	X					
R-407F	X					
R-410A	X					
R-417A	X					
R-422A	X					
R-422D	X					
R-437A	X					
R-507A	X					
R-508B	X					
R-413A	X					
R-438A	X					
R-448A	X					
R-449A	X					
R-452A	X					
R-508B	X					
R-513A	X					
S-353E-W		X				
Poliol 7148-X		X				
Poliol 9762-X		X				
Poliol 9932 R-X		X				
HFC-365mfc/ HFC-227ea blend		X				
Chesterton 296 EU				X		
Polycold XC-8800	X					
Polycold-1102	X					

Nota: El consumo de mezclas se desagregó por sustancia teniendo en cuenta únicamente los componentes de HFC y PFC

Es importante resaltar que en el país no existe producción de estos compuestos fluorados, sino que su consumo está dado por las importaciones y exportaciones. Para contabilizar estos compuestos, se utilizan las partidas arancelarias sujetas a permisos previos de importación, que requieren diversos trámites. Estos incluyen la solicitud de permisos ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) como parte de la licencia ambiental, el registro en la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE), la obtención de la licencia de importación del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y la nacionalización de la mercancía ante la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). Estos procedimientos permiten registrar tanto los ingresos como los egresos de las sustancias sustitutas de las SAO, ya sea en forma pura o en mezclas.

4.7.1 Tendencia de las emisiones de la categoría

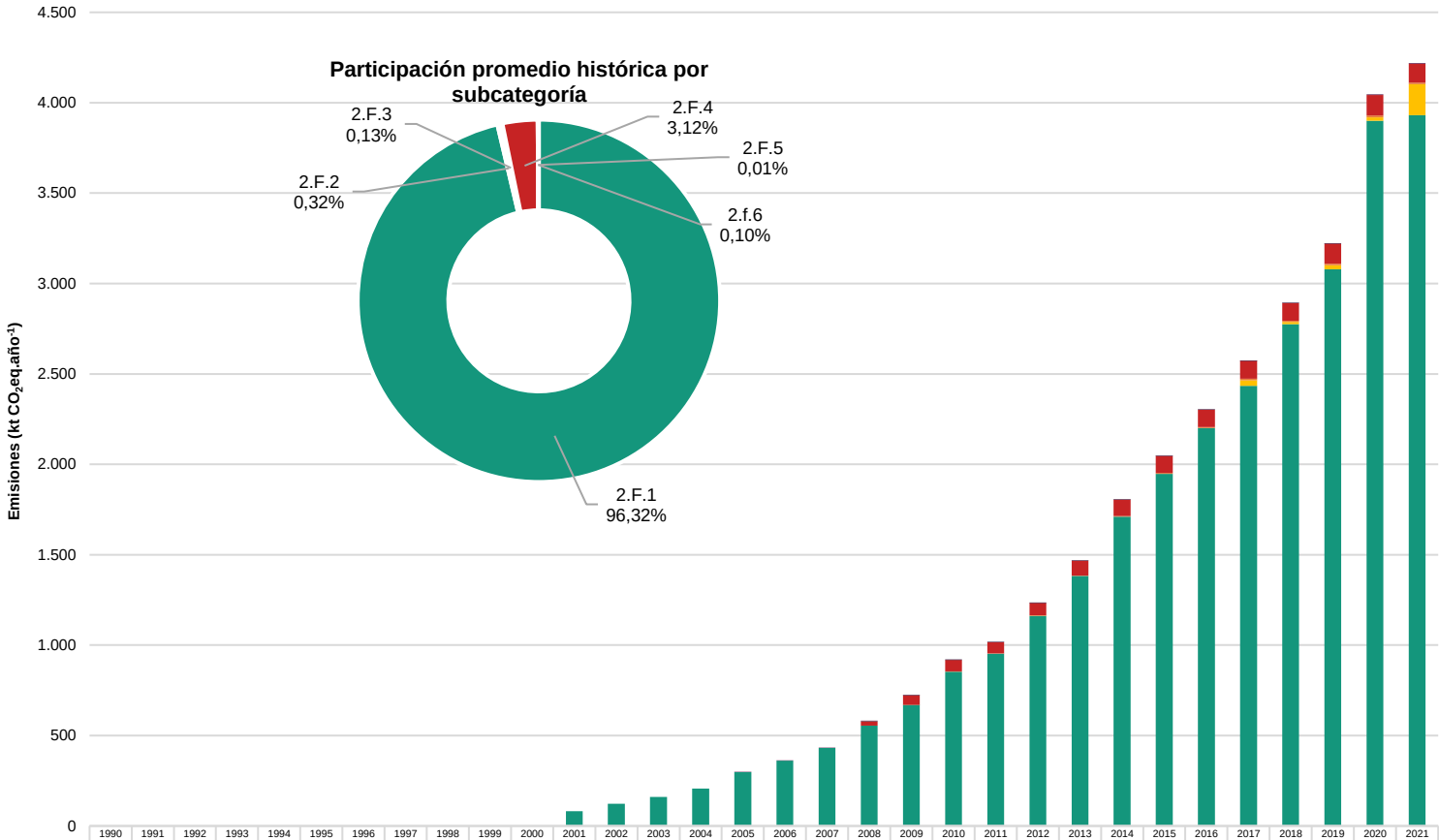
En la Tabla 140 se reportan las emisiones GEI en kt CO_2eq por el uso de sustitutos de las SAO desglosadas por aplicación. Estas emisiones son contabilizadas en el país desde el año 2001, periodo en el que se inició a registrar el consumo de estas sustancias. Durante los últimos 20 años, el crecimiento de las emisiones en el sector ha sido exponencial con una variación de más de 5000%, pasando de 81,73 kt CO_2eq en 2001 a 4218,56 kt CO_2eq en 2021, lo que representa una tasa de crecimiento anual compuesta del 21,80%. Se espera que la implementación de estrategias en el marco de la Enmienda de Kigali permita desacelerar el incremento de las emisiones de esta categoría.

Tabla 140. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 2.F. Uso de sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) y sus subcategorías

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
2.F. Uso de sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO)	NE	NE	NE	298,17	919,75	2.047,12	4.045,38	4.218,56
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	NE	NE	NE	297,59	853,33	1.946,99	3.900,93	3.931,92
2.F.1.a. Refrigeración comercial	NE	NE	NE	37,67	169,87	500,73	1.006,19	1.033,54
2.F.1.b. Refrigeración doméstica	NE	NE	NE	50,11	111,58	182,87	338,57	333,38
2.F.1.c. Refrigeración industrial	NE	NE	NE	11,06	90,41	322,34	667,06	689,57
2.F.1.d. Refrigeración del transporte	NE	NE	NE	5,44	14,89	31,79	61,85	62,29
2.F.1.e. Aire acondicionado móvil	NE	NE	NE	174,26	386,89	629,98	1.162,68	1.144,67
2.F.1.f. Aire acondicionado estacionario	NE	NE	NE	19,06	79,69	279,28	664,59	668,46
2.F.2. Agentes espumantes	NE	NE	NE	NE	NE	NE	18,86	170,63
2.F.3. Protección contra incendios	NE	NE	NE	NE	1,49	4,93	8,77	9,25
2.F.4. Aerosoles	NE	NE	NE	NE	63,43	94,19	113,97	104,07
2.F.5. Solventes	NE	NE	NE	NE	0,28	0,41	NO	NO
2.F.6. Otras aplicaciones	NE	NE	NE	0,57	1,22	0,60	2,85	2,69

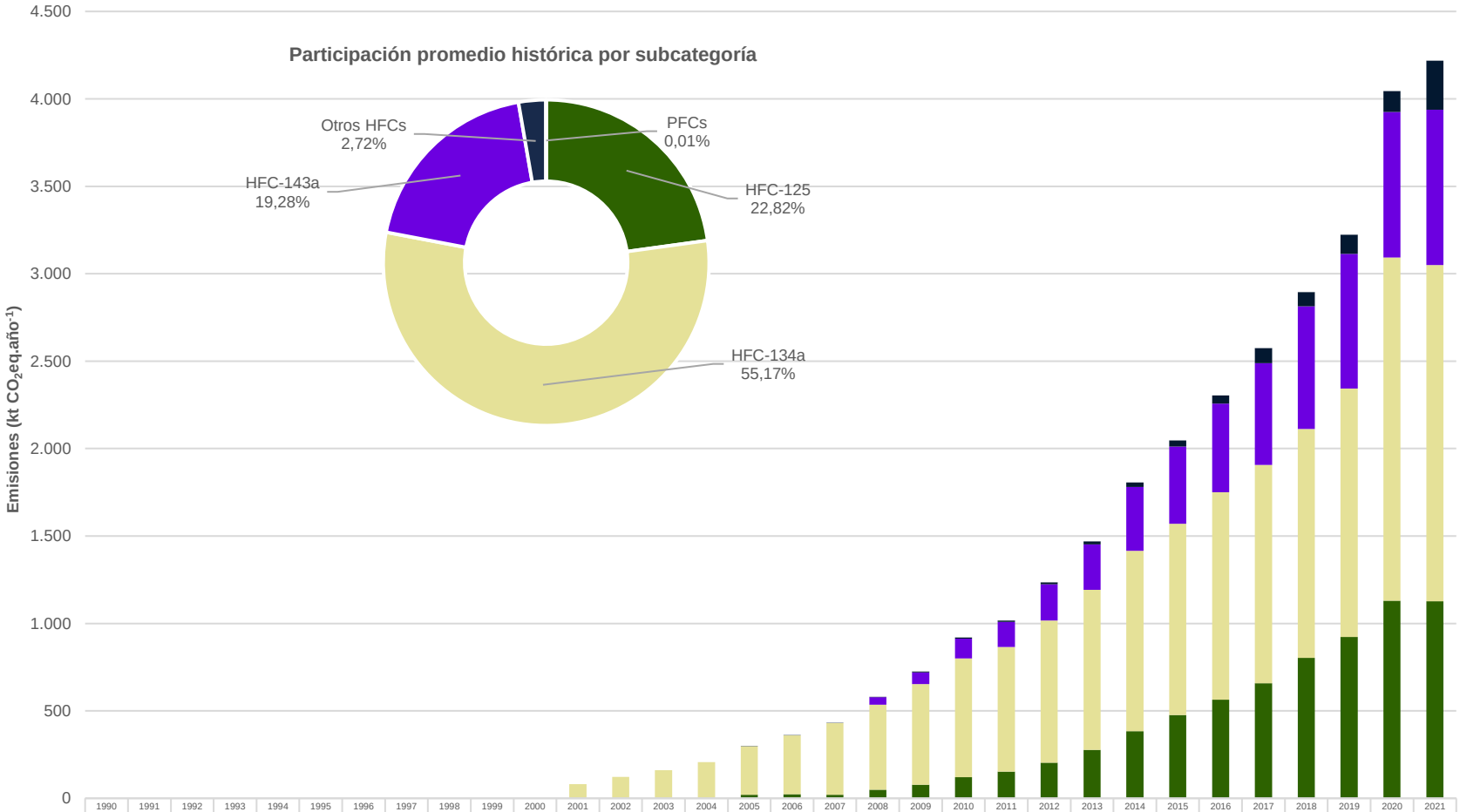
De acuerdo con la Figura 136, la subcategoría 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado es la responsable del 96,32% de las emisiones asociadas al uso de sustitutos de las SAO, seguida por 2.F.4. Aerosoles con 3,12%. El restante 0,56% corresponde a las emisiones de 2.F.2 Agentes espumantes, 2.F.3. Protección contra incendios, 2.F.5. Solventes y 2.F.6. Otras aplicaciones.

En términos de GEI, en la Figura 137 se aprecia que más del 97% de las emisiones de 2.F, son causadas por el uso de HFC-134a (55,17%), HFC-125 (22,82%) y HFC-143a (19,28%), siendo las emisiones de otros HFC de 2,72% y de los PFC de alrededor del 0,01%. Los tres gases mencionados se usan principalmente como agentes refrigerantes.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2.F.6 - Otras aplicaciones	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,1	1,0	1,1	1,7	1,2	0,6	1,5	1,6	0,9	0,6	1,5	2,4	1,9	2,4	2,9	2,7
2.F.5 - Solventes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,0	0,0
2.F.4 - Aerosoles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,7	52,9	63,4	62,1	68,3	82,1	91,9	94,2	94,6	99,4	97,8	111,6	114,0	104,1
2.F.3 - Protección contra incendios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,5	1,8	2,4	2,6	3,2	4,9	6,2	8,4	8,5	8,8	8,8	9,3
2.F.2 - Agentes espumantes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,9	11,7	21,7	18,9	170,6
2.F.1 - Refrigeración y aire acondicionado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,7	122,6	160,2	207,3	297,6	360,9	431,0	555,0	669,1	853,3	952,3	1162,6	1382,5	1710,5	1947,0	2200,6	2434,8	2774,9	3079,1	3900,9	3931,9

Figura 136. Tendencia de emisiones de GEI 2.F. Uso de sustitutos SAO por subcategoría, 2001-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PFCs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,09	0,13	0,13	0,14	0,12	0,12	0,12	0,11	0,16	0,17	0,16	0,26
Otros HFCs	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	1,06	1,04	2,33	4,18	5,58	7,30	11,04	17,32	26,76	35,27	45,37	85,99	81,68	109,59	120,62	279,98
HFC-143a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,86	67,39	114,14	143,79	207,23	259,84	365,00	441,13	506,96	582,08	701,59	770,15	832,54	888,22
HFC-134a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,73	122,55	160,16	207,32	276,97	337,07	410,81	486,77	575,39	678,60	713,60	812,27	914,65	1031,48	1094,45	1185,98	1249,56	1307,85	1420,43	1961,73	1923,25
HFC-125	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,63	23,80	20,24	48,95	77,66	121,35	152,16	204,44	277,28	383,54	476,15	564,92	657,67	803,88	923,43	1130,33	1126,84

Figura 137. Tendencia de emisiones de GEI 2.F. Uso de sustitutos SAO por GEI, 2001-2021

4.7.2 Descripción de flexibilidades aplicadas

Previamente se ha mencionado que Colombia se ha acogido a la flexibilidad de la serie de tiempo de acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, dado que presenta el inventario de GEI de 1990 a 2021, ya que algunas fuentes de información no poseen los datos reportados al año 2022. Sin embargo, este no es el caso de la Unidad Técnica de Ozono (UTO) que cuenta con la información de datos de importación de HFC y PFC desde el año 2001.

Lo anterior, implica que existe una carencia de información histórica para estimar la serie histórica de esta categoría (2.F) desde 1990 al 2000, razón por la que Colombia se acoge a la flexibilidad descrita en el párrafo 57 de la Decisión 18/CMA.1.

Como se menciona en la sección 4.7.7 del presente capítulo, se establece un plan de mejora para fortalecer la articulación entre el IDEAM y las entidades proveedoras de información para el inventario de emisiones atmosféricas y el uso de técnicas de empalme para garantizar la completitud de la serie de tiempo.

4.7.3 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

En la Tabla 141, se muestran los resultados de incertidumbre para la categoría 2.F. Durante el periodo de 2001 a 2021, la incertidumbre promedio es de ±14,36%, para este mismo periodo en el año 2001 la incertidumbre era de ±18,08% y el año 2021 es de ±10,56%, se observó una ligera reducción de 7,51 puntos porcentuales en la incertidumbre de la categoría. Las incertidumbres relacionadas con los datos de actividad y los factores de emisión no cambiaron a lo largo de este periodo. Por lo tanto, los cambios anuales en la incertidumbre se deben exclusivamente a las variaciones en las emisiones de las subcategorías. Los GEI con las mayores incertidumbres promedio fueron PFC-116, HFC-245fa, HFC-23 con 29,15%. Para la categoría la incertidumbre para el año 2021 está asociada o influenciada por las incertidumbres de los factores de emisión empleados. Para este mismo año la subcategoría con mayor incertidumbre es 2.F.6 con un valor promedio de ±29,15%.

Tabla 141. Resultados de incertidumbre - Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (2F)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
2.F. Usos del producto como sustitutos de las SAO	TODOS	NE	NE	NE	18,08	13,57	11,29	10,98	10,56	NA
	HFC-125	NE	NE	NE	17,24	17,13	17,13	17,16	17,15	NA
	HFC-134a	NE	NE	NE	19,42	17,81	17,94	18,37	18,44	NA
	HFC-143a	NE	NE	NE	NE	20,51	20,51	20,51	20,51	NA
	HFC-152a	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	29,15	NA
	HFC-227ea	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	20,82	26,94	NA
	HFC-23	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	NA
	HFC-236fa	NE	NE	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	NA
	HFC-245fa	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	NA
	HFC-32	NE	NE	NE	NE	26,43	26,43	26,43	26,43	NA
	HFC-365mfc	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	28,95	29,14	NA
	HFC-43-10mee	NE	NE	NE	NE	NE	29,15	NE	NE	NA
	PFC-116	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	NA
	PFC-14	NE	NE	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	NA
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	TODOS	NE	NE	NE	18,11	14,47	11,79	11,35	11,26	FE
	HFC-125	NE	NE	NE	17,24	17,24	17,24	17,24	17,24	NA
	HFC-134a	NE	NE	NE	19,42	19,42	19,42	19,42	19,42	NA
	HFC-143a	NE	NE	NE	NE	20,51	20,51	20,51	20,51	NA
	HFC-23	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	NA
	HFC-236fa	NE	NE	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	NA
	HFC-32	NE	NE	NE	NE	26,43	26,43	26,43	26,43	NA

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
	PFC-116	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	NA
	PFC-14	NE	NE	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	NA
2.F.2. Agentes espumantes	TODOS	NE	NE	NE	NE	NE	NE	23,26	23,26	FE
	HFC-227ea	NE	NE	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	NA
	HFC-365mfc	NE	NE	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	NA
2.F.3. Protección contra incendios	TODOS	NE	NE	NE	NE	20,64	20,86	21,14	21,20	FE
	HFC-125	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	NA
	HFC-227ea	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	NA
2.F.4. Aerosoles	TODOS	NE	NE	NE	NE	29,14	28,71	29,10	29,11	FE
	HFC-134a	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	NA
	HFC-245fa	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	NA
	HFC-365mfc	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	NA
	HFC-43-10mee	NE	NE	NE	NE	NE	29,15	NE	NE	NA
2.F.5. Solventes	HFC-134a	NE	NE	NE	NE	29,15	29,15	NE	NE	FE
2.F.6. Otras aplicaciones	HFC-152a	NE	NE	NE	29,15	29,15	29,15	29,15	29,15	FE

En la Figura 138 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías y su estimación por GEI sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 2F1_HFC-134a. es la más sensible, con una contribución del 82%, le sigue la subcategoría 2F1_HFC-125. que contribuye en un 9% y la subcategoría 2F1_HFC-143a. contribuye en un 8% a la incertidumbre total de la categoría 2F. Esto se debe a que estas subcategorías presentan las mayores emisiones. La subcategoría 2F1_HFC-134a tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría, contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±0,66% en el intervalo de la incertidumbre total del 2021, que es ±10,56%, donde el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 9,92% y 11,25%.

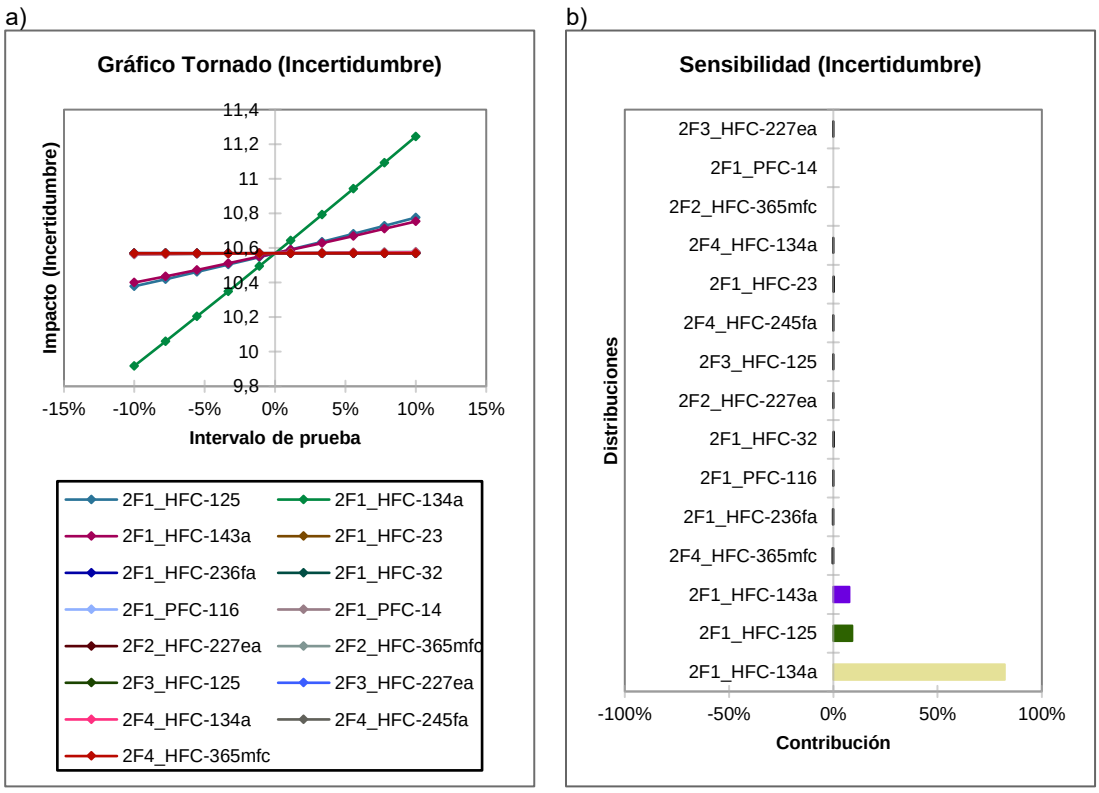


Figura 138. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones por el Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (2F) para el 2021

4.7.4 AC/CC y verificación de la categoría

Siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de control y aseguramiento de calidad, para la estimación de emisiones en la industria de los metales (2.C), se realizaron algunas actividades transversales como:

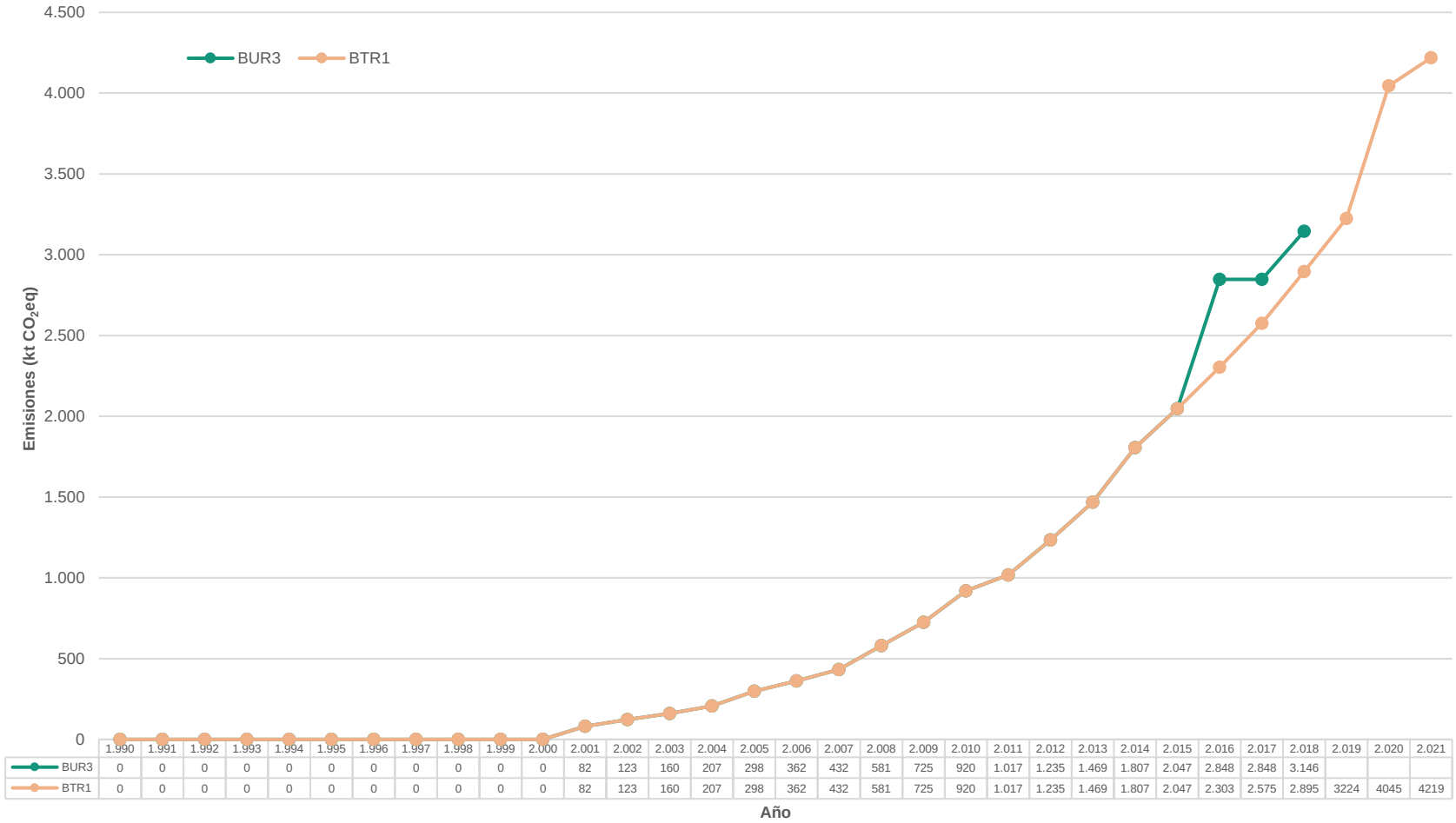
- La verificación de tendencia de los datos de actividad con las fuentes de información.
- Se realizó la verificación del registro de bases de datos y cálculo año a año con respecto al consolidado del sector.
- Se realizó la revisión de la tendencia de emisiones de la subcategoría, justificando las variaciones representativas.
- Se revisaron las variaciones en los resultados obtenidos para las emisiones de las subcategorías con respecto al reporte anterior (BUR3).
- Se realizó la socialización de resultados de emisiones del sector en talleres de divulgación para el fortalecimiento de capacidades e identificación de opciones de mejora.

Para el sector de refrigeración y aire acondicionado (2.F.1), se actualizan los datos de actividad en la plantilla de IPCC para los años 2016 a 2018 ya que no correspondían con lo reportado por la fuente de información. Se actualiza a su vez el porcentaje de distribución sectorial al nivel de sub-aplicación para la serie de tiempo estimada (2001-2021).

4.7.5 Recálculos de la categoría

Como se menciona en la sección anterior, para esta categoría se realizan recálculos por la actualización de los datos de actividad de 2016 a 2018 en 2.F.1 y por la actualización de los porcentajes de distribución sectorial al nivel de sub-aplicación en RAC.

Esto conlleva a una variación de las emisiones de la categoría 2.F de 12,22% (2016-2018) con respecto al BUR3 con una participación en las emisiones nacionales de 0,57% en promedio, como se muestra en la siguiente figura:



	1.990	1.991	1.992	1.993	1.994	1.995	1.996	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005	2.006	2.007	2.008	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021
BUR3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	123	160	207	298	362	432	581	725	920	1.017	1.235	1.469	1.807	2.047	2.848	2.848	3.146			
BTR1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	123	160	207	298	362	432	581	725	920	1.017	1.235	1.469	1.807	2.047	2.303	2.575	2.895	3224	4045	4219

Figura 139. Recálculos 2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO

4.7.6 Plan de mejora de la categoría

El plan de mejora para esta categoría se centra en lograr obtener información al nivel de sub-aplicación para cada una de las subcategorías, en acceder a la información necesaria para completar la serie de tiempo desde 1990 y en fortalecer la gestión de incertidumbre, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 142. Plan de mejora para 2.F. Uso de sustancias sustitutas de las SAO

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado **2.F.2. Agentes Espumantes** **2.F.3. Protección contra incendios** **2.F.4. Aerosoles** **2.F.5. Solventes** **2.F.6. Otros**	Lograr incrementar el nivel metodológico de estimación de emisiones de la subcategoría con mecanismos de transferencia de información oportuna y periódica.	Mejorar la estimación de las emisiones con espacios de transferencia de conocimiento con expertos internacionales en el sector y con un plan de trabajo con la UTO orientado a acceder a la información de consumo de HFC y PFC por sub-aplicación para las 6 subcategorías.	x	x	x			Mediano	IDEAM - UTO - MinAmbiente	Planeación
		Gestionar recursos financieros y técnicos para lograr estimar las emisiones al nivel de sub-aplicación y equipos	x		x			Mediano	IDEAM - UTO - MinAmbiente	Planeación
		Como categoría clave lograr reducir la incertidumbre de la emisión accediendo a la información detallada y fortaleciendo la interoperabilidad con el sector Capacitar a los sectores en la importancia y forma de estimar la incertidumbre y alentarlos a incluirla en el reporte de información.		x	x		x	Mediano	IDEAM - UTO - MinAmbiente	Planeación
	Fortalecer el acercamiento con la UTO, la DIAN y demás posibles fuentes de información, para optimizar la desagregación requerida de los consumos de gases fluorados y lograr la completitud de la serie de tiempo (1990-2000, o aquellos en futuros reportes), acorde a los requisitos establecidos en las MPG del MRT del Acuerdo de París	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años con una serie completa de reporte desde 1990, acorde con las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.	x		x	x	x	Corto	IDEAM – UTO – DIAN - MinAmbiente	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

4.7.7 Subcategoría: 2.F.1 Refrigeración y aire acondicionado

i. Descripción de la subcategoría

En la subcategoría 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado (RAC), se estiman las emisiones por el uso de HFC y PFC en los equipos de refrigeración y aire acondicionado, así como su liberación a lo largo del periodo de vida útil del mismo. En la Figura 140 se enuncian las sub-aplicaciones dentro del sector, que involucran refrigeración comercial, doméstica, industrial y en el sector transporte, además de los sistemas de aire acondicionado móviles y estacionarios.

El promedio de emisiones de la subcategoría es de 1.391,22 kt CO_2eq, con un incremento de más de 4000% entre 2001 y 2021, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 21,37%. Este aumento es el principal responsable de las variaciones en las emisiones de la categoría 2.F.

Al nivel de sub-aplicación, se resalta la participación de 2.F.1.e. Aire acondicionado móvil (34,01%), 2.F.1.a. Refrigeración comercial (24,54%), 2.F.1.c. Refrigeración industrial (15,54%) y 2.F.1.f. Aire acondicionado estacionario (14,41%), como se observa en la siguiente figura:

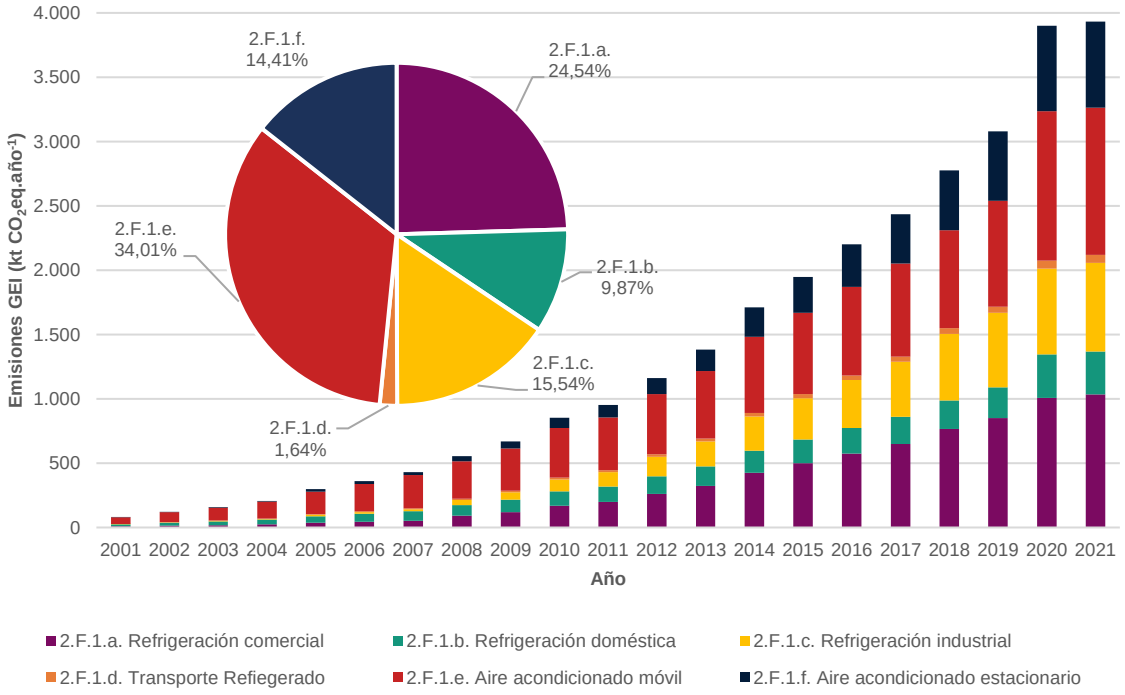


Figura 140. Tendencia de emisiones de subcategorías de 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado (2001-2021).

En la Figura 141, se muestran las emisiones para la subcategoría 2.F.1 desglosadas por GEI. El 54,06% de estas emisiones son por consumo de HFC-134a, el 23,87% corresponden a HFC-125 y el 20,27% son de HFC-143a, ya sea como sustancias puras o como mezclas.

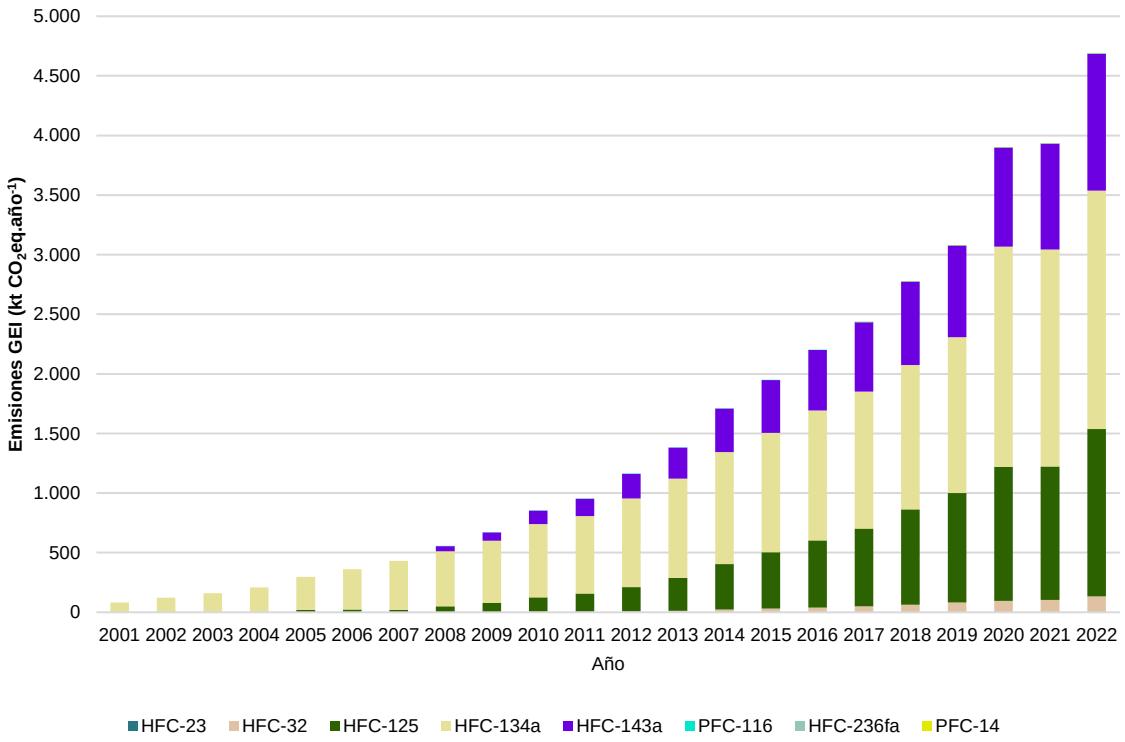


Figura 141. Tendencia de emisiones de subcategorías por GEI de 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado (2001-2021).

ii. Metodología

4.7.7.2.1 Método de estimación

En el siguiente cuadro se evidencia la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado
Ecuación 7.2B. Cálculo de las emisiones de una sustancia química de una aplicación con bancos. (IPCC 2006, Volumen 3, Capítulo 7) aplicada a escala nacional. $$\boldsymbol{Emisiones\ anuales = Consumo\ neto * EF_{PA}compuesto + total\ sustancia\ química\ en\ banco * EF_{B}compuesto}$$ Donde: $\boldsymbol{Consumo\ neto}$ = consumo neto para la aplicación $\boldsymbol{EF_{PA}compuesto}$ = factor de emisión compuesto para la aplicación, para el primer año $\boldsymbol{Total\ sustancia\ química\ en\ banco}$ = banco de la sustancia química para la aplicación $\boldsymbol{EF_{B}compuesto}$ = factor de emisión compuesto para la aplicación, para el banco Los bancos representan la cantidad de sustancias químicas acumuladas a lo largo de su ciclo de vida, ya sea en la cadena de suministro, en productos, equipos o en corrientes de desecho, que no se han emitido al final del año más reciente. Estos bancos pueden estimarse a nivel de aplicaciones utilizando algoritmos e hipótesis simples. Las Directrices IPCC proporcionan herramientas en el Excel para el cálculo de dichos bancos para 2.F.1, 2.F.2 y 2.F.3.

Cuadro 31. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1)

El cálculo de la emisión para la subcategoría 2.F.1, se realiza siguiendo un nivel metodológico 1a. Para refinar el cálculo, se requiere información adicional en referencia a la caracterización de equipos RAC. Para evidenciar los resultados a nivel de sub-aplicación, se empleó un factor de consumo reportado a partir de la información suministrada por la UTO. En la sección de datos de actividad se detalla esta información.

4.7.7.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 143. Metodología y factores de emisión – Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1)

Subcategoría	Metodología	Factor	Fuente de información	Valor
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	Nivel 1a	Tiempo de vida media equipos	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 7, Numeral 7.5.2.1	15 años
		Factor de emisión en sub-aplicaciones RAC	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 7, Numeral 7.5.2.1	15%
		% de sustancia destruida al final de la vida útil del equipo	UTO	0%

En la CRT titulada Tabla 2(II).B-H, el consumo de gas por cada sector o subsector se registra en la sección de sistemas en operación ya que en Colombia no se producen estos gases fluorados y no se dispone de datos certeros sobre remanentes en equipos. De esta forma, el factor de emisión implícito se calcula tomando el valor registrado de emisión por gas (t) y dividiéndolo por la cantidad consumida (t), para luego expresarlo en porcentaje al multiplicarlo por 100.

4.7.7.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 144. Datos de actividad – Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	Consumo anual en toneladas de los siguientes gases: HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143A, HFC-236fa, PFC-116, PFC-14, algunos de ellos contenidos en las siguientes mezclas: R-404A, R, 407C, R-407F, R-410A, R-417A, R-422A, R-422D, R-437A, R-507A, R-508B, R-413A, R-438A, R-448A, R-449A, R-452A, R-508B, R-513A, Polycold XC-8800, Polycold-1102	2001-2021	Unidad Técnica de Ozono (UTO) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente)	Los datos de consumo anual reportados por la UTO de las mezclas se desagregan por sustancia de acuerdo con su composición, teniendo en cuenta para fines de inventario únicamente los HFC y PFC, cuyo consumo final anual es determinado con los consumos como sustancias y en las mezclas descritas.

La UTO del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, emplea una metodología top-down para estimar los datos de actividad con base en diferentes fuentes de información, como la base de datos de comercio exterior (BACEX) del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Sistema Estadístico de Comercio Exterior (SIEX) de la DIAN, la base de datos de la ANLA, VUCE y el listado de importadores y exportadores. Dado que en Colombia no se fabrican estas sustancias, sino que su consumo proviene de las importaciones y exportaciones (IDEAM et al., 2022). La información depurada y consolidada de estas fuentes constituye el insumo de los datos de activad para la construcción del INGEI.

Como se observa en la Tabla 145, el consumo de las mezclas se desagrega de acuerdo con su composición en los consumos por sustancia HFC y PFC. El procesamiento inicia unificando las

unidades másicas de consumo en toneladas y clasificando cada ítem como sustancia o mezcla. Luego, para las mezclas reportadas se realiza su descomposición en sustancias, contemplando únicamente los consumos asociados a HFC y PFC y consolidando el consumo final por sustancia y por aplicación. Particularmente para el sector RAC las emisiones por sub-aplicación se calcularon a partir de la distribución sectorial indicada por el proveedor de información.

Tabla 145. Composición en porcentaje másico de HFC y PFC presentes en mezclas sustitutos SAO.

Mezcla	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-23	HFC-365mfc	HFC-245fa	HFC-227ea	HFC-236fa	PFC-14	PFC-116
Chesterton® 296 EU			45,0%			25,0%	25,0%				
HFC-365mfc/HFC-227ea						93,0%		7,0%			
Poliol 7148-X						25,1%		1,9%			
Poliol 9762-X						13,0%		1,0%			
Poliol 9932 R-X						11,2%		0,8%			
Polycold - 1102		24,0%			10,0%				40,0%	20,0%	
Polycold XC-8800		24,0%			19,0%				26,0%	21,0%	
S-353E-W						9,3%		0,7%			
R-404A		44,0%	4,0%	52,0%							
R-407C	23,0%	25,0%	52,0%								
R-407F	30,0%	30,0%	40,0%								
R-410A	50,0%	50,0%									
R-413A			88,0%								
R-417A		46,6%	50,0%								
R-422A		85,1%	11,5%								
R-422D		65,1%	31,5%								
R-437A		19,5%	78,5%								
R-438A	8,5%	45,0%	44,2%								
R-448A	26,0%	26,0%	21,0%								
R-449A	24,3%	24,7%	25,7%								
R-452A	11,0%	59,0%									
R-507A		50,0%		50,0%							
R-508B					46,0%						54,0 %
R-513A				44,0%							

En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad de consumo final en el sector RAC empleados en el cálculo de la emisión bajo nivel 1a:

Tabla 146. Datos de actividad de 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado

Consumo (ton)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-23	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	0,004	0,004	0,038	0,031	0,008	0,013	0,000	0,013	0,006	0,013	0,054	0,017	0,008	0,063
HFC-32	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	11,686	10,596	17,119	21,168	27,353	70,949	112,303	115,422	140,170	155,216	213,143	264,088	253,504	212,703
HFC-125	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	66,760	75,131	115,341	102,906	157,295	217,473	310,100	311,840	334,072	368,752	513,719	503,134	515,531	492,345
HFC-134a	419,150	272,200	287,136	365,060	516,621	521,298	637,416	578,180	664,425	877,189	661,253	977,190	1.025,543	1.191,412	1.036,710	1.233,615	1.138,429	1.191,182	1.438,413	1.283,637	1.252,153
HFC-143a	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	59,530	42,991	78,969	64,965	118,064	116,240	200,192	181,778	183,330	209,947	287,264	241,381	247,104	250,783
HFC-236fa	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	0,018	0,063	NO	NO	0,202
PFC-14	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	0,015	0,051	NO	NO	0,101
PFC-116	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	0,005	0,005	0,044	0,037	0,010	0,016	NO	0,015	0,007	NO	0,010	0,020	0,010	0,015

Para describir los datos de actividad en la CRT Tabla 2(II).B-H, se toman los consumos de cada gas reportados en la tabla anterior y se multiplican por los porcentajes de participación sectorial para cada subsector. Estos datos junto con la emisión por cada gas permiten determinar el factor de emisión implícito.

4.7.8 Subcategoría: 2.F.2 Agentes espumantes

i. Descripción de la subcategoría

La clasificación de las espumas en celda abierta o cerrada tiene relación con la manera en la que se pierde el agente espumante en los productos. Para las celdas abiertas, las emisiones de los agentes espumantes con HFC se producen durante e inmediatamente después de su fabricación, mientras que para las celdas cerradas solo una pequeña parte de la emisión ocurre durante su producción, el resto se extienden incluso hasta el final de la vida útil, por lo tanto, estas emisiones pueden producirse durante un periodo de 50 años o más a partir de su fabricación (Ashford et al., 2006).

En Colombia, las emisiones se asocian al uso de espumas de celda abierta como aislantes, particularmente el poliuretano; sin embargo, las espumas de celda abierta se emplean en cojines de muebles domésticos, colchones, asientos de vehículos y productos moldeados como volantes de automóviles y mobiliario de oficinas. De esta forma no se generan bancos, por tratarse de una emisión rápida.

Los HFC usados en esta aplicación son principalmente HFC-365mfc y HFC-227ea, asociados al consumo de la mezcla HFC 365mfc/HFC 227ea. El promedio de emisiones de la subcategoría es de 50,56 kt CO_2eq con un incremento de 470% de las emisiones entre 2017 y 2021 con una tasa de crecimiento anual compuesta de 41,63% (Ver Figura 142).

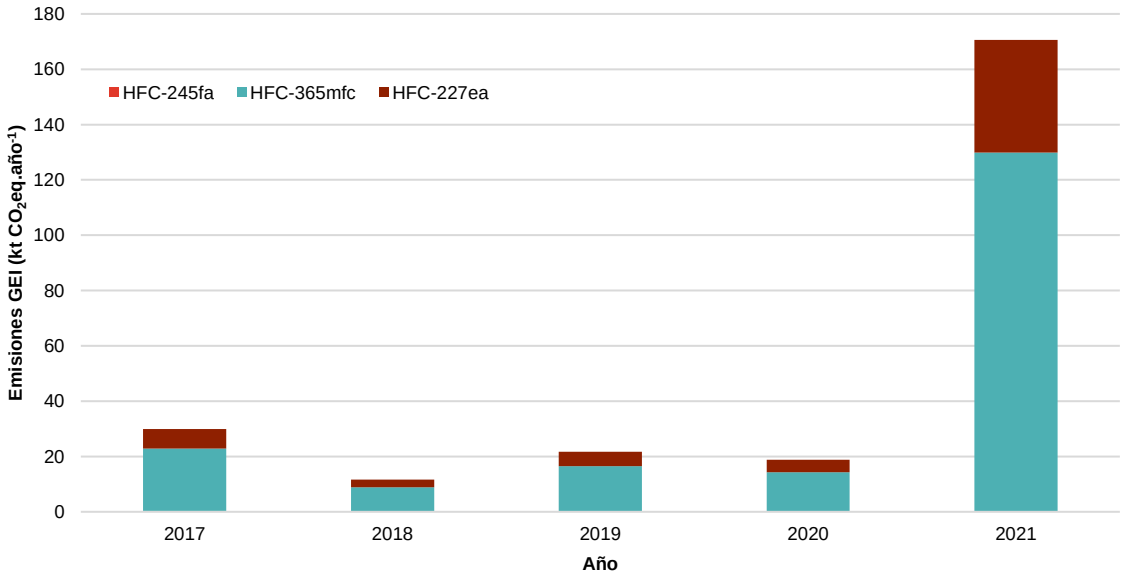


Figura 142. Tendencia de emisiones por GEI de 2.F.2. Agentes espumantes (2017-2021).

En la Figura 142, se observa un aumento en las emisiones de HFC-365mfc y HFC-227ea, gracias al aumento en el consumo de la mezcla HFC 365mfc/HFC 227ea. Esta aplicación abarca el 0,82% de las emisiones de 2.F.

ii. Metodología

4.7.8.2.1 Método de estimación

El siguiente cuadro muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.F.2. Agentes espumantes
Ecuación 7.8. Método de cálculo genérico para las emisiones provenientes de las espumas de celdas abiertas. (IPCC – 2006, volumen 3, capítulo 7) $$Emisiones_t = M_t$$ Donde: M_t: Total de HFC utilizado en la fabricación de espumas de celdas abiertas nuevas en el año t, toneladas

Cuadro 32. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Agentes espumantes (2.F.2)

4.7.8.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 147. Metodología y factores de emisión – Agentes espumantes (2.F.2)

Subcategoría	Metodología	Factor	Fuente de información	Valor
2.F.2. Agentes espumantes	Nivel 1a	Factor de emisión de agentes espumantes	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 7, Numeral 7.4.2.3	100

En la CRT titulada Tabla 2(II).B-H, el consumo de gas por cada sector o subsector se registra en la sección de sistemas en operación, ya que en Colombia no se producen estos gases fluorados y no se dispone de datos precisos sobre remanentes en equipos. De esta forma, el factor de emisión implícito se calcula tomando el valor registrado de emisión por gas (t) y dividiéndolo por la cantidad consumida (t), para luego expresarlo en porcentaje al multiplicarlo por 100.

4.7.8.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 148. Datos de actividad – Agentes espumantes (2.F.2)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.F.2. Agentes espumantes	Consumo anual en toneladas de los siguientes gases: HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-227ea, algunos de ellos contenidos en la mezcla: HFC-365mfc/HFC-227ea, S-353E-W, Poliol 7148-X, Poliol 9762-X, Poliol 9932 R-X	2017-2021	Unidad Técnica de Ozono (UTO) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente)	El procesamiento del dato de actividad en referencia al consumo de mezclas de HFC y PFC se realiza siguiendo el procesamiento descrito en la sección de dato de actividad de 2.F.1.

En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad empleados para la subcategoría 2.F.2. Agentes espumantes:

Tabla 149. Datos de actividad de 2.F.2. Agentes espumantes

Consumo (ton)	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-245fa	0,32	NO	NO	NO	NO
HFC-365mfc	28,10	11,05	20,53	17,86	161,56
HFC-227ea	2,11	0,83	1,55	1,34	12,16

4.7.9 Subcategoría: 2.F.3 Protección contra incendios

i. Descripción de la subcategoría

En la protección contra incendios, existen dos tipos generales de equipos que usan HFC y PFC para reemplazar principalmente a los halones, los equipos portátiles (de chorro corriente) y los equipos fijos (de anegación). Las emisiones de estos equipos se generan en periodos largos de tiempo, cuando se utilizan para combatir incendios, contribuyendo así a la formación de bancos (Ashford et al., 2006).

Esta subcategoría abarca el 0,22% de las emisiones GEI por el uso de sustancias sustitutos de las SAO. Las emisiones se atribuyen principalmente por el consumo de HFC-125 (57,14%) y HFC-227ea (42,86%), como se observa en la siguiente figura:

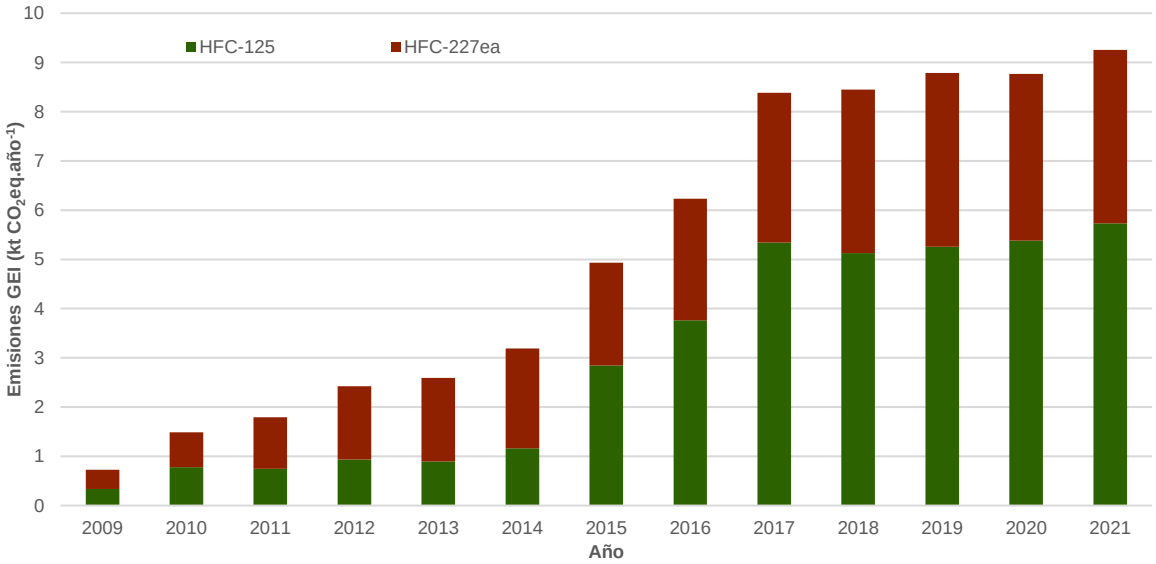


Figura 143. Tendencia de emisiones por GEI de 2.F.3. Protección contra incendios (2009-2021).

El promedio de emisiones para la subcategoría 2.F.3, es de 5,15 kt CO_2eq con una tasa de crecimiento anual compuesta de 21,62% y una variación entre 2009 y 2021 de 1.174,05%. Esta aplicación abarca el 0,22% de las emisiones de 2.F.

ii. Metodología

4.7.9.2.1 Método de estimación

El siguiente cuadro muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.F.3. Protección contra incendios
Ecuación 7.17. Dependencia temporal de las emisiones provenientes de los equipos de protección contra incendios (IPCC – 2006, volumen 3, capítulo 7) $$Emisiones_t = Banco_t * EF + RRL_t$$ Donde: $Banco_t$ = banco de agente en los equipos de protección contra incendios en el año t, toneladas EF = fracción del agente en los equipos emitido cada año (excluidas las emisiones provenientes de equipos retirados o puestos fuera de servicio), adimensional RRL_t = liberación o pérdida durante la recuperación (RRL, del inglés, Recovery Release or Loss): emisiones de agente durante la recuperación, el reciclado o la eliminación, en el momento del retiro de los equipos de protección contra incendios existentes en el año t, toneladas Para realizar este cálculo el IPCC proporciona unas hojas de cálculo en Excel con algunos ejemplos de cálculo denominados: "Calculation Example for 2F1 (MS-Excel), Calculation Example for 2F2 (MS-Excel), Calculation Example for 2F3 (MS-Excel)",

los cuales están disponibles en el siguiente link: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol3.html En estas hojas de cálculo se presentan los factores de emisión a emplear y factores como $\boldsymbol{RRL_t}$, así mismo, dan cuenta del desarrollo de los bancos y de las subsiguientes emisiones desde ellos.

Cuadro 33. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Protección contra incendios (2.F.3)

4.7.9.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 150. Metodología y factores de emisión – Protección contra incendios (2.F.3)

Subcategoría	Metodología	Factor	Fuente de información	Valor
2.F.3. Protección contra incendios	Nivel 1a	Tiempo de vida media equipos	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 7, Numeral 7.6.2.2	15 años
		Factor de emisión de equipos de protección contra incendios	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 7, Numeral 7.6.2.2	4%
		% de sustancia destruida al final de la vida útil del equipo	UTO	0%

En la CRT titulada Tabla 2(II).B-H, el consumo de gas por cada sector o subsector se registra en la sección de sistemas en operación, ya que en Colombia no se producen estos gases fluorados y no se tienen datos certeros sobre remanentes en equipos. De esta forma el factor de emisión implícito se calcula tomando el valor registrado de emisión por gas (t) y dividiéndolo por la cantidad consumida (t), para luego expresarlo en porcentaje al multiplicarlo por 100.

4.7.9.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 151. Datos de actividad – Protección contra incendios (2.F.3)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.F.3. Protección contra incendios	Consumo anual en toneladas de los siguientes gases: HFC-125, HFC-227ea	2009-2021	Unidad Técnica de Ozono (UTO) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente)	NA

En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad empleados para la subcategoría 2.F.3. Protección contra incendios:

Tabla 152. Datos de actividad de 2.F.3. Protección contra incendios

Consumo (ton)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-125	2,64	3,60	NO	1,74	NO	2,34	13,67	8,11	13,65	NO	2,62	2,65	4,47
HFC-227ea	2,92	2,50	2,70	3,61	2,00	3,00	1,01	3,50	5,02	3,00	2,52	NO	2,00

4.7.10 Subcategoría: 2.F.4 Aerosoles

i. Descripción de la subcategoría

La mayoría de los contenedores de aerosoles contienen propulsores de hidrocarburos, una pequeña proporción usan los HFC y los PFC como propulsores o solventes. Generalmente, sus emisiones ocurren poco después de su producción, razón por la que no generan bancos; sin embargo, esto depende de la variación del tiempo entre su producción y venta. Durante su uso se emite el 100% de la sustancia química (Ashford et al., 2006).

Estas sustancias se pueden usar en inhaladores dosificados (aerosoles de uso médico), productos de higiene personal (cuidado del cabello, desodorantes, cremas de afeitar), productos para uso doméstico (desodorantes ambientales, limpiadores para hornos y tejidos), productos industriales (rociadores para limpieza especial) u otros (infladores neumáticos, cláxones, entre otros) (Ashford et al., 2006).

En la siguiente figura se muestra la tendencia de emisiones por HFC consumido como propulsor en aerosoles en Colombia:

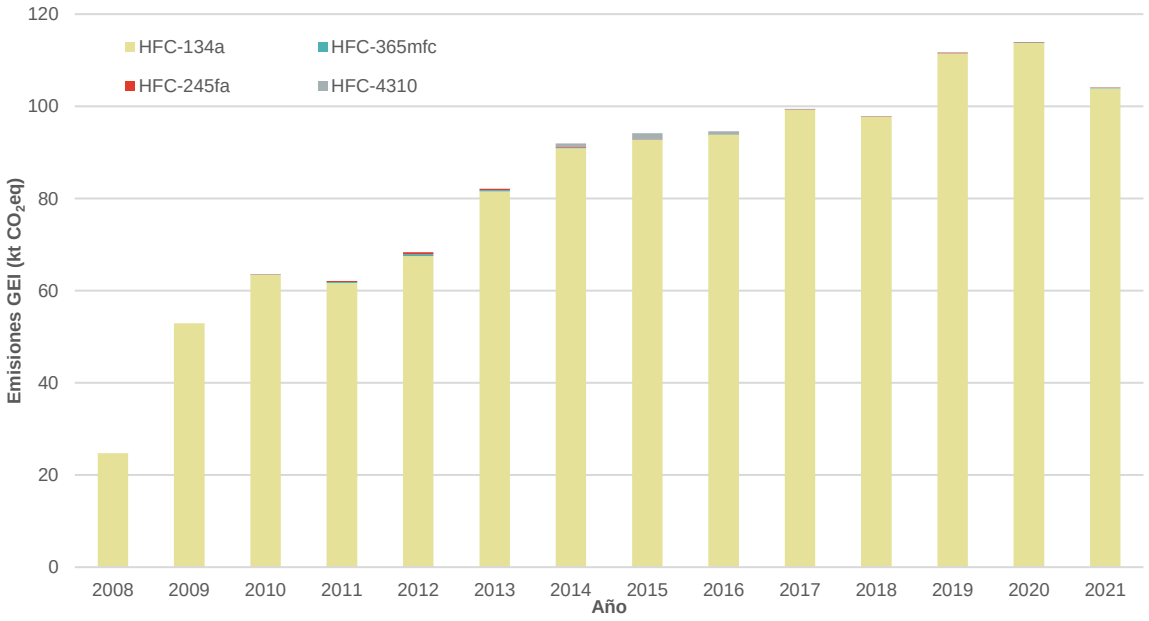


Figura 144. Tendencia de emisiones por GEI de 2.F.4. Aerosoles (2008-2021).

De acuerdo con la figura anterior, el promedio de emisiones de la subcategoría 2.F.4, es de 82,95 kt CO_2eq, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 10,81% y un incremento de 320,88% entre 2008 y 2021. El 99,51% de las emisiones son de HFC-134a, como sustancia pura y en la mezcla Chesterton 296 EU[16]. Esta aplicación es la segunda en predominancia en la participación de emisiones por el uso de sustitutos SAO con 3,78% de las emisiones de 2.F, superada por 2.F.1.

ii. Metodología

4.7.10.2.1 Método de estimación

El siguiente cuadro muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.F.4. Aerosoles
Ecuaciones 7.6. Método de estimación de las emisiones para los usos de los aerosoles. (IPCC - 2006 Volumen 3, Capítulo 7)
$$Emisiones_t = S_t * EF + S_{t-1} * (1 - EF)$$
Donde: S_t = cantidad de HFC y PFC confinada en los productos con aerosol vendidos en el año t, toneladas S_{t-1} = cantidad de HFC y PFC confinada en los productos con aerosol vendidos en el año t-1, toneladas

[16] Chesterton 296 EU: Mezcla de HFC empleada como limpiador en aerosol.

EF = factor de emisión (fracción de la sustancia química emitida durante el primer año), fracción

Cuadro 34. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Aerosoles (2.F.4)

4.7.10.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 153. Metodología y factores de emisión – Aerosoles (2.F.4)

Subcategoría	Metodología	Factor	Fuente de información	Valor
2.F.4. Aerosoles	Nivel 1a	Factor de emisión de aerosoles	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 7, Numeral 7.3.2.2	50%

En la CRT titulada Tabla 2(II).B-H, el consumo de gas por cada sector o subsector se registra en la sección de sistemas en operación, ya que en Colombia no se producen estos gases fluorados y no se tienen datos certeros sobre remanentes en equipos. De esta forma, el factor de emisión implícito se calcula tomando el valor registrado de emisión por gas (t) y dividiéndolo por la cantidad consumida (t), para luego expresarlo en porcentaje al multiplicarlo por 100.

4.7.10.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 154. Datos de actividad – Aerosoles (2.F.4)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.F.4. Aerosoles	Consumo anual en toneladas de los siguientes gases: HFC-134a, HFC-365mfc, HFC-245fa, HFC-4310mee, algunos de ellos contenidos en la mezcla: Chesterton 296 EU	2008-2021	Unidad Técnica de Ozono (UTO) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente)	El procesamiento del dato de actividad en referencia al consumo de mezclas de HFC y PFC se realiza siguiendo el procesamiento descrito en la sección de dato de actividad de 2.F.1.

En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad empleados para la subcategoría 2.F.4. Aerosoles:

Tabla 155. Datos de actividad para 2.F.4. Aerosoles

Consumo (ton)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
HFC-134a	38,04	43,42	54,11	40,81	63,09	62,36	77,51	65,18	79,30	73,35	76,99	94,51	80,51	79,36	114,51
HFC365mf	NO	NO	0,04	0,40	0,53	0,11	0,17	NO	0,07	0,08	0,03	0,17	0,08	0,14	0,19
HFC-245fa	NO	NO	0,04	0,40	0,53	0,11	0,17	NO	0,07	0,08	0,03	0,17	0,08	0,08	0,19
HFC-4310	NO	NO	NO	NO	NO	0,05	0,90	0,68	0,08	NO	NO	NO	NO	NO	NO

4.7.11 Subcategoría: 2.F.5 Solventes

i. Descripción de la subcategoría

En la aplicación de solventes, los HFC y PFC se emplean en las siguientes áreas: limpieza de precisión, limpieza electrónica, limpieza de metales y aplicaciones de disposición. Típicamente se emplean los HFC en forma de azótropos u otras mezclas para limpieza con solventes (Ashford et al., 2006).

En Colombia, se registra consumo de HFC-134a para esta aplicación, con un promedio de emisiones de 0,27 kt CO_2eq y el 0,01% de participación en las emisiones de 2.F (Ver Figura 145).

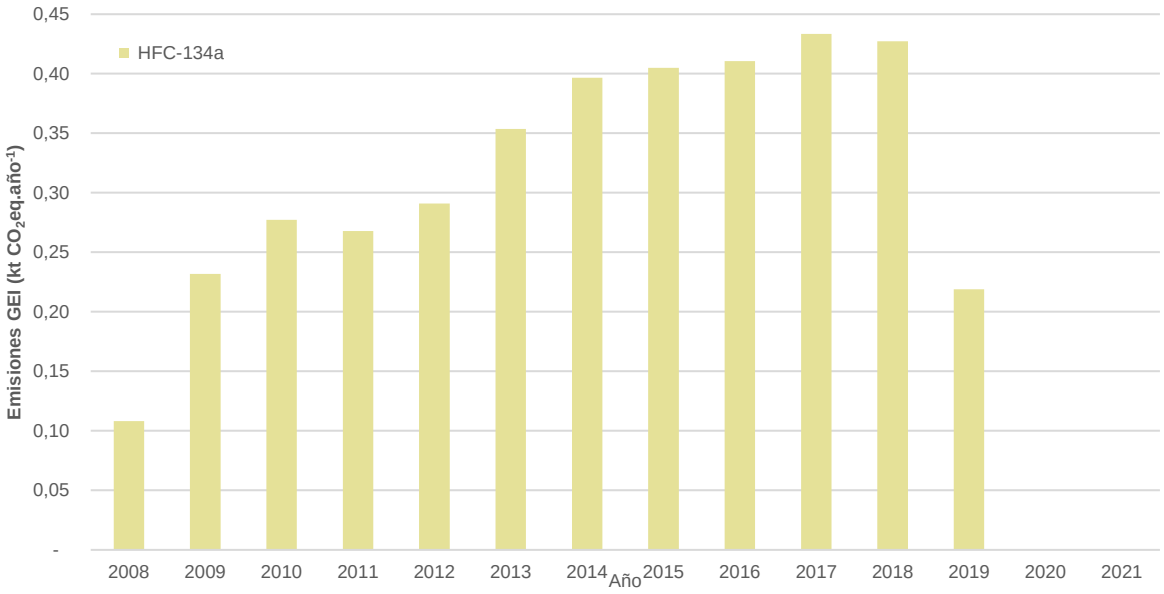


Figura 145. Tendencia de emisiones por GEI de 2.F.5. Solventes (2008-2021).

Como se aprecia en la Figura 145, no se registra consumo de HFC-134a para los años 2020 y 2021 en solventes, de acuerdo con los datos reportados por la fuente de información.

ii. Metodología

4.7.11.2.1 Método de estimación

El Cuadro 35, muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.F.5. Solventes
Ecuaciones 7.5. Método de estimación de las emisiones para los usos en solventes. (IPCC - 2006 Volumen 3, Capítulo 7) $$\boldsymbol{Emisiones_t = S_t * EF + S_{t-1} * (1 - EF) - D_{t-1}}$$ Donde: $\boldsymbol{S_t}$ = cantidad de solventes vendidos en el año t, toneladas $\boldsymbol{S_{t-1}}$= cantidad de solventes vendidos en el año t–1, toneladas $\boldsymbol{EF}$ = factor de emisión (fracción de la sustancia química emitida desde el solvente en el año del uso inicial), fracción $\boldsymbol{D_{t-1}}$ = cantidad de solventes destruidos en el año t–1, toneladas

Cuadro 35. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Solventes (2.F.5)

4.7.11.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 156. Metodología y factores de emisión – Solventes (2.F.5)

Subcategoría	Metodología	Factor	Fuente de información	Valor
2.F.5. Solventes	Nivel 1a	Factor de emisión de solventes	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 7, Numeral 7.2.2.2	50%

En la CRT titulada Tabla 2(II).B-H, el consumo de gas por cada sector o subsector se registra en la sección de sistemas en operación, ya que en Colombia no se producen estos gases fluorados y no se tienen datos certeros sobre remanentes en equipos. De esta forma, el factor de emisión implícito se calcula tomando el valor registrado de emisión por gas (t) y dividiéndolo por la cantidad consumida (t), para luego expresarlo en porcentaje al multiplicarlo por 100.

4.7.11.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 157. Datos de actividad – Solventes (2.F.5)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.F.5. Solventes	Consumo anual en toneladas de los siguientes gases: HFC-134a	2008-2021	Unidad Técnica de Ozono (UTO) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente)	NA

En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad empleados para la subcategoría 2.F.5. Solventes:

Tabla 158. Datos de actividad de 2.F.5. Solventes

Consumo (ton)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-134a	0,17	0,19	0,24	0,18	0,27	0,27	0,34	0,29	0,35	0,32	0,34	NO	NO	NO

4.7.12 Subcategoría: 2.F.6 Otras aplicaciones

i. Descripción de la subcategoría

Para el caso de Colombia en esta subcategoría, se estiman las emisiones por consumo de HFC-152a en los procesos de fabricación de vidrio, relacionado con el tratamiento de superficie de botellas de vidrio.

Esta aplicación abarca el 0,08% de las emisiones por el uso de sustancias sustitutos de las SAO, con un promedio histórico de 1,51 kt CO_2eq y una tasa de crecimiento anual compuesta de 9,56%. En la siguiente figura se muestra la tendencia de sus emisiones:

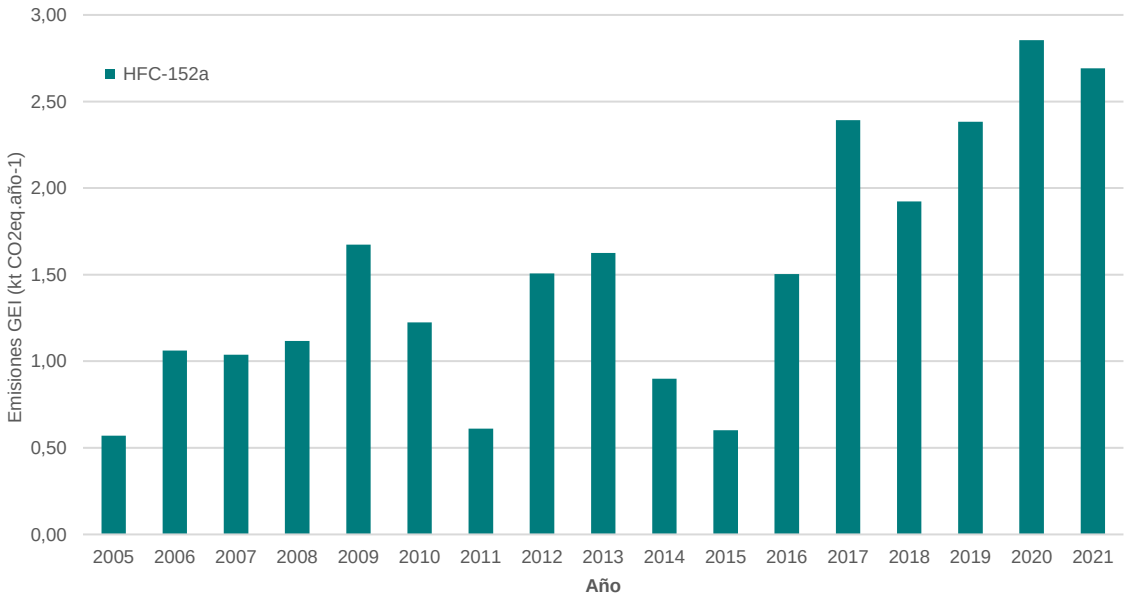


Figura 146. Tendencia de emisiones por GEI de 2.F.6. Otras aplicaciones (2005-2021).

ii. Metodología

4.7.12.2.1 Método de estimación

El Cuadro 36, muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.F.6. Otras aplicaciones
Ecuación 7.18: Evaluación de las fuentes de emisiones rápidas desde otras aplicaciones. (IPCC - 2006 Volumen 3, Capítulo 7) $$Emisiones_t = S_t * EF + S_{t-1} * (1 - EF)$$ Donde: S_t = cantidad de HFC y PFC vendida en el año t, toneladas S_{t-1} = cantidad de HFC y PFC vendidos en el año t–1, toneladas EF = factor de emisión (fracción del producto químico emitido durante el primer año después de la fabricación), fracción

Cuadro 36. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Otras Aplicaciones (2.F.6)

4.7.12.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 159. Metodología y factores de emisión – Otras aplicaciones (2.F.6)

Subcategoría	Metodología	Factor	Fuente de información	Valor
2.F.6. Otras aplicaciones	Nivel 1a	Factor de emisión en tratamiento de vidrio	IPCC – 2006, Volumen 3, Capítulo 7	50%

En la CRT titulada Tabla 2(II).B-H, el consumo de gas por cada sector o subsector se registra en la sección de sistemas en operación, ya que en Colombia no se producen estos gases fluorados y no se tienen datos certeros sobre remanentes en equipos. De esta forma, el factor de emisión implícito se calcula tomando el valor registrado de emisión por gas (t) y dividiéndolo por la cantidad consumida (t), para luego expresarlo en porcentaje al multiplicarlo por 100.

4.7.12.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 160. Datos de actividad – Otras aplicaciones (2.F.6)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.F.6. Otras aplicaciones	Consumo anual en toneladas de los siguientes gases: HFC-152a	2005-2021	Unidad Técnica de Ozono (UTO) del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente)	NA

En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad empleados para la subcategoría 2.F.6. Otras aplicaciones:

Tabla 161. Datos de actividad de 2.F.6. Otras aplicaciones

Consumo (ton)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HFC-152a	8,26	7,12	7,92	8,26	15,98	1,77	7,08	14,76	8,81	4,23	4,49	17,30	17,38	10,50	24,04	17,31	21,70

El uso del HFC-152a, en la industria del vidrio se relaciona con el proceso de esterilización de botellas de vidrio, por lo tanto, su consumo se relaciona con la cantidad de botellas producidas.

4.8 Manufactura y utilización de otros productos (CRT. 2.G.)

Esta subcategoría incluye las emisiones de hexafluoruro de azufre (SF_6), perfluorocarbonos (PFC) y óxido nitroso (N_2O). No obstante, para el inventario nacional, se calculan las emisiones de SF_6 de la subcategoría 2.G.1.b derivadas del uso de equipos eléctricos. Este gas fluorado se utiliza como aislante en equipos de transmisión y distribución eléctrica, como los transformadores aislados con gas. Estos dispositivos se dividen en equipos de presión sellados o herméticos, que no necesitan recargas de gas durante su vida útil, y equipos de presión cerrados, que sí requieren recargas a lo largo de su vida útil, además de otros transformadores aislados con gas.

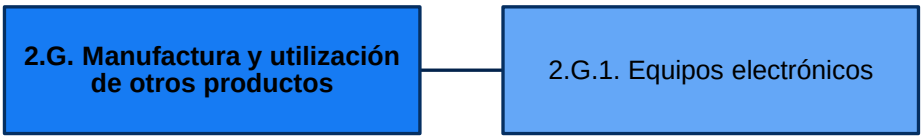


Figura 147. Subcategorías estimadas en 2.G Manufactura y utilización de otros productos

En Colombia no se desarrollan actividades relacionadas con la manufactura de equipos eléctricos ni su eliminación, razón por la cual, únicamente se estiman las emisiones generadas por el uso de equipos eléctricos 2.G.1.b, tal y como se visualiza en la Figura 147.

4.8.1 Tendencia de las emisiones de la categoría

Las emisiones promedio anuales para la categoría 2.G Manufactura y utilización de otros productos corresponden a 93,49 kt CO_2eq con una participación histórica de 1,36% en las emisiones del sector IPPU, considerándose una de las categorías con menor contribución a las emisiones del sector.

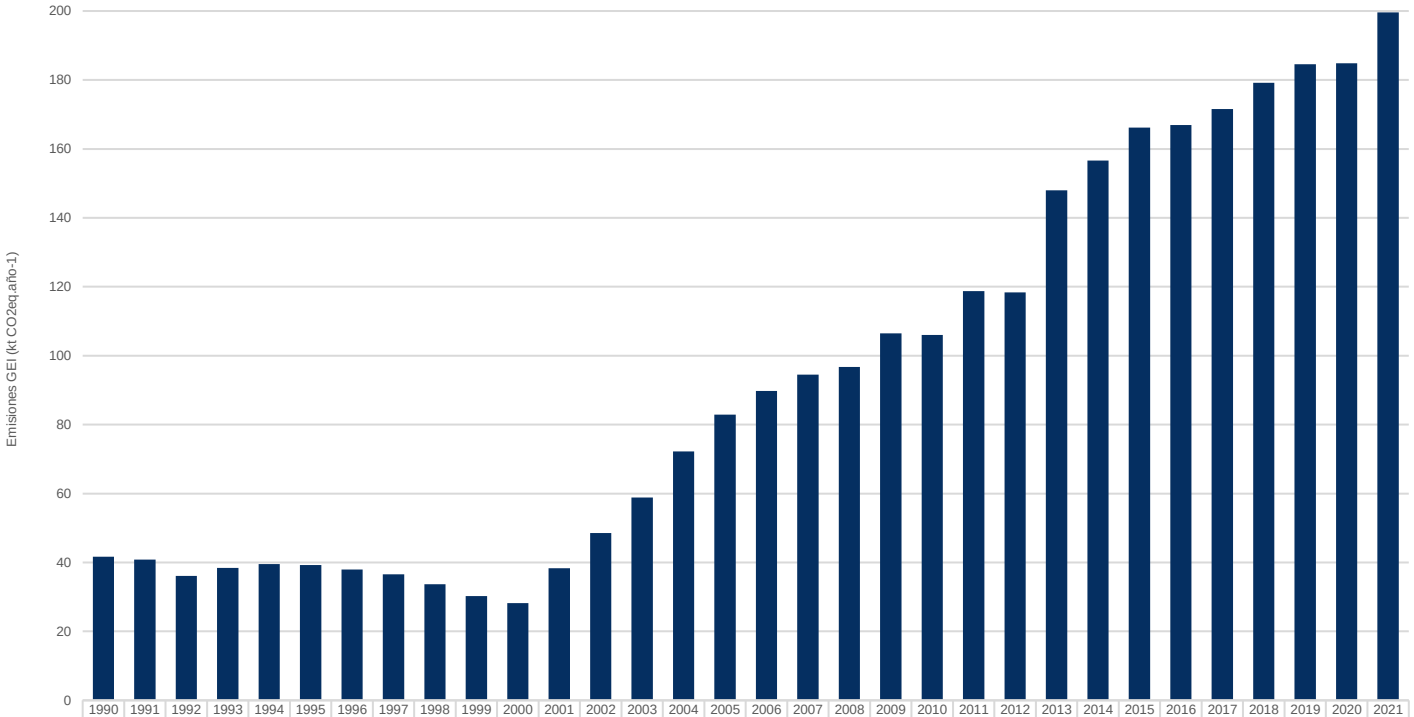
Para el año 1990, se reportan 41,70 kt CO_2eq representando el 1,01% de las emisiones totales del sector de IPPU, por su parte, en la vigencia 2021 se registran 199,63 kt CO_2eq representando el 1,70% de las emisiones totales del sector. La variación entre el primer y último año de la serie histórica es del 379%, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 5,18% (Ver Tabla 162).

Tabla 162. Emisiones de GEI (kt CO_2 eq) – 2.G Manufactura y utilización de otros productos y sus subcategorías

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	41,70	39,25	28,20	82,90	106,00	166,22	184,84	199,63
2.G.1. Equipos electrónicos	41,70	39,25	28,20	82,90	106,00	166,22	184,84	199,63

En la Figura 148 se evidencia una tendencia decreciente entre 1990 y 2001, seguido de un crecimiento sostenido desde 2002 hasta 2021, esta situación se encuentra relacionada con la metodología de cálculo, la cual, está basada en una relación entre la generación de energía eléctrica del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y el uso de equipos de transmisión de esta energía que utiliza SF_6 como gas aislante.

Es importante mencionar entro del Plan de Mejora se ha propuesto una actividad que permita mejorar la metodología de cálculo con el objetivo de reducir el nivel de incertidumbre.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	42	41	36	38	40	39	38	37	34	30	28	38	49	59	72	83	90	95	97	106	106	119	118	148	157	166	167	172	179	185	185	200

Figura 148. Tendencia de las emisiones de GEI 2.G Manufactura y utilización de otros productos 1990-20

4.8.2 Descripción de flexibilidades aplicadas

Como se ha mencionado, Colombia se ha acogido a la flexibilidad de la serie de tiempo de acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, dado que presenta el inventario de GEI de 1990 a 2021, ya que algunas fuentes de información no poseen los datos reportados al año 2022.

Sin embargo, para la estimación de emisiones de SF6 en 2.G.1.b, las fuentes de información cuentan con la información para la serie de tiempo de 1990 a 2022.

4.8.3 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

En la categoría 2G, las emisiones provienen exclusivamente de la subcategoría 2.G.1. Para cada año de la serie 1990-2021, las emisiones dependieron de un único dato de actividad y un factor de emisión. Por lo tanto, la incertidumbre anual de las emisiones de la categoría 2.G depende de la incertidumbre asociada a ese dato de actividad y ese factor de emisión. Durante el periodo 1990-2021, la incertidumbre de 2.G se mantuvo constante en ±79,06%. La incertidumbre de 2.G. está influenciada principalmente por el factor de emisión (±75%), seguido por el dato de actividad (±25%). Esto se debe a que la incertidumbre del factor de emisión es mayor y se suma a las variaciones de las emisiones. En la categoría 2.G solo se registran emisiones de SF6, por lo que no se realiza un análisis de incertidumbre separado por GEI.

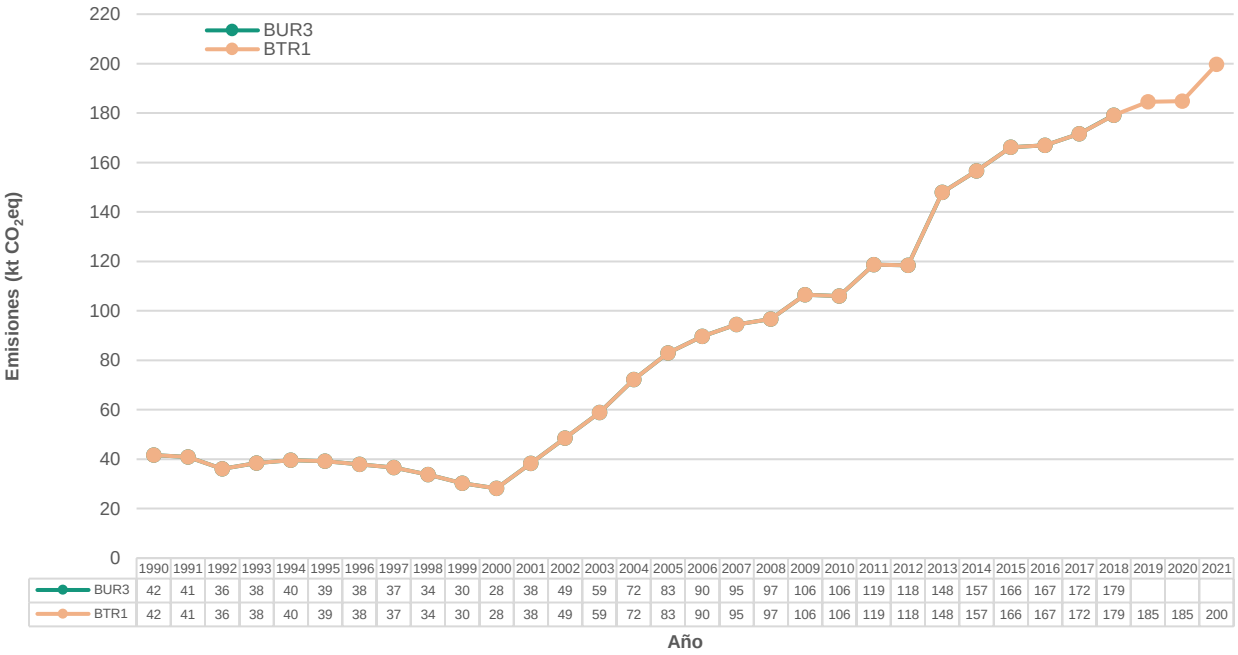
4.8.4 AC/CC y verificación de la categoría

Siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de control y aseguramiento de calidad, para la estimación de emisiones en la manufactura y utilización de otros productos (2.G), se realizaron algunas actividades transversales como:

- La verificación de tendencia de los datos de actividad con las fuentes de información.
- Se realizó la verificación del registro de bases de datos y cálculo año a año con respecto al consolidado del sector.
- Se realizó la revisión de la tendencia de emisiones de la subcategoría, justificando las variaciones representativas.
- Se revisaron las variaciones en los resultados obtenidos para las emisiones de las subcategorías con respecto al reporte anterior (BUR3).
- Se realizó la socialización de resultados de emisiones del sector en talleres de divulgación para el fortalecimiento de capacidades e identificación de opciones de mejora.

4.8.5 Recálculos de la categoría

Para esta categoría no se realizan recálculos como se aprecia en la siguiente figura:



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	42	41	36	38	40	39	38	37	34	30	28	38	49	59	72	83	90	95	97	106	106	119	118	148	157	166	167	172	179			
BTR1	42	41	36	38	40	39	38	37	34	30	28	38	49	59	72	83	90	95	97	106	106	119	118	148	157	166	167	172	179	185	185	200

Figura 149. Recálculos 2.G. Manufactura y utilización de otros productos

4.8.6 Plan de mejora de la categoría

El plan de mejora para esta categoría se centra en establecer una metodología que permita estimar de manera directa las emisiones generadas, empleando un dato de actividad más preciso y calculando un factor de emisión que contemple las condiciones de transmisión de energía eléctrica del país.

Tabla 163. Plan de mejora para 2.G. Manufactura y utilización de otros productos

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
2.G.1.b Equipos eléctricos	Definir metodología para mejorar el cálculo de las emisiones de la subcategoría.	Consultar los informes de sostenibilidad de las empresas que realizan transmisión de energía eléctrica para consultar los consumos de SF6 en las estaciones de transmisión y definir los cálculos.	X	X	X			Mediano	Ministerio de Minas y Energía	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

4.8.7 Subcategoría: 2.G.1 Equipos eléctricos – 2.G.1.b Uso de equipos eléctricos

i. Descripción de la subcategoría

La información se encuentra descrita en el numeral 4.7.1.

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría:

4.8.7.2.1 Método de estimación

El siguiente cuadro muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006:

2.G.1. Equipos electrónicos

Ecuación 8.1: Método del factor de emisión por defecto. (IPCC 2006, Volumen 3, Capítulo 8)

$$Emisiones\ totales = Emisiones\ de\ la\ fabricación + Emisiones\ de\ la\ instalación + Emisiones\ del\ uso\ de\ los\ equipos - Emisiones\ de\ la\ eliminación\ de\ los\ equipos$$

Dónde:
Emisiones del uso de los equipos = Factor de emisión del uso * Capacidad nominal total de los equipos instalados
El «factor de emisión del uso» incluye las emisiones debidas a las fugas, al servicio y mantenimiento, así como a las fallas.

A partir de información del Banco Mundial (SF_6 gas emissions), se calcula el factor de emisión del uso de SF_6, como sigue:

$$Emisiones\ Gg\ SF_6 = \frac{Emision\ SF_6\ (Gg\ CO_{2eq})}{GWP}$$

$$Factor\ de\ emisión\ (Gg\ SF_6/TWh) = \frac{Emisión\ Gg\ SF_6}{Consumo\ neto\ total\ de\ energía\ (TWh)}$$

Dónde:
GWP: Potencial de calentamiento global
Nota: Se cuenta con los datos de emisiones de SF_6 para los años 1990, 2000, 2005, 2008 y 2010. EL cálculo del Factor de emisión para los demás años se realiza teniendo en cuenta la tendencia de los valores (The World Bank, 2021).
Dato de actividad empleado en el cálculo: Demanda nacional del Sistema Interconectado Nacional (SIN)

Cuadro 37. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Uso de equipos electrónicos (2.G.1)

El cálculo de las emisiones se desarrolla encontrando una correlación entre las estimaciones de emisión de SF_6 a la atmósfera, correspondientes a la serie histórica del inventario y los datos de actividad de generación de electricidad del SIN publicados por (XM, Generación del SIN, 2024).

4.8.7.2.2 Factor de emisión

Dado que no se cuenta con un factor de emisión propio asociado al uso de los equipos eléctricos, el factor empleado fue calculado teniendo en cuenta el reporte de las emisiones de SF_6 del Banco Mundial para los años 1990, 2000, 2005, 2008 y 2010 (World Bank, 2024).

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para la estimación de las emisiones de la subcategoría:

Tabla 164. Metodología y factores de emisión – 2.G.1.b Equipos eléctricos

Subcategoría	Metodología	Factor	Fuente de información	Valor
2.G.1.b Equipos eléctricos	Nivel 1	Factor de emisión por uso de equipos eléctricos	Banco Mundial	**1990 :** 0,06 t SF_6 TWh^{-1} **2000 :** 0,04 t SF_6 TWh^{-1} **2005 :** 0,09 t SF_6 TWh^{-1} **2008 :** 0,10 t SF_6 TWh^{-1} **2010:** 0,10 t SF_6 TWh^{-1}
			Dato extrapolado	**1991- 1993 :** 0,06 t SF_6 TWh^{-1} **1994 – 1996 :** 0,05 t SF_6 TWh^{-1} **1997 – 1999 :** 0,04 t SF_6 TWh^{-1} **2001 :** 0,05 t SF_6 TWh^{-1} **2002 :** 0,06 t SF_6 TWh^{-1} **2003 :** 0,07 t SF_6 TWh^{-1} **2004 :** 0,08 t SF_6 TWh^{-1} **2006 :** 0,09 t SF_6 TWh^{-1} **2007 y 2009 :** 0,10 t SF_6 TWh^{-1} **2011 – 2014 :** 0,10 t SF_6 TWh^{-1} **2015 – 2021:** 0,11 t SF_6 TWh^{-1}

Es importante mencionar que en la Tabla 2(II).B.Hs2, los factores de emisión fueron registrados en valores de tonelada (t).

4.8.7.2.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 165. Datos de actividad – Equipos eléctricos (2.G.1.b)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
2.G.1.b Equipos eléctricos	Demanda Nacional del SIN	1990 – 2021	Informe de operación del SIN	Los datos son extraídos de la página de XM.

XM es el operador del SIN, encargado de coordinar la operación de la cadena productiva del sector eléctrico colombiano, planeando los recursos de generación del país (capacidad instalada) y los recursos de transmisión de acuerdo con la demanda de energía eléctrica de la población colombiana. (XM, 2024).

En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos de XM y empleados para el cálculo de la emisión:

Tabla 166. Datos de actividad para la subcategoría Equipos eléctricos (2.G.1.b)

Año	Demanda Nacional del SIN (TWh)	Año	Demanda Nacional del SIN (TWh)
1990	28,17	**2006**	40,48
1991	28,78	**2007**	42,2
1992	26,62	**2008**	42,76
1993	29,65	**2009**	46,38
1994	32,03	**2010**	45,51
1995	33,46	**2011**	50,25
1996	34,13	**2012**	49,38
1997	34,84	**2013**	60,89
1998	34,12	**2014**	63,57
1999	32,63	**2015**	66,55
2000	32,58	**2016**	65,94
2001	33,87	**2017**	66,89
2002	34,72	**2018**	68,94
2003	35,41	**2019**	70,11
2004	37,43	**2020**	69,32
2005	37,78	**2021**	73,93

Es importante mencionar que la Tabla 2(II).B.Hs2, solicita los datos en unidades de tonelada (t), sin embargo, debido a la metodología que se utiliza para la estimación de las emisiones, el dato de actividad fue registrado en tera vatio hora (TWh).

4.9 Otros (CRT. 2.H.)

Las emisiones de esta subcategoría no ocurren en el país, sin embargo, si se incluye la estimación de emisiones del capítulo 8 del presente documento.

5. Agricultura (CRT 3)

Autor:

Carlos Andrés Pinzón Correa – Profesional incertidumbre (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Edilneyi Zúñiga – Profesional de apoyo incertidumbre (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Diana Leidy Manrique Luna - Profesional sectorial agricultura (IDEAM - Proyecto Biocarbono Orinoquía).

Colaboradores:

Carlos Felipe Torres Triana - Consultor, Héctor William Moreno Quitian – Consultor (IDEAM), Johana Lugo Rosero – Consultora (Proyecto Biocarbono Orinoquía), John Haiver Velásquez Aguilar – Consultor (IDEAM - Proyecto Biocarbono Orinoquía), Juan David Turriago García – Consultor (Proyecto Biocarbono Orinoquía), Laura Fernanda Barrios Gonzales – Consultora (Proyecto Biocarbono Orinoquía), Maria Camila Morales Pulido, Consultora.

Agradecimientos:

Ministerio de agricultura y desarrollo rural: Nelson Enrique Lozano Castro - Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria, Grupo de Sostenibilidad ambiental y cambio climático, Isabel Cárdenas Ávila - Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria, Grupo de Sostenibilidad ambiental y cambio climático. **Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) - Equipo técnico consultoria Biocarbono:** Andrés Javier Peña, Carmen Alicia Parrado, Jaime Bernal Riobo, Ruby Stella Hernández. **Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) – AlimenTro:** Olga Mayorga - Investigadora PhD de la red ganadería y especies menores, Claudia Ariza Nieto - Investigadora Senior en nutrición animal y red de ganadería y especies menores.
Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV): Julián Rivera - Investigador de Ganadería sostenible, Laura Serna - Investigadora de Ganadería sostenible, Julián Chará - Director científico. **Universidad Nacional de Colombia:** Juan Evangelista Carulla Fornaguera - Investigador PhD. Profesor titular Nutrición de rumiantes. **Alliance Bioversity Internacional-Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) – Equipo técnico consultoría:** Miguel Antonio Romero Sánchez, Sandra Guisels Durango Morales, Jorge Corzo Estepa, Johanna Murcia Garavito, Carlos Andrés Garzón. **Federación Colombiana de ganaderos (FEDEGAN):** Manuel Gómez Vivas - Director del área de Ganadería Sostenible. **Instituto Colombiano Agropecuario (ICA):** Francy Paola Monroy Álvarez - Dirección técnica de vigilancia epidemiológica. **Federación Nacional de Cafeteros (FNC):** Gerardo Montenegro Paz - Gerencia Técnica. **Sistema de información estadística del sector palmero (SISPA):** Robert Castellanos - Analista técnico del SISPA. **UPRA:** Alexander Rodríguez Romero - Director Técnico uso eficiente del suelo y adecuación de tierras. **Federación Nacional de Avicultores (FENAVI):** Carlos Duque González - Director de Sostenibilidad, Stefania Escobar Pineda - Coordinadora de Sostenibilidad. **DANE-FEDEARROZ:** Beatriz Piedad Urdinola Contreras - Directora general Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Rafael Hernández Lozano - Gerente General FEDEARROZ
IGAC: Ricardo Fabián Siachoque Bernal - Subdirección de Agrología. **IDEAM:** Cubo de datos, información climatológica.
Agradecimientos a los profesionales que participaron en la consulta nacional de expertos agropecuarios para la estimación de emisiones de Óxido Nitroso (N_2O) y Dióxido de Carbono (CO_2) en los suelos gestionados. También expresamos nuestro agradecimiento a la Agencia de Desarrollo Rural (ADR) y a las empresas e instituciones que facilitaron la participación de sus expertos en este proceso.

En el sector Agricultura, Colombia reporta emisiones provenientes de metano (CH_4),Óxido nitroso (N_2O) y Dióxido de carbono (CO_2) en categorías (Ver Tabla 167) que incluyen: 1) fermentación entérica (3.A.) que abarca las emisiones de CH_4 entérico producido por bovinos, ovinos, porcinos, búfalos, caprinos, caballos, mulas y asnos; 2) gestión del estiércol (3.B.) relacionado con el manejo de las excretas de bovinos, ovinos, porcinos, búfalos, caprinos, caballos, mulas, asnos y aves de corral; 3) cultivo de arroz (3.C.); y 4) emisiones por la gestión de suelos agrícolas que incluyen las emisiones directas e indirectas de N_2O, el encalado y la aplicación de urea (3.D., 3.G., y 3.H.).

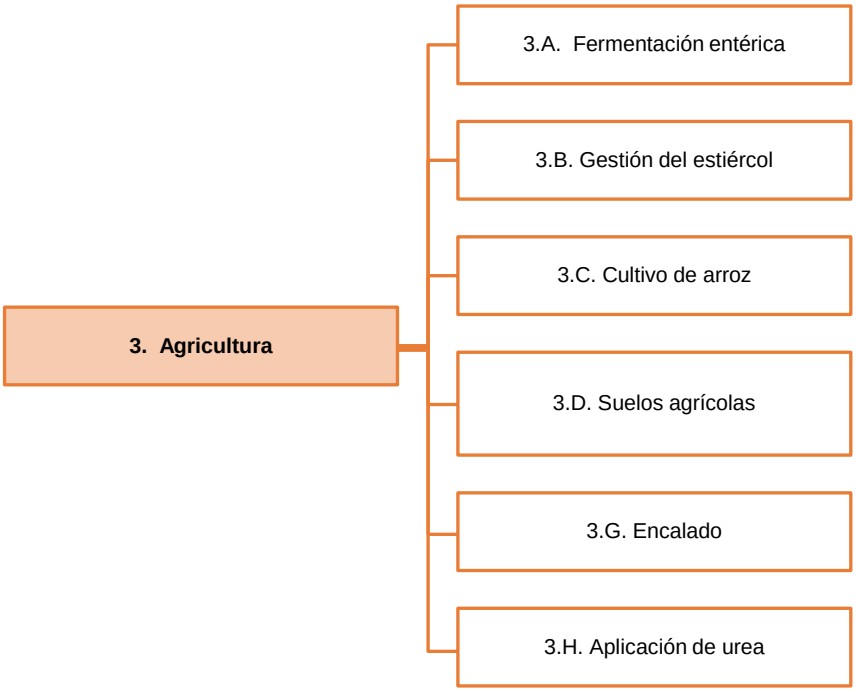


Figura 150.Categorías estimadas en el sector Agricultura

El sector agropecuario es una de las principales ramas de la economía del país. Según DANE, (2022b), en 2021 el valor agregado de la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca creció un 2,4 % en comparación con el 2020, debido al crecimiento de cultivos agrícolas y actividades de apoyo a la agricultura, ganadería y otras actividades conexas (incremento de 3,9 %). Uno de los principales impulsores de este crecimiento ha sido la diversificación de cultivos ya que el país cuenta con condiciones ideales dada su geografía y climas variados para cultivar. El subsector ganadero es la actividad económica de mayor presencia en las zonas rurales del país. Para 2021, la ganadería colombiana registró 27.973.390 millones de cabezas de ganado bovino (ICA, 2021d) y su comportamiento sigue una tendencia creciente con los años. Es importante destacar que la ganadería ha generado empleo en las zonas rurales, ha promovido la participación de pequeños productores y ha cumplido la continua demanda de alimento en consecuencia del crecimiento demográfico.

Es importante resaltar que dentro del sector Agricultura, por mencionar algunas subcategorías como: 3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción, (3.A.4.a.) Búfalos, (3.D.1.a.) Fertilizantes N inorgánicos, (3.D.2.a.iii.) Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo y (3.D.2.b.v.) Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo, entro otras, son categorías clave de acuerdo con los métodos 1 y 2 tanto en evaluación de nivel como de tendencia.

Así mismo, las categorías que aportan en mayor medida a la incertidumbre neta del sector son: (3.A.) Fermentación entérica que contribuye en un 96% relacionada principalmente con las estimaciones de CH_4 y (3.D.) Suelos agrícolas, que contribuye con un 3% relacionada principalmente con las estimaciones de N_2O, esto debido a que presentan las mayores emisiones e incertidumbres.

En general, el sector ha experimentado una reducción en la incertidumbre, en cierta medida a una mejora en la calidad de los datos de actividad, esto es especialmente notable en las especies bovina y bufalina, que se basan en los resultados de la Operación Estadística – Inventario Bovino y Bufalino (IBB) generados por Fedegán-FNG. Esta información es considerada la estadística oficial de Colombia y cuenta con una certificación de calidad estadística emitida por el DANE. La fuente de esta operación estadística proviene de los registros administrativos generados en cada ciclo de vacunación, específicamente el Registro Único de Vacunación (RUV) y el Acta de Predio No Vacunado (APNV). A través de estos registros, se pueden contar los predios y los bovinos y bufalinos en las zonas certificadas como libres de fiebre aftosa con vacunación.

Sin embargo, la incertidumbre del sector sigue siendo influenciada principalmente por la incertidumbre de los factores de emisión, que son más altos que los de los datos de actividad.

En relación con la incertidumbre del inventario nacional para el año 2021, considerando las emisiones netas, el sector Agricultura contribuye con un 0,37% a la incertidumbre total de inventario nacional, generando además en este un rango de variación de ±0,03%.

A continuación, se presentan las subcategorías del sector Agricultura con sus correspondientes GEI estimados y los niveles metodológicos empleados, siguiendo las directrices de IPCC 2006 y su Refinamiento de 2019.

Tabla 167. Subcategorías, GEI estimados y nivel metodológico en el sector Agricultura

Categoría	Subcategoría	GEI estimados	Nivel metodológico
3.A. Fermentación entérica	3.A.1. Ganado	CH4	Nivel 2
	3.A.2. Ovinos	CH4	Nivel 1
	3.A.3. Porcinos	CH4	Nivel 1a
	3.A.4. Otro ganado	CH4	Nivel 1
3.B. Gestión del estiércol	3.B.1. Ganado	CH4	Nivel 2
		N2O	Nivel 1a
	3.B.2. Ovinos	CH4	Nivel 1
		N2O	Nivel 1
	3.B.3. Porcinos	CH4	Nivel 1a
		N2O	Nivel 1a
	3.B.4. Otro ganado		
	3.B.4.a. Búfalos	CH4	Nivel 1
		N2O	Nivel 1
	3.B.4.d. Caprinos	CH4	Nivel 1
		N2O	Nivel 1
	3.B.4.e. Caballos	CH4	Nivel 1
		N2O	Nivel 1
	3.B.4.f. Mulas y asnos	CH4	Nivel 1
		N2O	Nivel 1
	3.B.4.g. Aves de corral	CH4	Nivel 1a
		N2O	Nivel 1a
	3.B.5. Emisiones indirectas de N2O de gestión de estiércol		
	3.B.5.a. Ganado	N2O	Nivel 1a
	3.B.5.b. Ovinos	N2O	Nivel 1
	3.B.5.c. Porcinos	N2O	Nivel 1a
	3.B.5.d. Otro Ganado		
	3.B.5.d.i. Búfalos	N2O	Nivel 1
	3.B.5.d.ii. Caprinos	N2O	Nivel 1
	3.B.5.d.iii. Caballos	N2O	Nivel 1
	3.B.5.d.iv. Mulas y asnos	N2O	Nivel 1
	3.B.5.d.v. Aves	N2O	Nivel 1a
3.C. Cultivo de arroz	3.C.1. Arroz riego		
	3.C.1.a. Continuamente inundado	CH4	Nivel 1
	3.C.1.b. Inundado intermitentemente		
	3.C.1.b.i. Aireación simple	CH4	Nivel 1
	3.C.1.b.ii. Aireación múltiple	CH4	Nivel 2 Región Orinoquia Nivel 1 Otras regiones
	3.C.2. Arroz secano		

Categoría	Subcategoría	GEI estimados	Nivel metodológico
	3.C.2.b. Propenso a la sequía	CH4	Nivel 2 Región Orinoquia Nivel 1 Otras regiones
3.D. Suelos agrícolas	3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados	N2O	Nivel 2 Región Orinoquia, 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo Nivel 1 otras subcategorías
	3.D.2 Emisiones indirectas de N2O de suelos gestionados	N2O	Nivel 1
3.G. Encalado	3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)2	CO2	Nivel 1
3.H. Aplicación de urea	3.H. Aplicación de urea	CO2	Nivel 1

Dentro del sector agricultura, las emisiones derivadas de la quema prescrita de sabanas (3.E.), no se reportan ya que son declaradas y estimadas en el sector de silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (LULUCF) en la categoría de quema de biomasa (4.IV) para tierras forestales y pastizales. Adicionalmente en la categoría quema de residuos agrícolas en el campo (3.F.) se cuantificó únicamente caña de azúcar, sin embargo esta se reportó en otra categoría (quema de biomasa 4.IV) en el sector de LULUCF. No se cuantificaron otros fertilizantes que contienen carbono (3.I.), así como otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos (subcategoría 3.D.1.b.iii.), dada la ausencia de datos de actividad suficientes y robustos para su estimación. Adicionalmente las especies de conejos, ciervos y avestruz no fueron estimadas ya que la población es muy pequeña dentro del país. No ocurren en el país las categorías 3.C.3. Aguas profundas, 3.C.4 Otros, Otro (3.J.) y las subcategorías 3.A.4.b-3.B.4.b. Camellos, 3.A.4.h.ii.- 3.B.4.h.ii. Renos, 3.A.4.h.iv.- 3.B.4.h.iv. Animales de piel y 3.A.4.h.v.- 3.A.4.h.v. Otros.

En la categoría 3.G. Encalado, se reportan únicamente emisiones por aplicación de cal dolomita, debido a su amplia utilización en el país como enmienda para neutralizar la acidez del suelo. Se requiere más investigación sobre el empleo de piedra caliza en el país, para incluirla dentro de las estimaciones. Otro aspecto a destacar es que las categorías 3.D.1 y 3.D.2 estiman adicionalmente el N_2O directo e indirecto asociado a la orina y el estiércol del ganado bovino (3.B.1 y 3.B.5), particularmente las vacas de producción de carne, toros utilizados con fines reproductivos, terneros predestetos, novillas de reemplazo y ganado de engorde, ya que el 100 % de estas excretas se quedan en pastizales (subcategoría 3.D.1.c., 3.D.2.a.iii. y 3.D.2.b.v.). Por otro lado, las emisiones de N_2O de Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo (3.D.1.e) se estiman únicamente en tierras forestales. Adicionalmente en el sector, se reportan las emisiones de N_2O de Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)-Tierras forestales (3.D.1.f.). El país reconoce que estas emisiones no deberían incluirse en el sector de agricultura. Sin embargo, debido a la separación entre los sectores de agricultura y LULUCF (AFOLU), no se dispuso del tiempo necesario para reubicar estas subcategorías de manera adecuada. Se tiene previsto realizar una mejora en este aspecto, ajustando el reporte para incluir adecuadamente las emisiones de N_2O de los suelos minerales y orgánicos.

En la sección 1.5.5 del capítulo 1, se presenta el resumen de las categorías no estimadas y las posibles acciones de mejora.

5.1 Emisiones del sector Agricultura – año 2021

La Tabla 168, muestra la compilación de las emisiones por categoría y subcategoría estimadas en el inventario para el año 2021, los valores cuantificados para el sector agricultura registraron un total de 57.957,85 kt CO_2eq.

Tabla 168. Emisiones de GEI del sector Agricultura en el año 2021

Emisiones (kt CO_2eq)							
Categorías IPCC	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**Emisiones totales**
3. Agricultura	**271,73**	**46.963,33**	**10.722,78**	**NA**	**NA**	**NA**	**57.957,85**
3.A. Fermentación entérica	**NA**	**44.504,73**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**44.504,73**
3.A.1. Ganado	NA	42.401,96	NA	NA	NA	NA	42.401,96
3.A.1.a. Otro	NA	42.401,96	NA	NA	NA	NA	42.401,96
3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción	NA	2.139,82	NA	NA	NA	NA	2.139,82
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	7.401,45	NA	NA	NA	NA	7.401,45
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	NA	8.944,77	NA	NA	NA	NA	8.944,77
3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	NA	1.162,84	NA	NA	NA	NA	1.162,84
3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	NA	2.982,82	NA	NA	NA	NA	2.982,82
3.A.1.a.vi. Novillas de reemplazo	NA	10.105,34	NA	NA	NA	NA	10.105,34
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	NA	9.664,92	NA	NA	NA	NA	9.664,92
3.A.2. Ovinos	NA	249,16	NA	NA	NA	NA	249,16
3.A.2.a. Otro	NA	249,16	NA	NA	NA	NA	249,16
3.A.2.a.i. Ovinos	NA	249,16	NA	NA	NA	NA	249,16
3.A.3. Porcinos	NA	134,97	NA	NA	NA	NA	134,97
3.A.3.a. Otro	NA	134,97	NA	NA	NA	NA	134,97
3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses	NA	75,53	NA	NA	NA	NA	75,53
3.A.3.a.ii. Porcinos > 6 meses	NA	20,96	NA	NA	NA	NA	20,96
3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad	NA	38,48	NA	NA	NA	NA	38,48
3.A.4. Otro ganado	NA	1.718,64	NA	NA	NA	NA	1.718,64
3.A.4.a. Búfalos	NA	789,47	NA	NA	NA	NA	789,47
3.A.4.b. Camellos	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NO
3.A.4.c. Ciervos	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NE
3.A.4.d. Caprinos	NA	159,16	NA	NA	NA	NA	159,16
3.A.4.e. Caballos	NA	671,22	NA	NA	NA	NA	671,22
3.A.4.f. Mulas y asnos	NA	98,80	NA	NA	NA	NA	98,80
3.A.4.g. Aves de corral	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.A.4.g.i. Ponedoras	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NE
3.A.4.g.ii. Pollo de engorde	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NE
3.A.4.h. Otros	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NE
3.A.4.h.i. Conejos	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NE
3.A.4.h.ii. Renos	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NO
3.A.4.h.iii. Avestruz	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NE
3.A.4.h.iv. Animales de piel	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NO
3.B. Gestión del estiércol	**NA**	**1.937,56**	**1.097,29**	**NA**	**NA**	**NA**	**3.034,85**
3.B.1. Ganado	NA	607,82	71,13	NA	NA	NA	678,95
3.B.1.a. Otro	NA	607,82	71,13	NA	NA	NA	678,95
3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción	NA	226,54	NA	NA	NA	NA	226,54

Emisiones (kt CO_2eq)							
Categorías IPCC	CO_2	CH_4	N_2O	HFC	PFC	SF_6	Emisiones totales
3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	77,75	71,13	NA	NA	NA	148,88
3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne	NA	88,28	NA	NA	NA	NA	88,28
3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	NA	11,85	NA	NA	NA	NA	11,85
3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos	NA	34,24	NA	NA	NA	NA	34,24
3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo	NA	88,80	NA	NA	NA	NA	88,80
3.B.1.a.vii. Ganado de engorde	NA	80,37	NA	NA	NA	NA	80,37
3.B.2. Ovinos	NA	3,33	12,46	NA	NA	NA	15,79
3.B.2.a. Otro	NA	3,33	12,46	NA	NA	NA	15,79
3.B.2.a.i. Ovinos	NA	3,33	12,46	NA	NA	NA	15,79
3.B.3. Porcinos	NA	874,93	186,52	NA	NA	NA	1.061,45
3.B.3.a. Otro	NA	874,93	186,52	NA	NA	NA	1.061,45
3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses	NA	342,33	58,49	NA	NA	NA	400,82
3.B.3.a.ii. Porcinos > 6 meses	NA	133,05	26,42	NA	NA	NA	159,47
3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad	NA	399,56	101,61	NA	NA	NA	501,16
3.B.4. Otro ganado	NA	451,47	449,26	NA	NA	NA	900,73
3.B.4.a. Búfalos	NA	17,86	10,85	NA	NA	NA	28,72
3.B.4.b. Camellos	NA	NO	NO	NA	NA	NA	NO
3.B.4.c. Ciervos	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.B.4.d. Caprinos	NA	2,75	8,67	NA	NA	NA	11,42
3.B.4.e. Caballos	NA	71,62	65,67	NA	NA	NA	137,29
3.B.4.f. Mulas y asnos	NA	10,83	5,43	NA	NA	NA	16,25
3.B.4.g. Aves	NA	348,41	358,63	NA	NA	NA	707,04
3.B.4.g.i. Ponedoras	NA	95,58	126,32	NA	NA	NA	221,90
3.B.4.g.ii. Pollos de engorde	NA	252,83	232,31	NA	NA	NA	485,15
3.B.4.h. Otro	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.B.4.h.i. Conejos	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.B.4.h.ii. Renos	NA	NO	NO	NA	NA	NA	NO
3.B.4.h.iii. Avestruz	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.B.4.h.iv. Animales de piel	NA	NO	NO	NA	NA	NA	NO
3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol*	NA	NA	377,92	NA	NA	NA	377,92
3.B.5.a. Ganado	NA	NA	21,96	NA	NA	NA	21,96
3.B.5.a.i. Vacas de Alta Producción	NA	NA	7,14	NA	NA	NA	7,14
3.B.5.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	NA	14,82	NA	NA	NA	14,82
3.B.5.a.iii. Vacas para producción de carne	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.B.5.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.B.5.a.v. Terneros pre-destetos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.B.5.a.vi. Novillas de reemplazo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.B.5.a.vii. Ganado de engorde	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.B.5.b. Ovinos	NA	NA	1,88	NA	NA	NA	1,88

Emisiones (kt CO_2eq)							
Categorías IPCC	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**Emisiones totales**
3.B.5.c. Porcinos	NA	NA	138,32	NA	NA	NA	138,32
3.B.5.c.i. Porcinos < 6 meses	NA	NA	50,30	NA	NA	NA	50,30
3.B.5.c.ii. Porcinos > 6 meses	NA	NA	22,72	NA	NA	NA	22,72
3.B.5.c.iii. Porcinos baja productividad	NA	NA	65,30	NA	NA	NA	65,30
3.B.5.d. Otro Ganado	NA	NA	215,76	NA	NA	NA	215,76
3.B.5.d.i. Búfalos	NA	NA	2,28	NA	NA	NA	2,28
3.B.5.d.ii. Caprinos	NA	NA	0,90	NA	NA	NA	0,90
3.B.5.d.iii. Caballos	NA	NA	11,01	NA	NA	NA	11,01
3.B.5.d.iv. Mulas y asnos	NA	NA	0,89	NA	NA	NA	0,89
3.B.5.d.v. Aves	NA	NA	200,69	NA	NA	NA	200,69
3.B.5.d.v.i. Ponedoras	NA	NA	70,66	NA	NA	NA	70,66
3.B.5.d.v.ii. Pollo de engorde	NA	NA	130,03	NA	NA	NA	130,03
3.C. Cultivo de arroz	**NA**	**521,05**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**521,05**
3.C.1. Arroz riego	NA	467,50	NA	NA	NA	NA	467,50
3.C.1.a. Continuamente inundado	NA	77,12	NA	NA	NA	NA	77,12
3.C.1.b. Inundado intermitentemente	NA	390,37	NA	NA	NA	NA	390,37
3.C.1.b.i. Aireación simple	NA	251,97	NA	NA	NA	NA	251,97
3.C.1.b.ii. Aireación múltiple	NA	138,40	NA	NA	NA	NA	138,40
3.C.2. Arroz secano	NA	53,55	NA	NA	NA	NA	53,55
3.C.2.a. Propenso a inundarse	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.C.2.b. Propenso a la sequía	NA	53,55	NA	NA	NA	NA	53,55
3.C.3. Aguas profundas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.C.4. Otro	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.D. Suelos agrícolas	**NA**	**NA**	**9.625,49**	**NA**	**NA**	**NA**	**9.625,49**
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados	NA	NA	6.231,83	NA	NA	NA	6.231,83
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	NA	NA	2.323,52	NA	NA	NA	2.323,52
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	NA	NA	75,41	NA	NA	NA	75,41
3.D.1.b.i Estiércol animal aplicado a los suelos	NA	NA	75,41	NA	NA	NA	75,41
3.D.1.b.ii. Lodos de depuradora aplicados a los suelos	NA	NA	NO	NA	NA	NA	NO
3.D.1.b.iii. Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos	NA	NA	NE	NA	NA	NA	NE
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	NA	NA	2.141,13	NA	NA	NA	2.141,13
3.D.1.d. Residuos de cosecha	NA	NA	231,43	NA	NA	NA	231,43
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	NA	NA	711,56	NA	NA	NA	711,56
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	NA	NA	748,78	NA	NA	NA	748,78
3.D.1.g. Otro	NA	NA	NO	NA	NA	NA	NO
3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados	NA	NA	3.393,66	NA	NA	NA	3.393,66
3.D.2.a. Deposición atmosférica	NA	NA	1.460,88	NA	NA	NA	1.460,88
3.D.2.a.i. Deposición atmosférica - Fertilizantes N inorgánicos	NA	NA	237,00	NA	NA	NA	237,00
3.D.2.a.ii. Deposición atmosférica - Fertilizantes N orgánicos	NA	NA	35,46	NA	NA	NA	35,46

Emisiones (kt CO_2eq)							
Categorías IPCC	**CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**HFC**	**PFC**	**SF_6**	**Emisiones totales**
3.D.2.a.iii. Deposición atmosférica - Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo	NA	NA	1.188,41	NA	NA	NA	1.188,41
3.D.2.b. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno	NA	NA	1.932,78	NA	NA	NA	1.932,78
3.D.2.b.i. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Fertilizantes N inorgánicos	NA	NA	407,16	NA	NA	NA	407,16
3.D.2.b.ii. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Fertilizantes N orgánicos	NA	NA	33,65	NA	NA	NA	33,65
3.D.2.b.iii. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Residuos de cosecha	NA	NA	104,94	NA	NA	NA	104,94
3.D.2.b.iv. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	NA	NA	313,37	NA	NA	NA	313,37
3.D.2.b.v. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno - Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo	NA	NA	1.073,66	NA	NA	NA	1.073,66
3.E. Quema prescrita de sabanas	**NA**	**IE**	**IE**	**NA**	**NA**	**NA**	**IE**
3.E.1. Tierra forestal	NA	IE	IE	NA	NA	NA	IE
3.E.2. Pastizales	NA	IE	IE	NA	NA	NA	IE
3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo	**NA**	**NE**	**NE**	**NA**	**NA**	**NA**	**NE**
3.F.1. Cereales	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.F.1.a. Trigo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.F.1.b. Cebada	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.F.1.c. Maíz	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.F.1.d. Otros (especifique)	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.F.2. Legumbres	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.F.2.a. Otros	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.F.3 Tubérculos y raíces	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.F.3.a. Otros	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
3.F.4. Caña de azúcar	NA	IE	IE	NA	NA	NA	IE
3.F.5. Otros	NA	NO	NO	NA	NA	NA	NO
3.G. Encalado	**54,00**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**54,00**
3.G.1. Piedra Caliza CaCO3	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NE
3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)2	54,00	NA	NA	NA	NA	NA	54,00
3.H. Aplicación de urea	**217,73**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**217,73**
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	**NE**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NE**
3.J. Otro	**NO**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NO**

*Se desagrega 3.B.5 a fin de contar con información específica para el país

En 2021, el mayor peso de las emisiones del sector se atribuye a la categoría 3.A. Fermentación entérica, que representó el 76,79 % del total de las emisiones equivalente a 44.504,73 kt CO_2eq, seguido de la categoría 3.D. Emisiones directas e indirectas de N_2O de los suelos agrícolas con 16,61 % del total. En menor cuantía aparecen las emisiones asociadas a 3.B. Gestión del estiércol, 3.C. Cultivo de arroz, 3.H. Aplicación de urea y 3.G. Encalado, contribuyendo con 5,24 %, 0,90 %, 0,38 % y 0,09 % respectivamente. La Figura 151 ilustra la distribución de las categorías en el último año reportado del inventario.

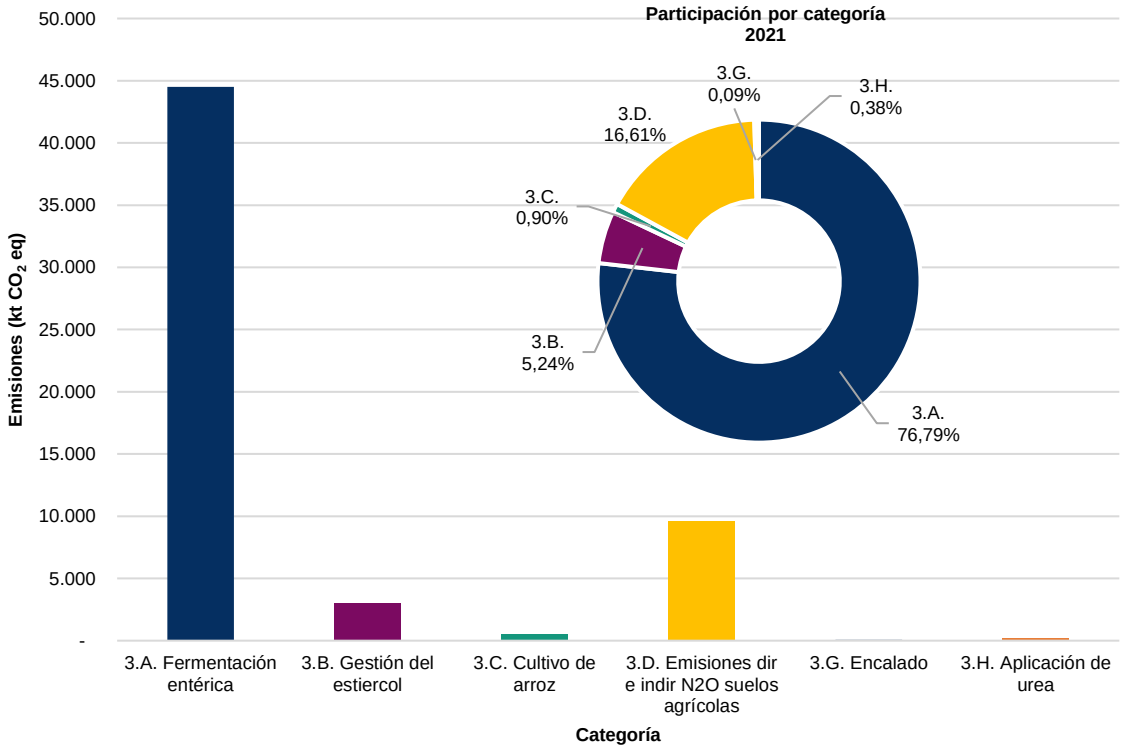


Figura 151. Emisiones del sector Agricultura por categorías para el año 2021

Al observar las categorías de manera desagregada se puede identificar las fuentes de emisión más significativas dentro del sector. La Figura 152 ilustra una mayor contribución

Al observar las categorías de manera desagregada se puede identificar las fuentes de emisión más significativas dentro del sector. La Figura 152 ilustra una mayor contribución de emisiones en la subcategoría 3.A.1. que obedece a la producción de CH_4 por fermentación entérica del ganado bovino (73,16 % del total de las emisiones). Existen otras subcategorías que tienen una influencia significativa en el total de las emisiones; dentro de estas se pueden mencionar las emisiones directas e indirectas de N_2O por la gestión de los suelos (3.D.1 y 3.D.2) y la fermentación entérica de especies pecuarias diferentes al ganado bovino (3.A.4).

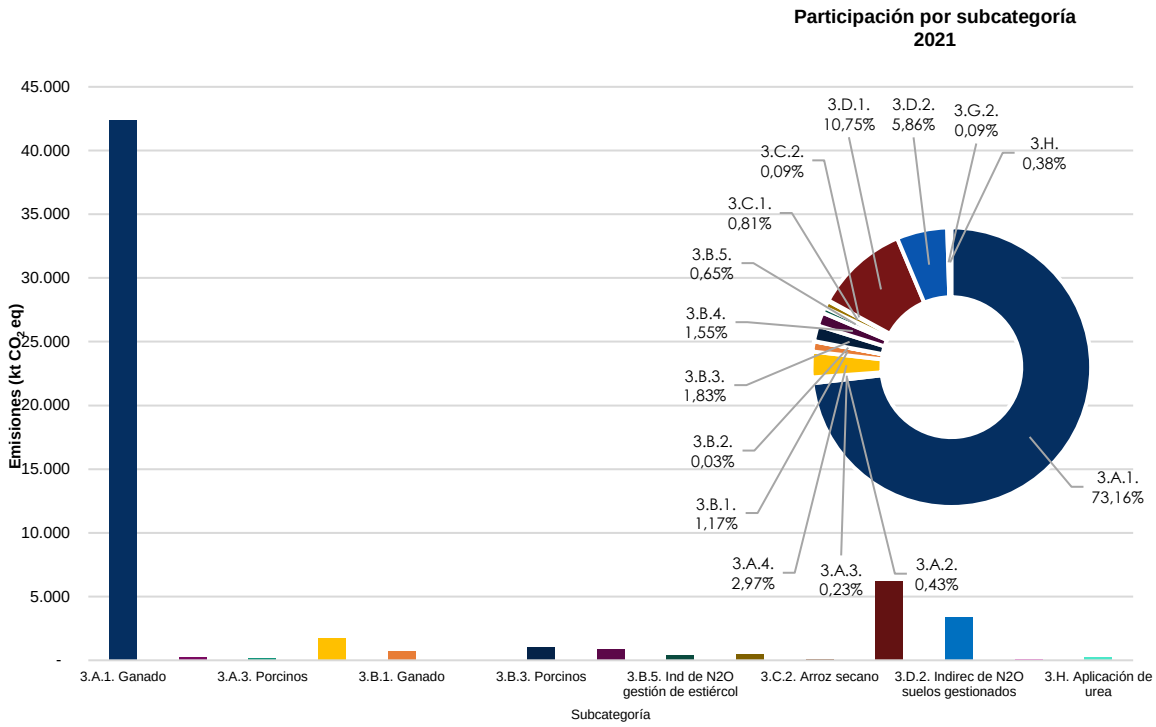


Figura 152.Emisiones del sector Agricultura por subcategorías para el año 2021.

En la Figura 153 se refleja la participación de emisiones por tipo de gas correspondiente al año 2021. El 81,03 % abarca las emisiones generadas por CH_4 equivalente a 46.963,33 kt CO_2eq, seguido de N_2O con un aporte del 18,50 % (10.722,78 kt CO_2eq) y en menor proporción el CO_2 con 0,47 % (271,73 kt CO_2eq).

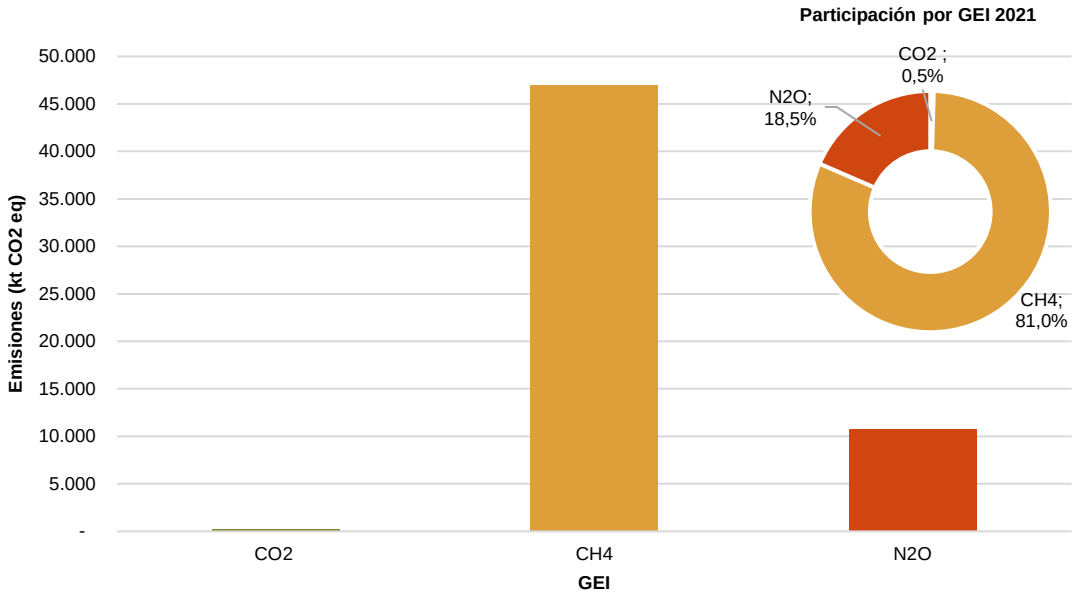
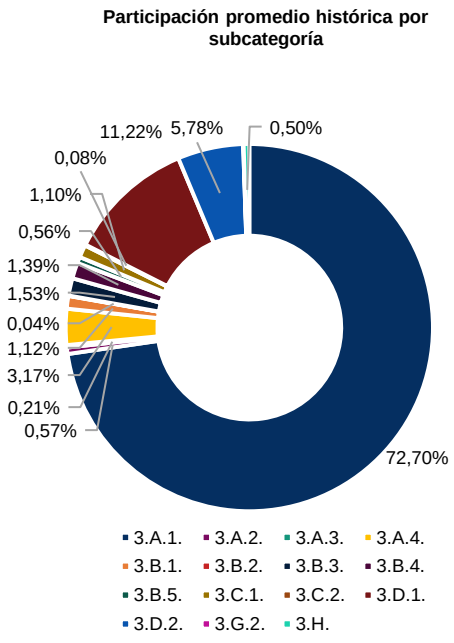


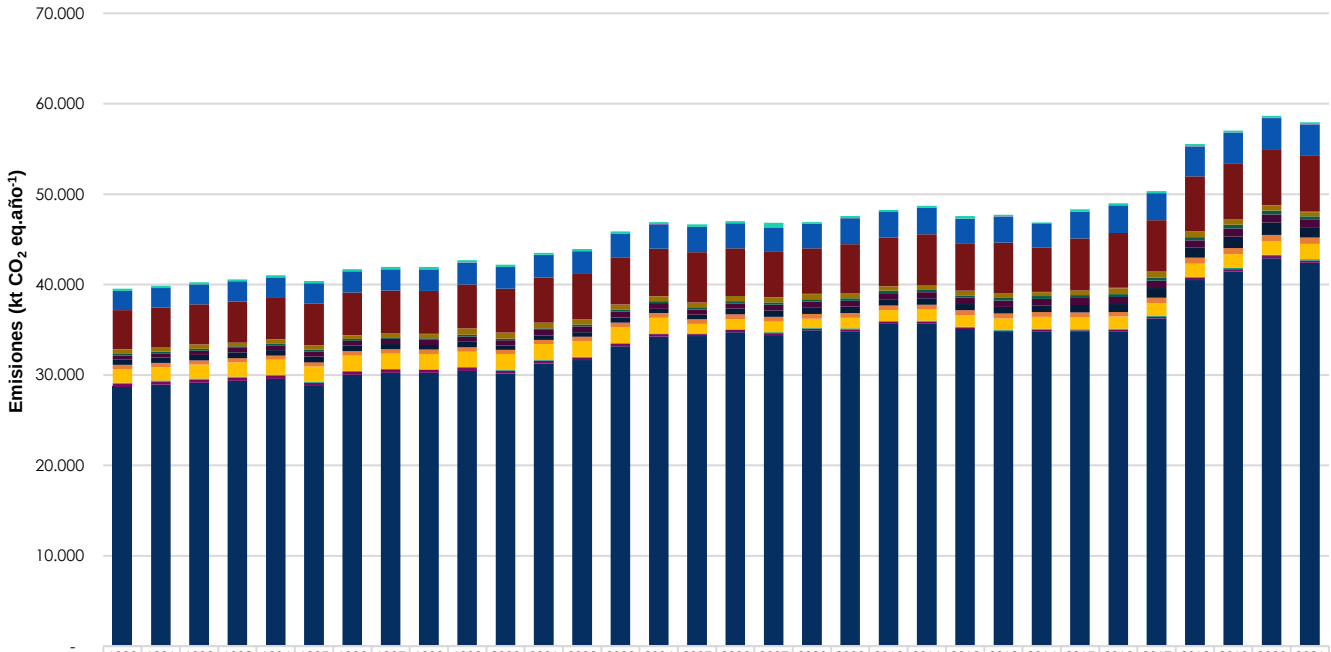
Figura 153. Emisiones del sector Agricultura por tipo de GEI en el año 2021

5.2 Tendencia de las emisiones del sector Agricultura (1990-2021)

Las emisiones en el sector durante el año 1990 alcanzaron 39.527,55 kt CO_2eq, cifra que aumentó a 57.957,85 kt CO_2eq en el año 2021 (incremento de 46,63 % desde 1990), promediando así, en toda la serie histórica, 46.346,01 kt CO_2eq, con una tasa de crecimiento promedio anual de 1,24 %. En el transcurso del tiempo los datos presentan una tendencia creciente, predominantemente impulsada por las emisiones de fermentación entérica (categoría 3.A.) y emisiones directas e indirectas de N_2O de suelos agrícolas (categoría 3.D.), las cuales participan con un promedio histórico de 76,65 % y 17,00 % respectivamente, en el total de las emisiones del sector. El comportamiento de la tendencia se debe en gran medida a las dinámicas de crecimiento de la población bovina, que en 1990 pasó de 18.817.804 a 27.973.390 de bovinos en el año 2021 (datos oficiales de FEDEGAN-ICA) y a los agregados nitrogenados en los suelos que se gestionan.

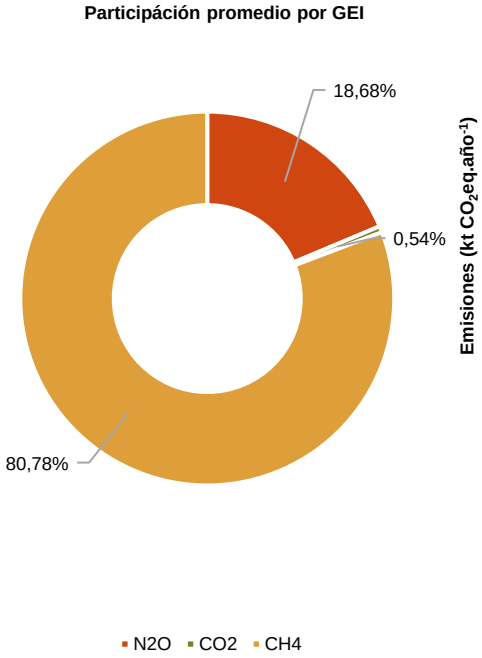
Respecto a la influencia de cada GEI en la tendencia, el CH_4 desempeña un papel significativo en el sector al contribuir con un promedio anual de 80,78 %, causado por la fermentación entérica proveniente de la producción bovina. Así mismo el N_2O aporta el 18,68 % provocado principalmente, por el uso de fertilizantes nitrogenados en las actividades agrícolas y por la deposición directa e indirecta de la orina y el estiércol de animales en pastoreo. Finalmente, el CO_2 es el gas que en menor proporción participa en las emisiones, este representa un promedio anual de 0,54 % derivado de la aplicación de urea en cultivos agrícolas.

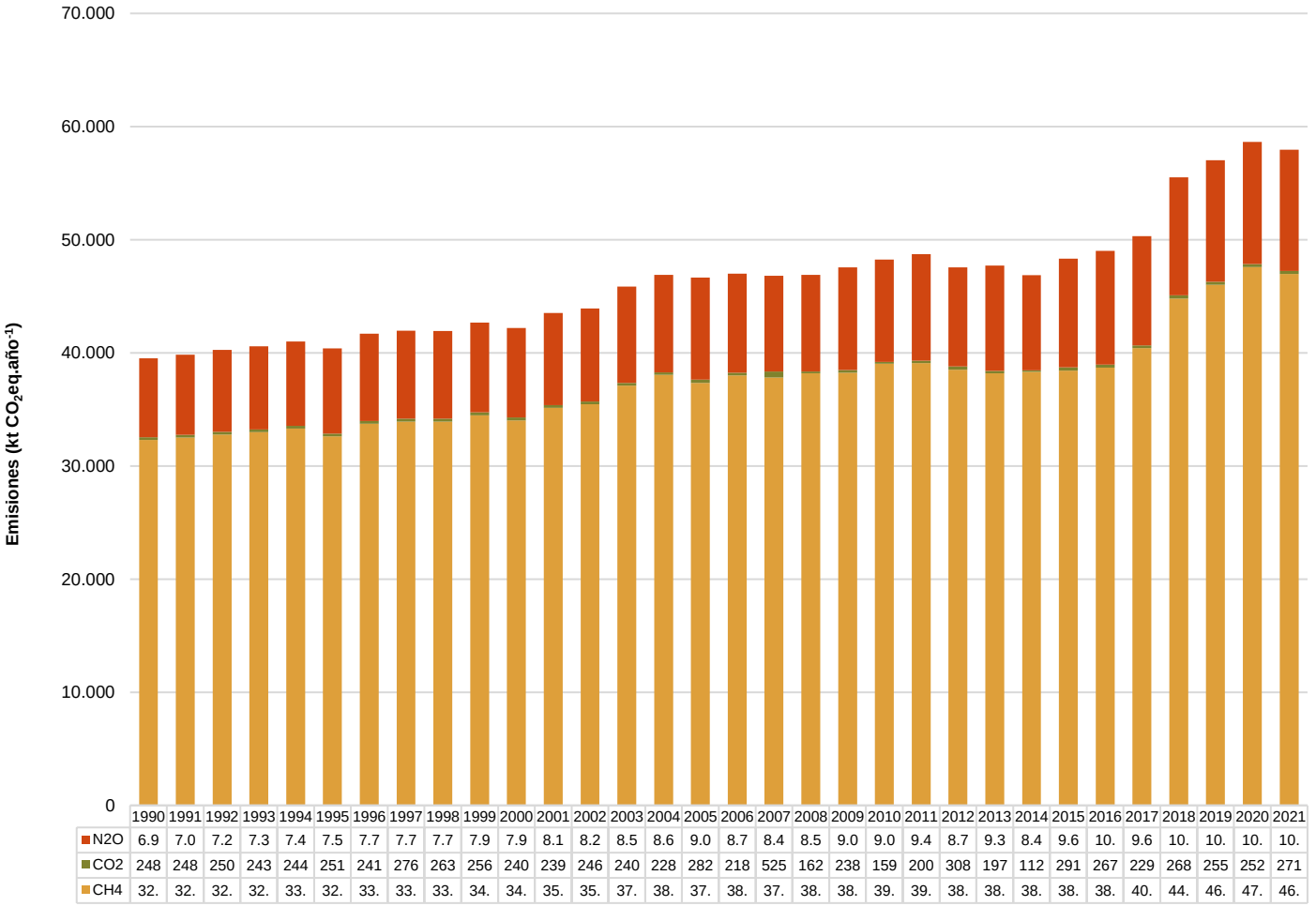




	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	246	245	244	243	241	243	239	263	252	249	239	233	237	232	218	270	199	505	138	221	138	176	278	173	85	259	229	191	226	216	211	218
)2	2	4	7	1	3	8	2	13	11	8	1	6	9	9	11	12	20	21	25	18	21	25	30	25	28	33	38	38	42	40	41	54
3.D.2. Emisiones indirectas de N2O de suelos gestionados	2.110	2.143	2.178	2.216	2.247	2.242	2.326	2.353	2.359	2.413	2.414	2.485	2.514	2.629	2.688	2.809	2.761	2.689	2.725	2.851	2.857	2.939	2.772	2.879	2.681	2.937	3.024	2.988	3.278	3.368	3.420	3.394
3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados	4.317	4.376	4.453	4.515	4.572	4.626	4.726	4.754	4.760	4.861	4.873	4.994	5.023	5.185	5.239	5.538	5.274	5.005	5.023	5.452	5.379	5.662	5.158	5.599	4.865	5.750	6.072	5.659	6.099	6.195	6.177	6.232
3.C.2. Arroz secano	41	30	27	22	24	26	21	24	25	33	37	33	30	41	52	39	30	25	44	51	37	46	42	51	43	56	50	53	36	46	59	54
3.C.1. Arroz riego	487	479	463	412	441	432	384	374	454	670	603	602	524	552	522	507	547	556	557	505	489	453	470	476	440	465	635	618	589	559	574	467
3.B.5. Emisiones indirectas de N2O de gestión de estiércol	176	181	187	192	199	206	205	201	195	208	193	195	209	224	211	220	240	264	267	265	270	272	278	283	298	323	332	361	372	416	425	378
3.B.4. Otro ganado	430	447	474	500	526	556	561	558	579	570	599	606	637	643	655	573	595	625	628	644	664	663	689	697	731	759	787	801	819	881	866	901
3.B.3. Porcinos	610	611	611	609	613	636	605	573	491	607	458	464	490	565	451	504	627	714	729	690	669	698	692	707	725	841	883	1.067	1.102	1.268	1.369	1.061
3.B.2. Ovinos	23	23	23	23	23	23	21	21	20	19	20	20	18	18	17	14	14	14	11	14	14	12	10	10	11	12	13	13	14	14	15	16
3.B.1. Ganado	440	443	447	450	453	441	460	464	463	467	462	468	477	498	516	521	527	522	531	528	538	540	538	539	537	538	489	575	646	661	685	679
3.A.4. Otro ganado	1.501	1.499	1.549	1.594	1.641	1.704	1.697	1.694	1.694	1.721	1.746	1.758	1.748	1.740	1.740	1.070	1.129	1.157	1.011	1.182	1.191	1.226	1.269	1.252	1.300	1.301	1.322	1.393	1.443	1.519	1.494	1.719
3.A.3. Porcinos	102	102	102	101	102	100	98	95	82	99	73	73	78	93	72	60	77	91	88	88	88	91	91	91	98	107	115	126	129	152	159	135
3.A.2. Ovinos	357	357	357	356	356	356	336	326	316	307	320	316	286	280	266	220	221	218	182	222	214	194	160	165	177	185	199	203	221	228	236	249
3.A.1. Ganado	28.68	28.90	29.12	29.34	29.56	28.78	30.00	30.23	30.22	30.44	30.16	31.25	31.63	33.15	34.23	34.29	34.73	34.41	34.93	34.83	35.66	35.71	35.08	34.75	34.84	34.77	34.81	36.23	40.50	41.46	42.91	42.40

Figura 154. Tendencia de emisiones del sector Agricultura por subcategoría (1990-2021)





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	6.9	7.0	7.2	7.3	7.4	7.5	7.7	7.7	7.7	7.9	7.9	8.1	8.2	8.5	8.6	9.0	8.7	8.4	8.5	9.0	9.0	9.4	8.7	9.3	8.4	9.6	10.	9.6	10.	10.	10.	10.
CO2	248	248	250	243	244	251	241	276	263	256	240	239	246	240	228	282	218	525	162	238	159	200	308	197	112	291	267	229	268	255	252	271
CH4	32.	32.	32.	32.	33.	32.	33.	33.	33.	34.	34.	35.	35.	37.	38.	37.	38.	37.	38.	38.	39.	39.	38.	38.	38.	38.	38.	40.	44.	46.	47.	46.

Figura 155. Tendencia de emisiones del sector Agricultura por GEI (1990-2021)

5.3 Fermentación entérica (CRT 3.A.)

5.3.1 Descripción de la categoría

Se estiman las emisiones de CH_4 entérico, un subproducto natural del proceso digestivo que ocurre en animales rumiantes y no rumiantes como vacas, ovejas, cabras, cerdos, caballos entre otros . Los microorganismos presentes en el rumen descomponen el alimento consumido a través de la fermentación, transformándolo en productos solubles que el animal puede utilizar. El CH_4 se genera como resultado de la actividad bacteriana durante este proceso. Este es excretado, exhalado o eructado y representa la mayoría de las emisiones generadas en la actividad ganadera. La cantidad de CH_4 producido por los animales puede verse afectado por diferentes factores como: la edad y tipo del animal, las características químicas y físicas de los alimentos, la tasa de alimentación, el nivel y horario de alimentación, el estrés animal entre otros factores (García et al., 2008; US EPA, 2009; Pereira et al., 2015; FAO, 2024).

Para efectuar los cálculos de fermentación entérica, dentro del inventario se consideró a la población pecuaria como dato de actividad. Los grupos de animales a cuantificar en el país se dividieron en las siguientes subcategorías: 3.A.1. Ganado, 3.A.2. Ovinos, 3.A.3. Porcinos y 3.A.4. Otro ganado (Búfalos, Caprinos, Caballos y Mulas y asnos). Dentro de esta última subcategoría no se consideró a la subcategoría de las aves de corral, ya que no se cuenta con información del factor de emisión.

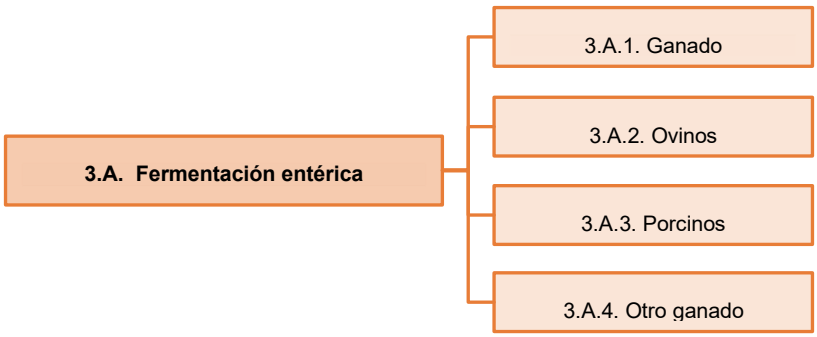


Figura 156. Subcategorías estimadas en 3.A. Fermentación entérica

5.3.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

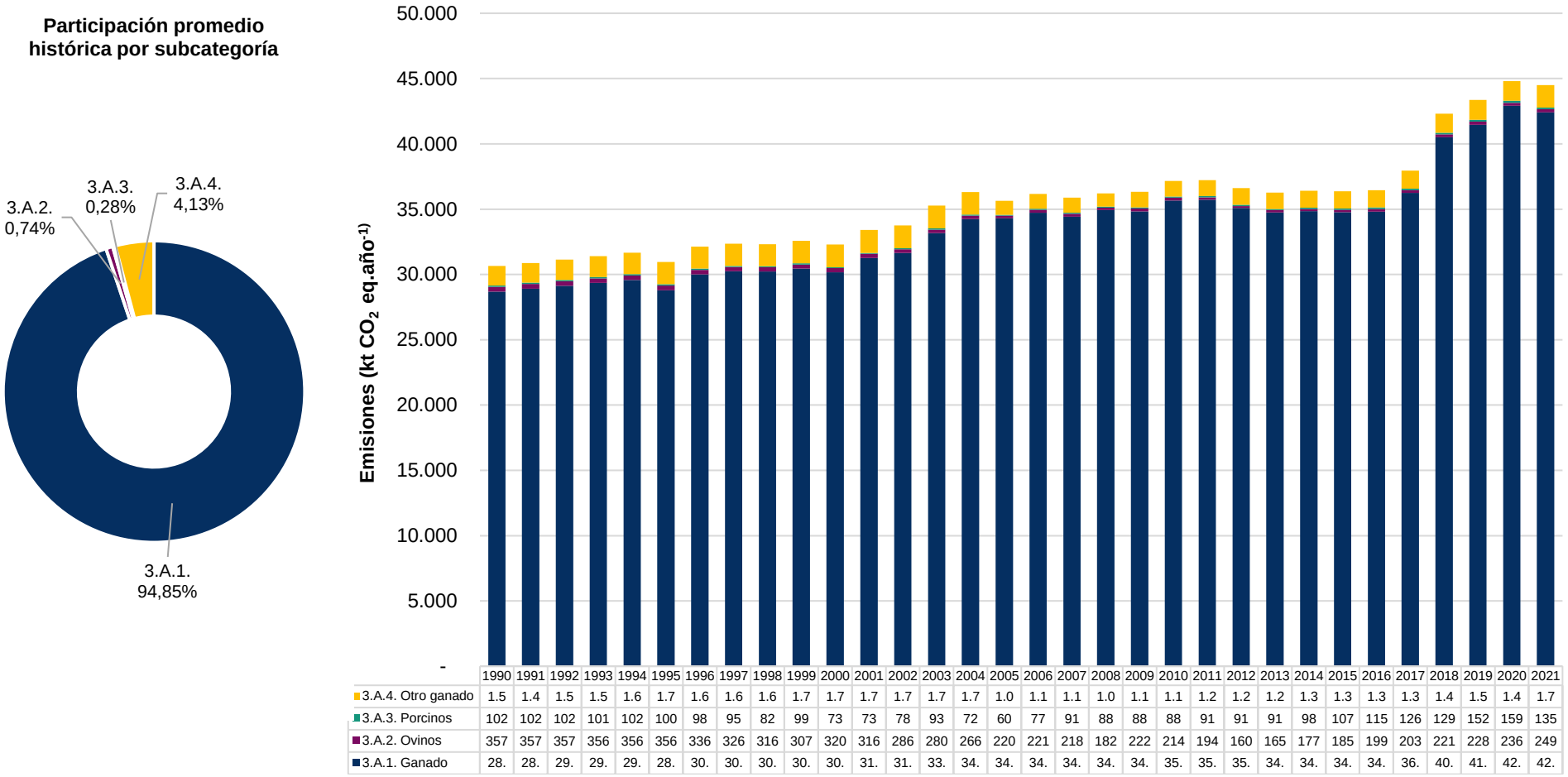
La Tabla 169 presenta los valores de emisiones calculados en las subcategorías de 3.A. Fermentación entérica. Las emisiones contribuyeron con 30.646,59 kt CO_2eq en 1990 y 44.504,73 kt CO_2eq en 2021, los cuales representaron un incremento de emisiones de 45,22 % desde 1990. El mayor aporte lo realizó la subcategoría 3.A.1. Ganado, en donde la media anual de emisiones cuantificó 33.693,75 kt CO_2eq con una contribución promedio de 94,85 % dentro de la categoría 3.A. En la línea de tendencia se observa al año 2020 y 2021 con más emisiones, debido al número de bovinos en el país (28.245.262 y 27.973.390 cabezas de ganado respectivamente). Es de resaltar que el sacrificio y producción de carne de ganado bovino ha disminuido en los últimos años (caída del 20,1 % entre 2013 y 2021), lo que se ha reflejado en el aumento del tamaño del inventario. Las mayores emisiones de la serie temporal obedecen a la disminución del sacrificio, fenómenos climáticos extremos, la pandemia del COVID 19 (MADR, 2020) y otros factores que serán mencionados en el apartado de la subcategoría 3.A.1. Ganado. En segundo lugar de participación, se refleja la subcategoría 3.A.4. Otro ganado, que estimó para 1990, 1.500,54 kt CO_2eq y 1.718,64 kt CO_2eq en 2021 (incremento de 14,53 %). Cuenta con un promedio anual de 1.468,88 kt CO_2eq y un aporte dentro de la categoría de 4,13 %. Aquí se incluyen como principales emisores a las especies de caballos y búfalos. Respecto a estas especies se puede enfatizar que, actualmente Colombia es el noveno país con mayor número de caballos en el mundo (Murcia, 2023), llegando a tener al año 2021, 1.331.789 animales; estos han sido de gran utilidad en trabajos de campo como la vaquería, el transporte y tiro pesado, así como para el deporte (chalanería y competencias), la exhibición y otros servicios (CEAM, 2014). En el caso de los búfalos, es preciso decir, que esta es una especie que ha tenido un incremento significativo en el inventario animal del país, debido a su

adaptabilidad, rentabilidad, longevidad, productividad láctea y cárnica, y sostenibilidad que benefician al crecimiento de los sistemas pecuarios (Ruiz, 2016).

Tabla 169. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.A. Fermentación entérica

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
3.A. Fermentación entérica	**30.646,59**	**30.949,29**	**32.303,10**	**35.643,15**	**37.156,68**	**36.361,96**	**44.800,77**	**44.504,73**
3.A.1. Ganado	28.687,94	28.789,22	30.164,39	34.292,20	35.663,72	34.769,79	42.912,75	42.401,96
3.A.2. Ovinos	356,58	355,60	320,32	220,26	214,17	184,55	235,59	249,16
3.A.3. Porcinos	101,52	100,39	72,84	60,28	87,57	106,94	158,67	134,97
3.A.4. Otro ganado	1.500,54	1.704,07	1.745,56	1.070,41	1.191,21	1.300,68	1.493,76	1.718,64

En la Figura 157 se ilustra el comportamiento de las emisiones de la categoría 3.A. Fermentación entérica, desagregada por subcategoría. Estas representan una contribución promedio histórica del 76,65 % de las emisiones de todo el sector, con un promedio anual de 35.523,21 kt CO_2eq y una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,21 %. En la serie histórica, las emisiones indican una tendencia creciente en donde los niveles más elevados se muestran en el año 2020 (44.800,77 kt CO_2eq) y los menores en 1990 (30.646,59 kt CO_2eq).



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.A.4. Otro ganado	1.5	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.4	1.7
3.A.3. Porcinos	102	102	102	101	102	100	98	95	82	99	73	73	78	93	72	60	77	91	88	88	88	91	91	91	98	107	115	126	129	152	159	135
3.A.2. Ovinos	357	357	357	356	356	356	336	326	316	307	320	316	286	280	266	220	221	218	182	222	214	194	160	165	177	185	199	203	221	228	236	249
3.A.1. Ganado	28.	28.	29.	29.	29.	28.	30.	30.	30.	30.	30.	31.	31.	33.	34.	34.	34.	34.	34.	34.	35.	35.	35.	34.	34.	34.	34.	36.	40.	41.	42.	42.

Figura 157. Tendencia de emisiones de GEI 3.A. Fermentación entérica por subcategoría, 1990-2021

5.3.3 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021, sin embargo, en esta categoría el sector agricultura tiene datos completos de poblaciones animales hasta 2022. Se ha optado por reportar hasta 2021 para mantener la coherencia con los demás sectores del inventario.

5.3.4 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie de tiempo

La incertidumbre asociada a la categoría Fermentación entérica 3.A., como se detalla en la Tabla 170, se calculó utilizando los datos de emisiones de CH_4. Durante el periodo de 1990 a 2021, la incertidumbre promedio fue de ±9,53% con una reducción porcentual de 57,74%. Esta reducción en la incertidumbre se atribuye principalmente a una mejora en la calidad de los datos de actividad, lo cual se refleja especialmente con la validación de los datos de actividad en años recientes, en particular, las especies bovina y bufalina que utiliza como base los resultados de la Operación Estadística del Inventario Bovino y Bufalino (IBB) generados por Fedegán-FNG.

Por otro lado, la incertidumbre del año 2021 está influenciada mayoritariamente por las incertidumbres de los factores de emisión empleados (17,51 – 213,12%), que son superiores a la incertidumbre de los datos de actividad (<29%). En el mismo año, la subcategoría con mayor incertidumbre es 3.A.2.a. Ovinos con un valor de ±45,46%.

Tabla 170. Resultados de incertidumbre - Fermentación entérica (3.A.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
3.A Fermentación entérica	CH_4	13,50	11,99	10,76	9,85	8,43	7,12	5,93	5,71	FE
3.A.1.a. Ganado	CH_4	14,22	12,62	11,28	10,18	8,73	7,38	6,12	5,92	NA[17]
3.A.2.a. Ovinos	CH_4	66,79	64,62	62,01	58,92	55,30	51,16	46,46	45,46	NA
3.A.3.a. Porcinos	CH_4	46,32	41,78	38,11	33,67	28,80	27,27	26,45	29,07	NA
3.A.4.a. Búfalos	CH_4	68,60	64,98	61,03	56,93	52,95	49,34	46,29	37,20	NA
3.A.4.d. Caprinos	CH_4	78,99	75,70	71,47	66,24	60,04	53,39	47,32	33,11	NA
3.A.4.e. Caballos	CH_4	60,48	56,07	51,19	46,08	41,19	36,86	33,39	33,80	NA
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH_4	65,88	61,88	57,44	52,81	48,31	44,30	41,02	40,00	NA

En la Figura 158 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados con el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías sobre la incertidumbre total, destacando aquellas que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 3A1a_CH4 es la más sensible con una contribución del 99% a la incertidumbre total, debido a que presenta las mayores emisiones. Al mismo tiempo la subcategoría tiene un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 3.A, contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±0,56% en el intervalo de la incertidumbre total del 2021 (±5,71%). El gráfico (a) de tornado ilustra este rango de variación que oscila entre 5,15% y 6,26%.

a) b)

[17] Para determinar la influencia del DA (Dato de Actividad) o FE (Factor de Emisión) en la incertidumbre, se consideran sus rangos de incertidumbre para cada subcategoría. Por esta razón, se coloca "NA" (No Aplica) cuando el rango del gas ya ha sido tomado en cuenta.

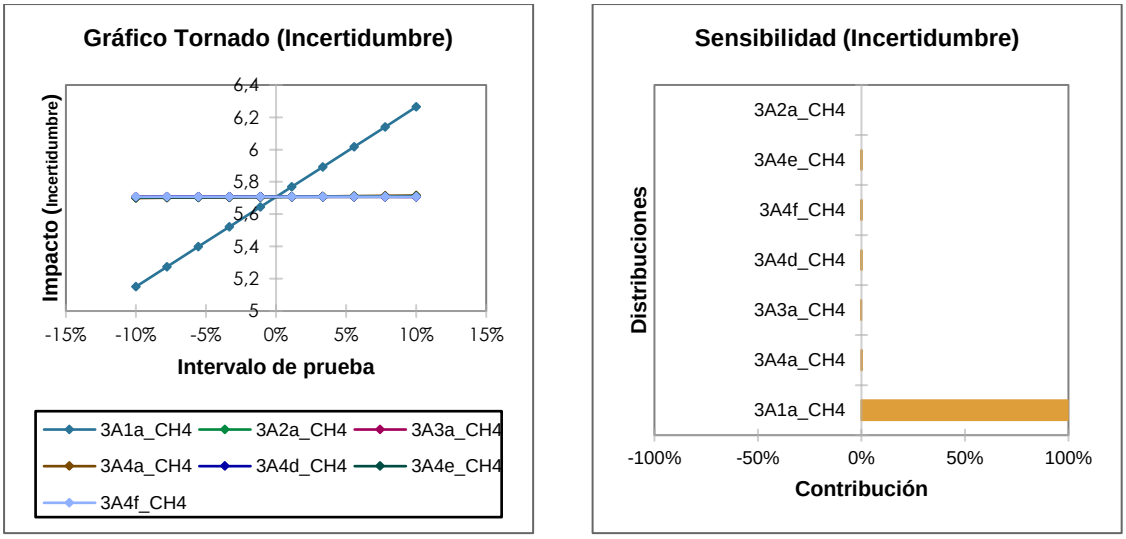


Figura 158. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Fermentación entérica (3.A.) para el 2021

5.3.5 AC/CC y verificación de la categoría

Siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de control y aseguramiento de calidad, para la estimación de emisiones en 3.A. Fermentación entérica, se realizaron algunas actividades transversales como:

- Se compararon los datos con fuentes externas y se revisó su consistencia a lo largo de la serie temporal, documentando las categorías no estimadas.
- Se comprobó la consistencia y adecuación de los factores de emisión para cada categoría, asegurando su aplicación coherente.
- Se reprodujeron los cálculos y se validaron los métodos, comparando resultados actuales con los previos para detectar variaciones.
- Se revisaron las unidades en las hojas de cálculo y la corrección de los factores de conversión, garantizando consistencia en los parámetros recurrentes.
- Se analizó la estructura de las bases de datos y se verificó la exactitud de los registros y datos procesados.
- Se verificó el archivado adecuado de los datos y la organización de la documentación sobre emisiones y absorciones para futuras consultas.

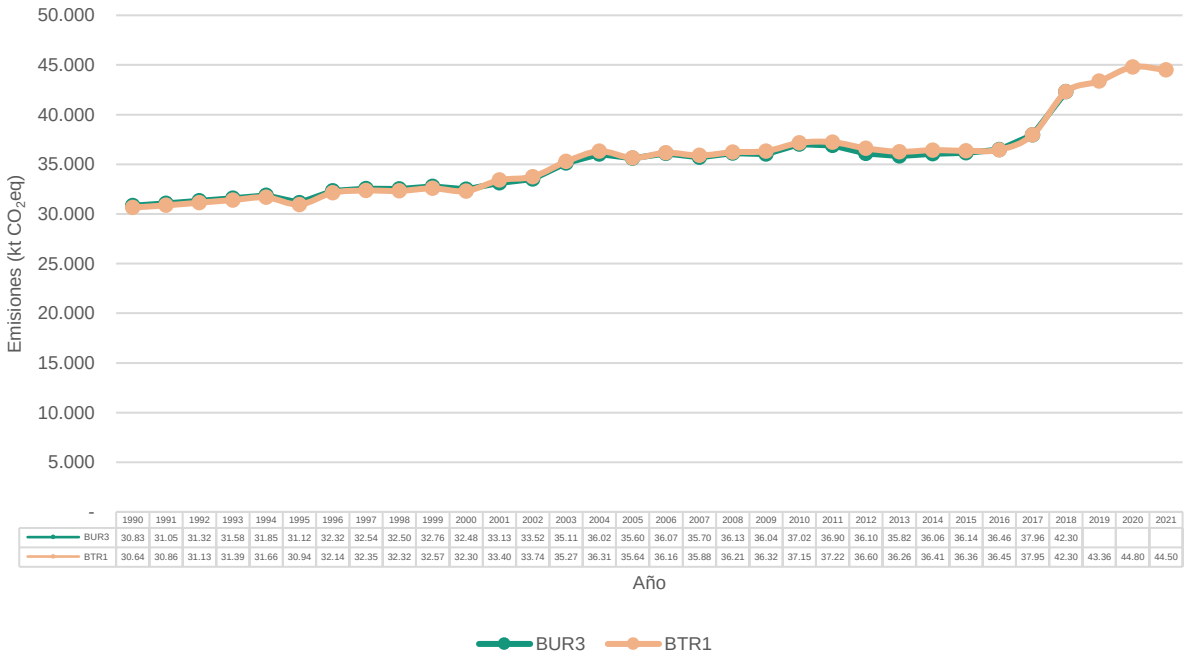
A nivel de subcategorías, se realizaron actividades importantes como:

Comprobar errores de transcripción, tendencias y valores atípicos en los datos de las diferentes poblaciones de animales a estimar. Se verificó que los parámetros empleados en las ecuaciones reflejaran el contexto de cada región del país (producción de leche, peso vivo, contenido de grasa en leche, características de la dieta, entre otros). Se verificaron factores de conversión empleados, así como las inconsistencias en las series temporales. Se realizaron comparaciones con valores estimados en el anterior inventario y se verificó el orden de magnitud de los resultados.

5.3.6 Recálculos de la categoría

En comparación con el inventario anterior, el recalculo se centró en el procesamiento de los datos de actividad, específicamente en la distribución de animales en cada subcategoría. Este proceso se ha optimizado mediante actividades de control de calidad. En la siguiente figura se observa las emisiones calculadas en el anterior inventario (BUR3) y aquellas generadas en el presente reporte. Comparando las emisiones para el primer año reportado (1990) y último año de BUR3 (2018)

respecto a BTR1, se presenta una leve reducción de emisiones de -0,597 % y -0,004 % respectivamente.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	30.83	31.05	31.32	31.58	31.85	31.12	32.32	32.54	32.50	32.76	32.48	33.13	33.52	35.11	36.02	35.60	36.07	35.70	36.13	36.04	37.02	36.90	36.10	35.82	36.06	36.14	36.46	37.96	42.30			
BTR1	30.64	30.86	31.13	31.39	31.66	30.94	32.14	32.35	32.32	32.57	32.30	33.40	33.74	35.27	36.31	35.64	36.16	35.88	36.21	36.32	37.15	37.22	36.60	36.26	36.41	36.36	36.45	37.95	42.30	43.36	44.80	44.50

Figura 159. Recálculos 3.A. Fermentación entérica por subcategoría, 1990-2021

5.3.7 Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría, es de resaltar que no se prevén mejoras para la especie de ovinos.

Tabla 171. Plan de mejora para 3.A.1. Ganado

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
3.A.1. Ganado	Determinar factores de emisión variables en el tiempo, teniendo en cuenta las diferentes variables que se relacionan con la fermentación entérica.	Recolectar datos para modelar los factores de emisión de fermentación entérica en el ganado bovino, a lo largo del tiempo. Este debe incluir la caracterización de animales, los sistemas de producción, las dietas y otros parámetros importantes.		x	x		x	Mediano	IDEAM, Universidades, AGROSAVIA, CIAT	Planeación
	Generar metodología para la validación de factores de emisión propios, a partir de investigaciones realizadas en el país.	Mejorar los canales de comunicación con investigadores a nivel nacional para proporcionar directrices del requerimiento de los factores de emisión a través de mediciones directas de CH_4 por fermentación entérica.		x	x		x	Mediano	IDEAM, Universidades, AGROSAVIA, CIAT, otros centros de investigación	Planeación
	Avanzar en la mejora del modelo de fermentación entérica para elevar los factores de emisión a un nivel 3, teniendo en cuenta todas las variables que afectan las emisiones de CH_4 durante la fermentación entérica.	Analizar los datos de mediciones directas de CH_4 entérico en ganado bovino proporcionados por universidades, centros de investigación y/o asociaciones nacionales con el fin de desarrollar un modelo de nivel 3. Esto implica mejorar la comunicación entre las distintas instituciones y establecer acuerdos para acceder a la información		x	x		x	Largo	IDEAM, Universidades, AGROSAVIA, CIAT, otros centros de investigación	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
		necesaria para los cálculos.								
	Optimizar el cálculo para terneros pre destetos, ya que el nivel 2 del IPCC (2019) y la mayoría de los modelos usados para estimar el requerimiento energético en bovinos tienden a sobreestimar las necesidades en animales menores de un año. Esto ocurre porque dichos modelos fueron diseñados para animales en crecimiento y engorde en la ganadería de carne, o para vacas adultas en el caso de la ganadería lechera. Por lo tanto, para utilizar los datos y métodos más precisos en la estimación de emisiones, es importante identificar modelos específicos y robustos para esta categoría de animales.	Llevar a cabo revisiones bibliográficas para identificar modelos específicos que calculen las necesidades energéticas de terneros pre destetos, e integrar estas ecuaciones en el modelo de fermentación entérica para perfeccionar las estimaciones.	x	x			x	Mediano	IDEAM, Centros de investigación	Planeación
	La ecuación 10.13 establece que el	Optimizar la estimación del requerimiento de	x	x			x	Mediano	IDEAM, Universidades, centros	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
	requerimiento de energía neta para la gestación es igual al 10% del requerimiento de energía neta para el mantenimiento del animal. No obstante, esta ecuación no toma en cuenta el peso al nacer del ternero, que puede variar en diferentes regiones, ni el tiempo promedio de gestación. Por ello, es preciso elaborar una ecuación que refleje estos aspectos del sistema.	energía neta para la gestación mediante el uso de la ecuación específica del CNCPS (Fox et al., 2004).							de investigación y/o gremios	
	Actualizar la información sobre la caracterización de la dieta de los animales en cada región ganadera en el modelo de fermentación entérica, basándose en la nueva versión de la base de datos de recursos alimenticios del trópico (AlimenTro) proporcionada por la Corporación Colombiana de Investigación	Revisar la actualización de la base de datos para identificar dietas en diversas escalas espaciales y luego integrarlas en el modelo de fermentación entérica.		x			x	Corto	IDEAM, AGROSAVIA	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
	Agropecuaria (AGROSAVIA).									

Tabla 172. Plan de mejora para 3.A.3. Porcinos

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
3.A.3. Porcinos	Actualizar la desagregación de los sistemas porcinos de alta y baja producción.	Revisar la actualización de la metodología para la desagregación de datos de actividad en los sistemas de producción de cerdos junto con la Asociación Colombiana de Porcicultores-Porkcolombia		x	x		x	Corto	IDEAM, Porkcolombia	Planeación

Tabla 173. Plan de mejora para 3.A.4. Otro Ganado

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
3.A.4. Otro Ganado	Ajustar las fuentes de información empleadas para la generación de los datos de actividad a fin de guardar coherencia en la serie temporal.	Revisar la coherencia de las series de datos en cada una de las fuentes de información oficiales y evaluar aquellas que mejor representen el crecimiento de los datos de actividad. Adicionalmente emplear técnicas de empalme para la información faltante, evitando utilizar		x	x		x	Corto	IDEAM, Instituciones proveedoras de información	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
		diversas fuentes de información.								

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

5.3.8 Subcategoría: 3.A.1. Ganado

i. Descripción de la subcategoría

En esta subcategoría se calculan las emisiones de CH_4 por la fermentación entérica del ganado bovino. En Colombia, la ganadería bovina es una de las actividades agropecuarias de mayor representatividad en la economía, participa con el 48,7 % del PIB pecuario y contribuye en la generación de empleo (810.000 empleos directos). Dada la orientación productiva, el hato ganadero se distribuye porcentualmente de la siguiente forma: 1) doble propósito (39 %), 2) Cría (35 %), 3) Ceba (20 %) y 4) lechería especializada (5 %) (FEDEGAN, 2018). En términos de alimentación, la principal fuente de forraje son praderas de pastoreo con múltiples especies de pasturas que se encuentran en todos los agroecosistemas colombianos, desde especializados para la producción bovina (pasturas introducidas) hasta pasturas naturales o nativas (Bravo Parra, 2021). Por la amplia variedad de recursos alimenticios, el pastoreo del ganado está ampliamente extendido en el país y, por ende, considerado como uno de los principales motores de la expansión de la frontera agropecuaria (Zuluaga & Etter, 2018).

La ganadería es una actividad que se realiza en su mayoría de forma extensiva, sin embargo, Mahecha et al. (2002), menciona que en el país existen diversos tipos de explotación: 1) pastoreo extensivo y extractivo basado en la capacidad productiva de las praderas para producir forraje con mínima intervención humana, allí se pueden desarrollar los sistemas de cría y levante; 2) pastoreo extensivo tradicional, en donde se implementan prácticas culturales de manejo de pasturas y de animales, (sistemas de cría, levante, ceba, ciclo completo y doble utilización); 3) pastoreo extensivo mejorado, el cual implementa técnicas para mejorar la productividad, incluyendo pasturas mejoradas asociadas con leguminosas nativas o introducidas (sistemas de ciclo completo, cría y ceba y doble propósito); 4) pastoreo semi-intensivo suplementado, implementado en zonas cercanas a centros urbanos; se realiza un manejo intensivo de pasturas con alta producción, se establecen programas de suplementación alimenticia y se tiene vinculación con la agroindustria pecuaria; 5) sistema de confinamiento, en función de la ausencia de pastoreo; este tipo de explotaciones en la ganadería colombiana es escaso, siendo utilizado en la producción de leche y carne de alta calidad. Se caracteriza por el aprovechamiento de residuos de cosecha y subproductos agroindustriales rústicos (sistemas de lechería especializada y ceba).

La estimación de la fermentación entérica en el ganado bovino, consideró la división de los grupos de animales del país en subcategorías, tal como lo sugiere *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (Dong et al. 2006), la división específica del país es la siguiente: 1) vacas de alta producción, 2) vacas de baja producción, 3) vacas destinadas a la producción de carne, 4) toros utilizados con fines reproductivos, 5) terneros pre-destetos, 6) novillas de reemplazo y 7) ganado de engorde.

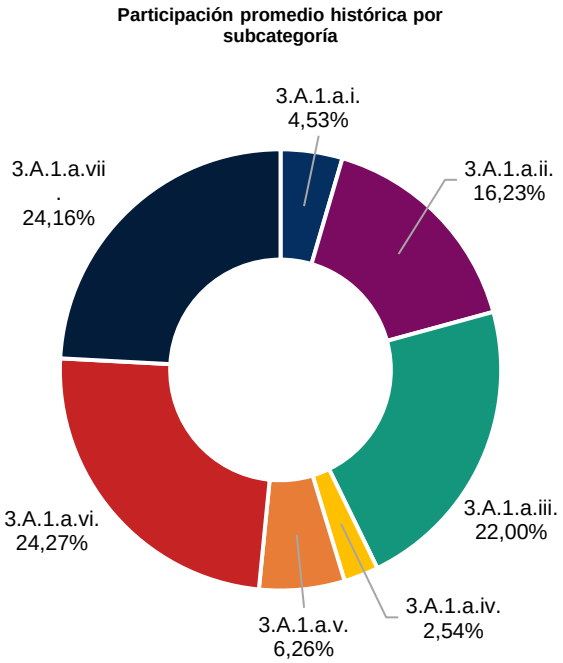
En la Figura 160 se ilustra la tendencia de las emisiones de la fermentación entérica del ganado bovino. Las emisiones de 3.A.1. registraron en 1990, 28.687,94 kt CO_2eq y 42.401,96 kt CO_2eq en 2021, lo que equivale al incremento de 47,80 % desde 1990. Las cifras incrementaron a lo largo del tiempo, debido al aumento de animales en las subcategorías 3. A.1.a.vi. Novillas de reemplazo, 3.A.1.a.vii. Ganado de engorde y 3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne, las cuales tienen una participación promedio anual de 24,27 %, 24,16 % y 22,00 % respectivamente, dentro de la categoría 3.A.1. Ganado; y una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,27 %, 1,06 % y 1,14% respectivamente. Los sistemas productivos conformados por razas de *Bos indicus* y su mestizaje concentraron las mayores emisiones (86,67 % promedio anual dentro de la categoría). Estos se localizan en regiones cálidas del país y corresponden al volumen de bovinos en las subcategorías Novillas de reemplazo, Vacas para producción de carne, Ganado de engorde, y Vacas de Baja Producción.

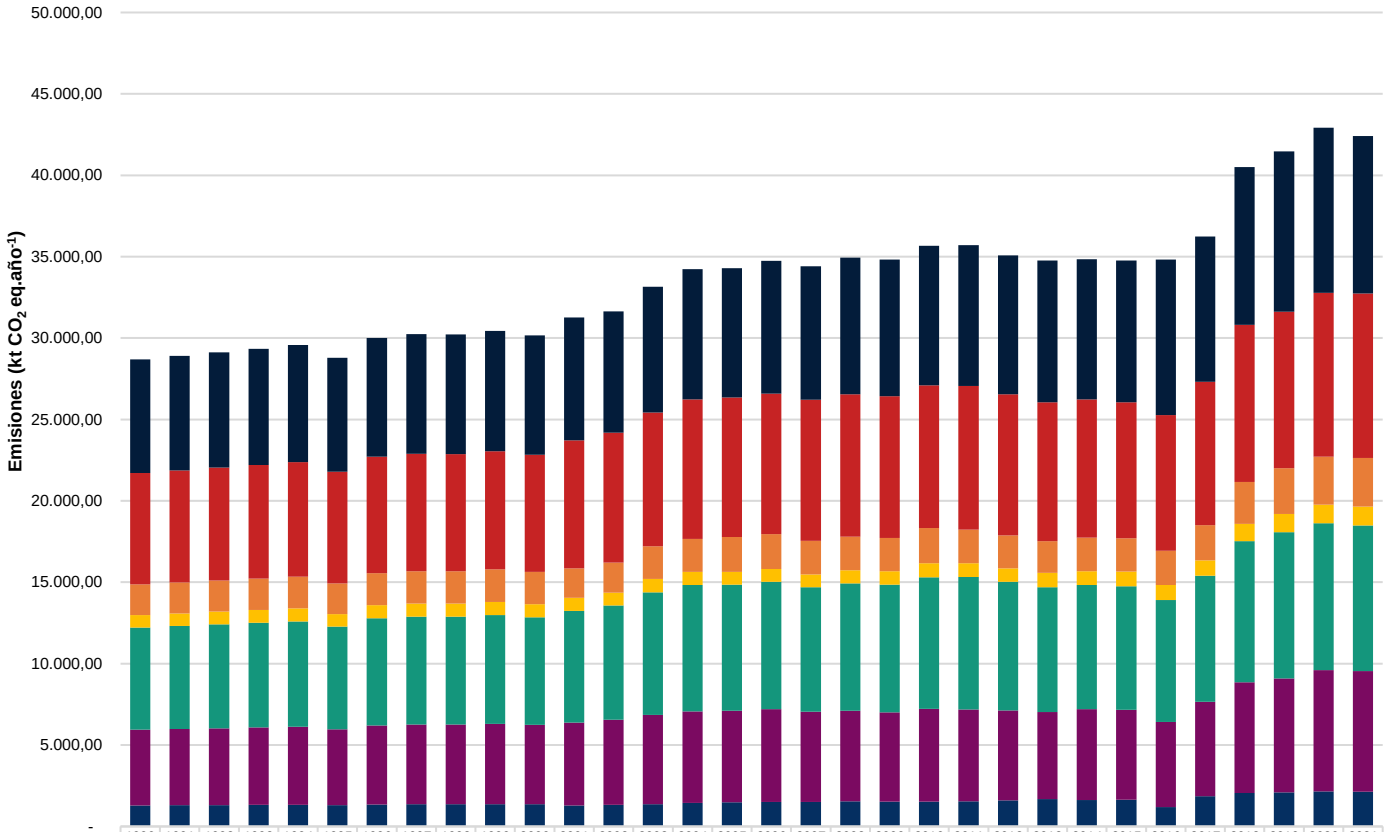
De manera general las emisiones entre 2003 y 2011 presentaron un comportamiento de expansión ligera asociado al incremento del número de animales por el alza en el precio de la carne, que llevó a la disminución de su consumo y un posterior uso de productos sustitutos como pollo y cerdo (Pertuz Martínez & Elías Caro, 2019). Adicionalmente se presentó un decrecimiento del sacrificio con una menor participación de las hembras dada su función de activo generador de riqueza (Viloria de la

Hoz, 2005) (DANE, 2010). Lo anterior se confirma con la progresión y participación que han tenido en el sector las subcategorías 3.A.1.a.vi. Novillas de reemplazo y 3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne. En contraste, entre los años 2012 y 2016 de la línea de tendencia, se observa un descenso de las emisiones ocasionado principalmente por: 1) la reducción del inventario bovino, producto de fenómenos climáticos extremos (fenómeno de El Niño y La Niña) sucedidos entre 2010 y 2011, que provocó la muerte de 135.000 bovinos y el desplazamiento de 1,6 millones de bovinos y 2) la erosión de rentabilidad en ganadería de leche, junto con la alta tasa de extracción y mayores sacrificios de hembras bovinas que conllevó a un menor número de crías (FEDEGAN & FNG, 2013).

En el histórico reportado se presentó un aumento de las emisiones entre 2017 hasta 2020, que evidencia la recuperación del inventario animal por fenómenos que afectaron el clima ocurrido en años anteriores; esto propició la retención de hembras y menos afectaciones por fenómenos climáticos. Es de resaltar que existen otros factores que han determinado el crecimiento de las emisiones, dentro de estos se pueden mencionar: el contrabando de animales desde Venezuela entre 2016 y 2018 que incrementaron el número de bovinos (Caballero, 2019), fenómenos de protestas sociales como el paro camionero en el 2016 que agudizó la tasa de extracción del ganado (CONtexto ganadero, 2017), la disminución del sacrificio de ganado en 2020, por sequías en los departamentos de la Orinoquía y la Costa Caribe (MADR, 2020) y en el mismo año, la caída en el volumen de sacrificio por la aplicación de medidas de precaución en las plantas de beneficio en la pandemia del COVID 19, que a su vez influyó en el descenso en el consumo de carne, atribuible a la caída en los ingresos de los consumidores, que ocasionaron el consumo de productos de primera necesidad como el huevo (Burkart et al., 202; CONtexto Ganadero, 2020; MADR, 2020).

Por su parte, el año 2021 registró una ligera reducción de las emisiones, provocada por menos cabezas de ganado existentes en el país, lo cual puede estar relacionado con el incremento en el sacrificio del ganado para este año. FEDEGAN (2022), en sus reportes indica que, el alza de sacrificio general del año 2021 en relación con 2020 para consumo nacional y exportación fue de 1,5 % y 42 % respectivamente.





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	6.975	7.029	7.083	7.136	7.190	7.000	7.297	7.353	7.350	7.404	7.334	7.533	7.453	7.722	7.999	7.939	8.155	8.208	8.386	8.392	8.565	8.651	8.530	8.694	8.612	8.704	9.545	8.924	9.692	9.848	10.12	9.664
3.A.1.a.vi. Novillas de reemplazo	6.831	6.883	6.936	6.988	7.041	6.855	7.146	7.200	7.198	7.251	7.183	7.870	7.968	8.224	8.575	8.574	8.618	8.656	8.747	8.719	8.766	8.837	8.665	8.534	8.496	8.355	8.334	8.811	9.644	9.607	10.06	10.10
3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	1.887	1.901	1.916	1.930	1.945	1.893	1.974	1.989	1.988	2.003	1.984	1.798	1.855	2.005	2.015	2.140	2.141	2.062	2.070	2.047	2.165	2.056	2.033	1.952	2.050	2.051	2.102	2.163	2.593	2.816	2.955	2.982
3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	766,6	772,5	778,4	784,3	790,1	769,3	801,9	808,1	807,8	813,7	806,1	810,0	791,0	823,8	811,6	776,0	799,8	791,1	793,4	813,2	857,8	852,5	825,1	881,5	860,1	895,3	931,4	933,2	1.043	1.123	1.150	1.162
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	6.287	6.335	6.383	6.431	6.480	6.309	6.576	6.626	6.624	6.673	6.610	6.873	7.006	7.535	7.766	7.761	7.817	7.647	7.819	7.841	8.083	8.129	7.894	7.658	7.621	7.603	7.479	7.753	8.672	8.986	9.017	8.944
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	4.642	4.678	4.713	4.749	4.785	4.659	4.856	4.893	4.892	4.927	4.881	5.077	5.236	5.474	5.623	5.613	5.699	5.546	5.567	5.481	5.690	5.634	5.524	5.357	5.585	5.516	5.232	5.801	6.806	6.990	7.444	7.401
3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción	1.296	1.306	1.316	1.326	1.336	1.301	1.356	1.366	1.366	1.376	1.363	1.293	1.324	1.371	1.446	1.486	1.503	1.506	1.547	1.534	1.535	1.554	1.610	1.677	1.618	1.643	1.190	1.852	2.055	2.094	2.156	2.139

Figura 160.Tendencia de emisiones de GEI 3.A.1. Ganado por subcategoría, 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.A.1. Ganado.

5.3.8.1.1 Método de estimación

Las emisiones de CH_4 por la fermentación entérica del ganado bovino se estimaron a partir de la ecuación general 10.19 de IPCC, 2019 (Gavrilova et al., 2019), bajo un nivel 2, mediante el modelo "AFOLU 1 Colombia". El modelo permitió la estimación de factores de emisión de CH_4 y gestión de estiércol, teniendo en cuenta la caracterización por región y subcategoría de los animales, sistema de producción, clima y dieta. Se utilizaron ecuaciones del *Refinamiento de IPCC de 2019*, ajustadas con la metodología de los requerimientos de nutrientes del ganado de carne (NRC, 2000), el Sistema de la Universidad de Cornell de Carbohidratos y Proteínas Netas para evaluar la nutrición del hato y la excreción de nutrientes (CNCPS versión 5.0; Fox et al., 2003; Fox et al., 2004) y el modelo de requerimientos nutricionales de los rumiantes domesticados (CSIRO, 2007; Freer et al., 1997). Para perfeccionar los datos se recibió apoyo técnico del equipo de emisiones agrícolas de Nueva Zelanda (IDEAM et al., 2022).

Para calcular los factores de emisión de CH_4 entérico se siguió el procedimiento descrito a continuación: 1) Regionalización de la ganadería bovina, 2) Homologación del censo bovino con categorías IPCC, 3) Caracterización de los animales tipo, sistemas de producción y gestión de estiércol, 4) Caracterización de las dietas, 5) Caracterización climática y 6) Cálculo de factores de emisión.

Regionalización de la ganadería bovina: Se llevó a cabo un análisis de clúster espacial que identificó diez agrupaciones. En este proceso se utilizaron variables climáticas como temperatura, precipitación, humedad relativa y brillo solar, las cuales se obtuvieron de las bases de datos hidrometeorológicas de IDEAM, en formato alfanumérico georreferenciado. Además, se consideraron variables edafológicas como la acidez, capacidad de intercambio catiónico (CIC), carbono orgánico y retención de agua en el suelo, extraídas del Sistema de Información de Suelos de América Latina y el Caribe (FAO, 2014), así como de mapas de áreas propensas a inundaciones (IDEAM, 2016), de zonificación de degradación del suelo por salinización (IDEAM, 2014c) y un mapa de pendientes creado a partir de un Modelo Digital de Elevación (DEM) de 90 metros (Jarvis et al., 2018). Para definir variables agro-ecosistémicas, se utilizaron mapas sobre el uso consuntivo del agua (huella hídrica azul del sector agrícola) (IDEAM, 2014b), el índice de vulnerabilidad hídrica (IDEAM, 2010a), el índice de uso del agua (IDEAM, 2010b) y la demanda hídrica del sector pecuario (IDEAM, 2014a). En cuanto a las variables tecnológicas, se emplearon el mapa de distribución de las especies *Bos Taurus* y *Bos indicus* según la temperatura de confort (Moreno & Moreno, 2020) y el mapa de orientación del hato ganadero en Colombia (FEDEGAN, 2012). A partir de esta metodología, se identificaron las regiones ganaderas como: Caribe húmedo, Caribe seco, Cundiboyacense, Eje Cafetero, Valle del Cauca, Magdalena Medio, Orinoquía, Santanderes, Selvas tropicales e Islas, Sur Centro y Sur Occidente (IDEAM et al., 2022).

Homologación del censo bovino a subcategorías IPCC: para la homologación de las subcategorías se empleó el mapa de orientación del hato ganadero de FEDEGAN, (2012) y los censos ganaderos de (ICA, 2021b), los criterios utilizados fueron los siguientes:

1. 3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción: es la suma de las hembras de 2 a 3 años y las mayores a 3 años de todos los municipios con orientación lechera. Se caracterizan por ser de la especie *Bos taurus*, las principales razas en Colombia son Holstein, Pardo Suizo, Ayrshire y Jersey. En Colombia, este animal es criado en climas fríos a templados con temperaturas promedio que van de 10 a 18°C.
2. 3.A.1.a. ii. Vacas de Baja Producción: corresponde a todas las hembras mayores a 3 años en los municipios con orientación al doble propósito. Son empleadas para la producción de leche y de terneros, mediante amamantamiento. Estos animales pueden ser *Bos taurus* puros como las razas Normado o Simmental, (criados en climas de frío a templado, promedio 10 a 18°C), o cruces entre animales de las especies *Bos taurus* (razas lecheras de alta producción) y Bos *indicus* (ganado cebú), principalmente entre las razas Holstein o Pardo

Suizo (*Bos taurus*) con Gyr, Nelore, Brahman o Guzerá (*Bos taurus*), estos animales cruzados son criados en climas cálidos (temperaturas promedio superiores a 19 °C).

3. 3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne: hembras mayores de 3 años en municipios con orientación Ceba, Ceba-Cría y Cría. Se emplean principalmente para la producción de terneros mediante amamantamiento. En Colombia, estos animales se caracterizan por ser en su mayoría de la especie *Bos indicus* (ganado cebú) donde, las principales razas cebú para carne son Nelore, Brahman y Guzerá. En menor medida encontramos, razas criollas, las cuales son *Bos taurus*, pero adaptados a condiciones tropicales. Las principales razas criollas son el Casanareño, Blanco Orejinegro (BON), Costeño con cuernos, Romosinuano y Sanmartinero. En Colombia las vacas de ganadería para producción de carne son criadas en climas cálidos (temperaturas promedio superiores a 19 °C), en regiones húmedas o secas.
4. 3.A.1.a. iv. Toros utilizados con fines reproductivos: corresponde al 55 % de los machos mayores a 3 años, utilizados con fines reproductivos en ganaderías de leche, carne o doble propósito. Los toros criados en climas fríos y templados (menor a 18°C) pertenecen a la especie *Bos taurus* tipo europeo, razas Holstein, Pardo Suizo, Ayrshire, Jersey, Normado o Simmental; los toros criados en climas cálidos (mayor a 18 °C) pertenecen a las especies Bos *indicus* y a las especies *Bos taurus* tipo criollo, razas Nelore, Brahman, Guzerá, Casanareño, Blanco Orejinegro (BON), Costeño con cuernos, Romosinuano y Sanmartinero.
5. 3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos: igual a la suma de todas las novillas y terneros menores de un año, nacidos y criados en ganaderías de leche, carne o doble propósito. Donde, los terneros criados en climas fríos y templados (mayor a 18°C) pertenecen a la especie *Bos taurus y*, los terneros criados en climas cálidos (mayor a 19 °C) pertenecen a la especie *Bos indicus*, cruces con *Bos taurus* tipo europeo y razas criollas (*Bos taurus* criollo). Con el tiempo algunos de estos animales serán seleccionados para conformar el grupo de animales de reemplazo y el resto de ellos serán levantados y cebados para luego ser sacrificados y comercializada su carne.
6. 3.A.1.a.vi. Novillas de reemplazo: animales en los municipios con orientación Ceba, Ceba-Cría, Cría, DP, DP-Ceba, DP-Cría, DP-Cría-Ceba, DP-Cría-Ceba-Leche y No definido. Es la sumatoria de las hembras de 1 a 2 y las de 2 a 3 años. En los municipios con orientación a leche es igual a la suma de todas las hembras entre 1 a 2 años. Para ganadería de carne y doble propósito estos animales son de la especie *Bos indicus* cruzado con *Bos taurus* tipo europeo o razas criollas (*Bos Taurus* criollo). Para la ganadería de leche son hembras de la especie *Bos taurus* tipo europeo.
7. 3.A.1.a.vii. Ganado de engorde: en todos los municipios es la sumatoria de los machos de 1 a 2 años, y de 2 a 3 años y el 45 % de los machos mayores a 3 años. En climas fríos y templados (menor a 18°C) pertenecen a la especie *Bos taurus* tipo europeo; mientras que en climas cálidos (mayor a 19 °C), pertenecen a las especies *Bos indicus*, cruces y *Bos taurus* tipo criollo.

Es importante destacar que la homologación de las subcategorías se realizó para estimar las emisiones derivadas de la fermentación entérica, la gestión del estiércol y las emisiones directas e indirectas de N_2O resultantes de la deposición de orina y estiércol de animales en pastoreo, esta homologación se basó en la tabla 10.1 del *Refinamiento de IPCC de 2019*.

Caracterización de los animales tipo: para la caracterización de los animales en los sistemas de producción y manejo de estiércol, se llevó a cabo una consulta con expertos. Durante este proceso, se identificó la base genética y se determinaron los pesos adultos, los pesos promedio en cada etapa productiva y fisiológica, las ganancias de peso, la producción de leche, y los contenidos de grasa y proteína de esta; además de los sistemas de alimentación y manejo de estiércol, entre otros aspectos. Los valores para estos parámetros para cada región y subcategoría animal se documentan desde el Anexo 5-1 al Anexo 5-7.

Caracterización de las dietas: la caracterización de las dietas se realizó usando la información espacialmente referida de la base de datos AlimenTro (AGROSAVIA, 2018) y la información bromatológica de varios recursos alimenticios recolectados por el proyecto ganadería sostenible de

FEDEGAN. Los valores utilizados en el modelo en cada región y subcategoría se presentan desde el Anexo 5-8 al Anexo 5-14.

Caracterización climática: la temperatura media se modeló espacialmente a través de regresión lineal (promedio anual multianual desde 1981 hasta 2010, en función de la altura al nivel del mar de DEM de 90 metros (A. Jarvis et al., 2018) y espacializada por álgebra de mapas en función del DEM. Adicionalmente, el mapa obtenido se cruzó con el mapa de frontera agrícola (UPRA, 2018), para obtener la temperatura promedio normal en las áreas donde se desarrollan actividades agropecuarias (Ver Tabla 174) (IDEAM et al., 2022).

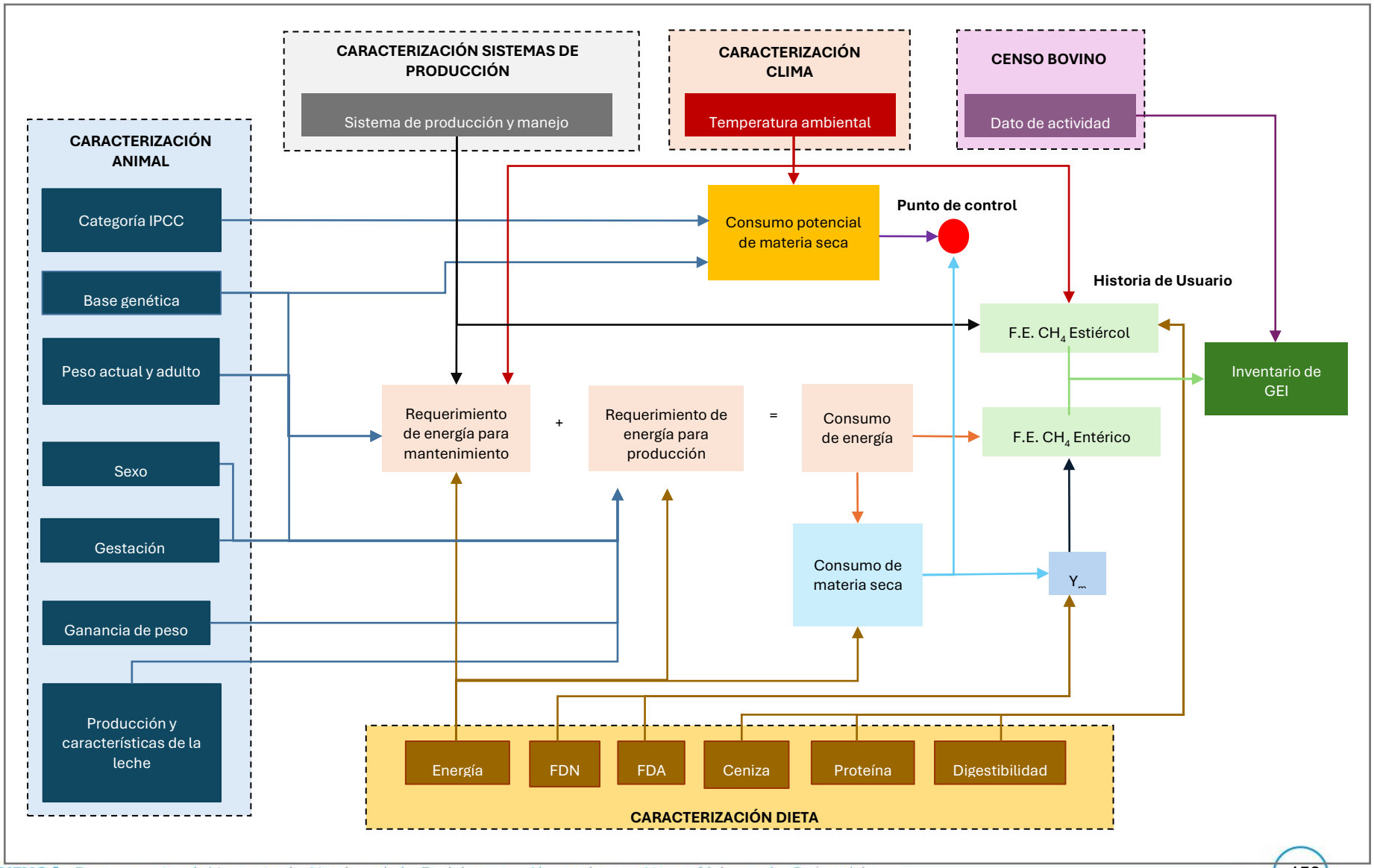
Tabla 174. Temperatura ambiental por regiones ganaderas dentro de la frontera agrícola de Colombia

Región	Temperatura media (°C)
Región Cundiboyacense	16,30
Región Sur Occidente	21,80
Región Orinoquía	27,10
Región Eje Cafetero y Valle del Cauca	22,50
Región Magdalena Medio	26,90
Región Santanderes	21,80
Región Sur Centro	23,80
Región Caribe Seco	27,10
Región Caribe húmedo	27,60
Región Selvas Tropicales e Islas	27,40

Fuente: elaboración propia con base en datos de IDEAM

Cálculo de factores de emisión: El factor de emisión de CH_4 entérico se refiere a la cantidad de metano (kg) que un bovino genera anualmente. Este cálculo relaciona la energía consumida por el animal con el Ym, que indica la proporción de esa energía que se convierte en CH_4. Determinar la cantidad de energía que el bovino consume es un proceso complejo que varía según la especie, el sexo, el estado fisiológico y las condiciones ambientales. La información del cálculo del Ym y otros complementos de la metodología del modelo “AFOLU 1 Colombia” puede consultarse en IDEAM et al. (2022). La estructura del modelo se presenta en la Figura 161.

Figura 161. Estructura del Modelo AFOLU 1 Colombia para factores de CH_4 Fermentación entérica y Gestión de estiércol



Es de resaltar que para cada una de las subcategorías la estimación se realizó a nivel departamental teniendo en cuenta la información generada en cada región ganadera del país. Las emisiones se calcularon multiplicando la población bovina por los factores de emisión determinados en la metodología. Las ecuaciones para el cálculo de emisiones y factores de emisión de CH_4 entérico se presentan a continuación:

3.A.1. Ganado

Ecuación 10.19. Emisiones por fermentación entérica. (IPCC – 2019. Volumen 4. capítulo 10)

$$E_T = \sum_{(P)} EF_{(T,P)} * \left(\frac{N_{(T,P)}}{10^6}\right)$$

Dónde:
E_T = emisiones totales de CH_4 por fermentación entérica de la categoría T, en kt CH_4 $año^{-1}$
$EF_{(T,P)}$ = factor de emisión de la categoría T y el sistema productivo P, en kg CH_4 $cabeza^{-1}$ $año^{-1}$
$N_{(T,P)}$ = dato de actividad, es igual al número de cabezas de ganado especie/categoría T clasificado como sistema productivo P.
T = especie / Categoría animal
P = sistema productivo, ya sea de alta o baja productividad para ser usado en Nivel 1a (avanzado); se omite si se usa el enfoque de Nivel 1.

Ecuación 10.1. Población promedio anual. (IPCC – 2019. Volumen 4. capítulo 10)

$$N_{(T,P)} = Días\ vivo * [\frac{NAPA}{365}]$$

Dónde:
$N_{(T,P)}$ = dato de actividad, es igual al número de cabezas de ganado especie/categoría T clasificado como sistema productivo P (Equivalente a la población promedio anual).
Días vivo = edad al sacrificio de la categoría T. Si los animales son sacrificados con edades menores a 365 días entonces aplicar la ecuación 10.1, en caso contrario $N_{(T,P)}$ = NAPA.
NAPA = número de animales producidos anualmente.

Ecuaciones para determinar los factores de emisión de nivel 2 modelo AFOLU 1 Colombia

Ecuación 10.21. Factores de emisión de CH_4 entérico para una categoría bovina con edad mayor a un año. (Adaptado de IPCC – 2019. Volumen 4. capítulo 10)

$$EF = \frac{GE_t * \left(\frac{Y_m}{100}\right) * PE}{55{,}65}$$

EF = factor de emisión, kg CH_4 $cabeza^{-1}$ $año^{-1}$
GE_t = consumo de energía bruta total para cada una de las categorías IPCC (Mj $día^{-1}$).
Ym = factor de conversión en CH_4, porcentaje de la energía bruta del alimento convertida en CH_4. Se usa $Ym_{t>1}$ o $Ym_{t<1}$ de acuerdo con si el bovino es mayor ($Ym_{t>1}$) o menor a un año ($Ym_{t<1}$) y esta variable deber ser consecuente con el valor de PE.
PE = para animales mayores a un año es igual a 365; para el caso de animales menores a un año es igual 273, y que la alimentación de estos se basa principalmente en leche para sus primeros 3 meses de vida (Church, 1993) y su fermentación entérica es reducida.
Ecuación 10c. Factor de conversión de CH_4 entérico para bovinos mayores a un año. (Adaptado de (Ellis et al., 2007)

$$Y_{m>1} = \left(\frac{\left(3{,}41 + 0{,}52 * (CMS) - 0{,}996 * \left(CMS * \left(\frac{FDA}{100}\right)\right) + 1{,}15 * \left(CMS * \left(\frac{FDN}{100}\right)\right)\right) * 100}{GE_t}\right)$$

Dónde:
$Y_{m>1}$ = factor de conversión de CH_4 entérico para bovinos mayores a un año, %.
CMS = consumo de materia seca, kg $día^{-1}$
FDA = fibra en detergente acido de la dieta, %.
FDN = fibra en detergente neutro de la dieta, %.
GEt = consumo de energía bruta total para cada una de las categorías IPCC, Mj $día^{-1}$

Ecuación 12. Determinación del consumo de materia seca para bovinos mayores a un año. (Adaptado de Pickering & Wear, 2013)

$$CMS = GE_t / GE_{pd}$$

Dónde,
CMS = consumo de materia seca en bovinos mayores de un año, kg $día^{-1}$
GE_t = consumo total de energía bruta, Mj $día^{-1}$.
GE_{pd} = contenido de energía bruta de la dieta, MJ kg^{-1}.

3.A.1. Ganado

Ecuación 10c. Factor de conversión de CH_4 entérico para bovinos menores a un año. Adaptado de Ellis et al. (2007)

$$Y_{m<1} = \left(\frac{\left(3{,}41+0{,}52*\left(CMS_p\right)-0{,}996*\left(CMS_p*\left(\frac{FDA}{100}\right)\right)+1{,}15*\left(CMS_p*\left(\frac{FDN}{100}\right)\right)\right)*100}{\left(CMS_p*GE_{pd}\right)} \right)$$

Dónde,

$Y_{m<1}$ = factor de conversión de CH_4 entérico para bovinos menores a un año, %.
CMS_p = consumo de materia seca potencial para bovinos menores de un año, kg día $^{-1}$.
FDA = fibra en detergente acido de la dieta, %.
FDN = fibra en detergente neutro de la dieta, %.
GE_{pd} = contenido de energía bruta de la dieta, MJ kg $^{-1}$.

Ecuación para estimar el consumo de materia seca bovinos menores a un año (Tabla 11, Ecuación 2). (Adaptado de (Fox et al., 2004)

$$CMS_p = (((Peso + (Gan * 365)) * 0{,}96)\text{^}0{,}75) * (((0{,}2435 * (NE_m/4{,}184)) - (0{,}0466 * ((NE_m/4{,}184)\text{^}2)) - 0{,}0869)/(NE_m/4{,}184)) * 1 * BI * Ajuste\ temp$$

CMSp = consumo de materia seca potencial, kg día $^{-1}$.
Peso = peso promedio del animal tipo de acuerdo con la categoría IPCC (kg).
Gan = ganancia de peso del animal (kg).
NEm = energía neta de mantenimiento de la dieta, Mj kg $^{-1}$
BI = Ajuste de consumo por especie, 1.08 para *Bos Taurus*, 1.04 para cruces (*Bos Taurus x Bos indicus*) y 1 para *Bos indicus* (Fox et al., 2004 (Ecuaciones 17, 18 y 19, Tabla 11)).
Ajuste temp = Ajuste del consumo de materia seca por temperatura ambiental.

Ecuación 5. Ajuste por temperatura del consumo potencial de materia seca. (Adaptado de Freer et al., 2012)

$$Ajuste\ temp = \left(1 - RCMS * (Temp - Temp_C)\right)$$

Ajuste temp = Ajuste del consumo de materia seca por temperatura ambiental.
RCMS = reducción en el consumo de materia seca, 0,02 para *Bos Taurus*, 0,015 para cruces (*Bos Taurus* x *Bos indicus*) y 0,01 para Bos indicus (Freer et al., 2012 (Parámetro C_{15})).
Temp = temperatura ambiental (°C), esta es la temperatura del área donde se encuentran los animales, esta área puede ser un municipio, un departamento o una región ganadera.
$Temp_C$ = Es la temperatura critica superior (°C) del rango de confort térmico para las diferentes especies animales, 16,00 para Bos Taurus, 20,00 para cruces *(Bos Taurus x Bos indicus)* y 25,00 para *Bos indicus* (Nazar, 1980).

Ecuación 10.16. Consumo de energía bruta total para bovinos. (Adaptado de IPCC, 2019; Volumen 4, capítulo 10)

$$GE_t = \left[\frac{\left(\frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_{work} + NE_p}{REM}\right) + \left(\frac{NE_g}{REG}\right)}{\frac{DE_p}{100}} \right] - GE_{milk}$$

GE_t = consumo de energía bruta total para cada una de las categorías IPCC, Mj día $^{-1}$
NE_m = requerimiento de energía neta para mantenimiento, MJ día $^{-1}$
NE_a = requerimiento de energía neta para actividad física, MJ día $^{-1}$
NE_l = requerimiento de energía neta para lactancia, MJ día $^{-1}$
NE_{work} = requerimiento de energía neta para trabajo, MJ día $^{-1}$
NE_p = requerimiento de energía neta para gestación, MJ día $^{-1}$
REM = relación entre la energía disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida.
NE_g = requerimiento de energía neta para ganancia de peso, MJ día $^{-1}$
REG = relación de conversión entre energía neta de ganancia de peso y energía digestible.
DE_p = Energía digestible de la dieta expresada como % de la energía bruta
GE_{milk} = aporte de energía bruta de la leche suministrada al ternero, MJ día $^{-1}$

Ecuación 10.3. Energía neta para mantenimiento. (Adaptado de IPCC, 2019; Volumen 4, capítulo 10)

$$NE_m = \left((a_1 * 4{,}184) + a_2\right) * Peso^{0{,}75}$$

NE_m = requerimiento de energía neta para mantenimiento, MJ día $^{-1}$
a_1 = tasa metabólica basal, 0,073 para *Bos Taurus*, 0,069 para cruces *(Bos Taurus x Bos indicus)* y 0,064 para *Bos indicus* (Fox et al., 2003 (Pagina 2.3 y Tabla 2.1.)).
a_2 = Ajuste por temperatura de la tasa metabólica basal.
Peso = peso promedio del animal tipo de acuerdo con la categoría IPCC (kg)
Ajuste por temperatura de la tasa metabólica basal. (Adaptado de NRC, 1996; Pagina 114)

a_2 = Ajuste por temperatura de la tasa metabólica basal.
Temp = temperatura ambiental (°C), esta es la temperatura del área donde se encuentran los animales, esta área puede ser un municipio, un departamento o una región ganadera.
$Temp_C$ = Es la temperatura critica superior (°C) del rango de confort térmico para las diferentes especies animales, 16 para *Bos Taurus*, 20 para cruces *(Bos Taurus x Bos indicus)* y 25 para *Bos indicus* (Nazar, 1980)
Ecuación 10.4. Energía neta para actividad. (IPCC, 2019; Volumen 4, capítulo 10)

3.A.1. Ganado

$$NE_a = Ca * NE\ m$$

NE_a = requerimiento de energía neta para actividad física, MJ día $^{-1}$
NE_m = requerimiento de energía neta para mantenimiento, MJ día $^{-1}$
C_a = constante correspondiente al sistema de alimentación animal, 0 para confinamiento o estabulación, 0.17 para pastoreo intensivo y 0.36 para pastoreo extensivo (IPCC, 2019; Tabla 10.5)

Ecuación 10.8. Energía neta para lactancia. (IPCC, 2019; Volumen 4, capítulo 10)

$$NE_l = Milk * (1{,}47 + 0{,}40 * Grasa)$$

NE_l = requerimiento de energía neta para lactancia, MJ día $^{-1}$
Grasa = contenido de grasa de la leche, %

Ecuación 10.11. Energía neta para trabajo. (IPCC, 2019; Volumen 4, capítulo 10)

$$NE_{work} = 0.10 *\ NE_m * Horas$$

NE_{work} = requerimiento de energía neta para trabajo, MJ día $^{-1}$
NE_m = requerimiento de energía neta para mantenimiento, MJ día $^{-1}$
Horas = Número de horas de trabajo al año.

Ecuación 10.13. Energía neta para gestación. (IPCC, 2019; Volumen 4, capítulo 10)

$$NE_p = 0{,}10 *\ NE_m$$

NE_p = requerimiento de energía neta para gestación, MJ día $^{-1}$
NE_m = requerimiento de energía neta para mantenimiento, MJ día $^{-1}$

Ecuación 10.14. Relación entre la energía disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida. (IPCC, 2019; Volumen 4, capítulo 10)

$$REM = \left(1{,}123 - \left(4.092 * 0{,}001 * DE_p\right) + \left(1{,}126 * 0{,}00001 * \left(DE_p^2\right)\right) - \left(\frac{25{,}4}{DE_p}\right)\right)$$

REM = relación entre la energía disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida.
DE_p = Energía digestible de la dieta expresada como % de la energía bruta

Ecuación 10.6. Energía neta para ganancia de peso. (IPCC, 2019; Volumen 4, capítulo 10)

$$NE_g = \left(22{,}02 * \left(\left(\frac{Peso}{C * PesoA}\right)^{0{,}75}\right) * \left(Gan^{1{,}097}\right)\right)$$

NE_g = requerimiento de energía neta para ganancia de peso, MJ día $^{-1}$
Peso = peso promedio del animal tipo de acuerdo con la categoría IPCC, kg.
C = coeficiente de condición sexual, 0,80 para hembras, 1,00 para machos castrados y 1,20 para toros de reproducción (IPCC, 2019 (Página 10.24)).
PesoA = peso adulto promedio del animal tipo de acuerdo con la categoría IPCC, kg.
Gan = ganancia de peso del animal, kg

Ecuación 10.15. Relación entre la energía disponible en una dieta para crecimiento y la energía digerible consumida. (IPCC, 2019; Volumen 4, capítulo 10)

$$REG = \left(1{,}164 - \left(5{,}16 * 0{,}001 * DE_p\right) + \left(1{,}308 * 0{,}00001 * \left(DE_p^2\right)\right) - \left(\frac{37{,}4}{DE_p}\right)\right)$$

REG = relación entre la energía disponible en una dieta para crecimiento y la energía digerible consumida.
DE_p = Energía digestible de la dieta expresada como % de la energía bruta.

Energía digestible de la dieta expresada como % de la energía bruta. (Adaptado de IPCC, 2019; Volumen 4, capítulo 10)

$$DE_p = \left(\frac{DE}{GE}\right) * 100$$

DE_p = Energía digestible de la dieta expresada como % de la energía bruta.
DE = Energía digestible de la dieta, MJ kg^{-1}
GE = Energía bruta de la dieta, Mj kg^{-1}

Ecuación 4. Tabla 4. Energía bruta de la leche suministrada al ternero. (Adaptado de Tyrrell & Reid, 1965)

$$GE_{milk} = \left(\frac{Leche}{365}\right) * \left(\left(\frac{(44{,}01 * Grasa + 163.56) * 4{,}184}{0{,}4536}\right) * 0{,}001\right)$$

GE_{milk} = aporte de energía bruta de la leche suministrada al ternero, MJ día $^{-1}$
Leche = total de leche que se le suministra al ternero durante el amamantamiento o lactancia, kg.
Grasa = contenido de la grasa de la leche, %

Cuadro 38. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI y factores de emisión de fermentación entérica de Ganado (3.A.1.)

5.3.8.1.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión desarrollados y empleados a nivel regional para calcular la emisión de las subcategorías:

Tabla 175. Factores de emisión nivel 2, modelo AFOLU 1 Colombia – Ganado (3.A.1.) seri 1990-2021

Región ganadera	kg CH4.animal $^{-1}$ año $^{-1}$						
	3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción	3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	3.A.1.a.vi. Novillas de reemplazo	3.A.1.a.vii. Ganado de engorde
Caribe húmedo	NA	68,13	66,1	74,22	15,46	58,37	54,89
Caribe Seco	NA	62,73	72,03	78,4	16,78	57,08	56,44
Cundiboyacense	82,97	71,29	71,8	76,22	18,46	61,11	63,84
Eje Cafetero y Valle del Cauca	83,6	76,1	78,56	69,31	20,55	63,79	57,29
Magdalena Medio	NA	61,99	76,96	74,05	20,66	64,7	63,27
Orinoquía	NA	70,56	70,71	80,83	19,18	57,97	51,09
Santanderes	NA	72,13	69,07	77,64	17,53	60,04	56,56
Selvas tropicales e Islas	NA	60,26	66,78	73,68	17,86	57,08	49,5
Sur Centro	NA	70,63	68,18	73,82	18,65	63,03	50,56
Sur Occidente	79,29	69	69,94	75,13	16,64	59,34	56,27

En el Anexo 5-22, se presenta la información adicional a nivel nacional, tal como se requiere en las tablas CRT. Aquí se incluyen los datos de los principales parámetros para el desarrollo del factor de emisión (nivel 2), los cuales son valores promedios ponderados calculados a partir de la participación de las poblaciones animales en las regiones ganaderas del país.

5.3.8.1.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestran las fuentes de información del dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión.

Tabla 176. Datos de actividad para la categoría 3.A.1 Ganado

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3.A.1. Ganado	Cabezas de animales	1990 - 2000	Registro Único de Vacunación- RUV-ICA-FEDEGAN	Se toma como base el RUV y el área de pastizales para obtener la capacidad de carga y estimar poblaciones.
		2001-2013	Inventario Bovino-FEDEGAN	Datos a escala municipal, homologados para las subcategorías que propone el nivel metodológico 2 del IPCC (2019), con información del inventario bovino de FEDEGAN.
		2014-2021	Censo Pecuario Nacional - ICA	Datos consolidados anualmente por el ICA a escala municipal, resultado de la recopilación del registro único de vacunación, homologado para las

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
				subcategorías que propone el nivel metodológico 2 del IPCC, (2019).

El dato de actividad del ganado bovino de la serie temporal 1990-2000, provino del Registro Único de Vacunación (RUV) y la dinámica del área de pastizales en Colombia. Este último permitió obtener la capacidad de carga y estimar las poblaciones bovinas en la serie de tiempo. Para la información de 2001 a 2013 se empleó el inventario ganadero de FEDEGAN, el cual presenta el dato de actividad a escala municipal. Finalmente, para 2014-2021 se utilizó el Censo Pecuario Nacional de ICA a escala municipal. A continuación, se presentan los datos de actividad por subcategoría obtenidos a partir de las fuentes relacionadas.

Tabla 177. Datos de actividad para la categoría 3.A.1 Ganado (cabezas de ganado por subcategoría)

Año	3.A.1.a.i. Vacas de Alta producción	3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	3.A.1.a.vi. Novillas de reemplazo	3.A.1.a.vii. Ganado de engorde
1990	561.705	2.414.624	3.155.344	355.736	3.742.348	4.072.103	4.515.945
1991	566.016	2.433.156	3.179.561	358.466	3.771.070	4.103.356	4.550.604
1992	570.327	2.451.688	3.203.778	361.197	3.799.792	4.134.609	4.585.264
1993	574.638	2.470.219	3.227.995	363.927	3.828.514	4.165.862	4.619.923
1994	578.949	2.488.751	3.252.212	366.657	3.857.236	4.197.115	4.654.583
1995	563.688	2.423.148	3.166.484	356.992	3.755.560	4.086.479	4.531.888
1996	587.571	2.525.815	3.300.646	372.118	3.914.681	4.259.621	4.723.901
1997	592.066	2.545.255	3.325.853	374.967	3.944.687	4.292.230	4.760.068
1998	591.882	2.544.347	3.324.863	374.848	3.943.403	4.290.874	4.758.561
1999	596.193	2.562.879	3.349.080	377.578	3.972.125	4.322.127	4.793.220
2000	590.613	2.538.894	3.317.736	374.044	3.934.950	4.281.677	4.748.361
2001	559.321	2.642.754	3.447.202	379.094	3.596.391	4.689.702	4.890.515
2002	572.904	2.725.135	3.511.558	370.022	3.711.719	4.749.954	4.835.833
2003	593.186	2.848.916	3.776.843	385.619	4.008.349	4.900.752	5.005.992
2004	625.626	2.925.136	3.890.337	379.537	4.022.016	5.109.917	5.181.232
2005	643.183	2.919.768	3.887.654	362.572	4.265.184	5.108.532	5.137.271
2006	650.633	2.966.351	3.915.457	373.716	4.273.893	5.136.043	5.276.741
2007	651.914	2.884.252	3.832.224	369.735	4.112.851	5.160.718	5.312.603
2008	669.689	2.896.596	3.918.935	370.798	4.124.079	5.215.704	5.427.171
2009	664.404	2.853.745	3.929.639	379.318	4.077.612	5.201.540	5.433.993
2010	664.855	2.960.674	4.051.665	400.252	4.309.632	5.229.444	5.552.843
2011	673.336	2.928.797	4.078.814	397.257	4.079.493	5.273.253	5.617.095
2012	697.510	2.872.039	3.959.738	383.886	4.040.347	5.167.699	5.545.532
2013	726.415	2.787.024	3.843.093	409.181	3.887.977	5.090.451	5.655.477
2014	701.062	2.901.670	3.825.227	400.032	4.076.096	5.069.135	5.601.558
2015	711.864	2.865.960	3.813.172	415.017	4.078.459	4.982.439	5.660.872
2016	517.354	2.720.240	3.749.849	431.908	4.172.255	4.968.937	6.128.877
2017	802.084	3.008.513	3.887.496	433.730	4.293.960	5.248.560	5.800.679
2018	889.547	3.529.064	4.351.324	485.612	5.133.187	5.739.848	6.284.645
2019	906.499	3.622.488	4.506.313	521.774	5.569.422	5.717.001	6.390.530
2020	933.079	3.856.125	4.524.036	534.466	5.838.222	5.984.310	6.575.024
2021	926.088	3.840.399	4.488.938	540.050	5.897.282	6.013.780	6.266.853

5.3.9 Subcategoría: 3.A.2. Ovinos

i. Descripción de la subcategoría

En esta subcategoría se calculan las emisiones de CH_4 por la fermentación entérica de los ovinos. En Colombia, los ovinos pertenecen al grupo de especies menores y representan una de las principales actividades para pequeños productores, campesinos y comunidades indígenas en varias regiones del país. Estos animales son una importante fuente de proteína para asegurar la soberanía alimentaria y nutricional (AGROSAVIA, 2022).

Es de resaltar que la tendencia de crecimiento de la población ovina en la última década ha sido positiva, ya que, según ICA, el inventario ovino en Colombia para el año 2021 registra 1.779.697 cabezas de animales (ICA, 2021a). Actualmente el país dispone todos sus esfuerzos para mejorar las condiciones de producción y promover el desarrollo de la cadena en sus diferentes eslabones, para fortalecer el consumo interno y competir en mercados internacionales importantes (SIOC, 2023).

Los ovinos representaron en promedio el 0,74 % de las emisiones de la categoría 3.A. En la Figura 162 se muestra la tendencia de las emisiones cuyo promedio histórico es de 262,03 kt CO_2eq, cuantificando 356,58 kt CO_2eq para 1990 y 249,16 kt CO_2eq para el año 2021 (reducción de emisiones de -30,13 %). Se observa que el comportamiento de las emisiones se presenta de forma de forma bidireccional, que pone de manifiesto la caída del inventario animal desde finales de los años 90 hasta 2012, atribuida principalmente a la disminución en el consumo de carne ovina. De acuerdo con Espinal et al. (2006), durante el periodo de 1994-2005 se presentó la tasa de crecimiento más baja para las carnes en el país; mientras que en 2005 el consumo de carne ovina fue de 310 g por persona al año, la carne de bovino se estimó en más de 17 kg. habitante. año y el pollo y cerdo en 16.5 y 2.6 kg. habitante. año respectivamente. El curso de las emisiones entre 2012 y 2021 presentan un crecimiento lineal, el cual responde a estrategias que se han implementado para incentivar la producción ovina en el país.

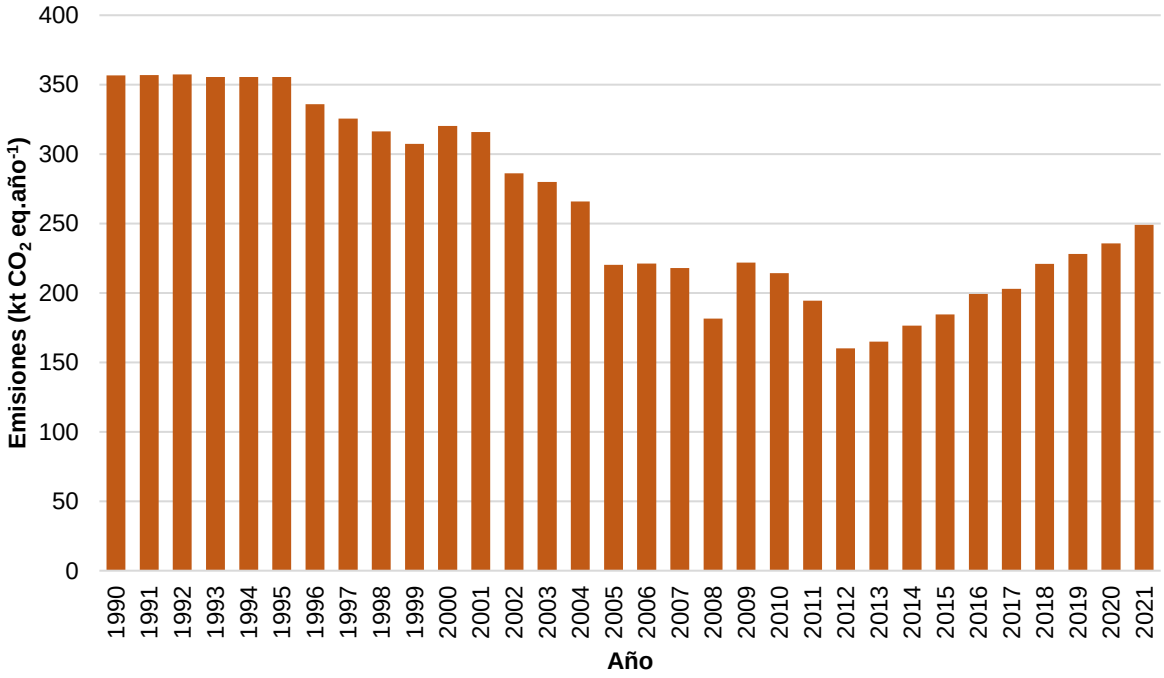


Figura 162. Tendencia de emisiones de GEI 3.A.2.a.i Ovinos, 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.A.2. Ovinos.

5.3.9.1.1 Método de estimación

La estimación se realizó aplicando metodología de nivel 1, utilizando la ecuación 10.19, del *Refinamiento de IPCC de 2019,* junto con el factor de emisión predeterminado y establecido en la tabla 10.10 del mismo documento. La ecuación para el cálculo de emisiones de CH_4 entérico se presenta en la categoría 3.A.1.

5.3.9.1.2 Factor de emisión

La Tabla 178 presenta el factor de emisión para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 178. Metodología y factores de emisión – Ovinos (3.A.2.)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
3.A.2. Ovinos	Nivel 1	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.10	5 kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}

Dado que las emisiones se calcularon en un nivel 1, las tablas CRT no incluyen información sobre el consumo energético bruto medio y sobre la tasa de conversión media de CH_4 (Ym).

5.3.9.1.3 Dato de actividad

La Tabla 179 muestra la fuente de información y algunos comentarios relevantes del dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión.

Tabla 179. Datos de actividad para la categoría 3.A.2. Ovinos

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3.A.2. Ovinos	Cabezas de animales	1990 - 2004	FAOSTAT (Hood and Agriculture Organization Statistics)	Base de datos FAOSTAT
		2005-2021	Censo Pecuario Nacional - ICA	Datos reportados anualmente a nivel departamental

Referente a los datos de actividad, estos se descargaron directamente de las páginas oficiales de FAOSTAT (Censo mundial del ganado) e ICA (Censo Pecuario Nacional-Dirección Técnica de Vigilancia Epidemiológica). La información extraída de ICA se recopiló a nivel subnacional y se agregó a nivel nacional para realizar la cuantificación. Los datos se consolidan en la siguiente tabla:

Tabla 180. Datos de actividad para la categoría 3.A.2. Ovinos (cabezas)

Año	Dato de actividad	Año	Dato de actividad	Año	Dato de actividad	Año	Dato de actividad
1990	2.547.000,00	**2000**	2.288.000,00	**2010**	1.529.817,00	**2020**	1.682.767,00
1991	2.550.000,00	**2001**	2.256.030,00	**2011**	1.388.576,00	**2021**	1.779.697,00
1992	2.553.000,00	**2002**	2.044.670,25	**2012**	1.142.893,00		
1993	2.540.000,00	**2003**	2.000.000,05	**2013**	1.177.944,00		
1994	2.540.000,00	**2004**	1.900.000,28	**2014**	1.260.916,00		
1995	2.540.000,00	**2005**	1.573.275,00	**2015**	1.318.241,00		
1996	2.400.000,00	**2006**	1.579.557,00	**2016**	1.423.466,00		
1997	2.325.100,00	**2007**	1.556.389,00	**2017**	1.449.705,00		
1998	2.260.350,00	**2008**	1.297.119,00	**2018**	1.578.684,00		
1999	2.195.600,00	**2009**	1.584.889,00	**2019**	1.629.120,00		

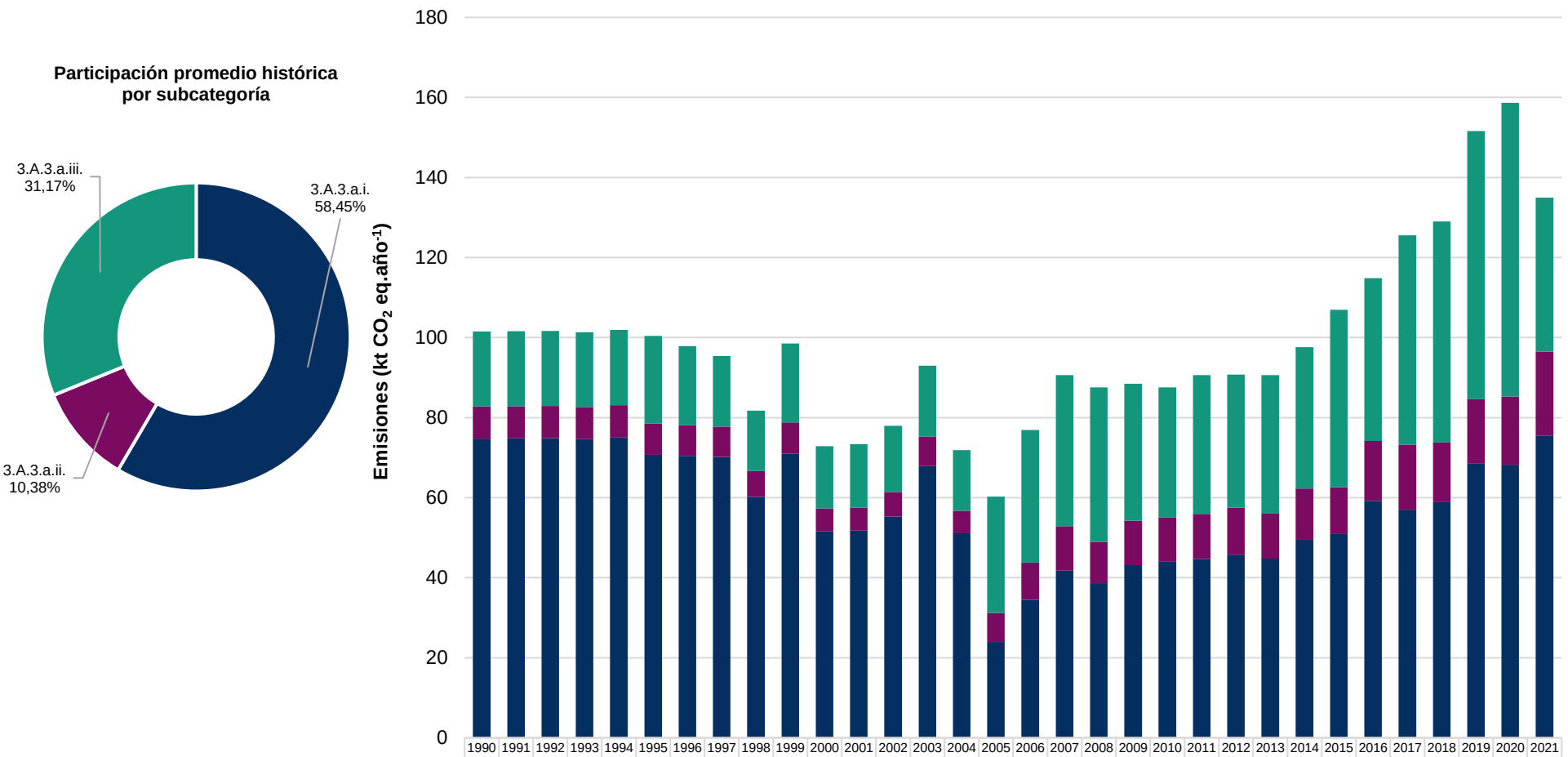
5.3.10 Subcategoría: 3.A.3. Porcinos

i. Descripción de la subcategoría

En esta subcategoría se calculan las emisiones de CH_4 por la fermentación entérica de los porcinos. La carne de cerdo es la tercera más consumida después de la carne de pollo y de bovino. La cadena porcina se destaca por tener una alta tasa de expansión en los últimos años, gracias a la alta tasa de crecimiento en producción y consumo per cápita (Porkcolombia, 2024). Colombia es el país de mayor crecimiento en América Latina en la última década (150 %), presentando un crecimiento anual compuesto de 8,3 %, valor superior a los países de Brasil, México, Chile y Argentina los cuales son importantes productores de la región (Montoya, 2022). El sector contribuye con el 4 % del PIB agropecuario y 17 % del PIB pecuario y tiene como objetivo abastecer la demanda interna (Trujillo et al., 2019). En el país se identifican tres tipos de sistemas de producción porcina dependiendo el grado de tecnificación: 1) Tecnificado: posee un manejo empresarial de la producción, comercializando animales en pie o en canal y articulándose con otros eslabones de la cadena como transformadores y comercializadores de carne. Se presenta el agrupamiento de animales de acuerdo con la edad o estado fisiológico implementando planes de seguimiento técnico y sanitario; 2) Semitecnificado: presenta características similares al sistema tecnificado, sin embargo, no cuenta con la presencia de un seguimiento técnico constante, sino visitas y seguimientos programados; 3) Traspatio: sistema dedicado al autoconsumo y venta ocasional en el mercado local, se utilizan pocos insumos y poco uso de genética mejorada y no se cuenta con programas sanitarios, bioseguridad o asistencia técnica (MADR, 2011). Conforme al Censo Pecuario Nacional 2021 de ICA, se registra un total de 5.950.113 porcinos de los cuales el 76,90 % corresponde a animales de predios tecnificados y el restante (23,10 %) son animales de traspatio.

1. Para la cuantificación de la presente subcategoría y basándose en las directrices de IPCC, 2019, las poblaciones porcinas del país se subdividieron en tres subcategorías: Porcinos de alta producción menores a 6 meses (tecnificado)
2. Porcinos de alta producción mayores a 6 meses (tecnificado)
3. Porcinos de baja producción (traspatio o de subsistencia)

Esta diferenciación permitió asignar factores de emisión por defecto de acuerdo con el nivel de tecnificación sugerido por IPCC, 2019. La Figura 163 muestra la tendencia de las emisiones en cada una de las subcategorías estimadas. 3.A.3 Porcinos aportó en promedio el 0,28 % del total de las emisiones de la categoría 3.A. Esta subcategoría muestra un promedio histórico de 98,55 kt CO_2eq, cuantificando 101,52 en 1990 y 134,96 kt CO_2eq para el año 2021 (incremento de 32,94 % desde 1990). La mayoría de las emisiones se deben a la subcategoría 3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses que aporta dentro de la subcategoría en promedio, el 58,45 %, seguida de 3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad con 31,17 %. La tendencia de la serie de tiempo se muestra de forma creciente, observándose dos periodos marcados. El primero entre 2000 y 2006, registró un descenso de las emisiones como resultado de un menor número de animales existentes en el país, posiblemente por el incremento del consumo per cápita de la carne de cerdo (MADR, 2006; (MADR, 2007), que influyó en el aumento de las tasas de sacrificio en el país (El Tiempo, 2003). El segundo periodo (2014-2021), es un rápido ascenso, pasando de 97,60 kt CO_2eq en 2014 a 134,96 kt CO_2eq en 2021 (tasa de crecimiento anual compuesta de 4,74 %). La porcicultura en los últimos años ha incrementado en términos de inventario y de producción debido a los esfuerzos de los actores del sector, por incentivar el consumo y mejorar la cadena de producción (BMC, 2020b; UPRA, 2021); para el año 2021, el consumo de carne de cerdo fue de 12,2 kg.hab (Porkcolombia, 2024). El año con el mayor volumen de emisiones fue el 2020 (158,66 kt CO_2eq), provocado por una sobreoferta de cerdos vivos causada por la pandemia del COVID 19, la cual llevó a la disminución en la demanda de carne de cerdo (consumo de 10,8 kg.hab), por medidas de restricción, cuarentena obligatoria, aumento de desempleo y disminución de la capacidad adquisitiva de los hogares (FINAGRO, 2020; Porkcolombia, 2020).



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad	18,71	18,73	18,74	18,68	18,79	21,86	19,72	17,58	15,06	19,72	15,53	15,83	16,55	17,72	15,16	29,10	33,12	37,78	38,61	34,24	32,48	34,67	33,28	34,61	35,30	44,33	40,68	52,32	55,24	67,00	73,41	38,48
3.A.3.a.ii. Porcinos > 6 meses	8,06	8,07	8,08	8,05	8,10	7,85	7,71	7,58	6,49	7,76	5,70	5,74	6,11	7,37	5,64	7,24	9,34	11,09	10,32	11,08	11,11	11,25	11,71	11,20	12,81	11,68	14,97	16,23	14,88	16,09	17,01	20,96
3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses	74,74	74,80	74,86	74,60	75,04	70,69	70,45	70,21	60,16	71,02	51,60	51,80	55,31	67,92	51,10	23,95	34,46	41,78	38,64	43,16	43,98	44,71	45,78	44,79	49,50	50,93	59,20	56,99	58,92	68,50	68,25	75,53

Figura 163. Tendencia de emisiones de GEI 3.A.3 Porcinos, 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.A.3. Porcinos.

5.3.10.1.1 Método de estimación

La estimación se realizó aplicando metodología de nivel 1, utilizando la ecuación 10.19, junto con el factor de emisión predeterminado y establecido en la tabla 10.10 del *Refinamiento de IPCC de 2019*. Adicionalmente se empleó la ecuación 10.1 para determinar la población promedio.

5.3.10.1.2 Factor de emisión

La Tabla 181 presenta los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 181. Metodología y factores de emisión – Porcinos (3.A.3.)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses	Nivel 1 avanzado	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.10	1,50 kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
3.A.3.a.ii. Porcinos > 6 meses			1,50 kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad			1,00 kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}

Dado que las emisiones se calcularon en un nivel 1, las tablas CRT no incluyen información sobre el consumo energético bruto medio ni sobre la tasa de conversión media de CH_4 (Ym).

5.3.10.1.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 182. Datos de actividad para la categoría 3.A.3. Porcinos

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3.A.3. Porcinos	Cabezas de animales	1990 - 2004	FAOSTAT	Base de datos FAOSTAT, población media ajustada con ecuación 10.1 IPCC (2019).
		2005-2021	Censo Pecuario Nacional - ICA	Datos reportados anualmente a nivel departamental, población media ajustada con ecuación 10.1 IPCC (2019).

Los datos de actividad se descargaron directamente de las páginas oficiales de FAOSTAT (Censo mundial del ganado) e ICA (Censo Pecuario Nacional-Dirección Técnica de Vigilancia Epidemiológica). Los datos extraídos de ICA se reportan de forma departamental por lo que se agregaron a nivel nacional para realizar la cuantificación. La población media al año se ajustó mediante la ecuación 10.1 Volumen 4, Capítulo 10, IPCC (2019). En la siguiente tabla se compilan los datos de actividad utilizados por subcategoría.

Tabla 183. Datos de actividad para la categoría 3.A.3. Porcinos (Cabezas)

Año	3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses	3.A.3.a.ii. Porcinos > 6 meses	3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad
1990	1.779.627,74	191.996,31	668.375,94
1991	1.780.975,94	192.141,77	668.882,29
1992	1.782.324,15	192.287,22	669.388,63
1993	1.776.257,24	191.632,68	667.110,08
1994	1.786.773,22	192.767,21	671.059,57
1995	1.683.028,95	186.793,79	780.784,27
1996	1.677.400,23	183.576,98	704.326,29
1997	1.671.771,52	180.360,17	627.868,31
1998	1.432.465,51	154.542,49	537.992,00

Año	3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses	3.A.3.a.ii. Porcinos > 6 meses	3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad
1999	1.690.968,71	184.856,29	704.165,00
2000	1.228.633,66	135.821,65	554.589,69
2001	1.233.417,20	136.647,97	565.224,83
2002	1.316.846,31	145.452,17	590.957,52
2003	1.617.181,33	175.361,80	632.750,87
2004	1.216.564,66	134.220,38	541.528,96
2005	570.240,59	172.266,59	1.039.264,94
2006	820.521,55	222.491,38	1.182.814,02
2007	994.799,74	264.070,72	1.349.154,93
2008	920.085,12	245.667,73	1.378.866,01
2009	1.027.661,13	263.834,69	1.222.906,55
2010	1.047.171,52	264.497,93	1.160.031,69
2011	1.064.627,07	267.972,17	1.238.042,30
2012	1.090.052,69	278.844,92	1.188.504,63
2013	1.066.394,94	266.605,77	1.235.938,80
2014	1.178.491,60	305.010,10	1.260.581,27
2015	1.212.664,35	278.040,00	1.583.205,00
2016	1.409.550,15	356.450,00	1.452.822,00
2017	1.356.970,64	386.540,00	1.868.591,00
2018	1.402.826,60	354.300,12	1.972.752,76
2019	1.630.985,14	383.163,00	2.392.787,00
2020	1.624.900,00	405.024,00	2.621.866,00
2021	1.798.263,00	499.010,00	1.374.296,00

5.3.11 Subcategoría: 3.A.4. Otro Ganado

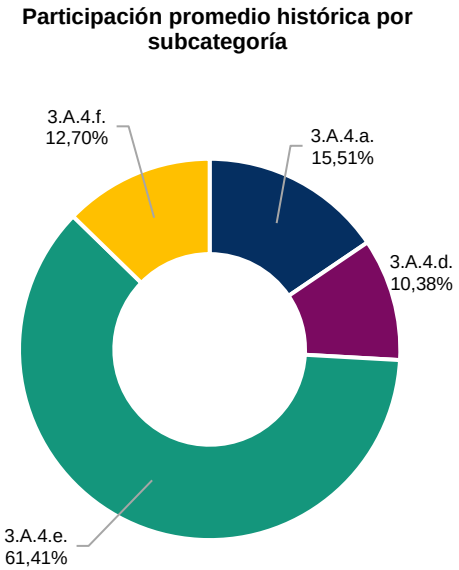
i. Descripción de la subcategoría

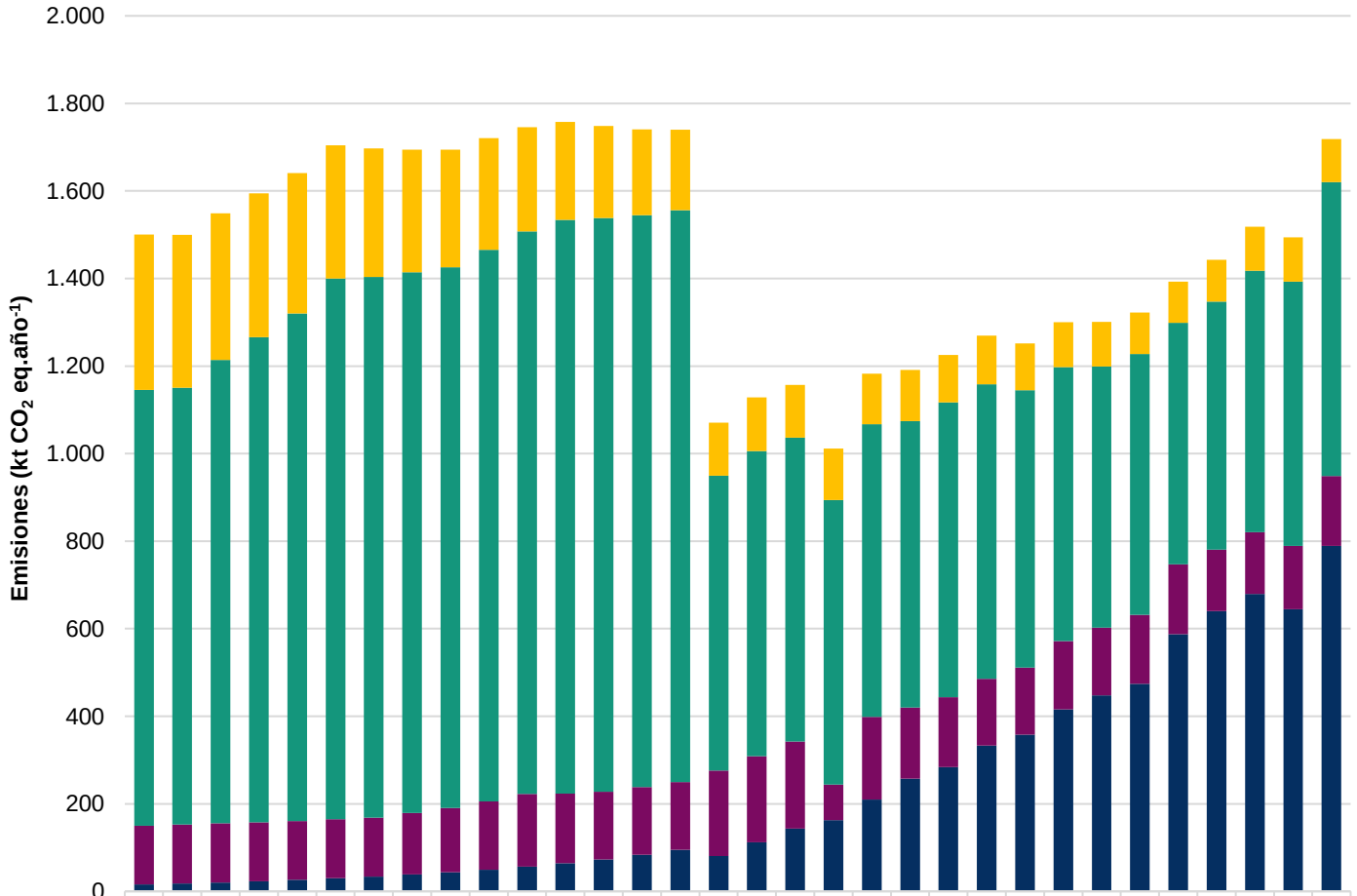
En esta subcategoría se calculan las emisiones de CH_4 por la fermentación entérica de Búfalos, Caprinos, Caballos, Mulas y Asnos.

1. Búfalos: en Colombia, áreas extensas de tierras inundables con suelos mal drenados y baja fertilidad, presentan desafíos para la producción eficiente del ganado bovino. En estos ambientes, el búfalo está ganando relevancia debido a su capacidad para habitar y alimentarse en entornos húmedos. Estudios indican que los búfalos tienen una capacidad superior para aprovechar forrajes de baja calidad y adaptarse al clima tropical en comparación con el ganado vacuno de razas *Bos indicus* y *Bos taurus*, lo que se traduce en una producción eficiente de carne y leche. Además, los búfalos pueden desplazarse largas distancias sin afectar su productividad y tienen la capacidad de realizar trabajos de cargar o tiro. Son resistentes a enfermedades y muestran una alta eficiencia reproductiva, lo que los hace adecuados para las condiciones particulares de estas áreas ganaderas específicas en Colombia (Angulo et al., 2005; Gutiérrez, 2013). La tendencia de crecimiento del ganado bufalino ha mostrado un aumento gradual y sostenido en las últimas décadas, esto debido a su capacidad de adaptación, eficiencia en la producción y beneficios económicos que ofrece frente a los sistemas de producción de ganadería bovina. De acuerdo con el Censo Pecuario Nacional de ICA, para 2021 en el país se contabilizó un total de 414.637 búfalos (ICA, 2021b).
2. Caprinos: la producción de caprinos ha sido históricamente artesanal y limitada a regiones específicas, con escasos recursos de tierra, infraestructura y tecnología disponible. Esta actividad es reconocida a nivel nacional por su importancia social en las comunidades rurales y entre los pueblos indígenas, no solo por su contribución al suministro de alimentos y recursos económicos, sino también por su papel en el mantenimiento de los aspectos socioculturales locales. En el país, las explotaciones caprinas muestran una diversidad productiva tradicional, destacándose principalmente en la producción de carne y productos lácteos (Rua, 2019). De acuerdo con el Censo Pecuario Nacional de ICA, para el año 2021 la población caprina estuvo compuesta por 1.136.838 animales aproximadamente (ICA, 2021a).

3. Equinos: los equinos cumplen un papel fundamental en la economía rural, el deporte, la cultura y la tradición del país. Son considerados dinamizadores económicos al generar miles de empleos y contribuir significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario del país. Se utilizan en una variedad de actividades que van desde trabajos de campo como vaquería y transporte pesado, hasta servicios de salud como la hipoterapia y la equinoterapia. Además, participan activamente en deportes como chalanería, competencias ecuestres y exhibiciones. El sector equino no solo se centra en la cría y venta de caballos, sino que también incluye la prestación de servicios y la producción de insumos para su mantenimiento (CEAM, 2014; Ortiz & Soto, 2024). Para el año 2021 la población equina fue informada en 1.684.630 animales aproximadamente (ICA, 2021a).

La Figura 164 muestra el comportamiento de las emisiones en cada subcategoría. La categoría 3.A.4 Otro Ganado representó el 4,13 % de las emisiones de la categoria 3.A. Esta tiene un promedio histórico de 1.468,88 kt CO_2eq, y se estima que alcanzó 1.500,54 kt CO_2eq en 1990 y 1.718,64 kt CO_2eq en el año 2021 (incremento de emisiones de 14,53 % desde 1990). La mayoría de las emisiones corresponden a la subcategoría 3.A.4.e. Caballos la cual tiene una participación promedio histórica dentro de la subcategoría de 61,41 %, seguida de 3.A.4.a. Búfalos con 15,51 %. La tendencia de las emisiones presenta dos periodos diferenciados, que se asocian con la fuente de información empleada para los datos de actividad de 3.A.4.e. Caballos y 3.A.4.f. Mulas y asnos. En 1990-2004 se utilizó la fuente FAOSTAT que arrojó valores superiores a los que se reportaron en el Censo Pecuario Nacional de ICA, este último se utilizó para los datos de actividad de 2005-2021. Las discrepancias entre los valores reportados por las fuentes de información empleadas pueden deberse a diferencias en la metodología de recolección de datos, criterios de clasificación, alcance geográfico y fuentes de información utilizadas por cada institución. Por otro lado, entre 2005 y 2021 las emisiones presentaron una tendencia creciente, evidenciando el incremento en las poblaciones animales, principalmente del sector equino y bufalino.





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.A.4.f. Mulas y asnos	355	348	334	328	321	304	294	280	268	254	238	224	210	196	184	120	122	120	117	115	117	108	111	107	102	101	94,	94,	95,	100	101	98,
3.A.4.e. Caballos	995	997	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	673	697	693	649	668	654	673	672	633	625	596	595	551	566	597	603	671
3.A.4.d. Caprinos	134	134	135	134	134	135	134	140	147	156	165	158	154	154	154	194	196	198	81,	188	162	159	152	152	156	155	157	159	140	140	144	159
3.A.4.a. Búfalos	15,	17,	20,	23,	26,	29,	33,	38,	43,	49,	56,	64,	73,	83,	94,	80,	112	143	162	209	257	283	333	358	415	447	474	587	640	679	644	789

Figura 164. Tendencia de emisiones de GEI 3.A.4 Otro Ganado, 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.A.4. Otro Ganado.

5.3.11.1.1 Método de estimación

La determinación de las emisiones de la subcategoría se basó en metodología de nivel 1 de acuerdo con el *Refinamiento de IPCC de 2019*, empleando la ecuación 10.19 y factores de emisión por defecto.

5.3.11.1.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 184. Metodología y factores de emisión – Otro Ganado (3.A.4.)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
3.A.4.a. Búfalos	Nivel 1	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.11	68 kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
3.A.4.d. Caprinos		IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.10	5 kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1} (baja producción)
3.A.4.e. Caballos		IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.10	18 kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
3.A.4.f. Mulas y asnos		IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.10	10 kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}

Dado que las emisiones se calcularon en un nivel 1, las tablas CRT no incluyen información sobre el consumo energético bruto medio y sobre la tasa de conversión media de CH_4 (Ym).

5.3.11.1.3 Dato de actividad

La Tabla 185 muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo, junto con su fuente de información y algunos comentarios relevantes:

Tabla 185. Datos de actividad para la categoría 3.A.4. Otro Ganado

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3.A.4.a. Búfalos	Cabezas de animales	1990 - 2004	Censo Pecuario Nacional - ICA	Regresión no lineal a partir de Censo Pecuario Nacional
		2005-2021	Censo Pecuario Nacional - ICA	Datos reportados anualmente a nivel departamental.
3.A.4.d. Caprinos	Cabezas de animales	1990 - 2004	FAO	Tomado de FAOSTAT
		2005-2021	Censo Pecuario Nacional - ICA	Datos reportados anualmente a nivel departamental.
3.A.4.e. Caballos	Cabezas de animales	1990 - 2004	FAO	Tomado de FAOSTAT
		2005-2021	Censo Pecuario Nacional - ICA	Desagregación del Censo Pecuario Nacional por especie de équido, a partir de Encuesta Nacional Agropecuaria.
3.A.4.f. Mulas y asnos	Cabezas de animales	1990 - 2004	FAO	Tomado de FAOSTAT
		2005-2021	Censo Pecuario Nacional - ICA	Desagregación del Censo Pecuario Nacional por especie de équido, a partir de Encuesta Nacional Agropecuaria.

Los datos de actividad de FAO se descargaron directamente de las páginas oficiales de FAOSTAT (Censo mundial del ganado). Para el caso de ICA, los datos se extrajeron del Censo Pecuario Nacional-Dirección Técnica de Vigilancia Epidemiológica (Ver Tabla 186).

Tabla 186. Datos de actividad para la categoría 3.A.4. Otro Ganado (Cabezas)

Año	3.A.4.a. Búfalos	3.A.4.d. Caprinos	3.A.4.e. Caballos	3.A.4.f. Mulas y asnos
1990	8.321,20	959.000,00	1.975.000,00	1.268.000,00
1991	9.431,35	964.000,00	1.980.000,00	1.245.000,00
1992	10.694,65	967.999,79	2.100.000,00	1.195.000,00
1993	12.130,97	960.000,00	2.200.000,00	1.172.000,00
1994	13.766,71	960.000,00	2.300.000,00	1.147.000,00
1995	15.628,85	965.000,00	2.450.452,00	1.086.384,00
1996	17.750,37	963.000,00	2.450.000,00	1.050.000,00
1997	20.168,01	1.006.400,00	2.450.000,00	1.000.000,00
1998	22.923,93	1.050.400,00	2.450.000,00	960.000,00
1999	26.067,37	1.114.900,00	2.500.000,00	910.000,00
2000	29.654,21	1.185.000,00	2.550.000,00	850.000,00
2001	33.748,73	1.135.507,00	2.600.000,00	800.000,00
2002	38.425,31	1.104.980,32	2.599.999,65	749.999,57
2003	43.771,00	1.105.000,32	2.592.061,97	700.000,00
2004	49.874,83	1.106.999,50	2.590.991,22	657.593,13
2005	42.420,00	1.392.073,00	1.337.288,41	431.281,98
2006	59.030,00	1.402.209,00	1.383.287,87	438.695,44
2007	75.407,00	1.418.933,00	1.376.762,98	431.995,32
2008	85.377,00	582.751,00	1.289.583,13	418.791,81
2009	110.205,00	1.346.681,00	1.327.349,97	410.986,33
2010	135.214,00	1.161.243,00	1.297.761,19	418.271,67
2011	149.076,00	1.142.151,00	1.336.541,19	386.532,26
2012	175.065,00	1.088.559,00	1.334.832,07	396.476,80
2013	188.079,00	1.091.720,00	1.257.327,29	383.433,81
2014	218.352,00	1.114.874,00	1.240.849,78	366.782,03
2015	234.994,00	1.108.937,00	1.183.248,45	362.999,65
2016	248.951,00	1.124.508,00	1.182.376,21	337.999,10
2017	308.580,00	1.140.466,00	1.094.127,96	336.361,56
2018	336.417,00	1.000.132,00	1.124.155,69	342.524,25
2019	356.908,00	1.006.077,00	1.185.553,11	359.392,54
2020	338.567,00	1.034.615,00	1.196.510,98	361.577,90
2021	414.637,00	1.136.838,50	1.331.789,00	352.841,00

5.4 Gestión de estiércol (CRT 3.B.)

La gestión del estiércol es el proceso en donde se captura, almacena y tratan las excreciones animales generadas en los sistemas de producción de ganado bovino, búfalos, ovejas, cabras, caballos, mulas, asnos, cerdos y aves. En esta categoría se calculan las emisiones de CH_4 y N_2O producto de actividades microbianas en torno al estiércol. La mayor parte de las emisiones de CH_4 son producidas en condiciones anaeróbicas durante su almacenamiento. Después de aplicar el estiércol al suelo, las emisiones disminuyen significativamente siendo aun menores cuando el estiércol se maneja de forma sólida (pilas o fosas) o cuando es depositado en pastizales (USEPA, 2005).

Las emisiones directas e indirectas de N_2O por la gestión del estiércol son el resultado de la nitrificación microbiana y la desnitrificación del N en el estiércol. Estas emisiones son muy variables para los diferentes sistemas de gestión, ya que los procesos dependen de la temperatura, la humedad, el O_2, el pH y la duración del almacenamiento del estiércol (Butterbach-Bahl et al., 2013). Las emisiones indirectas de N_2O son el resultado de pérdidas volátiles de N en forma de amoníaco (NH_3) y óxidos nítricos (NO_x), que se pierden en el almacenamiento y la gestión del estiércol y se depositan en otro lugar, donde posteriormente pueden conducir a emisiones adicionales de N_2O (Leitner et al., 2020). Las pérdidas por lixiviación y escurrimiento se dan en su mayoría en sistemas de producción con corrales de engorde y pueden ser específicas del tipo de animal y las características del estiércol. En climas secos las pérdidas son menores que en regiones con alta precipitación, se estima que puede estar entre el 3 y 6 % del N excretado (Eghball & Power, 1994).

Para realizar las estimaciones por la gestión del estiércol se utilizó a la población pecuaria como dato de actividad, los grupos de animales a estimar en el país se dividieron en las siguientes subcategorías: 3.B.1. Ganado, 3.B.2. Ovinos, 3.B.3. Porcinos, 3.B.4. Otro ganado (Búfalos, Caprinos, Caballos, Mulas y asnos y aves de corral) y 3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol (comprende las emisiones indirectas de N_2O de todas las poblaciones pecuarias mencionadas).

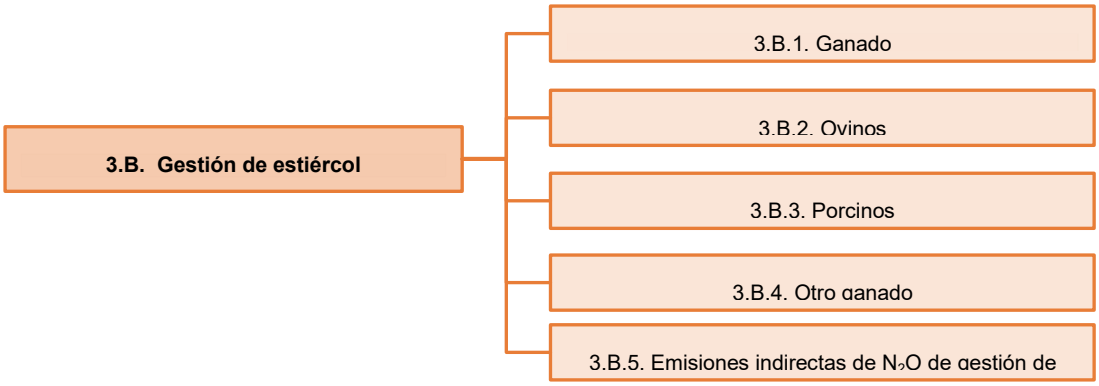


Figura 165. Subcategorías estimadas en 3.B. Gestión de estiércol

Es importante mencionar que en Colombia se manejan siete sistemas de gestión de estiércol, estos son:

1. Laguna anaerobia descubierta.
2. Lote seco (Corrales).
3. Almacenamiento en sólido.
4. Distribución diaria.
5. Estiércol líquido (< 1 mes).
6. Digestión anaeróbica (Biogás).
7. Estiércol y orina excretados en potreros durante el pastoreo.

La distribución de las especies entre los sistemas de gestión de estiércol se realizó mediante consulta de expertos a nivel nacional. Para los cálculos en esta categoría no se tuvo en cuenta el sistema estiércol y orina excretado en potreros durante el pastoreo, ya que el *Refinamiento de IPCC de 2019*, lo clasifica como un sistema gestionado en donde las emisiones se atribuyen al suelo y no a los animales. Estas emisiones pueden verse reflejadas en la categoría 3.D. Suelos agrícolas.

5.4.1 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

La Tabla 187 presenta los valores de emisiones calculados en las subcategorías de 3.B. Gestión de estiércol. Esta contribuyó con un promedio histórico del 4,63 % de las emisiones de todo el sector, equivalente a 2.147,75 kt CO_2eq y una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,93 %. En 1990 las emisiones de 3.B. cuantificaron 1.677,80 kt CO_2eq y en 2021, 3.034,85 kt CO_2eq (incremento de 80,88 % desde 1990). La mayor parte corresponde a la subcategoría 3.B.3. Porcinos, con una contribución promedio anual de 710,64 kt CO_2eq y un aporte dentro de la categoría de 33,09 %. El año 2020 presentó las mayores emisiones, causado por el incremento de la población animal y los factores de emisión generados para los sistemas de gestión de estiércol. Adicionalmente y tal como se ha mencionado en otras categorías, en el 2020 la población porcina aumentó por una sobreoferta de cerdos vivos en la pandemia del COVID 19, producto de una disminución en la demanda de carne de cerdo por medidas de restricción, cuarentena obligatoria, aumento de desempleo y disminución de la capacidad adquisitiva de los hogares (FINAGRO, 2020; Porkcolombia, 2020).

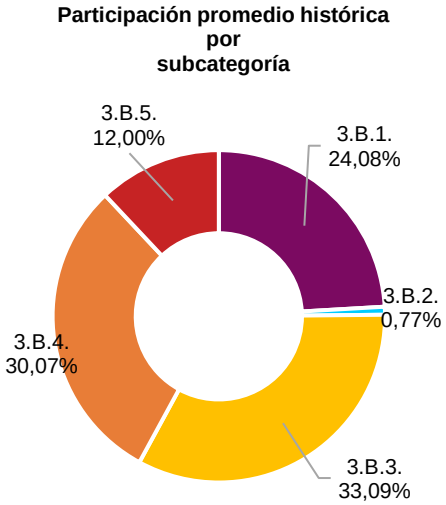
En segundo lugar, de participación de emisiones, se encuentra la subcategoría 3.B.4. Otro ganado, que registró un promedio anual de 645,73 kt CO_2eq y un aporte dentro de la categoría de 30,07 %; aquí se incluyen como principales emisores a las subcategorías de 3.B.4.g.ii. Pollos de engorde y 3.B.4.e. Caballos con 286,88 y 170,28 kt CO_2eq y un aporte promedio porcentual de 44,43 % y 26,37

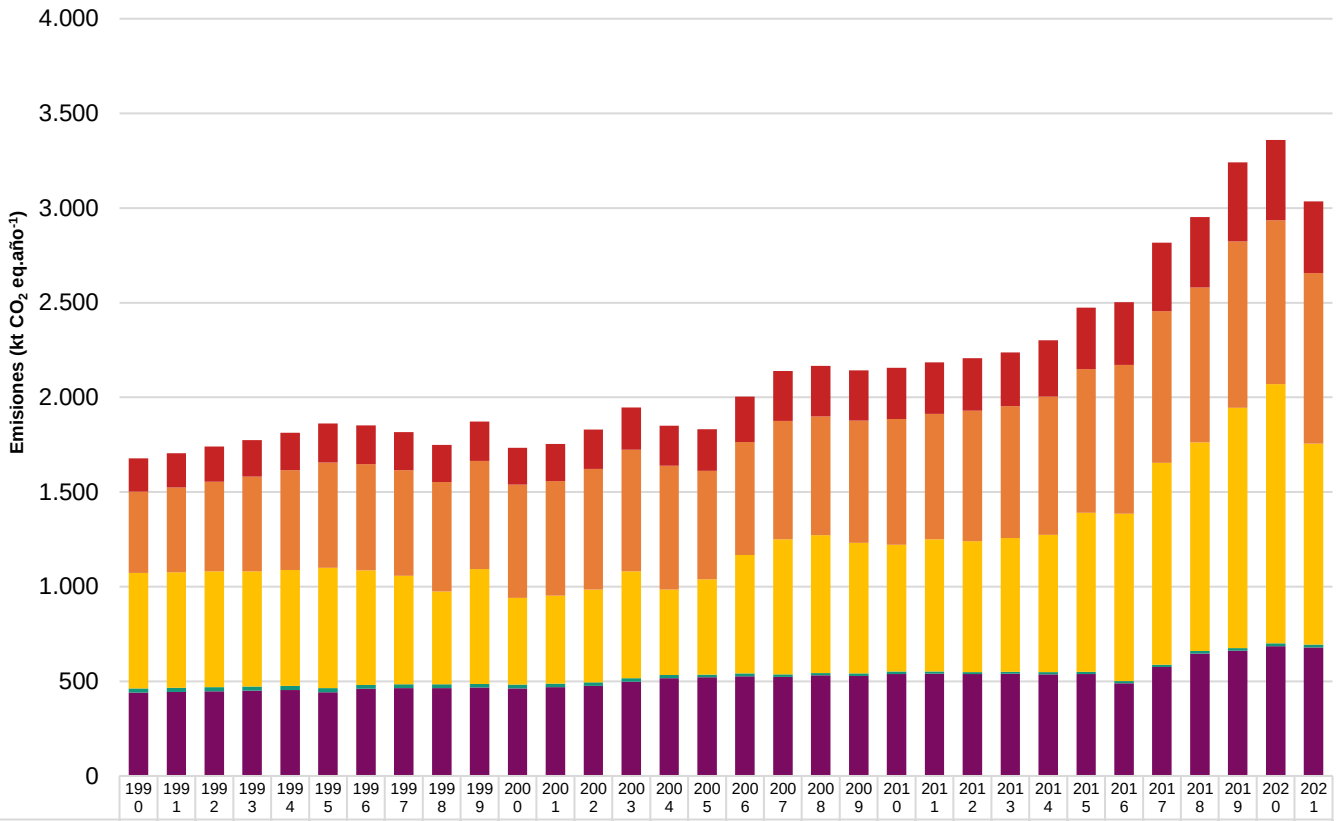
% respectivamente dentro de la subcategoría 3.B.4. Cabe mencionar que, en los últimos años, estas especies junto con los porcinos han tenido un crecimiento importante en la última década, como consecuencia del aumento del consumo per cápita de carne de cerdo y pollo y de la utilización de los caballos en actividades como la vaquería, el transporte, tiro pesado, el deporte y la exhibición (CEAM, 2014).

Tabla 187. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.B. Gestión de estiércol

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
3.B. Gestión del estiércol	**1.677,80**	**1.862,38**	**1.733,19**	**1.831,93**	**2.155,86**	**2.473,17**	**3.360,41**	**3.034,85**
3.B.1. Ganado	439,84	441,39	462,48	520,88	538,47	538,18	685,49	**678,95**
3.B.2. Ovinos	22,61	22,55	20,31	13,95	13,59	11,69	14,94	**15,79**
3.B.3. Porcinos	610,23	636,33	458,40	503,84	669,35	841,10	1.369,12	**1.061,45**
3.B.4. Otro ganado	429,51	555,76	598,71	573,36	664,39	759,24	865,65	**900,73**
3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol	175,61	206,34	193,30	219,90	270,07	322,96	425,21	**377,92**

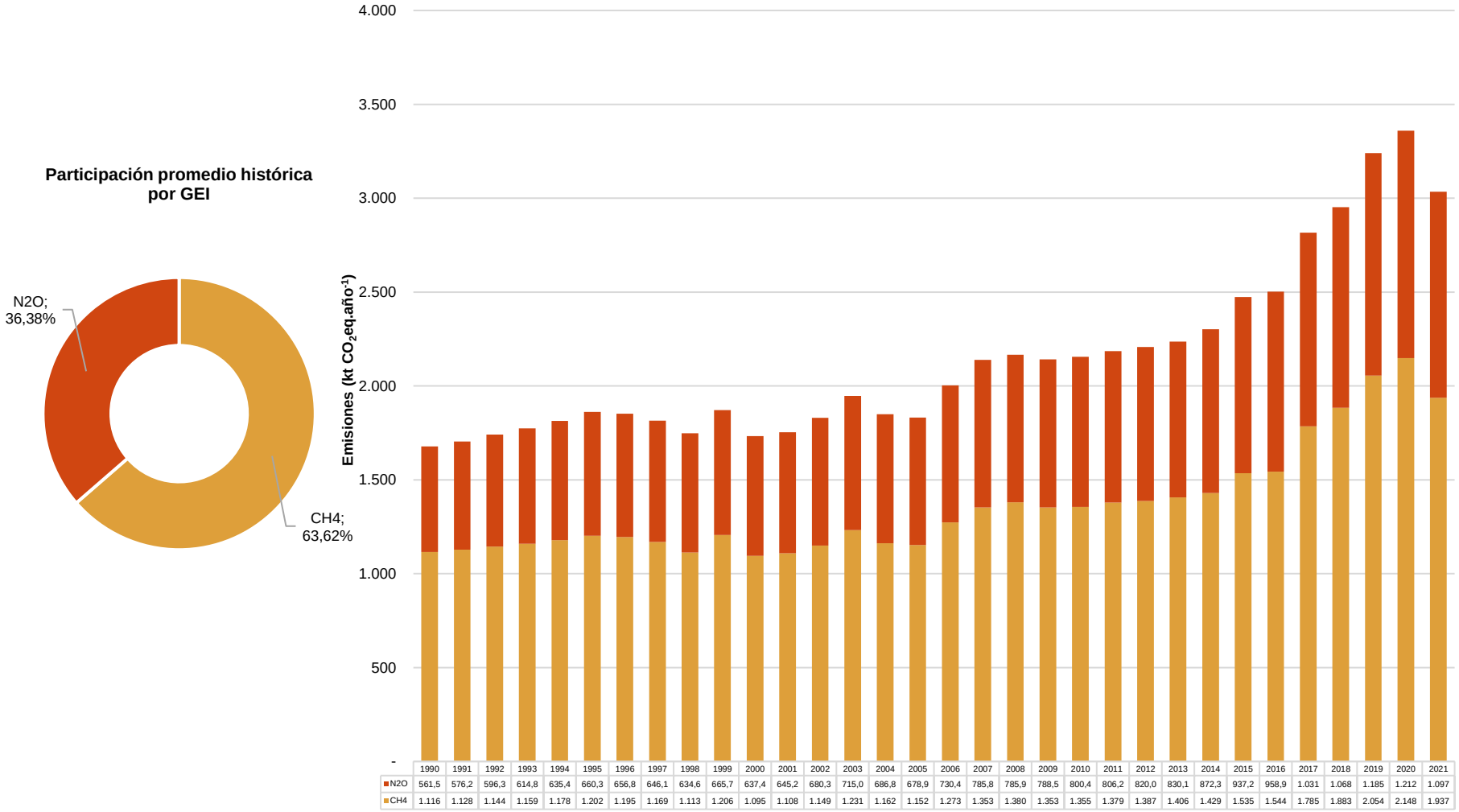
En la Figura 166 se detalla el comportamiento de las emisiones de la categoría 3.B. Gestión de estiércol, desagregada por subcategoría. Las emisiones indican una tendencia creciente con los niveles más altos registrados en 2020 (3.360,41 kt CO_2eq) y los más bajos en 1990 (1.677,80 kt CO_2eq). El incremento de las emisiones a lo largo del tiempo está asociado con los sistemas de gestión de estiércol manejados y a las dinámicas de crecimiento en las poblaciones de porcinos y aves de corral.





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.B.5. Emisiones indirectas de N2O de gestión de estiércol	175,	180,	186,	192,	198,	206,	204,	200,	194,	207,	193,	195,	209,	223,	210,	219,	240,	263,	266,	265,	270,	272,	278,	283,	298,	322,	331,	360,	372,	415,	425,	377,
3.B.4. Otro ganado	429,	446,	473,	500,	526,	555,	560,	557,	578,	570,	598,	606,	636,	642,	655,	573,	595,	625,	627,	644,	664,	662,	689,	697,	730,	759,	786,	801,	818,	880,	865,	900,
3.B.3. Porcinos	610,	610,	611,	609,	612,	636,	604,	573,	491,	607,	458,	463,	489,	564,	450,	503,	626,	713,	728,	690,	669,	698,	691,	706,	724,	841,	883,	1.06	1.10	1.26	1.36	1.06
3.B.2. Ovinos	22,6	22,6	22,6	22,5	22,5	22,5	21,3	20,6	20,0	19,4	20,3	20,0	18,1	17,7	16,8	13,9	14,0	13,8	11,4	14,0	13,5	12,3	10,1	10,4	11,1	11,6	12,6	12,8	14,0	14,4	14,9	15,7
3.B.1. Ganado	439,	443,	446,	449,	453,	441,	460,	463,	463,	466,	462,	468,	476,	497,	516,	520,	527,	522,	531,	528,	538,	539,	538,	539,	537,	538,	488,	574,	645,	661,	685,	678,

Figura 166. Tendencia de emisiones de GEI 3.B. Gestión de estiércol por subcategoría, 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	561,5	576,2	596,3	614,8	635,4	660,3	656,8	646,1	634,6	665,7	637,4	645,2	680,3	715,0	686,8	678,9	730,4	785,8	785,9	788,5	800,4	806,2	820,0	830,1	872,3	937,2	958,9	1.031	1.068	1.185	1.212	1.097
CH4	1.116	1.128	1.144	1.159	1.178	1.202	1.195	1.169	1.113	1.206	1.095	1.108	1.149	1.231	1.162	1.152	1.273	1.353	1.380	1.353	1.355	1.379	1.387	1.406	1.429	1.535	1.544	1.785	1.883	2.054	2.148	1.937

Figura 167. Tendencia de emisiones de 3.B. Gestión de estiércol por GEI, 1990-2021

5.4.2 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021, sin embargo en esta categoría, el sector agricultura cuenta con poblaciones animales hasta 2022. Se ha optado por reportar hasta 2021 para mantener la coherencia con los demás sectores.

5.4.3 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie de tiempo

La incertidumbre asociada a la categoría de gestión de estiércol (3.B.) se calculó considerando las emisiones de CH_4 y N_2O. Según los datos expuestos en la Tabla 188, el CH_4 es el gas de efecto invernadero (GEI) más significativo en la determinación del nivel de incertidumbre, debido a la precisión de sus datos y emisiones. A lo largo del período (1990 - 2021) se observa una disminución en la incertidumbre, pasando de ±9,96% en 1990 a ±4,43% en 2021, lo que representa una reducción porcentual de 55,48%. El promedio anual entre 1990 y 2021 es de 6,93%. Esta reducción en la incertidumbre se atribuye principalmente a una mejora en la calidad de los datos de actividad asociado a las poblaciones animales.

Por otro lado, la incertidumbre del año 2021 está influenciada mayoritariamente por las incertidumbres de los factores de emisión empleados (CH_4: 30,25-153,86%, N_2O: 16,03-92,52%), que son superiores a la incertidumbre de los datos de actividad (5,95-29%). Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre fue de 3.B.4.d. Caprinos con un valor de ±27,12%

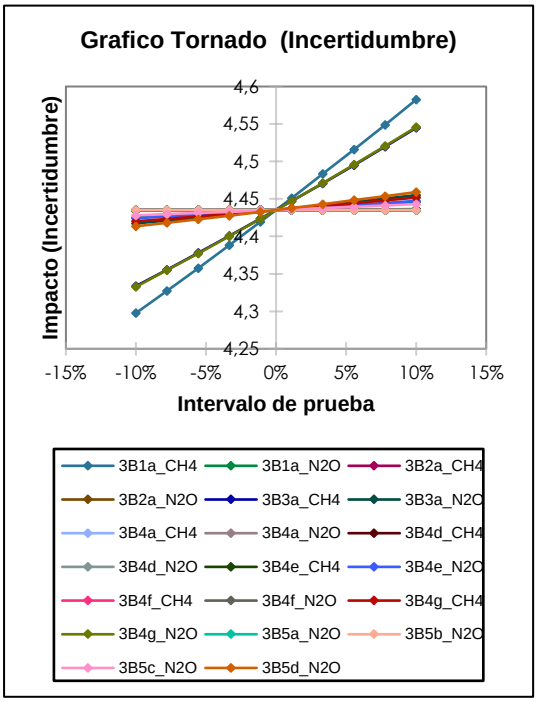
Tabla 188. Resultados de incertidumbre - Gestión del estiércol (3.B.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
3.B. Gestión del estiércol	TODOS	9,96	8,34	7,87	7,13	6,21	5,54	4,90	4,43	NA
	CH_4	12,55	10,65	9,89	8,80	7,29	6,22	6,02	5,37	NA
	N2O	16,23	13,33	12,99	12,09	11,31	10,49	8,39	7,78	NA
3.B.1.a. Ganado	CH_4	26,98	24,49	22,00	19,07	16,59	14,94	13,04	12,55	NA
	N2O	42,00	38,86	37,01	35,08	34,40	32,70	30,96	28,71	NA
	TODOS	24,62	22,36	20,12	17,47	15,30	13,85	12,12	11,63	FE
3.B.2.a. Ovinos	CH_4	28,21	26,00	23,66	20,49	20,64	16,82	14,67	14,53	NA
	N2O	48,33	37,55	34,45	31,11	25,37	21,39	18,67	18,36	NA
	TODOS	38,59	30,13	27,64	24,94	20,48	17,26	15,06	14,81	FE
3.B.3.a. Porcinos	CH_4	17,89	15,30	13,84	10,42	9,43	8,30	8,93	7,50	NA
	N_2O	38,50	28,60	24,40	30,63	25,35	25,38	21,17	14,85	NA
	TODOS	16,24	13,52	12,11	10,47	9,10	8,42	8,29	6,71	FE
3.B.4.a. Búfalos	CH_4	20,04	18,61	17,15	18,63	14,66	13,31	11,99	11,68	NA
	N_2O	65,00	57,04	53,09	50,18	45,20	38,91	30,90	27,27	NA
	TODOS	27,57	24,49	22,74	22,25	19,37	16,88	13,86	12,61	FE
3.B.4.d. Caprinos	CH_4	55,53	52,51	48,60	40,96	38,26	31,88	26,06	24,90	NA
	N_2O	79,86	69,84	64,43	57,74	53,47	45,35	41,22	34,83	NA
	TODOS	62,08	54,50	50,29	44,95	41,62	35,28	31,92	27,12	FE
3.B.4.e. Caballos	CH_4	18,11	16,73	15,19	14,99	11,59	10,21	8,99	9,16	NA
	N_2O	63,06	48,74	45,28	41,26	39,24	36,64	31,00	33,10	NA
	TODOS	31,25	24,63	22,81	21,12	19,43	18,12	15,45	16,54	FE
3.B.4.f. Mulas y asnos	CH_4	15,05	14,17	13,18	12,77	11,10	10,42	9,10	10,35	NA
	N_2O	74,73	59,56	52,30	47,42	40,98	35,75	29,69	28,30	NA

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
	TODOS	26,94	22,05	19,58	17,99	15,55	13,80	11,62	11,70	FE
3.B.4.g. Aves	CH_4	15,52	14,55	13,20	11,94	10,76	9,28	7,38	7,28	NA
	N_2O	46,80	37,19	33,97	30,67	28,40	25,02	19,47	18,38	NA
	TODOS	25,04	20,23	18,50	16,69	15,31	13,45	10,57	9,99	FE
3.B.5.a. Ganado (emisiones indirectas de N_2O)	CH_4	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
	N_2O	18,35	17,01	16,04	14,34	12,97	12,14	10,57	10,33	NA
	TODOS	18,35	17,01	16,04	14,34	12,97	12,14	10,57	10,33	FE
3.B.5.b. Ovinos (emisiones indirectas de N_2O)	CH_4	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
	N_2O	32,11	28,40	26,05	22,17	21,89	18,42	17,07	16,95	NA
	TODOS	32,11	28,40	26,05	22,17	21,89	18,42	17,07	16,95	FE
3.B.5.c. Porcinos (emisiones indirectas de N_2O)	CH_4	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
	N_2O	25,41	22,25	21,27	13,45	14,82	14,30	12,15	12,64	NA
	TODOS	25,41	22,25	21,27	13,45	14,82	14,30	12,15	12,64	FE
3.B.5.d. Otro Ganado (emisiones indirectas de N_2O)	CH_4	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
	N_2O	16,63	16,35	15,93	16,92	16,58	15,99	14,48	14,27	NA
	TODOS	16,63	16,35	15,93	16,92	16,58	15,99	14,48	14,27	FE

En la Figura 168 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados con el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías sobre la incertidumbre total, destacando aquellas que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que las subcategorías (3B1a_CH4), (3B4g_N2O) y (3B3a_CH4) son las más sensibles con una contribución del 45%, 28% y 24% respectivamente, a la incertidumbre total categoría 3.B. Esto se debe a que estas subcategorías presentan las mayores emisiones. La subcategoría (3B1a_CH4), tienen un impacto significativo en la incertidumbre total, contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±0,14% en el intervalo de la incertidumbre total del 2021, que es ±4,43%, donde el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 4,30% y 4,58%.

a)



b)

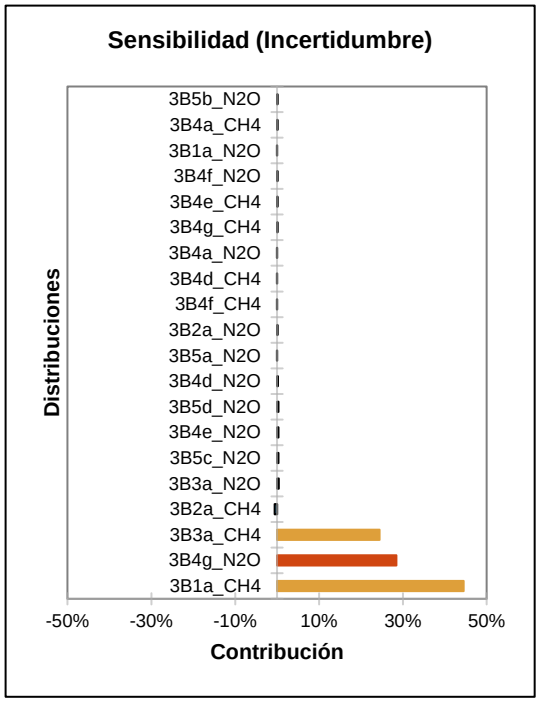


Figura 168. a)Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones Gestión del estiércol (3.B.) para el 2021

5.4.4 AC/CC y verificación y verificación de la categoría

Siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de control y aseguramiento de calidad, para la estimación de emisiones en 3.B. Gestión de estierco, se realizaron algunas actividades transversales como:

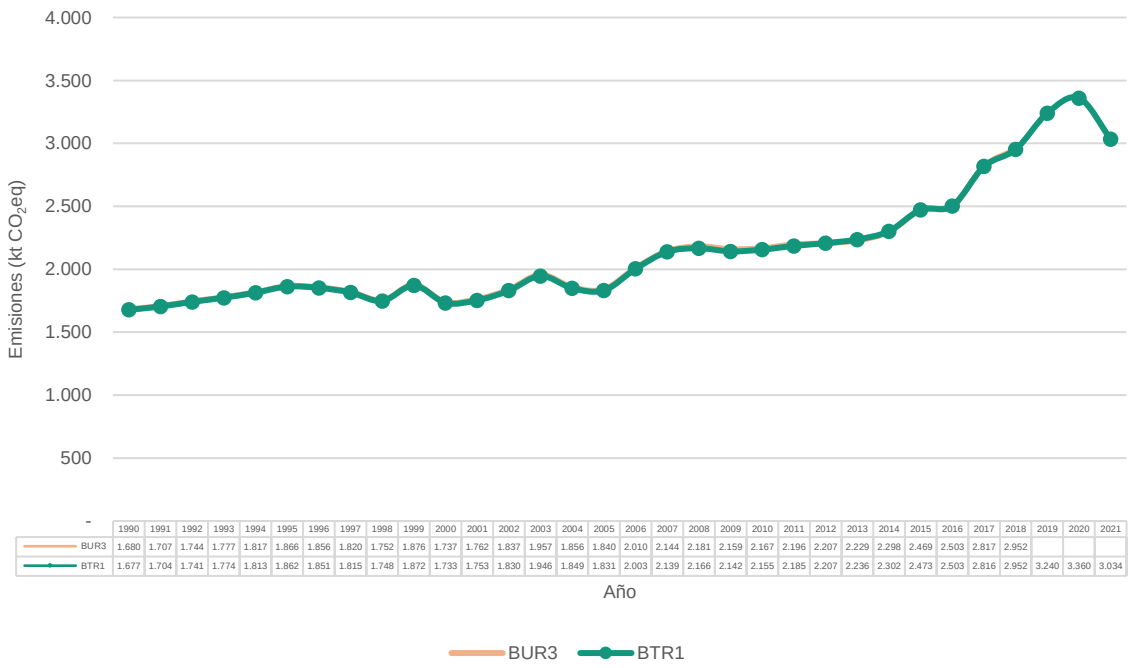
- Se compararon los datos con fuentes externas y se revisó su consistencia a lo largo de la serie temporal, documentando las categorías no estimadas.
- Se comprobó la consistencia y adecuación de los factores de emisión para cada categoría, asegurando su aplicación coherente.
- Se reprodujeron los cálculos y se validaron los métodos, comparando resultados actuales con los previos para detectar variaciones.
- Se revisaron las unidades en las hojas de cálculo y la corrección de los factores de conversión, garantizando consistencia en los parámetros recurrentes.
- Se analizó la estructura de las bases de datos y se verificó la exactitud de los registros y datos procesados.
- Se verificó el archivado adecuado de los datos y la organización de la documentación sobre emisiones y absorciones para futuras consultas.

A nivel de subcategorías, se realizaron actividades importantes como:

Comprobar errores de transcripción, tendencias y valores atípicos en los datos de las diferentes poblaciones de animales a estimar, así como en la información de los sistemas de gestión de estiércol. Se verificó que los parámetros empleados en las ecuaciones reflejen el contexto de cada región del país. Se verificaron factores de conversión empleados, así como las inconsistencias en las series temporales. Se realizaron comparaciones con valores estimados en el anterior inventario y se verificó el orden de magnitud de los resultados.

5.4.5 Recálculos de la categoría

El recalculo se centró en el procesamiento de los datos de actividad, específicamente en la distribución de animales en cada subcategoría. Este proceso se ha optimizado mediante actividades de control de calidad. En la siguiente figura se observan las emisiones calculadas en el anterior inventario (BUR3) y aquellas generadas en el presente reporte. Comparando las emisiones para el primer año reportado (1990) y último año de BUR3 (2018) respecto a BTR1, se presenta una leve reducción de emisiones de -0,19 % y -0,005 % respectivamente.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	1.680	1.707	1.744	1.777	1.817	1.866	1.856	1.820	1.752	1.876	1.737	1.762	1.837	1.957	1.856	1.840	2.010	2.144	2.181	2.159	2.167	2.196	2.207	2.229	2.298	2.469	2.503	2.817	2.952			
BTR1	1.677	1.704	1.741	1.774	1.813	1.862	1.851	1.815	1.748	1.872	1.733	1.753	1.830	1.946	1.849	1.831	2.003	2.139	2.166	2.142	2.155	2.185	2.207	2.236	2.302	2.473	2.503	2.816	2.952	3.240	3.360	3.034

Figura 169. Recálculos 3.B. Gestión de estiércol, 1990-2021

5.4.6 Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría.

Tabla 189. Plan de mejora para 3.B.1. Ganado

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
3.B.1. Ganado	Modificar los métodos y la distribución de los sistemas de manejo de estiércol utilizados en la ganadería bovina.	Optimizar el proceso de consulta con especialistas y la comunicación con universidades, centros de investigación y organizaciones ganaderas para ajustar los valores aplicados en la distribución	x	x	x		x	Corto	IDEAM, Universidades, Centro de investigación, gremio ganadero	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
		de los sistemas de manejo de estiércol.								
	Actualmente, las emisiones de N_2O del manejo de estiércol se estiman con la metodología de nivel 1. Para obtener estimaciones más exactas, es importante adoptar un enfoque metodológico de nivel 2.	Se dispone de valores preliminares de nivel 2 para N_2O sugeridos por el CIAT, los cuales están siendo revisados. Se espera que estos datos sean incluidos en la próxima actualización del inventario.		x	x		x	Corto	IDEAM, CIAT	En proceso
	Analizar la viabilidad de utilizar investigaciones sobre mediciones de CH_4 derivadas del manejo de estiércol para elaborar modelos de nivel 3.	Fortalecer la colaboración con centros de investigación y universidades para firmar acuerdos que proporcionen acceso a la información necesaria para crear una metodología alineada con las directrices del IPCC.		x	x		x	Largo	IDEAM, Centros de investigación y universidades	Planeación

Tabla 190. Plan de mejora para 3.B.3. Porcinos

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
3.B.3. Porcinos	La estimación de las emisiones de CH_4 y N_2O (tanto directas como indirectas) se lleva a cabo utilizando una metodología de nivel 1 avanzada. Dado su impacto en el perfil de emisiones del sector, es crucial desarrollar una metodología de nivel 2 para obtener estimaciones más precisas.	Se dispone de datos preliminares de factores de emisión de nivel 2 elaborados por el CIAT, que actualmente están siendo revisados para su inclusión en el próximo inventario. Además, es necesario examinar estudios		x	x		x	Corto	IDEAM, CIAT, Universidades y otros centros de investigación	En proceso

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
		sobre mediciones de CH_4 y N_2O (tanto directos como indirectos) realizados por universidades, centros de investigación y/o asociaciones en Colombia.								
	Actualizar la clasificación de los sistemas porcinos en función de su nivel de producción, diferenciando entre alta y baja producción.	Evaluar la actualización de la metodología para desglosar los datos de actividad en los sistemas de producción de cerdos en conjunto con la Asociación Colombiana de Porcicultores (Porkcolombia).		x	x		x	Corto	IDEAM, Porkcolombia	Planeación

Tabla 191. Plan de mejora para 3.B.4. Otro Ganado

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
3.B.4. Otro Ganado 3.B.4.g. Aves	Las emisiones de CH_4 y N_2O (tanto directas como indirectas) en aves se estiman usando una metodología de nivel 1 avanzada. Dado su importancia en el perfil de emisiones de la categoría 3.B, es fundamental desarrollar una metodología de nivel 2 para obtener estimacione	Se dispone de datos preliminares de factores de emisión de nivel 2 desarrollados por el CIAT, los cuales están siendo revisados para su inclusión en el próximo inventario. Además, es necesario revisar estudios sobre mediciones de CH_4 y N_2O (tanto directos como indirectos) realizados por universidades, centros de investigación y/o asociaciones en Colombia.		x	x		x	Mediano	IDEAM, CIAT, Universidades y otros centros de investigación	En proceso

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
	s más exactas.									

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

5.4.7 Subcategoría: 3.B.1. Ganado

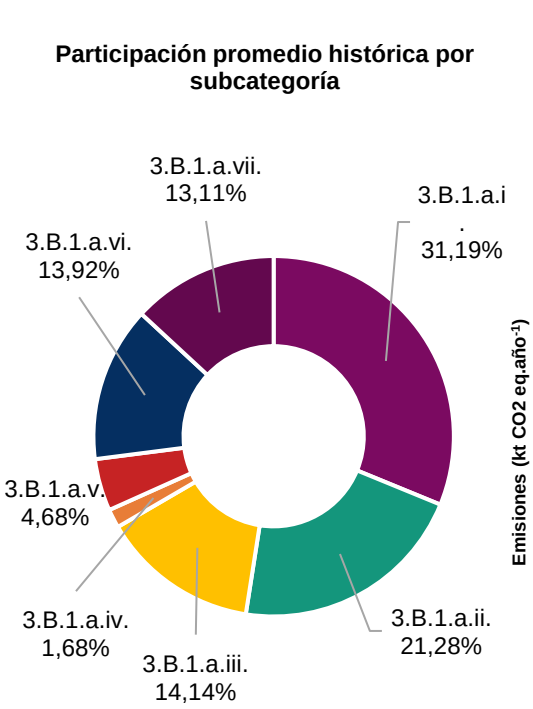
i. Descripción de la subcategoría

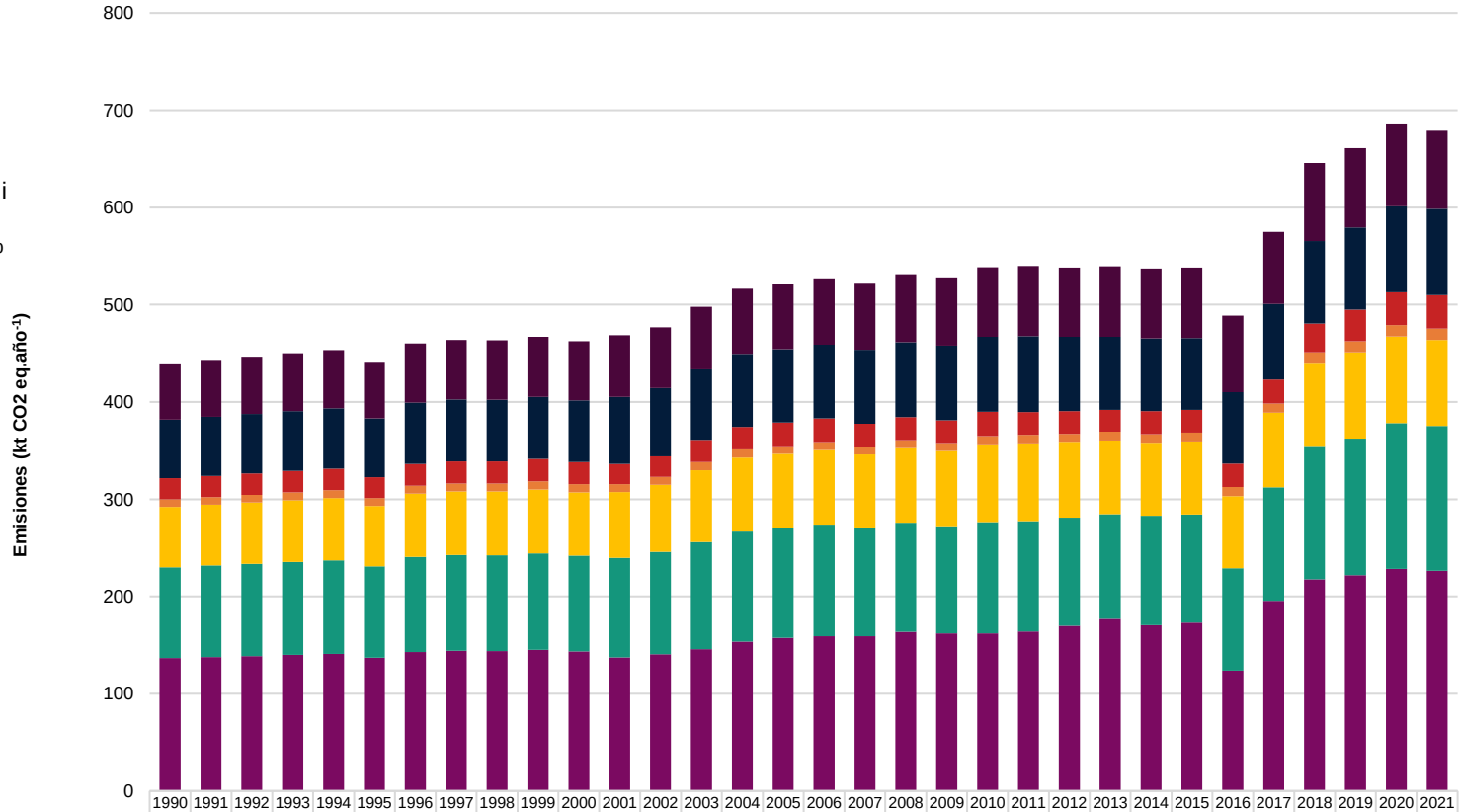
La estimación en bovinos toma en cuenta la división de los grupos de animales del país en subcategorías, tal como se describe en la categoría 3.A.1: 1) vacas de alta producción, 2) vacas de baja producción, 3) vacas destinadas a la producción de carne, 4) toros utilizados con fines reproductivos, 5) terneros pre-destetos, 6) novillas de reemplazo y 7) ganado de engorde.

En la

Figura 170 se presenta la tendencia de las emisiones de la subcategoría, esta cuantificó 439,84 kt CO_2eq en 1990 y 678,95 kt CO_2eq en 2021, lo que equivale a un incremento de emisiones de 54,36 %. En la línea de tendencia se presenta un comportamiento ascendente sobresaliendo las subcategorías 3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción y 3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción, las cuales tienen una participación promedio anual de 31,19 % (161,29 kt CO_2eq), y 21,28 % (110,04 kt CO_2eq) respectivamente dentro de la subcategoría 3.B.1., y una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,64 %, y 1,51 % respectivamente. Las emisiones se asocian con la fluctuación de la población bovina en el transcurso de los años (tal como se menciona en la categoría 3.A.1) y con los valores de factores de emisión de CH_4 que consideran la capacidad máxima de producción de metano del estiércol, los sistemas de gestión de estiércol en las categorías animales, el factor de conversión por sistema de gestión de estiércol y la tasa de excreción de sólidos volátiles. Adicionalmente influyen los factores de emisión de N_2O directo en los sistemas de gestión de estiércol y el total de nitrógeno excretado para cada animal tipo.

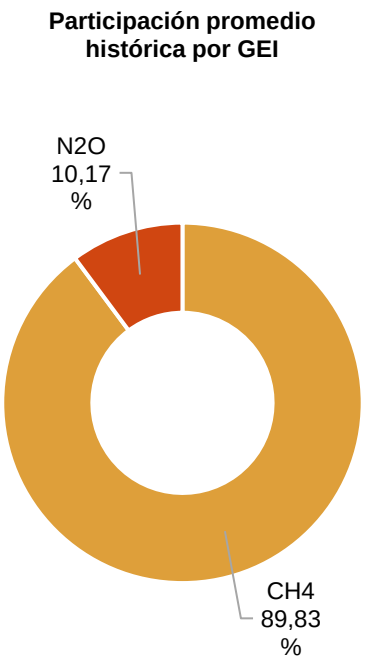
Las emisiones alcanzaron su nivel más alto en el año 2020 (685,49 kt CO_2eq), causado posiblemente por la retención de animales en campo, debido a la caída en el volumen de sacrificio por la implementación de medidas de precaución en las plantas de beneficio durante la pandemia del COVID 19 y la disminución del consumo de carne, dado el límite de ingresos de los consumidores (Burkart et al., 202; CONtexto Ganadero, 2020; MADR, 2020). En la última década, los valores de emisiones más bajos se registraron en el año 2016 (488,79 kt CO_2eq), principalmente por una disminución de la subcategoría de 3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción, atribuible a la reducción de vacas lecheras, consecuencia de condiciones climáticas adversas (fenómeno del niño) y mayor exposición a tratados de libre comercio que llevaron a fluctuación de precios en la leche y altos costos de producción (CONtexto Ganadero, 2016; FEDEGAN, 2017).

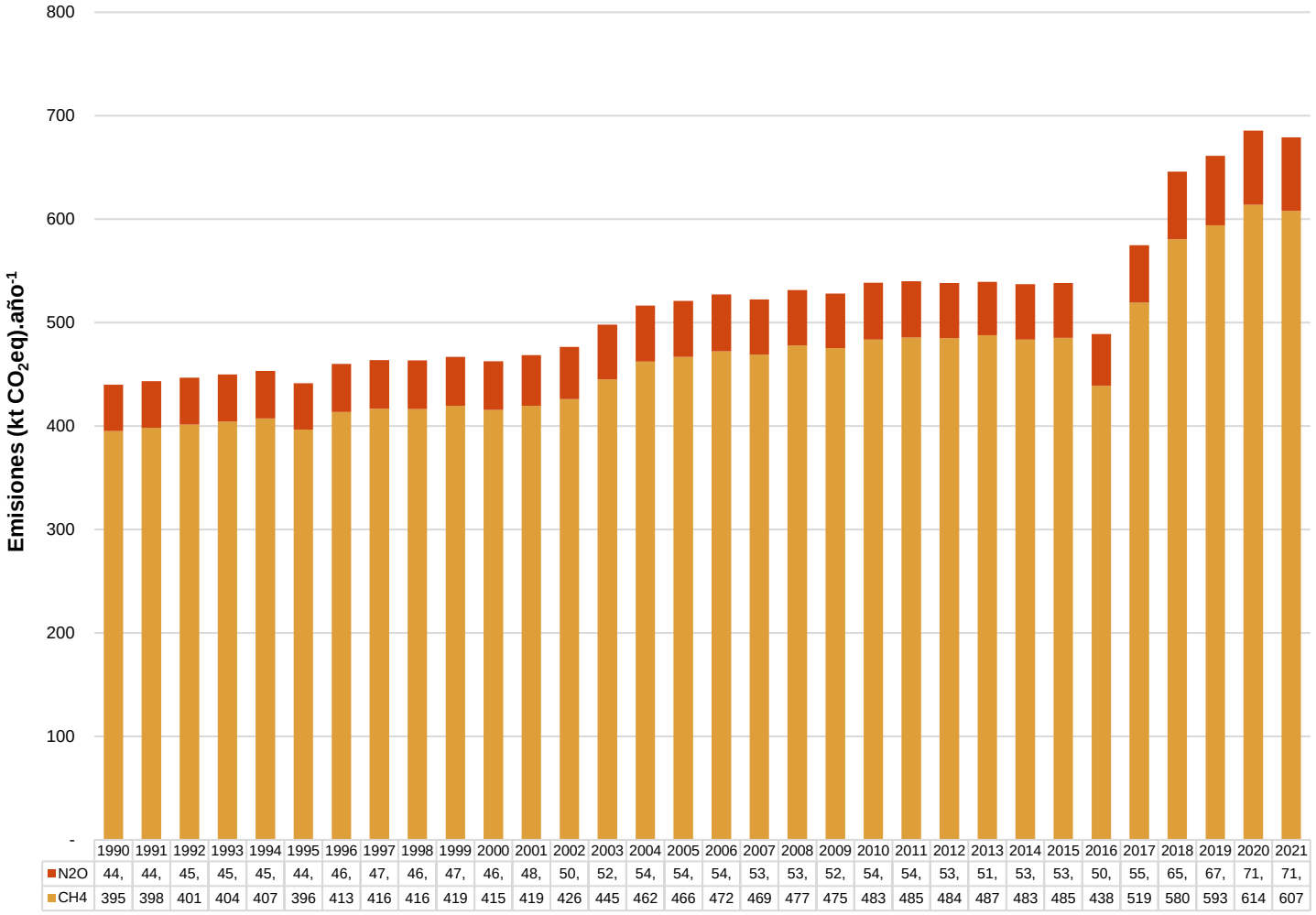




	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.B.1.a.vii. Ganado de engorde	57,9	58,4	58,8	59,3	59,7	58,1	60,6	61,1	61,0	61,5	60,9	63,0	62,3	64,5	66,9	66,5	68,2	68,6	70,1	70,1	71,4	72,1	71,0	72,3	71,7	72,4	78,6	74,2	80,4	81,8	84,2	80,3
3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo	60,2	60,6	61,1	61,6	62,0	60,4	63,0	63,4	63,4	63,9	63,3	69,1	70,0	72,2	75,2	75,3	75,7	76,0	76,9	76,7	77,1	77,8	76,3	75,2	74,9	73,6	73,5	77,5	84,7	84,4	88,4	88,8
3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos	21,6	21,8	21,9	22,1	22,3	21,7	22,6	22,8	22,8	22,9	22,7	20,6	21,2	23,0	23,1	24,5	24,5	23,6	23,7	23,4	24,8	23,6	23,3	22,3	23,5	23,5	24,0	24,8	29,7	32,3	33,9	34,2
3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	7,81	7,87	7,93	7,99	8,05	7,84	8,17	8,23	8,23	8,29	8,21	8,14	7,93	8,26	8,17	7,81	8,05	7,95	7,95	8,21	8,66	8,61	8,37	8,95	8,73	9,12	9,43	9,41	10,5	11,4	11,7	11,8
3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne	62,0	62,5	63,0	63,5	63,9	62,2	64,9	65,4	65,4	65,8	65,2	67,7	68,8	73,9	76,2	76,1	76,7	75,1	76,8	77,2	79,6	80,1	77,8	75,6	75,1	75,1	73,9	76,5	85,5	88,7	88,9	88,2
3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	93,4	94,1	94,8	95,5	96,2	93,7	97,7	98,4	98,4	99,1	98,2	102,	105,	110,	113,	113,	114,	111,	112,	110,	114,	113,	111,	107,	112,	111,	105,	116,	136,	140,	149,	148,
3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción	136,	137,	138,	139,	140,	137,	143,	144,	144,	145,	143,	137,	140,	145,	153,	157,	159,	159,	163,	162,	162,	164,	169,	176,	170,	173,	123,	195,	217,	221,	228,	226,

Figura 170. Tendencia de emisiones de GEI 3.B.1. Ganado por subcategoría, 1990-2021





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	44,	44,	45,	45,	45,	44,	46,	47,	46,	47,	46,	48,	50,	52,	54,	54,	54,	53,	53,	52,	54,	54,	53,	51,	53,	53,	50,	55,	65,	67,	71,	71,
CH4	395	398	401	404	407	396	413	416	416	419	415	419	426	445	462	466	472	469	477	475	483	485	484	487	483	485	438	519	580	593	614	607

Figura 171. Tendencia de emisiones de 3.B.1. Ganado por GEI, 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.B.1. Ganado.

5.4.7.1.1 Método de estimación

Para el ganado bovino las emisiones de CH_4 y N_2O por la gestión del estiércol se calcularon con metodología de nivel 2 departamentalmente, utilizando el modelo AFOLU 1 Colombia, teniendo en cuenta la caracterización por región y subcategoría de los animales tipo, sistema de producción, clima y dieta (detallado en la subcategoría 3.A.1 Ganado). El CH_4 de la gestión de estiércol consideró las características de los animales, la tasa de excreción de sólidos volátiles (VS) y el impacto de las interacciones entre los sistemas de manejo de estiércol. VS se estima en función de la energía urinaria (Ramin & Huhtanen, 2013), el consumo de energía bruta estimado para la fermentación entérica y la composición nutricional de la dieta (digestibilidad y cenizas) (Anexo 5-8 a Anexo 5-14). La ecuación utilizada para VS corresponde a la 10.24 del *Refinamiento de IPCC de 2019*. Los factores de conversión de CH_4 (MCF), son tomados del *Refinamiento de IPCC de 2019* y se ajustaron por ecuaciones matemáticas en función de la temperatura en cada región ganadera; esto con el fin de mejorar la toma de decocciones en cuanto a región climática y la precisión del factor de emisión como variable dependiente de la temperatura. La información de la temperatura fue extraída de la base de datos meteorológica de IDEAM, analizando valores a nivel regional y considerando información disponible desde 1980 hasta 2010. Los datos de temperatura para las diferentes regiones y subcategorías fueron los mismos utilizados en la fermentación entérica del ganado bovino.

Por su parte, los valores utilizados para la capacidad máxima de CH_4 (B0) fueron predeterminados y se empleó el mismo valor para todas las subcategorías de animales (0.19), tal como lo sugiere la tabla 10.16 del IPCC, 2019. Los valores de VS y MCF a nivel regional y subcategoría se documentan en el Anexo 5-16.

En Colombia se utilizan siete sistemas diferentes de gestión del estiércol y se incluyen en los cálculos de gestión de estiércol, estos son: 1) Laguna anaerobia descubierta, 2) Lote seco (Corrales), 3) Almacenamiento en sólido, 5) Distribución diaria, 6) Estiércol líquido (< 1 mes), 7) Digestión anaeróbica (Biogás), 8) Estiércol y orina excretados en potreros durante el pastoreo. Para el cálculo de las emisiones de CH_4 en bovinos los sistemas utilizados son: Laguna anaerobia descubierta y Lote seco (Corrales) en las subcategorías 3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción y 3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción respectivamente. La distribución de los animales entre los diversos sistemas de gestión de estiércol se realizó para cada subcategoría a nivel regional/departamental a través de consulta de expertos, los valores de distribución se registran en el Anexo 5-15. La estimación de las emisiones directas de N_2O emplea el nivel metodológico 1, y correspondió a los mismos sistemas de gestión de estiércol de las estimaciones de CH_4, con factores de emisión por defecto proporcionados en la tabla 10.21 del IPCC, 2019. La ecuación general para el cálculo fué la 10.25 propuesta por IPCC, 2019. En el factor de emisión de la subcategoría 3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción para el sistema lote seco (Corral) se utilizó el valor de 0,02. Para 3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción manejado en el sistema Laguna anaerobia descubierta, se planteó que las emisiones son insignificantes en función de la ausencia de formas oxidadas de nitrógeno que ingresan a los sistemas en combinación con un bajo potencial de nitrificación y desnitrificación en el sistema. Las subcategorías restantes se mantienen en pastoreo y sus emisiones directas de N_2O del estiércol se incluyen en la categoría 3D, (subcategorías 3.D.1. y 3.D.2. emisiones directas e indirectas de N_2O por suelos gestionados), dado que el IPCC, 2019 los clasifica como un sistema gestionado y por lo tanto atribuye las emisiones a los suelos y no al ganado. Esta estimación se realizó siguiendo el Capítulo 11, Sección 11.2, Emisiones de N_2O de suelos gestionados.

Los datos sobre la excreción de nitrógeno por subcategoría se estimaron de acuerdo a la ecuación 10.30, considerando tasas de excreción de N por defecto (tabla10.19, IPCC, 2019) y el peso promedio de los animales por subcategoría. Finalmente, las emisiones totales por subcategoría animal se calcularon como la sumatoria de las emisiones por cada sistema de gestión de estiércol en cada departamento del país. Los factores de emisión de N_2O y CH_4 para las subcategorías estimadas a nivel regional se presentan en la Tabla 192 y Tabla 193.

El Cuadro 39 describe las ecuaciones empleadas en la estimación.

3.B.1. Ganado

Ecuación 10.22. Emisiones de gestión de estiércol ganado. (Adaptado de IPCC, 2006; volumen 4, capítulo 10)

$$CH_{4Estiércol} = \sum_{(T)} \left(\frac{EF_{(ge)} * N_{(T)}}{10^6} \right)$$

Dónde:
$CH_{4Estiércol}$ = emisiones totales de CH_4 de gestión de estiércol de la categoría T, en kt CH_4 año^{-1}
$EF_{(ge)}$ = factor de emisión de CH_4 de gestión de estiércol de la categoría T, en kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
$N_{(T)}$ = dato de actividad, es igual al número de cabezas de ganado especie/categoría T.
T = especie / Categoría animal

Ecuaciones para determinar los factores de emisión de nivel 2 modelo AFOLU 1 Colombia

Ecuación 10.23. Factores de emisión de CH_4 de gestión de estiércol. (Adaptado de IPCC – 2019. volumen 4. capítulo 10)

$$EF_{(ge)} = (VS * 365) * [B_0 * 0{,}67 * \sum((MCF\% * SGE\%)/100)]$$

Dónde:
$EF_{(ge)}$ = factor de emisión anual, en kg CH_4 cabeza $^{-1}$ año $^{-1}$
VS = sólidos volátiles excretados por día, en kg materia seca animal^{-1} día^{-1}
B_0 = capacidad máxima de producción de CH_4 del estiércol producido por el ganado, en m^3 CH_4 kg^{-1} de VS excretados (Tabla 10.16 (IPCC, 2019)).
MCF% = Factor de conversión de CH_4 para cada sistema de manejo de estiércol (%) (Tabla 10.17 (IPCC, 2019)).
SGE% = Porcentaje del estiércol manejado utilizando un determinado sistema de gestión de residuos animales, en %

Ecuación 10.24. Tasa de excreción de solidos volátiles. (Adaptado de IPCC, 2019; volumen 4, capítulo 10)

$$VS = \left(GE_t * \left(1 - \left(\frac{Dig}{100} \right) \right) + (UE) \right) * \left(\frac{1 - \left(\frac{Ceniza}{100} \right)}{18{,}45} \right)$$

Dónde:
VS = sólidos volátiles excretados por día, kg materia seca animal^{-1} día^{-1}
GE_t = consumo de energía bruta total para cada una de las categorías IPCC. Mj día $^{-1}$
Dig = digestibilidad de la dieta, %.
UE = energía urinaria, Mj día $^{-1}$
Ceniza = contenido de ceniza en la dieta, %.

Ecuación Cattle UE Energía contenida en la orina
(Ramin & Huhtanen, 2013)

$$UE = (-2{,}71 + 0{,}028 * (10 * CP) + 0{,}589 * CMS)$$

Dónde:
UE = energía contenida en la orina, Mj día $^{-1}$
CP = proteína cruda de la dieta, %.
CMS = consumo de materia seca para cada una de las categorías del IPCC (kg día $^{-1}$)

Ecuación 12. Determinación del consumo de materia seca para bovinos mayores a un año
Adaptado de Pickering & Wear, 2013

$$CMS = \frac{GE_t}{GE_{pd}}$$

Dónde:
CMS = consumo de materia seca en bovinos mayores de un año, kg día $^{-1}$
GE_t = consumo de energía bruta total para cada una de las categorías IPCC. Mj día $^{-1}$
GE_{pd} = contenido de energía bruta de la dieta, MJ kg $^{-1}$

Ecuación 10.25. Emisiones directas de N20 de gestión del estiércol
(Adaptado de IPCC, 2006; volumen 4, capítulo 10)

$$N_2O_{D(ge)} = \left[\sum_S \left[\sum_{T,P} \left(\left(N_{(T,P)} * Nex_{(T,P)} \right) * SGE_{(T,S,P)} \right) \right] * EF_{3(S)} \right] * \left(\frac{44}{28} \right)$$

Dónde:
$N_2O_{D(ge)}$ = emisiones directas de N_2O de la gestión de estiércol, kg N_2O año $^{-1}$
$N_{(T,P)}$ = dato de actividad, es igual al número de cabezas de ganado especie/categoría T clasificado como sistema productivo P.
$Nex_{(T,P)}$ = excreción promedio anual de Nitrógeno por cabeza de la especie/categoría T para el sistema productivo P, kg de N animal $^{-1}$ año $^{-1}$
SGE = fracción del estiércol manejado utilizando un determinado sistema de gestión de residuos animales, en %

3.B.1. Ganado
$EF_{3(S)}$ = factor de emisión parta N_2O (directo) del sistema de gestión de estiércol S (IPCC, 2019 (Tabla 10.21)), kg N_2O – N kg N^{-1} **S =** sistema de gestión de estiércol **T =** especies/categoría animal **P =** nivel de productividad **Ecuación 10.30. Tasa de excreción de nitrógeno** (Adaptado de IPCC, 2019; volumen 4, capítulo 10) $$Nex_{(T,P)} = N_{tasa(T,P)} * \left(\frac{Peso_{(T,P)}}{1000}\right) * 365$$ Dónde: **$Nex_{(T,P)}$ =** excreción promedio anual de Nitrógeno por cabeza de la especie/categoría T para el sistema productivo P, kg de N animal $^{-1}$ año $^{-1}$ **$N_{tasa(T,P)}$** = tasa de excreción por defecto de nitrógeno para la categoría T y el nivel de producción P, kg N (Tabla 10.19 (IPCC, 2019)). **$Peso_{(T,P)}$ =** peso promedio de la categoría T, kg animal $^{-1}$ P = nivel de producción (alta o baja producción).

Cuadro 39. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI y factores de emisión de fermentación entérica de Ganado (3.B.1.)

5.4.7.1.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de las subcategorías:

Tabla 192. Factores de emisión CH_4 Nivel 2– Modelo AFOLU 1 Colombia, Ganado (3.B.1.)

Región ganadera	kg CH_4 animal $^{-1}$ año $^{-1}$						
	3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne	3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos	3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo	3.B.1.a.vii. Ganado de engorde
Caribe húmedo	NA	0,71	0,62	0,70	0,17	0,49	0,44
Caribe Seco	NA	0,62	0,74	0,83	0,18	0,51	0,50
Cundiboyacense	8,98	0,69	0,66	0,61	0,21	0,44	0,47
Eje Cafetero y Valle del Cauca	9,32	0,90	0,78	0,70	0,25	0,57	0,53
Magdalena Medio	NA	0,57	0,68	0,64	0,22	0,53	0,51
Orinoquía	NA	0,75	0,74	0,89	0,21	0,54	0,40
Santanderes	NA	0,79	0,62	0,79	0,21	0,54	0,45
Selvas tropicales e Islas	NA	0,57	0,66	0,76	0,20	0,52	0,40
Sur Centro	NA	0,76	0,61	0,68	0,23	0,57	0,45
Sur Occidente	6,97	0,72	0,64	0,71	0,18	0,50	0,45

Tabla 193. Metodología y factores de emisión N_2O Nivel 1 avanzado– Ganado (3.B.1.)

Subcategoría	Metodología	Sistema de gestión de estiércol	Definición	Fuente de información	kg N_2O – N kg N^{-1} kg N excretado
3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción	Nivel 1 avanzado	Laguna anaerobia descubierta	Sistema de almacenamiento en líquido de estiércol. Las lagunas pueden almacenar estiércol por periodos de hasta un año o más. El agua puede	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10.	0,00

Subcategoría	Metodología	Sistema de gestión de estiércol	Definición	Fuente de información	kg N_2O – N kg N^{-1} kg N excretado
			reciclarse como agua para limpieza o usarse para irrigar y fertilizar campos.	Cuadro 10.21	
3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	Nivel 1 avanzado	Lote seco (Corral)	Estiércol seco que es removido periódicamente de la superficie de un lote sin cobertura o un corral pavimentado o sin pavimentar.	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10. Cuadro 10.21	0,02
3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne	NA	Pastizales	Es el estiércol de los bovinos que permanecen en pastoreo, este estiércol no se gestiona	Las emisiones directas de N_2O del estiércol depositado en pasturas se estiman siguiendo el Capítulo 11, Sección 11.2, Emisiones de N_2O de suelos gestionados	
3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	NA				
3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos	NA				
3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo	NA				
3.B.1.a.vii. Ganado de engorde	NA				

En el Anexo 5-23, se presenta la información adicional a nivel nacional requerida en las tablas CRT. Para la cuantificación de las emisiones de CH_4, las tablas registran los promedios ponderados del peso de los animales (teniendo en cuenta la participación de cada animal tipo dentro de las regiones ganaderas del país), el factor de conversión por sistema de gestión de estiércol (MCF) y la tasa de excreción de sólidos volátiles (VS). MCF es un valor previamente tomado del *Refinamiento de IPCC de 2019* y ajustado por ecuaciones matemáticas en función de la temperatura de cada región ganadera. Para la subcategoría 3.B.1.a.i. Vacas de Alta producción, la fracción del estiércol manejado corresponde a laguna anaeróbica descubierta (7 %) y pasturas (93 %), en donde el valor de MCF de pasturas fue predeterminado (IPCC, 2019). La información de asignación por región climática se registra en zona templada ya que este es el promedio ponderado de temperatura de acuerdo al número de animales en las regiones ganaderas. En el caso de 3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción, la información se registra en zona cálida, adicionalmente la fracción del estiércol manejado mediante el sistema de gestión de desechos animales (AWMS) corresponde a Lote seco (5 %) y pasturas (95 %) (valor MCF pasturas: predeterminado IPCC, 2019). Finalmente, el restante de las subcategorías se maneja en pastoreo, por tal razón la fracción AWMS, corresponde a pasturas (100 %).

La presentación de la información de forma agregada en las tablas CRT para las emisiones de N_2O muestra para todas las subcategorías el promedio ponderado de los pesos de los animales y las tasas de excreción de nitrógeno, teniendo en cuenta la participación de cada animal tipo dentro de las regiones ganaderas del país. Tal como se ha mencionado en la subcategoría 3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción, los sistemas manejados son laguna anaeróbica descubierta y pasturas, las fracciones de la excreción total anual de N gestionado corresponde a 7 y 93 % respectivamente, sin embargo en laguna anaerobia descubierta, se plantea que las emisiones son insignificantes en función de la ausencia de formas oxidadas de nitrógeno que ingresan a los sistemas, en combinación con un bajo potencial de nitrificación y desnitrificación en el sistema. Para el caso de las pasturas, las emisiones se cuantificaron en la categoría 3D, (subcategorías 3.D.1. y 3.D.2. emisiones directas e indirectas de N_2O por suelos gestionados). Dado lo anterior, esta categoría no registró emisiones directas de N_2O por la gestión del estiércol en las vacas de alta producción.

La subcategoría 3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción es la única categoría que generó emisiones directas de N_2O en los sistemas de Lote seco (5 %) y pasturas (95 %). El reporte de emisiones obedece únicamente al sistema de lote seco ya que la gestión de estiércol en pasturas se cuantificó en la categoría 3D, (subcategorías 3.D.1. y 3.D.2. emisiones directas e indirectas de N_2O por suelos

gestionados). Otras categorías como 3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne, 3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos, 3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos, 3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo y 3.B.1.a.vii. Ganado de engorde, también se cuantifican en 3.D.1. y 3.D.2. por ser sistemas basados en pastoreo.

5.4.7.1.3 Dato de actividad

Los datos de actividad por subcategoría son los mismos empleados en la categoría 3.A.1 (Tabla 176).

5.4.8 Subcategoría: 3.B.2. Ovinos

i. Descripción de la subcategoría

En esta subcategoría se calculan las emisiones de CH_4 y N_2O por la gestión del estiércol en ovinos. Las emisiones fueron en promedio de 16,61 kt CO_2eq con una tasa de crecimiento anual compuesta de -1,15 %. En 1990 las emisiones cuantificaron 22,61 kt CO_2eq y en 2021 15,79 kt CO_2eq lo cual equivale a una reducción de -30,15 %. La participación promedio anual de los gases CH_4 y N_2O generados por la producción ovina fue de 21,08 % y 78,92 % respectivamente. La tendencia de las emisiones de la subcategoría presentó un descenso de las emisiones entre 1990 y 2011 dada la disminución de la población ovina en el país para esos años. Por otra parte, para los últimos diez años de la serie histórica se presentó un incremento progresivo de las emisiones, impulsado por el aumento del número de ovinos dado los esfuerzos que ha hecho el país para mejorar las condiciones de la cadena productiva. En la Figura 172 se observa que las mayores emisiones se presentaron en el año 1992 (22,67 kt CO_2eq) y las menores en el año 2012 (10,15 kt CO_2eq). Vale la pena señalar que dentro de las especies estimadas en la gestión de estiércol la especie ovina es la que menos emisiones reporta a lo largo del tiempo.

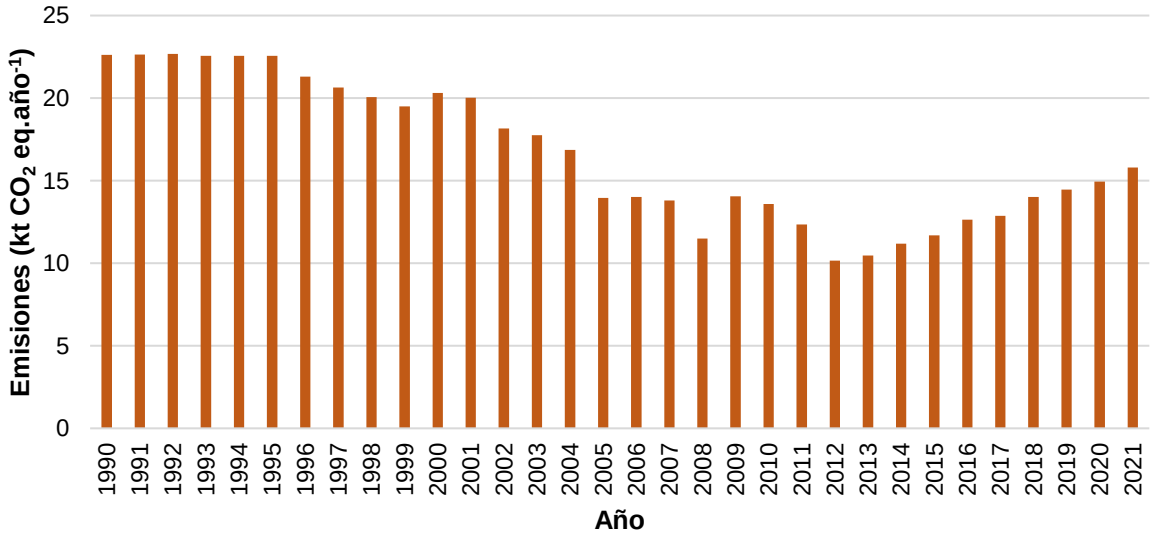


Figura 172. Tendencia de emisiones de GEI 3.B.2.a.i Ovinos, 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.B.2. Ovinos

5.4.8.1.1 Método de estimación

Las estimaciones de CH_4 y N_2O por la gestión del estiércol en la especie ovina se desarrollaron a escala departamental a partir del nivel metodológico 1. En CH_4 implica multiplicar la cantidad total de

VS excretada en cada sistema de gestión de estiércol, por un factor de emisión para el tipo de animal, clima y sistema de gestión de estiércol específico. Las emisiones de CH_4 se calcularon con la ecuación 10.22 de IPCC, 2019, teniendo en cuenta los sistemas de gestión de estiércol manejados en el país los cuales para esta especie son: Lote seco (Corral) y pastizales que corresponde a fracciones (AWMS) de 30 % y 70 % respectivamente a nivel nacional (Anexo 5-17). El factor de emisión de CH_4 del sistema de gestión de estiércol por sólidos volátiles se desarrolló en función de la temperatura promedio (Tabla 174), en cada departamento por sistema de gestión, mediante ecuaciones matemáticas (regresiones) que tuvieron en cuenta los valores promedio de temperatura (tavg C) que sugiere IPCC, 2019 en el pie de página de la tabla 10.17 y que aplican para Colombia (templado húmedo, templado cálido húmedo y tropical húmedo). Adicionalmente, se consideró el factor de emisión de CH_4 del sistema de gestión de estiércol sugerido en la tabla 10.14 de IPCC, 2019. La información de temperatura utilizada en las ecuaciones matemáticas para cada departamento fue extraída de la base de datos meteorológica de IDEAM. Los factores de emisión generados se documentan en la Tabla 194.

Para estimar la excreción anual de sólidos volátiles (VS), se empleó la ecuación 10.22A, tomando la tasa de excreción de solidos volátiles (VS_{rate}) predeterminada para ovinos (8,3 kg VS (1000 kg peso animal)$^{-1}$ día^{-1}) de la tabla 10.13A y el peso promedio de los ovinos en Colombia (24 kg, rango 16-32 kg).

El cálculo de las emisiones directas de N_2O se realizó con nivel metodológico 1, corresponde a los mismos sistemas de gestión de estiércol y fracciones de las estimaciones de CH_4, con factores de emisión por defecto proporcionados en la tabla 10.21 del IPCC, 2019. La ecuación general para el cálculo fue la 10.25 propuesta por *Refinamiento de IPCC de 2019*. El factor de emisión para emisiones directas en el sistema Lote seco (Corral) correspondió a 0,02. Para el caso de los animales que se encuentran en el sistema de gestión de pastizales las emisiones se calcularon en la categoría 3.D., (subcategorías 3.D.1. y 3.D.2. emisiones directas e indirectas de N_2O por suelos gestionados). Los factores de emisión para las subcategorías estimadas se presentan en la Tabla 195.

Los datos sobre la excreción de nitrógeno (N) se estimaron de acuerdo con la ecuación 10.30, teniendo en cuenta las tasas de excreción de N por defecto (tabla10.19, IPCC, 2019) y el peso promedio de los animales por subcategoría (Anexo 5-18). Finalmente, las emisiones totales se calcularon como la sumatoria de las emisiones por cada sistema de gestión de estiércol en cada departamento del país. En el Cuadro 40 se presenta el detalle de las ecuaciones empleadas en la estimación.

3.B.2. Ovinos

Ecuación 10.22. Emisiones de gestión de estiércol
(Adaptado de IPCC, 2006; volumen 4, capítulo 10)

$$CH_{4Estiércol} = \sum_{(T)} \left(\frac{EF_{(ge)} * N_{(T)}}{10^6} \right)$$

Dónde:
$CH_{4Estiércol}$ = emisiones totales de CH_4 de gestión de estiércol de la categoría T, en kt CH_4 año^{-1}
$EF_{(ge)}$ = factor de emisión de CH_4 de gestión de estiércol de la categoría T, en kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
$N_{(T)}$ = dato de actividad, es igual al número de cabezas de ganado especie/categoría T.
T = especie / Categoría animal.

Ecuación 10.22. Factor de emisión CH_4 gestión de estiércol ajustado por temperatura
(Adaptado de IPCC, 2019; volumen 4, capítulo 10)

$$EFCH_{4Estiércol} = \sum_{(T)} \left(VS_{(T,P)} * AWMS_{(T,S,P)} * EF_{(T,S,P)} \right)$$

Donde:
$EFCH4_{Estiercol}$= factor de emisión de CH_4 de gestión de estiércol de la categoría T, en kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
$VS_{(T,P)}$ = excreción anual de solidos volátiles (VS) para cada una de las categorías IPCC por sistema de productividad (cuando corresponda) (kg VS animal^{-1} año^{-1}).
$AWMS_{(T,S,P)}$ = fracción del total anual de VS para cada especie/categoría de ganado T que se maneja en el sistema de manejo de estiércol S en el país, para el sistema de productividad P, cuando corresponda; adimensional las fracciones predeterminadas específicas de AWMS regionalmente se encuentran en las Tablas 10A.6 a 10A.9 en el Anexo 10A.2.

3.B.2. Ovinos

$EF_{(T,S,P)}$ = factor de emisión para emisiones directas de CH4 del sistema de gestión de estiércol S, por especie animal/categoría T, en el sistema de gestión de estiércol S, para el sistema de productividad P, cuando corresponda.

Ecuación 10.22A. Tasa anual de excreción de solidos volátiles ($VS_{(T,P)}$)
(Adaptado de IPCC, 2019; volumen 4, capítulo 10)

$$S_{(T,P)} = \left(VS_{rate(T,P)} * \left(\frac{TAM_{T,P}}{1000}\right)\right) * 365$$

Donde:
$VS_{(T,P)}$ = excreción anual de solidos volátiles (VS) para cada una de las categorías IPCC por sistema de productividad (cuando corresponda) (kg VS animal^{-1} año^{-1}).
$VSrate_{(T,P)}$ = tasa de excreción de VS por defecto por sistema de productividad (cuando corresponda) (kg VS (1000 kg de masa animal) $^{-1}$ día^{-1})
$TAM_{T,P}$ = masa animal típica para Colombia para las categorías las categorías IPCC (kg animal $^{-1}$)

Ecuación 10.25. Emisiones directas de N20 de gestión del estiércol
(Adaptado de IPCC, 2019; volumen 4, capítulo 10)

$$N_2O_{D(ge)} = \left[\sum_S \left[\sum_{T,P} \left(\left(N_{(T,P)} * Nex_{(T,P)}\right) * AWMS_{(T,S,P)}\right)\right] * EF_{3(S)}\right] * \left(\frac{44}{28}\right)$$

Dónde:
$N_2O_{D(ge)}$ = emisiones directas de N_2O de la gestión de estiércol, kg N_2O año $^{-1}$
$N_{(T,P)}$ = dato de actividad, es igual al número de cabezas de ganado especie/categoría T clasificado como sistema productivo P.
$Nex_{(T,P)}$ = excreción promedio anual de Nitrógeno por cabeza de la especie/categoría T para el sistema productivo P, kg de N animal $^{-1}$ año $^{-1}$
AWMS = fracción del estiércol manejado utilizando un determinado sistema de gestión de residuos animales, en %
$EF_{3(S)}$ = factor de emisión parta N_2O (directo) del sistema de gestión de estiércol S (IPCC, 2019 (Tabla 10.21)), kg N_2O – N kg N^{-1}
S = sistema de gestión de estiércol
T = especies/categoría animal
P = nivel de productividad

Ecuación 10.30 Tasa de excreción de nitrógeno
(Adaptado de IPCC, 2019; volumen 4, capítulo 10)

$$Nex_{(T,P)} = N_{tasa(T,P)} * \left(\frac{Peso_{(T,P)}}{1000}\right) * 365$$

Dónde:
$Nex_{(T,P)}$ = excreción promedio anual de Nitrógeno por cabeza de la especie/categoría T para el sistema productivo P, kg de N animal $^{-1}$ año $^{-1}$
$N_{tasa(T,P)}$ = tasa de excreción por defecto de nitrógeno para la categoría T y el nivel de producción P, kg N (Tabla 10.19 (IPCC, 2019)).
$Peso_{(T,P)}$ = peso promedio de la categoría T, kg animal $^{-1}$
P = nivel de producción (alta o baja producción).

Cuadro 40. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI y factores de emisión de fermentación entérica de Ovinos (3.B.2.)

5.4.8.1.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados a nivel departamental para calcular la emisión en CH_4 por gestión de estiércol en ovinos:

Tabla 194. Metodología nivel 1 y factores de emisión CH_4 – Ovinos (3.B.2.a.i.)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Departamento	kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
3.B.2.a.i. Ovinos	Nivel 1	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.17 y 10.14 ajustado por	Amazonas	0,068
			Antioquia	0,066
			Arauca	0,068
			Archipiélago de San Andrés y Providencia	0,068
			Atlántico	0,068
			Bogotá, D. C.	0,058
			Bolívar	0,068
			Boyacá	0,062
			Caldas	0,064

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Departamento	kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
		temperatura	Caquetá	0,068
			Casanare	0,068
			Cauca	0,063
			Cesar	0,068
			Choco	0,068
			Córdoba	0,068
			Cundinamarca	0,063
			Guainía	0,068
			Guaviare	0,068
			Huila	0,065
			La Guajira	0,068
			Magdalena	0,068
			Meta	0,068
			Nariño	0,064
			Norte de Santander	0,066
			Putumayo	0,068
			Quindío	0,064
			Risaralda	0,064
			Santander	0,066
			Sucre	0,068
			Tolima	0,066
			Valle del Cauca	0,065
			Vaupés	0,068
			Vichada	0,068

En la Tabla 195 se presentan los factores de emisión empleados para calcular la emisión de N_2O por gestión de estiércol en ovinos:

Tabla 195. Metodología y factores de emisión N_2O – Ovinos (3.B.2.a.i.)

Subcategoría	Metodología	Sistema de gestión de estiércol	Definición	Fuente de información	Valor kg N_2O – N kg N^{-1} kg N excretado
3.B.2.a.i. Ovinos	Nivel 1	Lote seco (Corral)	Estiércol seco que es removido periódicamente de la superficie de un lote sin cobertura o un corral pavimentado o sin pavimentar.	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10. Cuadro 10.21	0,02
	NA	Pastizales	Es el estiércol de los ovinos que permanecen en pastoreo, este estiércol no se gestiona.	Las emisiones directas de N_2O del estiércol depositado en pasturas se estiman siguiendo el Capítulo 11, Sección 11.2, Emisiones de N_2O de suelos gestionados	

Parámetros importantes de la estimación y factores de emisión a nivel nacional presentados en las tablas CRT se muestran en el Anexo 5-24.

5.4.8.1.3 Dato de actividad

Los datos de actividad son los mismos empleados en la categoría 3.A.2 (Ver Tabla 180).

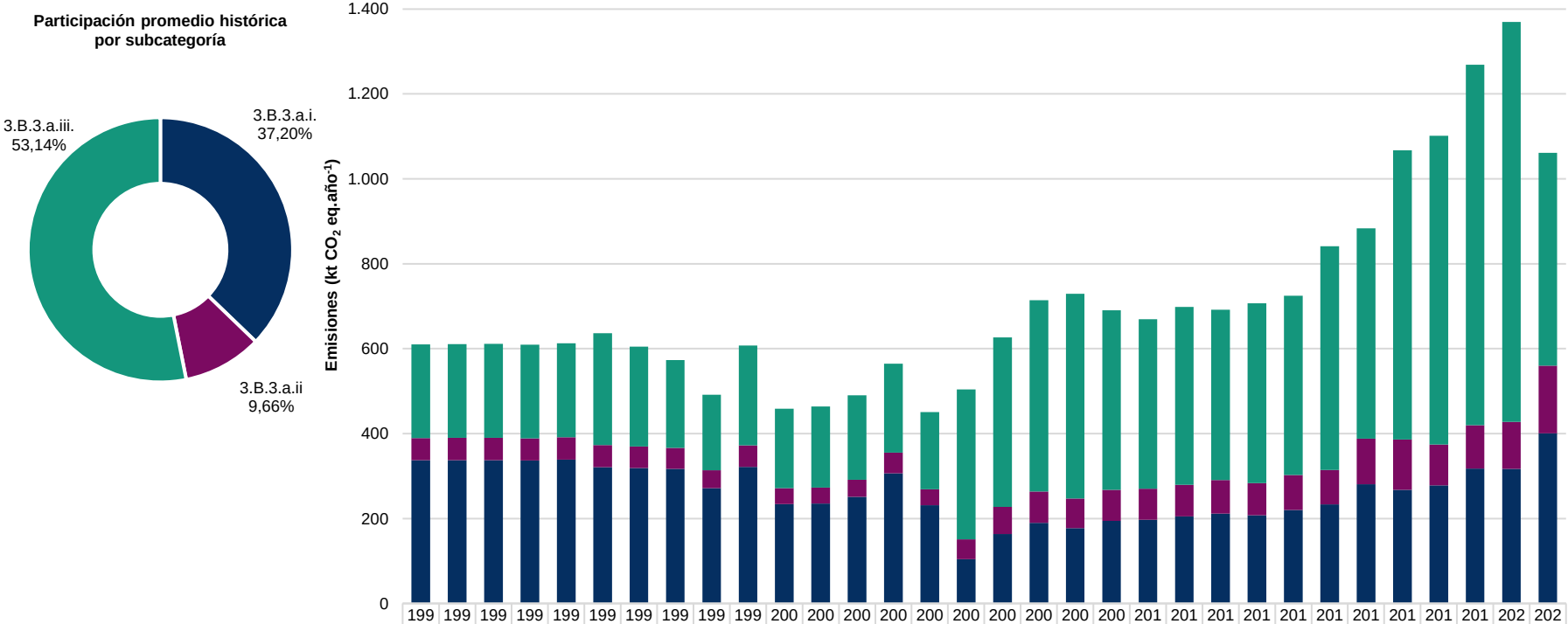
5.4.9 Subcategoría: 3.B.3. Porcinos

i. Descripción de la subcategoría

En esta subcategoría se calculan las emisiones de CH_4 y N_2O por la gestión del estiércol en porcinos, diferenciados por sistemas de producción en las subcategorías: 3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses, 3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses y 3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad. Las emisiones de CH_4

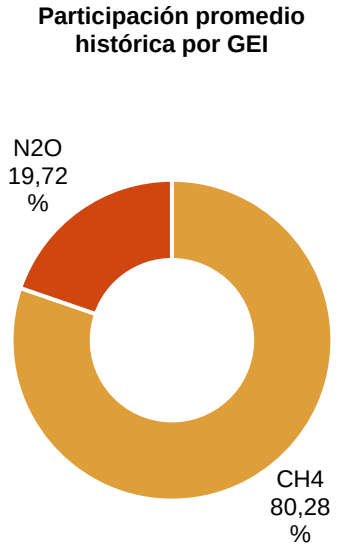
generadas por los porcinos dependen de la población animal, la cantidad de estiércol producido y los sistemas de gestión en las granjas porcícolas del país. Las mayores emisiones de CH_4 se generan cuando el estiércol se almacena en tanques estercoleros u otros sistemas poco oxigenados. La temperatura y el tiempo de retención en la unidad de almacenamiento son dos factores que inciden significativamente en la cantidad de gas producido. Cuando el estiércol se maneja como sólido (pilas de compostaje o patios de secado) o cuando se aplica a campos de cultivo o pastizales, tiende a descomponerse bajo condiciones más aeróbicas produciendo menos CH_4 (IPCC, 2019).

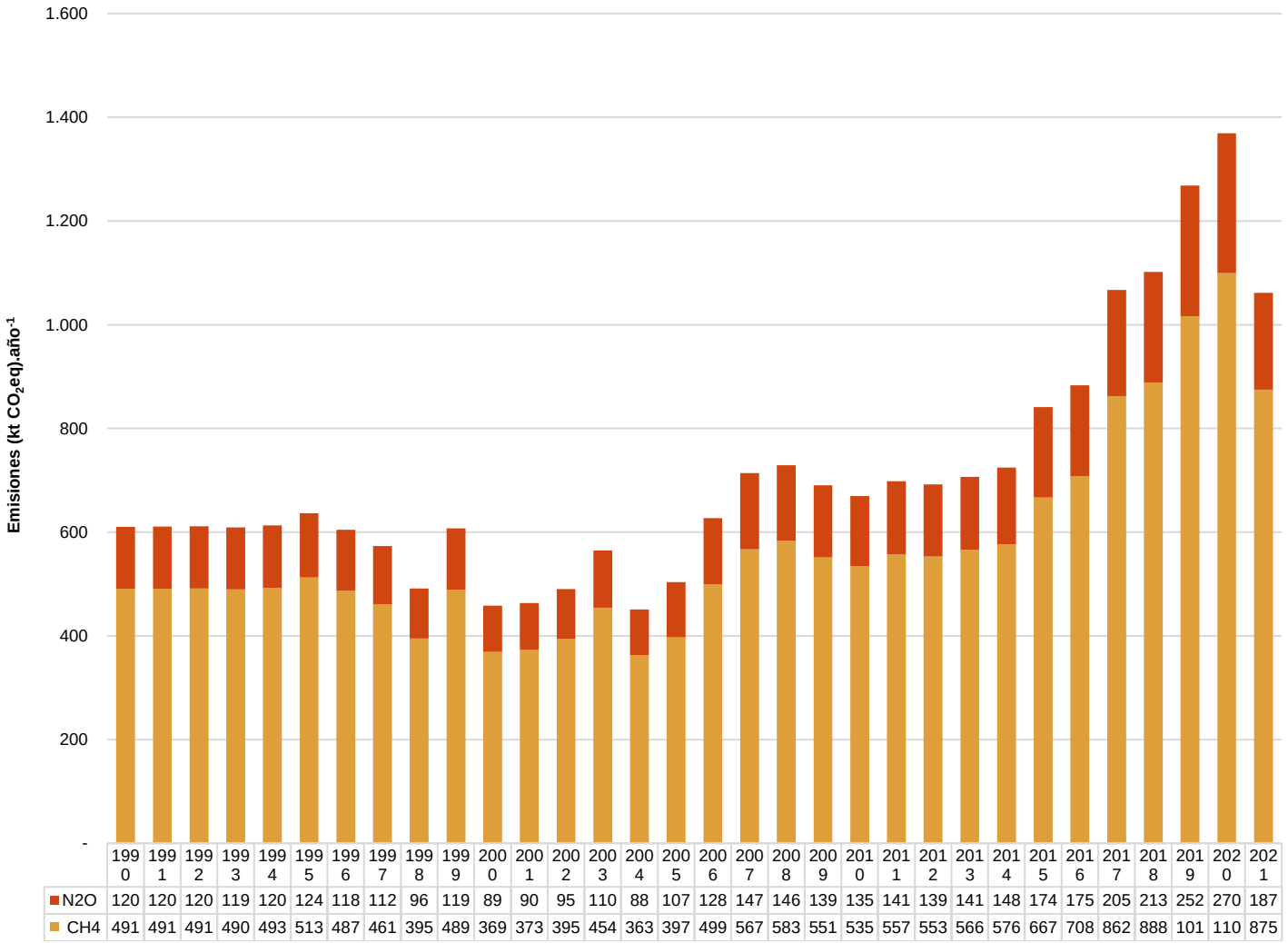
Las emisiones en esta subcategoría fueron en promedio de 710,64 kt CO_2eq con una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,80 % desde 1990. En 1990 las emisiones cuantificaron 610,23 kt CO_2eq y 1.061,45 kt CO_2eq en 2021, lo cual representó un incremento de 73,94 % desde 1990. Las subcategorías de 3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses, 3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses y 3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad contribuyeron con un promedio anual de 37,20 %, 9,66 % y 53,14 % respectivamente. Las mayores emisiones en los últimos 17 años pertenecen a 3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad, registrando un promedio anual de emisiones de 377,61 kt CO_2eq (Figura 173). Las mayores emisiones se generaron en el año 2020 (1.369,12 kt CO_2eq), consecuencia de la sobreoferta de cerdos vivos causada por la pandemia del COVID 19. Es de resaltar que, dentro de la cuantificación de la categoría 3.B Gestión de estiércol, la mayor contribución correspondió a la subcategoría 3.B.3. Porcinos con un aporte promedio dentro de la categoría de 33,09 %.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad	220	220	220	220	221	263	235	207	177	235	186	190	198	209	182	352	399	450	481	422	399	418	400	423	422	527	495	680	727	849	941	501
3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses	52,	52,	52,	52,	52,	51,	50,	49,	42,	50,	37,	37,	40,	48,	37,	47,	64,	73,	70,	73,	72,	74,	79,	75,	82,	80,	107	118	96,	101	110	159
3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses	337	337	337	336	338	320	318	316	271	321	234	235	250	306	231	104	163	190	177	194	197	204	211	207	219	233	280	267	278	317	317	400

Figura 173. Tendencia de emisiones de GEI, 3.B.3. Porcinos, 1990-2021





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	120	120	120	119	120	124	118	112	96	119	89	90	95	110	88	107	128	147	146	139	135	141	139	141	148	174	175	205	213	252	270	187
CH4	491	491	491	490	493	513	487	461	395	489	369	373	395	454	363	397	499	567	583	551	535	557	553	566	576	667	708	862	888	101	110	875

Figura 174. Tendencia de emisiones de 3.B.3. Porcinos por GEI, 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.B.3. Porcinos.

5.4.9.1.1 Método de estimación

Las estimaciones de CH_4 y N_2O por la gestión del estiércol en porcinos se desarrollaron a partir del nivel metodológico 1 avanzado a escala departamental. Los animales se desagregaron por sistemas productivos en tres subcategorías:

1. 3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses: animales mayores de seis meses de alta productividad, que corresponde a la porcicultura tecnificada.
2. 3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses: animales menores de seis meses de alta productividad, que corresponde a la porcicultura tecnificada.
3. 3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad: población porcina de baja productividad, representados por el sistema de traspatio.

Para el cálculo de las emisiones en general se empleó la ecuación 10.1 de IPCC, 2019, la cual estima la población promedio. Las emisiones de CH_4 se calcularon con la ecuación 10.22 de IPCC, 2019, teniendo en cuenta los sistemas de gestión de estiércol manejados en el país, los cuales para esta especie son: Almacenamiento sólido, Lote seco (Corral), Laguna anaerobia descubierta, Estiércol líquido < 1 mes, Aspersión diaria y Digestión anaeróbica. Los datos empleados de fracción AWMS se observan en el Anexo 5-19 y Anexo 5-20. El factor de emisión de CH_4 del sistema de gestión de estiércol por sólidos volátiles (VS) se desarrolló en función de la temperatura promedio, en cada departamento por sistema de gestión, mediante ecuaciones matemáticas (regresiones), tal como se menciona en el método de estimación de la subcategoría 3.B.2. Los factores de emisión generados se documentan en la Tabla 196.

Para estimar la excreción anual de sólidos volátiles (VS), se empleó la ecuación 10.22A, tomando la tasa de excreción de solidos volátiles (VS_{rate}) predeterminada para cerdos (Porcinos < 6 meses, 4,3; Porcinos > 6 meses 1,7; y Porcinos baja productividad 4,8 kg VS (1000 kg peso animal)$^{-1}$ día^{-1}) de la tabla 10.13A y el peso promedio de los cerdos en Colombia (59, 205 y 121 respectivamente) Anexo 5-18. El cálculo de las emisiones directas de N_2O utilizó los mismos sistemas de gestión de estiércol y fracciones de las estimaciones de CH_4, con factores de emisión por defecto proporcionados en la tabla 10.21 del IPCC, 2019. La ecuación general para el cálculo fue la 10.25 propuesta por *Refinamiento de IPCC de 2019*. Los factores de emisión para las subcategorías estimadas se presentan en la Tabla 197. Los datos sobre la excreción de nitrógeno se estimaron de acuerdo a la ecuación 10.30, teniendo en cuenta las tasas de excreción de N por defecto (tabla10.19, IPCC, 2019) y el peso promedio de los animales por subcategoría. Finalmente, las emisiones totales se calcularon como la sumatoria de las emisiones por cada sistema de gestión de estiércol en cada departamento del país.

5.4.9.1.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados a nivel departamental para calcular la emisión de CH_4 por gestión de estiércol en porcinos.

Tabla 196. Metodología y factores de emisión CH_4 – Porcinos (3.B.3.)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Departamento	Valor kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses	Nivel 1 avanzado	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.17 y 10.14. Ecuación 10.22. Factores ajustados por temperatura	Amazonas	7,17
			Antioquia	7,22
			Arauca	7,04
			Archipiélago de San Andrés y Providencia	7,27
			Atlántico	12,62
			Bogotá, D. C.	3,62
			Bolívar	8,85
			Boyacá	3,25

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Departamento	Valor kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
			Caldas	3,58
			Caquetá	11,26
			Casanare	3,9
			Cauca	3,12
			Cesar	10,19
			Choco	12,95
			Córdoba	10,96
			Cundinamarca	3,42
			Guainía	7,15
			Guaviare	6,87
			Huila	11,11
			La Guajira	6,91
			Magdalena	14,46
			Meta	6,05
			Nariño	2,55
			Norte de Santander	2,54
			Putumayo	6,55
			Quindío	4,34
			Risaralda	3,47
			Santander	4,91
			Sucre	9,53
			Tolima	5,58
			Valle del Cauca	4,29
			Vaupés	6,93
			Vichada	7,11
3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses	Nivel 1 avanzado	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.17 y 10.14. Ecuación 10.22. Factores ajustados por temperatura	Amazonas	9,85
			Antioquia	9,91
			Arauca	9,67
			Archipiélago de San Andrés y Providencia	9,99
			Atlántico	17,33
			Bogotá, D. C.	4,97
			Bolívar	12,16
			Boyacá	4,47
			Caldas	4,92
			Caquetá	15,47
			Casanare	5,35
			Cauca	4,29
			Cesar	14,00
			Choco	17,79
			Córdoba	15,05
			Cundinamarca	4,70
			Guainía	9,82
			Guaviare	9,44
			Huila	15,26
			La Guajira	9,50
			Magdalena	19,86
			Meta	8,31
			Nariño	3,50
			Norte de Santander	3,49
			Putumayo	9,00
			Quindío	5,96
			Risaralda	4,76
			Santander	6,75
			Sucre	13,09
			Tolima	7,67
			Valle del Cauca	5,89
			Vaupés	9,51
			Vichada	9,77
	Nivel 1 avanzado	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.17 y 10.14. Ecuación	Amazonas	11,86
			Antioquia	8,44

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Departamento	Valor kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}
3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad		10.22. Factores ajustados por temperatura	Arauca	11,57
			Archipiélago de San Andrés y Providencia	12,08
			Atlántico	12,06
			Bogotá, D. C.	4,60
			Bolívar	11,69
			Boyacá	6,05
			Caldas	7,28
			Caquetá	10,82
			Casanare	11,36
			Cauca	6,72
			Cesar	11,00
			Choco	12,05
			Córdoba	11,96
			Cundinamarca	6,60
			Guainía	11,81
			Guaviare	11,22
			Huila	7,73
			La Guajira	11,31
			Magdalena	11,74
			Meta	11,08
			Nariño	6,79
			Norte de Santander	8,11
			Putumayo	10,52
			Quindío	6,93
			Risaralda	6,99
			Santander	8,47
			Sucre	12,00
			Tolima	8,16
			Valle del Cauca	7,49
			Vaupés	11,33
			Vichada	11,74

En la Tabla 197 se presentan los factores de emisión empleados para calcular la emisión de N_2O por gestión de estiércol en porcinos.

Tabla 197. Metodología y factores de emisión N_2O – Porcinos (3.B.3.)

Subcategoría	Metodología	Sistema de gestión de estiércol	Definición	Fuente de información	Valor kg N_2O – N kg N^{-1} kg N excretado
3.B.3. Porcinos	Nivel 1 avanzado	Almacenamiento solido	El estiércol seco es apilado y almacenado por varios meses.	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10. Cuadro 10.21	0,01
		Lote seco	Estiércol seco que es removido periódicamente de la superficie de un lote sin cobertura o un corral pavimentado o sin pavimentar.		0,02
		Laguna anaerobia descubierta	Sistema de almacenamiento en líquido de estiércol. Las lagunas pueden almacenar estiércol por periodos de hasta un año o más. El agua puede reciclarse como agua para limpieza o usarse para irrigar y fertilizar campos. Emisiones insignificantes.		0
		Estiércol líquido < 1 mes	El estiércol se almacena tal como se excretará o con un mínimo agregado de agua en tanques o en estanques de		0,005

Subcategoría	Metodología	Sistema de gestión de estiércol	Definición	Fuente de información	Valor kg N_2O – N kg N^{-1} kg N excretado
			tierra fuera del lugar en el que están los animales		
		Aspersión diaria	El estiércol se saca de las instalaciones de confinamiento y se aplica a tierras de cultivo o pasturas dentro de las 24 horas de su excreción. Se supone que las emisiones de N_2O durante el almacenamiento y el tratamiento son cero. Las emisiones de N_2O derivadas de la aplicación a la tierra están incluidas en la categoría de suelos agrícolas.		0
		Digestión anaeróbica	Biodigestores diseñados para la estabilización de desechos mediante la reducción microbiana de compuestos orgánicos complejos a CH_4 y CO_2, que se captura y se quema o se usa como combustible.		0,0006

Para presentar la información a nivel nacional en las tablas CRT se estimaron los promedios ponderados de los principales parámetros teniendo en cuenta la población porcina de las subcategorías 3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses y 3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses. Es de resaltar que no se estimaron emisiones en laguna anaeróbica descubierta, ya que el IPCC las considera insignificantes. Las emisiones derivadas de distribución diaria se incluyeron en la categoría 3.D.1. y 3.D.2. En el caso de 3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad, la fracción del estiércol manejado fue un solo valor para todos los departamentos en los sistemas de lote seco, almacenamiento sólido, distribución diaria y estiércol líquido <1 mes. Las emisiones derivadas de la distribución diaria se incluyeron en la categoría 3.D.1. y 3.D.2. Parámetros relevantes de la estimación se presentan en el Anexo 5-25.

5.4.9.1.3 Dato de actividad

Los datos de actividad por subcategoría son los mismos empleados en la categoría 3.A.3 (Ver Tabla 183).

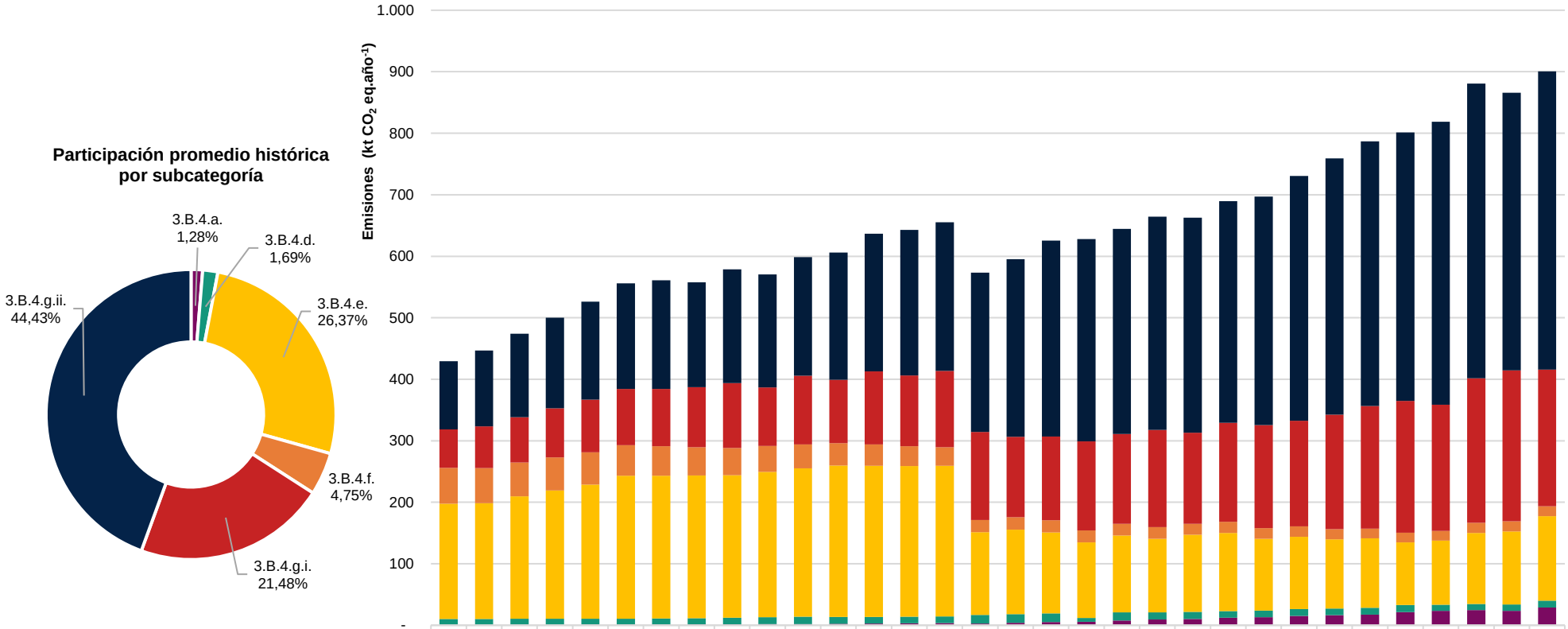
5.4.10 Subcategoría: 3.B.4. Otro Ganado

i. Descripción de la subcategoría

Se calculan las emisiones de CH_4 y N_2O por la gestión del estiércol en búfalos, caprinos, caballos, mulas y asnos y aves de corral (gallinas ponedoras y pollo de engorde).

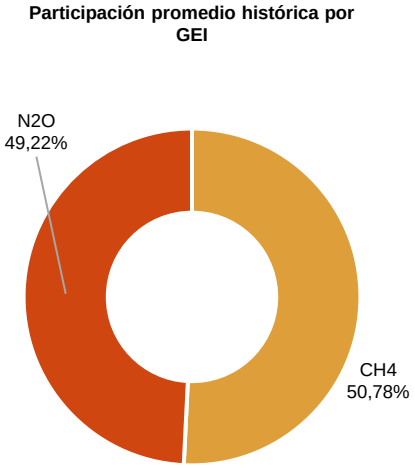
Las emisiones en esta subcategoría fueron en promedio de 645,73 kt CO_2eq con una tasa de crecimiento anual compuesta de 2,42 % desde 1990. Se estimaron 429,51 kt CO_2eq en 1990 y 900,73 kt CO_2eq en 2021 (incremento de 110 % desde 1990). Las subcategorías que más contribuyeron fueron 3.B.4.g. Aves y 3.B.4.e. Caballos, con un promedio anual de 65,91 % (425,58 kt CO_2eq) y 26,37 % (170,28 kt CO_2eq) respectivamente. Dentro de la subcategoría 3.B.4.g. Aves, las mayores emisiones obedecieron a los pollos de engorde, estos aportaron una emisión promedio anual de 286,88 kt CO_2eq, mientras que en las gallinas ponedoras se registraron 138,70 kt CO_2eq. Las mayores emisiones en los pollos de engorde se relacionan con un mayor número de animales al año, debido al aumento del consumo per cápita de pollo y un mayor factor de emisión generado para CH_4, comparado con los datos de las gallinas ponedoras. La

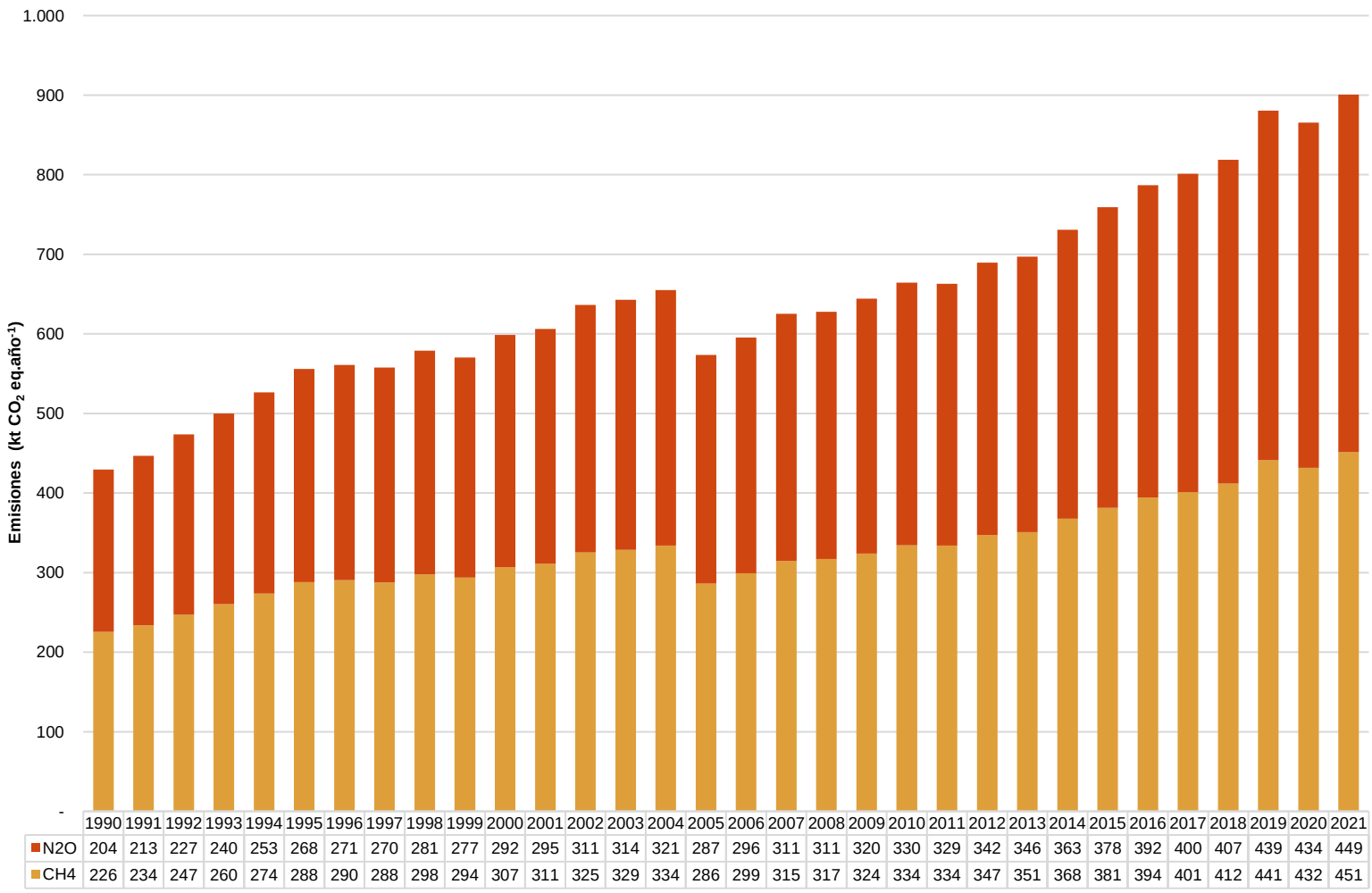
Figura *175* presenta la tendencia de las emisiones, la cual se muestra de forma creciente en el transcurso de la serie histórica, producto del crecimiento en las poblaciones animales y el manejo que se le da al estiércol en cada uno de los sistemas productivos. Cabe mencionar que, dentro de la cuantificación de la categoría 3.B Gestión de estiércol, la subcategoría 3.B.4 es la tercera fuente de emisión de gestión de estiércol, después de la especie porcina y el ganado bovino.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.B.4.g.ii. Pollos de engorde	111	123	135	147	160	172	177	170	185	184	193	207	224	237	241	259	289	319	329	333	347	350	360	372	398	417	430	436	460	479	451	485
3.B.4.g.i. Ponedoras	62	68	74	80	85	91	93	98	105	95	112	103	119	115	124	143	131	136	145	146	158	148	161	167	172	186	200	215	205	235	245	222
3.B.4.f. Mulas y asnos	58	57	55	54	53	50	48	46	44	42	39	37	34	32	30	20	20	20	19	19	19	18	18	18	17	17	16	15	16	17	17	16
3.B.4.e. Caballos	188	188	199	209	218	232	232	232	232	237	241	246	246	245	245	134	138	132	123	125	119	126	127	116	118	112	113	102	105	115	119	137
3.B.4.d. Caprinos	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	12	11	11	11	11	14	14	14	6	14	12	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10	11
3.B.4.a. Búfalos	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	5	6	8	9	10	12	13	15	16	17	21	23	25	23	29

Figura 175. Tendencia de emisiones de GEI 3.B.4. Otro Ganado, 1990-2021





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	204	213	227	240	253	268	271	270	281	277	292	295	311	314	321	287	296	311	311	320	330	329	342	346	363	378	392	400	407	439	434	449
CH4	226	234	247	260	274	288	290	288	298	294	307	311	325	329	334	286	299	315	317	324	334	334	347	351	368	381	394	401	412	441	432	451

Figura 176. Tendencia de emisiones de 3.B.4. Otro Ganado por GEI 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.B.4. Otro Ganado.

5.4.10.1.1 Método de estimación

Las estimaciones de CH_4 y N_2O por la gestión del estiércol en la categoría 3.B.4 Otro Ganado, se desarrolló mediante el nivel metodológico 1, a excepción de la subcategoría 3.B.4.g. Aves, la cual se estima por nivel metodológico 1 avanzado ya que ésta se desagrega en sistemas productivos de pollo de engorde y gallinas ponedoras. Los sistemas de gestión de estiércol manejados en las especies son: Almacenamiento sólido (aves, caballos, mulas y asnos), Lote seco (Corral) (búfalos y caprinos) y Pastizales (búfalos, caprinos, caballos, mulas y asnos); las emisiones de este último se incluyen en la categoría 3D, (subcategorías 3.D.1. y 3.D.2. emisiones directas e indirectas de N_2O por suelos gestionados). La fracción AWMS se evidencia en el Anexo 5-17. Los factores de emisión generados para CH_4 se documentan en la Tabla 198 y los factores de emisión de N_2O se presentan en la Tabla 199. Los cálculos siguen la misma metodología de la subcategoría 3.B.2 y 3.B.3. En el Cuadro 40 se presenta el detalle de las ecuaciones empleadas en la estimación.

5.4.10.1.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados a nivel departamental para calcular la emisión en CH_4 por gestión de estiércol en Otro Ganado:

Tabla 198. Metodología y factores de emisión CH_4 – Otro Ganado (3.B.4.)

Metodología	Fuente de información	Departamento	Búfalos	Caprinos	Caballos	Mulas y asnos	Ponedoras	Pollo de engorde
			kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1}					
Nivel 1-1 avanzado	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.17 y 10.14. Ecuación 10.22. Factores ajustados por temperatura	Amazonas	1,54	0,09	0,47	1,11	0,08	0,09
		Antioquia	1,53	0,08	3,36	1,09	0,07	0,08
		Arauca	1,54	0,09	1,11	1,11	0,08	0,09
		Archipiélago de San Andrés y Providencia	1,54	0,09	0,47	1,11	0,08	0,09
		Atlántico	1,54	0,09	1,11	1,11	0,08	0,09
		Bogotá, D. C.	1,49	0,07	2,69	0,95	0,06	0,07
		Bolívar	1,54	0,09	1,11	1,11	0,08	0,09
		Boyacá	1,51	0,08	3,07	1,03	0,07	0,08
		Caldas	1,52	0,08	3,25	1,07	0,08	0,08
		Caquetá	1,54	0,09	1,75	1,11	0,08	0,09
		Casanare	1,54	0,09	1,11	1,11	0,08	0,09
		Cauca	1,52	0,08	0,47	1,06	0,08	0,09
		Cesar	1,54	0,09	1,11	1,11	0,08	0,09
		Choco	1,54	0,09	0,47	1,11	0,08	0,09
		Córdoba	1,54	0,09	1,11	1,11	0,08	0,09
		Cundinamarca	1,52	0,08	3,16	1,05	0,07	0,08
		Guainía	1,54	0,09	0,47	1,11	0,08	0,09
		Guaviare	1,54	0,09	0,47	1,11	0,08	0,09
		Huila	1,53	0,08	1,69	1,08	0,08	0,09
		La Guajira	1,54	0,09	1,11	1,11	0,08	0,09
		Magdalena	1,54	0,09	1,11	1,11	0,08	0,09
		Meta	1,54	0,09	1,11	1,11	0,08	0,09
		Nariño	1,52	0,08	0,47	1,06	0,07	0,08
		Norte de Santander	1,53	0,08	2,32	1,09	0,08	0,09
		Putumayo	1,54	0,09	0,47	1,11	0,08	0,09
		Quindío	1,52	0,08	3,20	1,06	0,08	0,09
		Risaralda	1,52	0,08	3,21	1,06	0,08	0,09
		Santander	1,53	0,08	2,34	1,10	0,08	0,09
		Sucre	1,54	0,09	1,11	1,11	0,08	0,09
		Tolima	1,53	0,08	1,71	1,09	0,08	0,09
		Valle del Cauca	1,53	0,08	3,27	1,08	0,08	0,09
		Vaupés	1,54	0,09	0,47	1,11	0,08	0,09
		Vichada	1,54	0,09	1,11	1,11	0,08	0,09

En la Tabla 199 se presentan los factores de emisión empleados para calcular la emisión de N_2O por gestión de estiércol en Otro Ganado:

Tabla 199. Metodología y factores de emisión N_2O – Otro Ganado (3.B.4.)

Subcategoría	Metodología	Sistema de gestión de estiércol	Definición	Fuente de información	Valor kg N_2O – N kg N^{-1} kg N excretado
Aves, Caballos, Mulas y asnos	Nivel 1-1 avanzado	Almacenamiento solido	El estiércol seco es apilado y almacenado por varios meses.	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 10. Cuadro 10.21	0,01
Búfalos y Caprinos	Nivel 1	Lote seco (Corral)	Estiércol seco que es removido periódicamente de la superficie de un lote sin cobertura o un corra pavimentado o sin pavimentar.		0,02
Búfalos, Caprinos, Caballos, Mulas y asnos	Nivel 1	Pastizales	Es el estiércol de los bovinos que permanecen en pastoreo, este estiércol no se gestiona	Las emisiones directas de N_2O del estiércol depositado en pasturas se estiman siguiendo el Capítulo 11, Sección 11.2, Emisiones de N_2O de suelos gestionados	

En la subcategoría 3.B.4.e. Caballos, el peso de los animales y la tasa de nitrógeno excretado presentados en las tablas CRT, son promedios ponderados, teniendo en cuenta la cantidad de caballos en los departamentos del país. La fracción del estiércol manejado mediante el sistema de gestión de desechos animales (AWMS), varía entre los departamentos en los sistemas de almacenamiento sólido y pasturas (Anexo 5-21), esta fracción también se presenta de forma ponderada para tener un dato aproximado a nivel nacional. Las emisiones derivadas de pasturas se incluyeron en la categoría 3.D.1. y 3.D.2.

La fracción AWMS y el peso de los animales es un único dato a nivel nacional en las subcategorías 3.B.4.a. Búfalos, 3.B.4.d. Caprinos, 3.B.4.f. Mulas y asnos, 3.B.4.g.i. Ponedoras y 3.B.4.g.ii. Pollos de engorde (Anexo 5-17, Anexo 5-18). Otros parámetros importantes de la estimación a nivel nacional incluidos en las tablas CRT se describen en el Anexo 5-26.

5.4.10.1.3 Dato de actividad

Los datos de actividad por subcategoría son los mismos empleados en la categoría 3.A.4 (Tabla 186) a excepción de aves, los cuales se detallan en la

Tabla 201.

Tabla 200. Datos de actividad para la categoría 3.B.4. Otro Ganado (3.B.4.g. Aves)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3.B.4.g. Aves	Cabezas de animales	1990 - 2004	FAOSTAT	Base de datos FAOSTAT
		2005-2021	Federación Nacional de Avicultores-FENAVI	Población promedio anual de aves ponedoras y pollo de engorde calculadas mediante la ecuación 10.1 del IPCC (2019) con información de la oficina de estadísticas de FENAVI.

Tabla 201. Datos de actividad para la categoría 3.A.4. Otro Ganado (3.B.4.g. Aves) población promedio anual (cabezas)

Año	3.B.4.g.ii. Pollos de engorde	3.B.4.g.i. Ponedoras
1990	24.090.738,77	12.630.762,19
1991	26.715.483,04	13.799.342,78
1992	29.340.227,31	14.967.923,37
1993	31.964.971,58	16.136.503,96
1994	34.589.715,85	17.305.084,55
1995	37.214.460,12	18.473.665,15
1996	38.287.762,15	18.870.160,71
1997	36.947.414,84	19.829.902,89
1998	40.143.831,66	21.362.273,56
1999	39.788.245,60	19.345.702,99
2000	41.835.272,55	22.604.366,40
2001	44.880.141,08	20.827.301,00
2002	48.539.370,82	24.061.230,87
2003	51.282.445,93	23.328.810,05
2004	52.313.383,73	25.199.131,46
2005	56.196.188,01	28.995.598,49
2006	62.596.614,21	26.507.336,72
2007	69.066.475,77	27.547.893,21
2008	71.228.839,44	29.431.028,89
2009	72.290.224,73	29.594.028,42
2010	75.190.862,96	32.002.017,44
2011	75.816.018,25	30.013.932,49
2012	78.089.430,61	32.628.684,98
2013	80.560.616,27	33.940.025,97
2014	86.366.121,41	34.788.616,39
2015	90.323.854,43	37.725.069,12
2016	93.278.093,21	40.436.623,34
2017	94.615.485,08	43.484.526,56
2018	99.805.364,01	41.524.567,00
2019	103.808.651,90	47.689.543,54
2020	97.821.745,35	49.951.640,00
2021	105.262.978,82	45.265.363,40

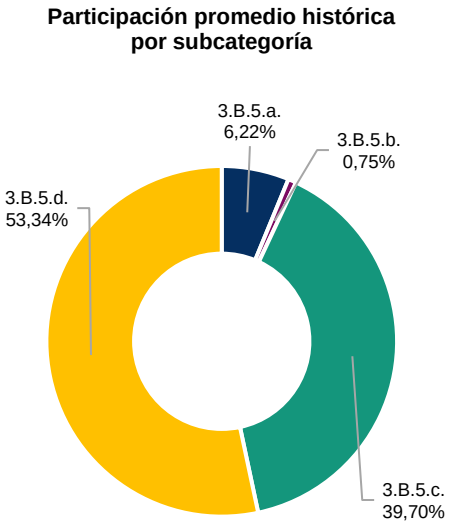
5.4.11 Subcategoría: 3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol

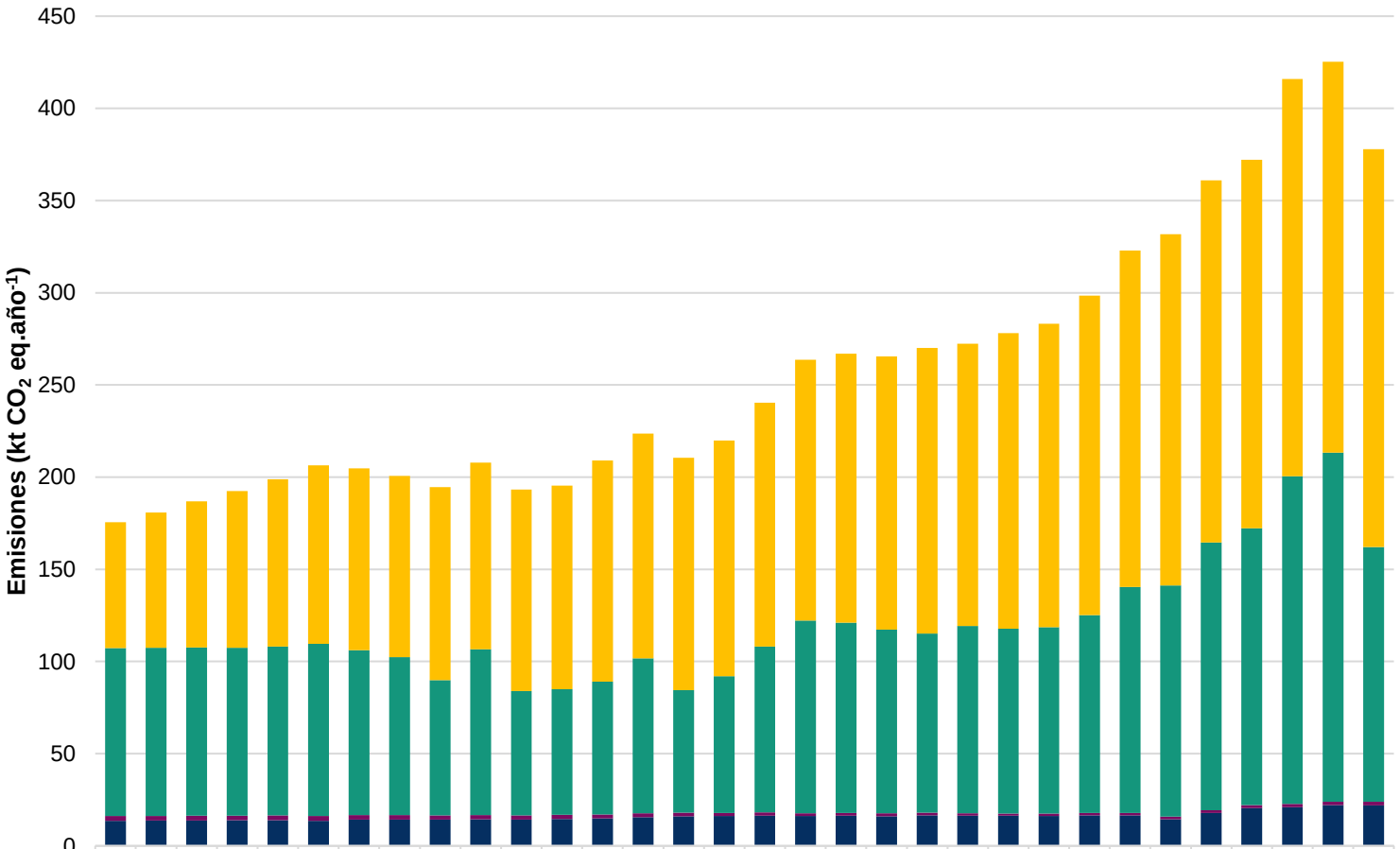
iii. Descripción de la subcategoría

Se cuantifican las emisiones indirectas de N_2O asociadas a los procesos de descomposición en el suelo, las cuales provienen del nitrógeno reactivo que se libera como NH_3 y NO_x, así como de la lixiviación de nitrógeno y la escorrentía. Las pérdidas por escorrentía se producen en sistemas de producción que almacenan estiércol expuesto a condiciones climáticas y están influenciadas por el tipo de animal y las propiedades del estiércol.

Las emisiones en esta subcategoría fueron en promedio de 257,68 kt CO_2eq con una tasa de crecimiento anual compuesta de 2,50 % desde 1990, para este año se cuantificaron 175,61 kt CO_2eq y en 2021 377,92 kt CO_2eq (crecimiento de emisiones de 115,21 % desde 1990). Las subcategorías que más contribuyeron a 3.B.5. en promedio fueron 3.B.5.d. Otro Ganado y 3.B.5.c. Porcinos con 53,34 % (137,44 kt CO_2eq) y 39,70 % (102,30 kt CO_2eq) respectivamente, de la emisión total promedio. Por su parte, las menores emisiones correspondieron a la subcategoría de 3.B.5.b. Ovinos (aportando 0,75 % en la subcategoría 1,92 kt CO_2eq). En la subcategoría 3.B.5.d. Otro Ganado, las mayores emisiones fueron por los pollos de engorde, que aportaron una emisión promedio anual de 76,84 kt CO_2eq. Por su parte en 3.B.5.c. Porcinos, la mayor participación correspondió a 3.B.5.c.iii. Porcinos baja productividad, que cuantificaron un promedio anual de 52,42 kt CO_2eq. La Figura 177 presenta la tendencia de las emisiones, la cual se muestra de forma creciente en el transcurso de la serie histórica producto del crecimiento en las poblaciones animales y el manejo que se le da al

estiércol en cada uno de los sistemas productivos. Sobresale en la tendencia un descenso de la emisión en el año 2021 causado por la disminución del inventario animal principalmente de cerdos como consecuencia del incremento en las tasas de sacrificio.





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.B.5.d. Otro Ganado	68,	73,	79,	84,	90,	96,	98,	98,	104	101	109	110	119	121	126	127	132	141	145	148	154	153	160	164	173	182	190	196	199	215	211	215
3.B.5.c. Porcinos	91,	91,	91,	90,	91,	93,	89,	85,	73,	89,	67,	68,	72,	84,	66,	74,	90,	104	103	99,	97,	101	100	101	107	122	125	145	150	177	189	138
3.B.5.b. Ovinos	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,3	2,3	2,0	2,0	1,9	1,6	1,6	1,6	1,5	1,6	1,4	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8
3.B.5.a. Ganado	13,	13,	13,	13,	13,	13,	14,	14,	14,	14,	14,	14,	14,	15,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	16,	14,	17,	20,	20,	22,	21,

Figura 177. Tendencia de emisiones de GEI 3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol, 1990-2021

iv. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol.

5.4.11.1.1 Método de estimación

La estimación se realizó con base en metodología nivel 1. Las emisiones de volatilización se estimaron con la ecuación 10.28 (IPCC, 2019), que considera la cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH_3 y NOx por sistema de gestión de estiércol y un factor de emisión predeterminado. Para hallar el nitrógeno que se volatiliza se tuvo en cuenta la cantidad de nitrógeno excretado y gestionado en cada sistema (Nex), multiplicado por una fracción de nitrógeno volatilizado, tal como se describe en la ecuación 10.26 de IPCC 2019.

El método se aplicó utilizando datos de excreción de nitrógeno en los sistemas de gestión de estiércol, estimados en las subcategorías 3.B.1, 3.B.2, 3.B.3. y 3.B.4 y fracciones predeterminadas de nitrógeno del estiércol gestionado que se volatilizan sugeridos en la tabla 10.22 de IPCC 2019. El factor de emisión para las emisiones indirectas de N_2O por deposición atmosférica de nitrógeno en suelos y superficies de agua fue de 0,005 [kg N_2O-N (kg NH_3-N + NO_x-N volatilizado)$^{-1}$] para La Guajira (Departamento seco, precipitación menor a 1000 mm año^{-1}) y de 0.014 [kg N_2O-N (kg NH_3-N + NO_x-N volatilizado)$^{-1}$] para los demás departamentos del país (Departamentos húmedos, precipitación mayor a 1000 mm año $^{-1}$) (Tabla 11.3, IPCC, 2019). La lixiviación no se cuantificó en esta subcategoría por ausencia de información relacionada a las características del estiércol y otros parámetros específicos que requiere la estimación.

En el Cuadro 41 se presenta el detalle de las ecuaciones empleadas en la estimación.

3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol

Ecuación 10.28. Emisiones indirectas de N_2O debidas a la volatilización de n de la gestión del estiércol
(Adaptado de IPCC, 2019; volumen 4, capítulo 10)

$$N_2O_{G(ge)} = (N_{volatilización-SGE} * EF_4) * \frac{44}{28}$$

Dónde:
$N_2O_{G(ge)}$ = emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol, kg N_2O año $^{-1}$
$V_{olatilización-SGE}$ = cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH3 y NOx por sistema de gestión de estiércol, kg N año^{-1}
EF_4 = factor de emisión para emisiones de N_2O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua , kg N_2O-N (kg NH3-N + NOx-N volatilizado)$^{-1}$; dado en el Capítulo 11, Cuadro 11.3 (IPCC, 2019).

Factor de emisión parta N_2O (directo) del sistema de gestión de estiércol S (IPCC, 2019 (volumen 4 capitulo 11 Tabla 11.3)), kg N_2O – N kg N^{-1}

Ecuación 10.26. Pérdidas de N debidas a la volatilización de la gestión del estiércol
(Adaptado de IPCC, 2019; volumen 4, capítulo 10)

$$N_{volatilización-SGE} = \left[\sum_S \left[\sum_{T,P} \left(\left(N_{(T,P)} * Nex_{(T,P)}\right) * SGE_{(T,S,P)} \right)\right] * Frac_{GasMS(T,S)}\right]$$

Dónde:
$V_{olatilización-SGE}$ = cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH3 y NOx por sistema de gestión de estiércol, kg N año^{-1}
$N_{(T,P)}$ = dato de actividad, es igual al número de cabezas de ganado especie/categoría T clasificado como sistema productivo P.
$Nex_{(T,P)}$ = excreción promedio anual de Nitrógeno por cabeza de la especie/categoría T para el sistema productivo P, kg de N animal $^{-1}$ año $^{-1}$
SGE = fracción del estiércol manejado utilizando un determinado sistema de gestión de residuos animales, en %
$Frac_{GasMS(T,S)}$ = fracción de nitrógeno del estiércol gestionado para la categoría de ganado T que se volatiliza como NH3 y NOx en el sistema de gestión del estiércol S ((IPCC, 2019; Tabla 10.22).

Cuadro 41. Ecuaciones de estimación de Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol (3.B.5.)

5.4.11.1.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión:

Tabla 202. Metodología y factores de Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol (3.B.5.)

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol	Nivel 1 avanzado en bovinos, porcinos y aves Nivel 1 otras especies	IPCC – 2019, Volumen 4, Capítulo 11, Cuadro 11.3	Todos los departamentos 0,014 kg N_2O–N (kg NH_3–N + NO_X–N volatilizado) La Guajira 0.005, 0,014 kg N_2O–N (kg NH_3–N^+ NO_X–N volatilizado)

La información calculada en las tablas CRT de esta subcategoría corresponde a la sumatoria de nitrógeno volatilizado de los sistemas de laguna anaeróbica, estiércol líquido, distribución diaria, almacenamiento sólido, lote seco y digestión anaeróbica de las subcategorías estimadas en las emisiones directas de N_2O de la gestión del estiércol.

5.4.11.1.3 Dato de actividad

Los datos de actividad utilizados son los mismos empleados en la categoría 3.A por especie.

5.5 Cultivo de arroz (CRT 3.C.)

De las fuentes de CH_4 atmosférico, los arrozales irrigados se reconocen como una de las más importantes (Cicerone & Oremland, 1988). El CH_4 ejerce efectos significativos en el balance térmico global y es el segundo gas de efecto invernadero más importante después del CO_2 (Mosier, 1998). El CH_4 en los arrozales surge de la descomposición bacteriana de materia orgánica bajo el agua que se libera a la atmósfera mediante el transporte a través de las plantas del arroz (Takai, 1970). Varios factores pueden afectar la producción, oxidación y/o transporte de CH_4, como el régimen hídrico (Yagi et al., 1997), las prácticas de fertilización (Banik et al., 1996), los cultivares de arroz (Ding et al., 1999), la densidad de plantas (Schutz et al., 1989) y las propiedades del suelo (Watanabe & Kimura, 1999).

En Colombia, el arroz es un producto de amplio consumo en la canasta familiar de la población, producido en 210 municipios de 23 departamentos, siendo este el tercer producto agrícola cultivado después del café y el maíz. Según DANE-FEDEARROZ, en 2021 el consumo promedio fue de 42 kg por persona y su producción en términos de hectáreas fue de 544.635,40. El crecimiento en cuanto a área sembrada, cosechada y de producción oscilan entre un 10 % a 15 %. Las zonas del país con mayor área sembrada de arroz son los Llanos Orientales y la zona Centro, las cuales aportan cerca del 75 % de las hectáreas, contando con Casanare, Tolima y Meta como los departamentos con mayor área sembrada en el país. Teniendo en cuenta lo anterior, en el año 2021 el departamento con mayor área sembrada fue Casanare (189.422,00 hectáreas), seguido por Tolima (88.836,17 hectáreas) y Meta (72.549,59 hectáreas) (DANE, 2022). Colombia cuenta con dos sistemas de cultivo de arroz: 1) sistema por riego y 2) sistema secano, donde el arroz cultivado por el sistema de riego es aquel provisto por el hombre; puede hacerse por bombeo o gravedad y el agua puede provenir de distritos de riego o de pozos, mientas que el arroz cultivado por el sistema de secano es aquel donde el agua proviene de las lluvias, y dispone de canales de drenaje (MADR, 2005).

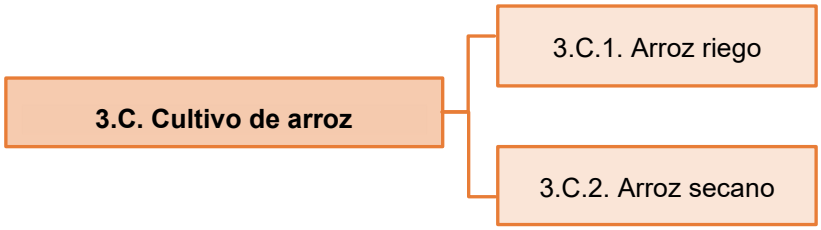


Figura 178. Subcategorías estimadas en 3.C. Cultivo de arroz

5.5.1 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

La categoría 3.C. Cultivo de arroz representó un promedio histórico del 1,18 % de las emisiones de todo el sector agricultura con un promedio anual de 547,97 kt CO_2eq y una tasa de crecimiento anual compuesta de -0,04 %. En 1990 se estimaron 527,92 kt CO_2eq y en 2021, 521,05 kt CO_2eq lo que equivale a una reducción de -1,30 % desde 1990. La Tabla 203 presenta los valores de emisiones calculados en las subcategorías, se observa que la mayor participación correspondió a la subcategoría 3.C.1. Arroz riego, con una contribución promedio anual de 509,65 kt CO_2eq y un aporte dentro de la categoría de 93,01 % (Ver Figura 179). Por su parte, las emisiones de 3.C.2. Arroz secano, representaron la minoría contribuyendo con un promedio de 38,32 kt CO_2eq y aportando el 6,99 % dentro de la categoría.

Tabla 203. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.C. Cultivo de arroz

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
3.C. Cultivo de arroz	**527,92**	**457,38**	**640,00**	**545,27**	**525,33**	**521,78**	**633,21**	**521,05**
3.C.1. Arroz riego	486,93	431,60	603,06	506,63	488,74	465,50	573,88	467,50
3.C.2. Arroz secano	40,99	25,78	36,95	38,64	36,59	56,28	59,33	53,55

En la

Figura 179 se ilustra el comportamiento de las emisiones en la serie histórica, las emisiones indican ser variables con tendencia ligeramente creciente, obteniendo los mayores registros en el año 1999 (702,85 kt CO_2eq) y los menores en 1997 (398,32 kt CO_2eq). El incremento de las emisiones está asociado a las fluctuaciones de las áreas sembradas y los factores de emisión utilizados en el país para este ciclo del inventario, siendo el sistema de arroz riego el cultivo de mayor representatividad en emisiones.

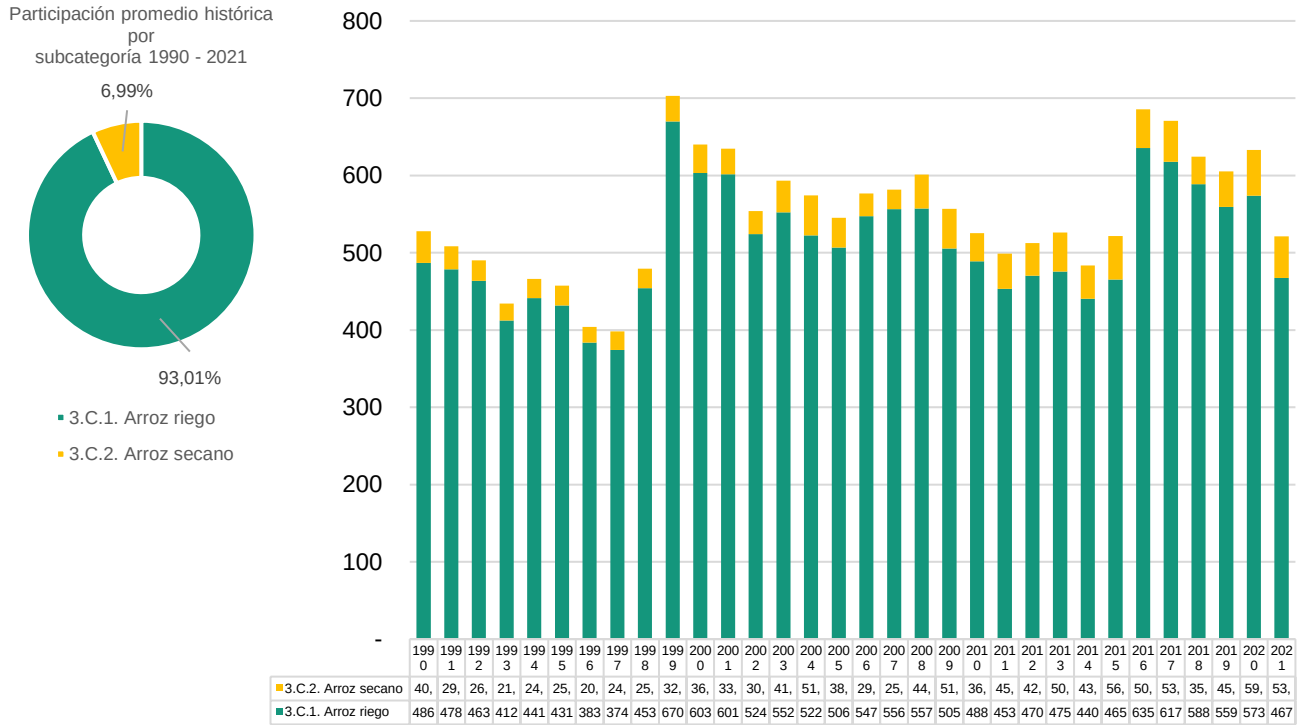


Figura 179. Tendencia de emisiones de GEI 3.C. Cultivo de arroz, 1990-2021

5.5.2 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021, sin embargo en esta categoría el sector agricultura cuenta con áreas sembradas hasta 2022, sin embargo se ha optado por reportar hasta 2021 para mantener la coherencia con los demás sectores.

5.5.3 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie de tiempo

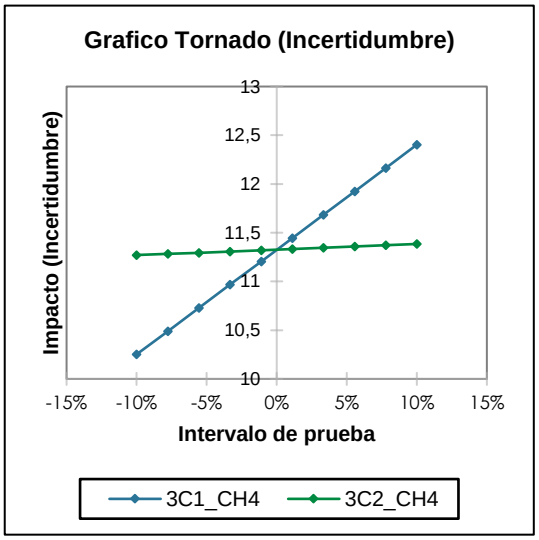
La categoría de cultivo de arroz (3.C.) se estimó con las emisiones de GEI de CH_4. De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 204, se observan variaciones entre 1990 y 2021, que están relacionadas con las variaciones en las emisiones de las subcategorías y los factores de emisión. El promedio anual de la incertidumbre es del 11,63%.

Tabla 204. Resultados de incertidumbre - Cultivo de arroz (3.C.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
3.C. Cultivo de arroz	CH_4	10,73	10,65	11,58	12,28	12,27	12,68	11,34	11,33	NA
3.C.1. Arroz riego	CH_4	11,23	11,13	12,15	13,03	13,02	13,84	12,24	12,30	FE
3.C.2. Arroz secano	CH_4	35,82	30,92	29,85	28,78	28,27	26,70	25,16	24,66	FE

En la Figura 180 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados con el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías sobre la incertidumbre total, destacando aquellas que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 3C1_CH4 es la más sensible, con una contribución del 99% a la incertidumbre total dada su representatividad en emisiones. A su vez esta subcategoría tiene un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 3.C, contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±1,08% en el intervalo de la incertidumbre total del 2021 (±11,33%). En el gráfico (a) de tornado se ilustra el rango de variación que oscila entre 10,25% y 12,40%.

a)



b)

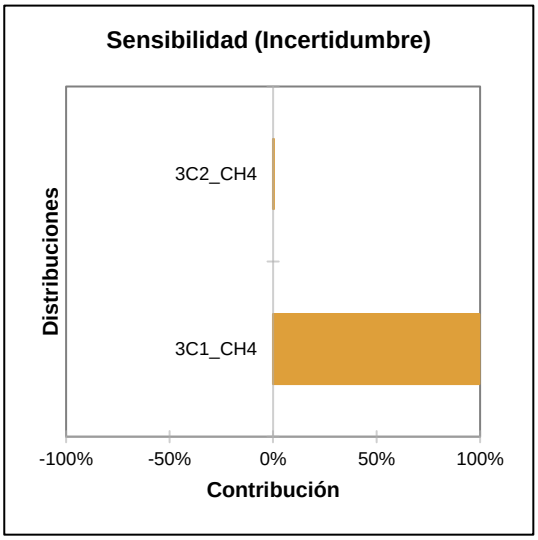


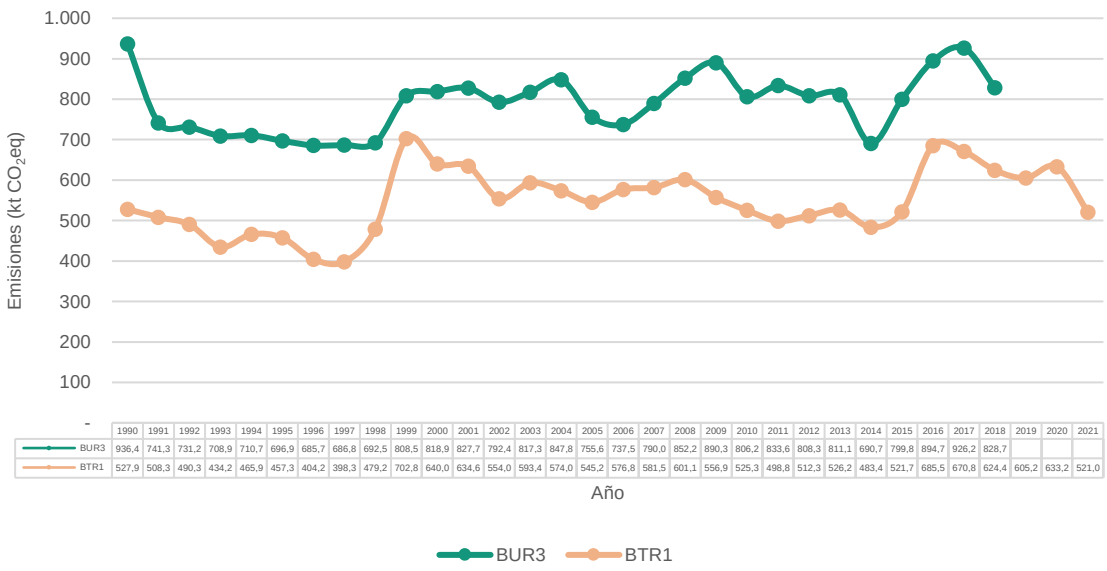
Figura 180. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de Cultivo de arroz (3.C.) para el 2021

5.5.4 AC/CC y verificación de la categoría

Para estimar las emisiones en el cultivo de arroz (3.C), se siguieron los lineamientos del protocolo de control de calidad. Se realizaron varias actividades, como comparar los datos con fuentes externas y revisar su consistencia, verificar los factores de emisión, validar los cálculos y métodos, revisar las unidades y conversiones en las hojas de cálculo, analizar la estructura de las bases de datos y garantizar el archivado y organización adecuada de la documentación. A nivel de subcategorías, se realizaron actividades importantes como: revisión de los datos de las áreas sembradas para detectar errores de transcripción, tendencias y valores atípicos. Se verificó que los factores de escala correspondieran adecuadamente a los sistemas de arroz riego y secano de los departamentos. También se comprobaron los factores de conversión y se identificaron inconsistencias en las series temporales. Además, se compararon los resultados con los valores estimados en el inventario anterior, asegurando que el orden de magnitud fuera coherente.

5.5.5 Recálculos de la categoría

Para esta subcategoría se ajustaron los datos de actividad empleando las fuentes de información de DANE y FEDEARROZ. Adicionalmente se empleó un factor de emisión nivel 2 para la región de la Orinoquia (Arauca, Casanare, Meta y Vichada), el cual fue desarrollado en el marco del proyecto Biocarbono por el Centro Internacional de Agricultura Tropical-Bioversity International, basado en mediciones in situ mediante parcelas. En la siguiente figura se observan las emisiones calculadas en el anterior inventario (BUR3) y aquellas generadas en el presente reporte. Comparando las emisiones para el primer año reportado (1990) y el último año de BUR3 (2018) respecto a BTR1, se presenta una reducción de emisiones de -43,62 % y -24,66 % respectivamente.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	936,4	741,3	731,2	708,9	710,7	696,9	685,7	686,8	692,5	808,5	818,9	827,7	792,4	817,3	847,8	755,6	737,5	790,0	852,2	890,3	806,2	833,6	808,3	811,1	690,7	799,8	894,7	926,2	828,7			
BTR1	527,9	508,3	490,3	434,2	465,9	457,3	404,2	398,3	479,2	702,8	640,0	634,6	554,0	593,4	574,0	545,2	576,8	581,5	601,1	556,9	525,3	498,8	512,3	526,2	483,4	521,7	685,5	670,8	624,4	605,2	633,2	521,0

Figura 181. Recálculos 3.C. Cultivo de arroz, 1990-2021

5.5.6 Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría.

Tabla 205. Plan de mejora para 3.C. Cultivo de arroz

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
3.C. Cultivo de arroz	Incorporar factores de emisión propios del país en los sistemas de arroz riego y arroz secano.	Analizar estudios científicos llevados a cabo por diversos actores en el sector arrocero para actualizar los factores de emisión y avanzar a un nivel metodológico 2 a nivel subnacional.		x	x		x	Corto-Mediano	AGROSAVIA, FEDEARROZ, CIAT, Universidades	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

5.5.7 Subcategoría: 3.C.1. Arroz riego – 3.C.2. Arroz secano

i. Descripción de las subcategorías

En el país, el sistema de riego se utiliza principalmente en las regiones Centro, Costa Norte y Santanderes, ya que ofrece mayores rendimientos gracias a un suministro constante de agua durante todo el año. En cambio, el sistema de arroz secano ha ganado popularidad en los últimos años debido a su menor costo, aprovechando el agua lluvia, y se utiliza especialmente en la región de los llanos orientales. De acuerdo a la Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado (ENAM-DANE) para 2021 se informó un total de 223.864,26 y 320.771,14 hectáreas sembradas de arroz riego y secano respectivamente.

En la

Figura *182* se observa la tendencia de las emisiones de 3.C.1, correspondiente a arroz riego, esta calculó un promedio anual de 509,65 kt CO_2eq, con una tasa de crecimiento anual compuesta de -0,13 %. Para 1990, las emisiones cuantificaron 486,93 kt CO_2eq y para 2021, 467,50 kt CO_2eq (reducción de -3,99 % desde 1990). En contraste para arroz secano, los valores indicaron un promedio anual de 38,32 kt CO_2eq, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 0,87 % (Ver Figura 183). Para 1990, las emisiones cuantificaron 40,99 kt CO_2eq y para 2021, 53,55 kt CO_2eq (incremento de 30,63 % desde 1990)

Los valores de emisiones correspondientes a arroz riego muestran una tendencia variable debido a las fluctuaciones de las áreas sembradas a lo largo de los años analizados, mientras que en las emisiones de arroz secano la trayectoria se presenta ligeramente creciente, consecuencia de las áreas sembradas en los llanos orientales. Sin embargo, los valores evidenciados son menores que las emisiones de arroz riego dado que los factores de emisión utilizados en las estimaciones son superiores. Por otro lado, sobresale en la tendencia de las dos subcategorías, el descenso de las emisiones para los últimos años del inventario, lo cual puede explicarse por las sugerencias del Consejo Nacional del Arroz y los esfuerzos del gremio arrocero de evitar sembrar más áreas y concentrar la producción en zonas de mayor aptitud arrocera, como los llanos orientales, para reducir costos y mantener la rentabilidad y competitividad del sector (BMC, 2022).

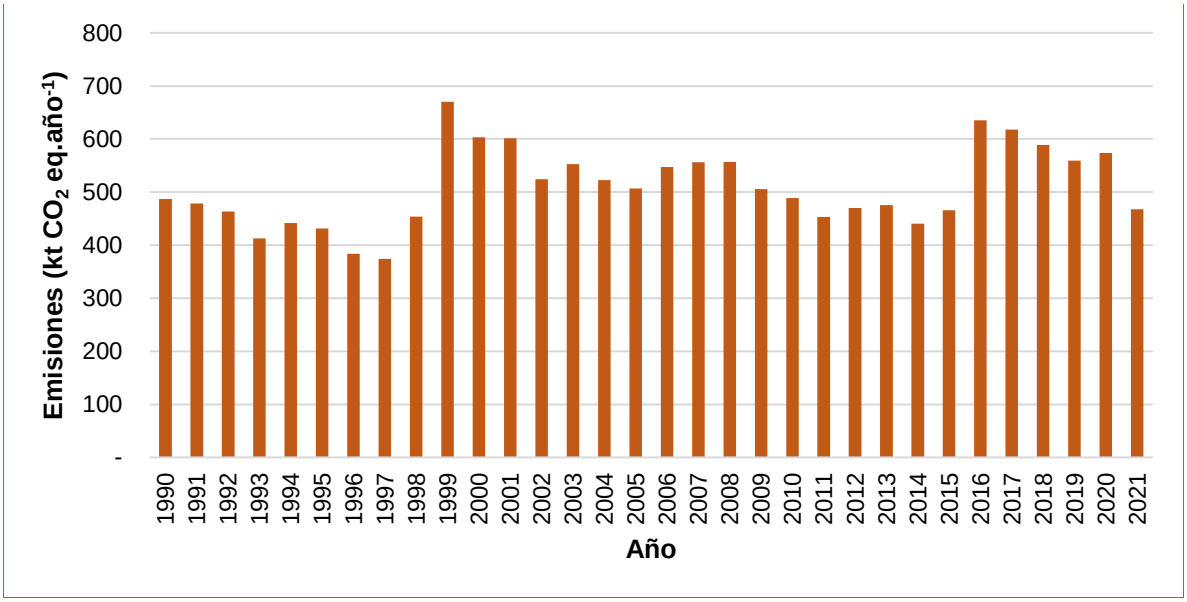


Figura 182. Tendencia de emisiones de GEI 3.C.1. Arroz riego, 1990-2021

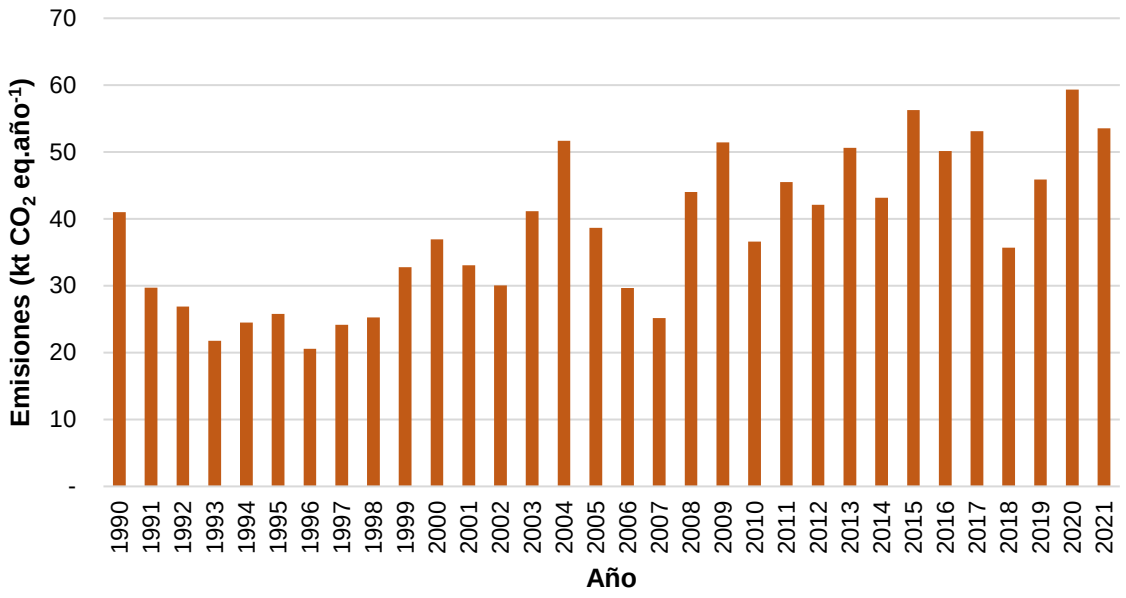


Figura 183. Tendencia de emisiones de GEI 3.C.2. Arroz secano, 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de las subcategorías 3.C.1. Arroz riego y 3.C.2. Arroz secano.

5.5.7.1.1 Método de estimación

Las emisiones de CH_4 en el cultivo de arroz (riego y secano) para todos los departamentos se estimaron a partir de la ecuación general 5.1 de IPCC 2006 bajo un nivel metodológico 1, excepto los departamentos de la región de la Orinoquia que se estimaron con nivel 2. La subcategoría 3.C.1. Arroz riego se desagregó en sistemas continuamente inundados e inundación intermitente y la subcategoría 3.C.2. Arroz secano en sistemas propenso a la sequía.

El factor de emisión en la estimación bajo nivel metodológico 1, se generó a partir de factores de escala predeterminados. Para el ajuste de este, se emplearon las ecuaciones 5.2 y 5.3 de IPCC, 2019, considerando un factor base (EFc), un factor de escala que tiene en cuenta las diferencias en el régimen hídrico durante el periodo de cultivo (SFw), un factor de escala para tener en cuenta las diferencias en el régimen hídrico en la pretemporada antes del periodo de cultivo (SFp) y un factor de escala de emisión ajustado para enmiendas orgánicas (SFo). El factor EFc para todos los departamentos en los sistemas de arroz riego y secano se tomó de la tabla 5.11, región de Sur América 1,27 (kg CH_4 ha^{-1} d^{-1}) (IPCC, 2019). Los valores para los factores SFw, SFp y CFOAi (factor de conversión de abonos orgánicos) fueron extraídos de la tabla 5.12, 5.13 y 5.14 respectivamente, orientados por expertos en arroz para asignar estos datos. La tasa de aplicación de abonos orgánicos (ROAi) (ecuación 5.3), se determinó considerando tasas sugeridas por expertos en arroz a nivel nacional y por valores hallados por AGROSAVIA en el marco del proyecto Biocarbono.

El factor de emisión nivel 2 para la región de la Orinoquia, fue desarrollado en el marco del proyecto Biocarbono por el Centro Internacional de Agricultura Tropical-Bioversity International, basado en mediciones in situ mediante parcelas. Para ello se realizó una priorización de áreas de intervención en la región y se definió una ruta metodológica para la selección de fincas donde implementar las parcelas de monitoreo. Las áreas más representativas se seleccionaron a partir de un análisis espacial multicriterio, que tuvo en cuenta principalmente, la identificación espacial de las áreas en arroz en el mapa de coberturas de la tierra, las características físicas del suelo (grupos texturales), climáticas y de paisaje en las áreas con cobertura de arroz, los municipios en las cuales el área

territorial cumple con los criterios establecidos según el sistema y el número de hectáreas sembradas discriminado por tipo de sistema productivo.

La identificación de parámetros para monitoreo de GEI fue elaborado según directrices del IPCC (2019), para generación de factores de emisión nivel 2 y artículos de investigación (Gupta et al., 2009). De acuerdo a la priorización de áreas de intervención se implementaron parcelas de monitoreo con cámaras estáticas y se examinaron las emisiones de CH_4 en sistemas arroceros bajo condiciones de inundación (riego) y sin inundación (secano) mediante el análisis de un conjunto de datos compuesto por 1,470 registros derivados de alrededor de 6,000 muestras recolectadas en campo. Los resultados de estas mediciones sugirieron un factor de emisión diario nivel 2, de 0.04 kg CH_4 ha^{-1} d^{-1} para arroz riego y 0.000067 Kg CH_4 ha^{-1} d^{-1} para arroz secano.

Las ecuaciones para el cálculo de emisiones se presentan a continuación:

3.C.1. Arroz riego - 3.C.2. Arroz secano

Ecuación 5.1. Emisiones de CH_4 por el cultivo del arroz. (IPCC - 2006, volumen 4, capítulo 11)

$$CH_{4\ Rice} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} * t_{i,j,k} * 10^{-6})$$

Dónde:
$CH_{4\ arroz}$ = emisiones anuales de CH_4 producidas por el cultivo del arroz, kt CH_4 $año^{-1}$
EF_{ijk} = un factor de emisión diario para las condiciones i, j, y k, kg CH_4 $há^{-1}$ $día^{-1}$
t_{ijk} = período de cultivo del arroz para las condiciones i, j, y k, días
A_{ijk} = superficie de cosecha anual de arroz para las condiciones i, j, y k, ha $año^{-1}$
i, j, y k = representan los diferentes ecosistemas, regímenes hídricos, tipo y cantidad de abonos orgánicos y otras condiciones bajo las cuales pueden variar las emisiones de CH_4 producidas por el arroz.

Ecuación 5.2. Factor ajustado de emisión diaria. (IPCC – 2019, volumen 4, capítulo 5)

$$EF_i = EF_c * SF_w * SF_p * SF_o$$

Dónde:
EF_1=Factor de emisión diario ajustado para una superficie de cosecha especifico
EF_c= Factor de emisión básico para tierras inundadas permanentemente sin abonos orgánicos
SF_w= factor de ajuste para compensar las diferencias de regímenes hídricos durante el periodo de cultivo (tabla 5.12, volumen 4, capítulo 5 del Refinamiento IPCC 2019).
SF_p= factor de ajuste para compensar las diferencias de regímenes hídricos durante la temporada previa al cultivo (tabla 5.13, volumen 4, capítulo 5 del Refinamiento IPCC 2019).
SF_o= el factor de ajuste deberá variar según el tipo y la cantidad de abono orgánico aplicado de la ecuación 5,3 (tabla 5,14 del Refinamiento IPCC 2019).

Ecuación 5.3. Factor ajustado de emisión diaria para agregados orgánicos (Actualizada). (IPCC – 2019, volumen 4, capítulo 5)

$$SF_o = (1 + \sum_i ROA_i * CFOA_i)^{0.59}$$

Dónde:
SF_o= factor de ajuste para tipo y cantidad de abono orgánico aplicado
ROA_i= tasa de aplicación de abono orgánico i, en peso seco para paja y en peso fresco para los demás, en t. $há^{-1}$
$CFOA_i$= factor de conversión para abono orgánico i (en términos de su efecto relativo con respecto a la paja aplicada poco antes del cultivo), como se indica en el Cuadro 5.14. (tabla 5.12, volumen 4, capítulo 5 del Refinamiento, IPCC 2019).

Cuadro 42. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI de Arroz riego y Arroz secano (3.C.1. – 3.C.2.)

5.5.7.1.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de las subcategorías:

Tabla 206. Metodología y factores de emisión – 3.C.1. Arroz riego – 3.C.2. Arroz secano

Subcategoría		Metodología	Fuente de información	Factor régimen hídrico durante el cultivo kg CH_4.ha. d^{-1}	Factor régimen hídrico previo al cultivo kg CH_4.ha. d^{-1}	Factor de conversión de enmienda orgánica	Tasa de aplicación de abono orgánico t. ha^{-1}	factor de emisión diaria ajustado kg CH_4.ha^{-1} d^{-1}
				SFw	SFp	CFOA	ROAi	Efi
3.C.1. Arroz riego	3.C.1.a. Continuamente inundado	Nivel 1	IPCC-2019, Volumen 4, Capítulo 5	Norte de Santander: 1.00	0,89	0.19	4.9	1,21
	3.C.1.b.i. Aireación simple			Tolima:0,71	0,89	0.19	4.9	0,86
	3.C.1.b.ii. Aireación múltiple	Nivel 1	IPCC-2019, Volumen 4, Capítulo 5	Todos los departamentos de arroz riego excepto Norte de Santander y Tolima: 0,55	0,89	0.19	4.9	0,67
		Nivel 2	Proyecto Biocarbono-CIAT-Bioversity International	Arauca, Casanare, Meta y Vichada: 0,17	Arauca, Casanare, Meta y Vichada: 0,16	0.19	4.9	0,04
3.C.2. Arroz secano	3.C.2.b. Propenso a la sequía	Nivel 1	IPCC-2019, Volumen 4, Capítulo 5	Todos los departamentos menos Arauca, Casanare, Meta y Vichada: 0,16	Todos los departamentos menos Arauca, Casanare, Meta y Vichada: 0,89	0.19	4.9	0,19
	3.C.2.b. Propenso a la sequía	Nivel 2	Proyecto Biocarbono-CIAT-Bioversity International	Arauca, Casanare, Meta y Vichada: 0,0031	Arauca, Casanare, Meta y Vichada: 0,016	0.19	4.9	0,000067

5.5.7.1.3 Dato de actividad

La Tabla 207 muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información.

Tabla 207. Datos de actividad para la subcategoría 3.C.1. Arroz riego – 3.C.2. Arroz secano

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información	
		Periodo	Fuente
3.C.1.a. Continuamente inundado	Área sembrada de arroz riego continuamente inundada	1990 – 2021	DANE-FEDEARROZ
3.C.1.b.i. Aireación simple	Área sembrada de arroz riego con inundación intermitente-aireación simple		
3.C.1.b.ii. Aireación múltiple	Área sembrada de arroz riego con inundación intermitente-aireación múltiple		
3.C.2.b. Propenso a la sequía	Área sembrada de arroz secano		

Los datos de actividad se basaron en la Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado (ENAM-DANE) en convenio con FEDEARROZ (DANE, 2022a). La temporalidad de esta fuente de información es 2000-2022, por lo que la serie 1990-1999 se calculó sobre la base del documento "Cultivo de arroz en Colombia 1988-2016-Cambios espaciales" (FEDEARROZ, 2021). Para obtener una desagregación completa de todos los departamentos, se revisaron las contribuciones a nivel subnacional de los

censos arroceros en 1988, 1999, 2007 y 2016 desarrollados por FEDEARROZ a fin de obtener la información acorde al nivel reportado en el INGEI del sector.

Tabla 208. Datos de actividad para la subcategoría 3.C.1. Arroz riego – 3.C.2. Arroz secano (áreas sembradas ha)

Año	3.C.1.a. Continuamente inundado	3.C.1.b.i. Aireación simple	3.C.1.b.ii. Aireación múltiple	3.C.2.b. Propenso a la sequía
1990	15.869,79	65.710,46	162.269,75	128.115,00
1991	15.596,98	64.580,83	159.480,19	92.936,00
1992	15.105,10	62.544,17	154.450,72	84.080,00
1993	13.442,17	55.658,66	137.447,17	67.997,00
1994	14.388,70	59.577,84	147.125,46	76.495,00
1995	14.066,36	58.243,15	143.829,49	80.578,00
1996	12.504,04	51.774,23	127.854,72	64.317,00
1997	12.193,68	50.489,13	124.681,20	75.570,00
1998	14.794,80	61.259,34	151.277,86	79.000,00
1999	24.693,92	116.880,63	170.320,45	156.136,00
2000	21.853,60	105.148,91	159.503,49	161.047,00
2001	23.280,02	102.519,79	165.420,19	157.779,00
2002	17.355,44	99.530,54	141.864,02	145.833,00
2003	15.834,65	110.001,07	160.142,28	186.839,00
2004	13.784,32	106.081,20	161.515,48	213.149,00
2005	14.096,06	98.921,63	137.669,30	158.265,00
2006	18.030,43	103.600,63	133.315,94	125.426,00
2007	22.140,00	108.347,00	125.810,00	127.398,00
2008	20.405,61	110.512,58	135.774,81	175.537,00
2009	14.808,57	108.094,35	137.636,08	208.353,00
2010	15.739,40	101.090,34	131.478,26	172.414,00
2011	9.019,99	107.097,68	128.811,32	200.485,00
2012	11.077,82	106.678,54	122.535,64	175.760,00
2013	13.617,07	104.172,73	126.300,20	194.344,00
2014	12.715,47	95.076,59	108.888,94	156.127,00
2015	12.301,17	104.361,22	131.772,61	213.682,00
2016	34.742,00	103.856,00	140.888,00	291.316,00
2017	32.218,32	107.520,72	137.674,73	317.960,35
2018	28.580,30	106.440,44	122.537,83	243.365,04
2019	28.494,91	97.154,92	127.567,60	286.335,39
2020	24.258,96	108.323,59	131.501,74	332.330,46
2021	19.305,72	88.836,17	115.722,37	320.771,14

5.6 Suelos agrícolas (CRT 3.D.)

En esta subcategoría se estiman las emisiones de N_2O, tanto directas (provenientes del suelo) como indirectas (resultado de la lixiviación y volatilización), asociadas a la aplicación de nitrógeno en la agricultura y la ganadería, así como a cambios en el uso y manejo de la tierra. Los procesos microbianos de mineralización, nitrificación y desnitrificación son fundamentales para el ciclo del nitrógeno en el suelo, siendo principalmente los últimos dos responsables de las emisiones de óxido nitroso (N_2O). El cálculo de estas emisiones debe considerar las fracciones de cada una de las entradas de N_2O especificadas en IPCC, 2019. Los agregados o fuentes de nitrógeno consideradas en la estimación son:

1. Fertilizantes de nitrógeno sintético.
2. Nitrógeno orgánico aplicado como fertilizante, p. ej., estiércol animal, compost, lodos cloacales, desechos.
3. Nitrógeno de la orina y el estiércol depositado en las pasturas, praderas y prados por animales de pastoreo.
4. Nitrógeno en residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluidos los cultivos fijadores de nitrógeno y de forrajes durante la renovación de las pasturas.

5. Mineralización de nitrógeno relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso de la tierra o en la gestión de suelos minerales.
6. Drenaje/gestión de suelos orgánicos (Histosoles)

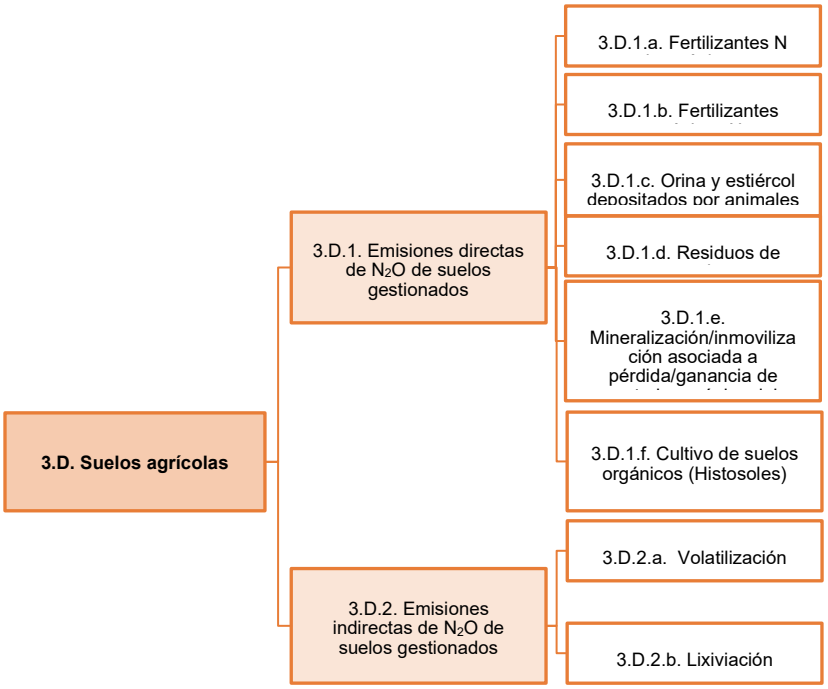


Figura 184. Subcategorías estimadas en 3.D. Suelos agrícolas

5.6.1 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

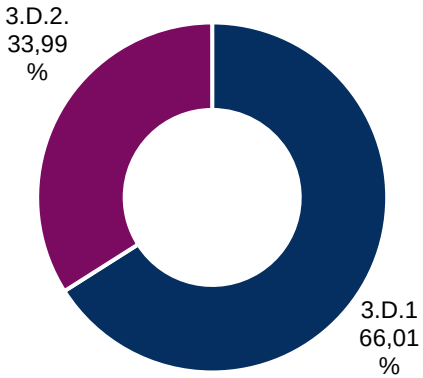
Las emisiones de la categoría 3.D. estimaron para 1990, 6.426,89 kt CO_2eq y para 2021 9.625,49 kt CO_2eq, lo cual equivale a un incremento de emisiones de 49,77 % desde 1990. La Tabla 209 presenta los valores de emisiones calculados en las subcategorías, se observa que el principal aporte corresponde a la subcategoría 3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados, con una contribución promedio anual de 5.200,41 kt CO_2eq y un aporte dentro de la categoría de 66,01 % (Ver Figura 185), determinado por las subcategorías 3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos y 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.

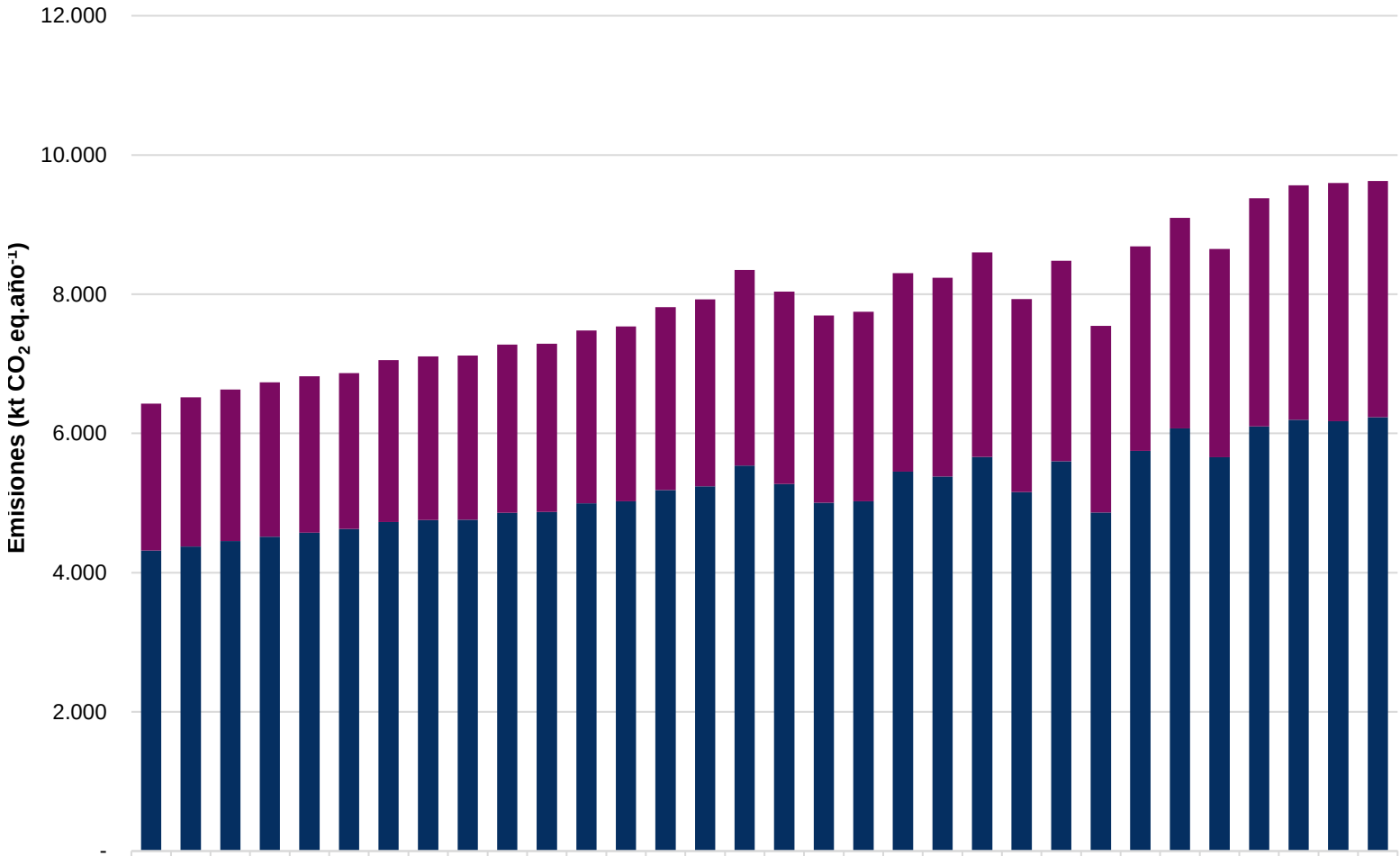
Tabla 209. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.D. Suelos agrícolas

Categoría-Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
3.D. Suelos agrícolas	**6.426,89**	**6.867,71**	**7.286,72**	**8.346,89**	**8.236,48**	**8.686,70**	**9.596,21**	**9.625,49**
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados	4.317,17	4.625,58	4.873,14	5.538,37	5.379,30	5.749,95	6.176,53	6.231,83
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	1.845,17	1.863,70	1.789,98	2.117,77	1.777,82	2.295,90	2.242,88	2.323,52
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	48,63	52,95	43,15	53,72	59,65	73,43	113,55	75,41
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	1.509,75	1.533,92	1.593,65	1.749,39	1.781,73	1.713,56	2.145,22	2.141,13
3.D.1.d. Residuos de cosecha	113,33	117,14	143,21	140,16	131,63	154,05	235,05	231,43
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	51,51	309,08	554,37	728,55	879,69	764,23	691,05	711,56
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	748,78	748,78	748,78	748,78	748,78	748,78	748,78	748,78
3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados	2.109,72	2.242,13	2.413,58	2.808,52	2.857,18	2.936,75	3.419,68	3.393,66
3.D.2.a. Volatilización	986,41	994,57	1.023,05	1.176,30	1.184,01	1.225,93	1.479,92	1.460,88

Categoría-Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
3.D.2.b. Lixiviación	1.123,31	1.247,56	1.390,53	1.632,22	1.673,18	1.710,81	1.939,76	1.932,78

El comportamiento de las emisiones de la categoría 3.D. Suelos agrícolas, desagregada por subcategoría se detalla en la Figura 185. La categoría contribuyó con un promedio histórico del 17,00 % de las emisiones del sector que corresponde a 7.878,19 kt CO_2eq. El incremento de las emisiones se relaciona con la cantidad de entradas de nitrógeno en los suelos agrícolas de las diferentes fuentes estimadas y sus respectivos factores de emisión.





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.D.2. Emisiones indirectas de N2O de suelos gestionados	2.109	2.143	2.178	2.216	2.247	2.242	2.325	2.352	2.359	2.412	2.413	2.485	2.513	2.628	2.687	2.808	2.761	2.689	2.724	2.851	2.857	2.939	2.772	2.878	2.681	2.936	3.023	2.988	3.278	3.367	3.419	3.393
3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados	4.317	4.376	4.453	4.515	4.572	4.625	4.725	4.753	4.759	4.860	4.873	4.994	5.023	5.185	5.238	5.538	5.273	5.005	5.022	5.452	5.379	5.662	5.158	5.599	4.864	5.749	6.071	5.659	6.098	6.195	6.176	6.231

Figura 185. Tendencia de emisiones de GEI 3.D. Suelos agrícolas

5.6.2 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021, sin embargo en esta categoría el sector agricultura cuenta con información de parámetros para generar datos hasta 2022, sin embargo se ha optado por reportar hasta 2021 para mantener la coherencia con los demás sectores.

5.6.3 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie de tiempo

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 210, en la categoría Suelos agrícolas (3.D.), se observa que durante el periodo de 1990 a 2021, la incertidumbre promedio fue de 15,94%, con una reducción del 51,64%, atribuida principalmente a una mejora en la calidad de los datos de actividad producto de la consulta nacional de expertos agropecuarios. Esto se refleja especialmente con la validación de los datos de actividad en años recientes de los agregados o fuentes de nitrógeno.

Por otro lado, la incertidumbre del año 2021 está influenciada mayoritariamente por las incertidumbres de los factores de emisión empleados (16,00-59,99%), que son superiores a la incertidumbre de los datos de actividad (6,75-36,53%). Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre es la 3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N (emisiones directas) con un valor de ±63,93%.

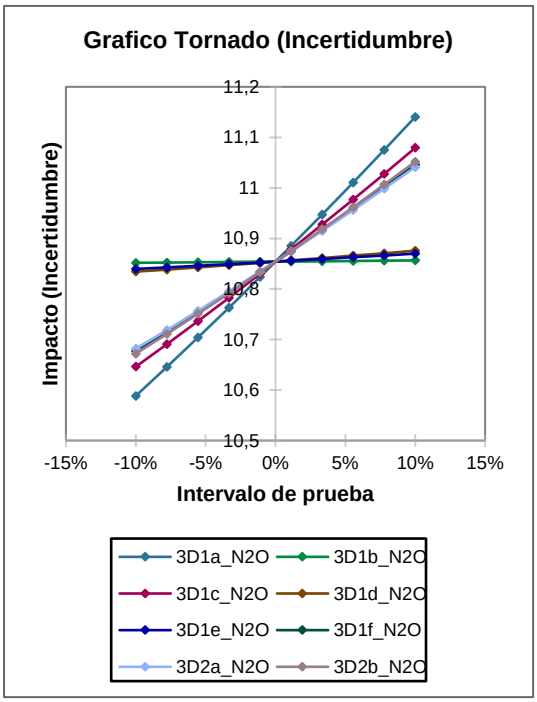
Tabla 210. Resultados de incertidumbre - Suelos agrícolas (3.D.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
3.D. Suelos agrícolas	N_2O	22,45	18,84	17,07	15,70	14,54	13,09	11,87	10,86	NA
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos (emisiones directas)	N_2O	43,14	39,38	36,96	34,86	33,17	29,53	27,42	22,70	FE
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N (emisiones directas)	N_2O	69,82	67,86	66,96	65,98	65,58	64,63	64,64	63,93	FE
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo. (emisiones directas)	N_2O	52,99	43,24	40,22	37,34	35,14	29,81	25,34	21,81	FE
3.D.1.d. Residuos de cosecha (emisiones directas)	N_2O	66,16	65,34	65,12	64,71	64,15	63,16	62,42	62,35	FE
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo (emisiones directas)	N_2O	34,49	29,55	28,20	27,22	25,80	23,16	20,01	17,37	FE
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles) (emisiones directas)	N_2O	57,49	57,49	57,49	57,49	57,49	57,49	57,49	57,49	FE
3.D.2.a. Deposición atmosférica (emisiones indirectas)	N_2O	58,53	50,68	48,26	43,28	39,65	33,04	29,81	29,11	FE
3.D.2.b. Lixiviación y escorrentía de nitrógeno (emisiones indirectas)	N_2O	47,31	39,33	34,94	30,70	28,59	24,81	22,90	22,62	FE

En la Figura 186 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 3D1a_N_2O es el más sensible con una contribución del 32% a la incertidumbre total, seguidos de 3D1c_N2O, 3D2b_N2O, 3D1f_N2O y 3D2a_N2O donde sus contribuciones a la incertidumbre son de 20%, 17%, 15% y 15 % respectivamente. Lo anterior se debe a que estas subcategorías presentan las mayores emisiones e incertidumbre y al mismo tiempo la subcategoría 3D1a_N_2O tiene un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 3.D., contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±0,28% en el intervalo de la incertidumbre total

del 2021 (±10,86%). El gráfico (a) de tornado ilustra el rango de variación el cual oscila entre 10,59% y 11,14%.

a)



b)

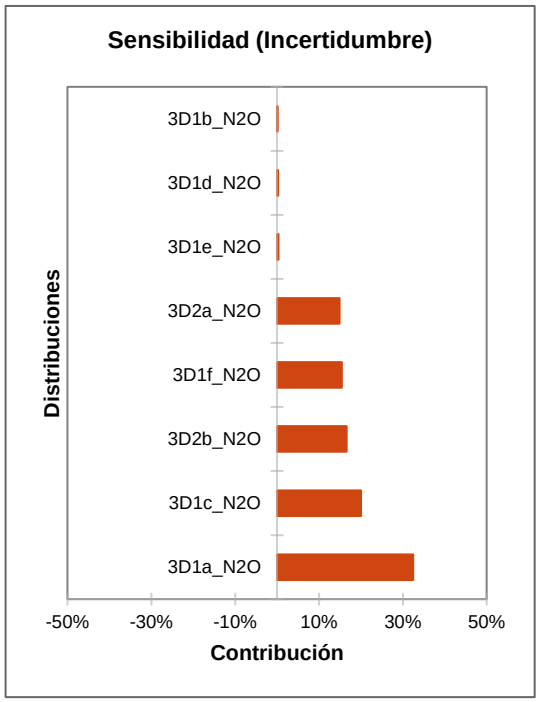


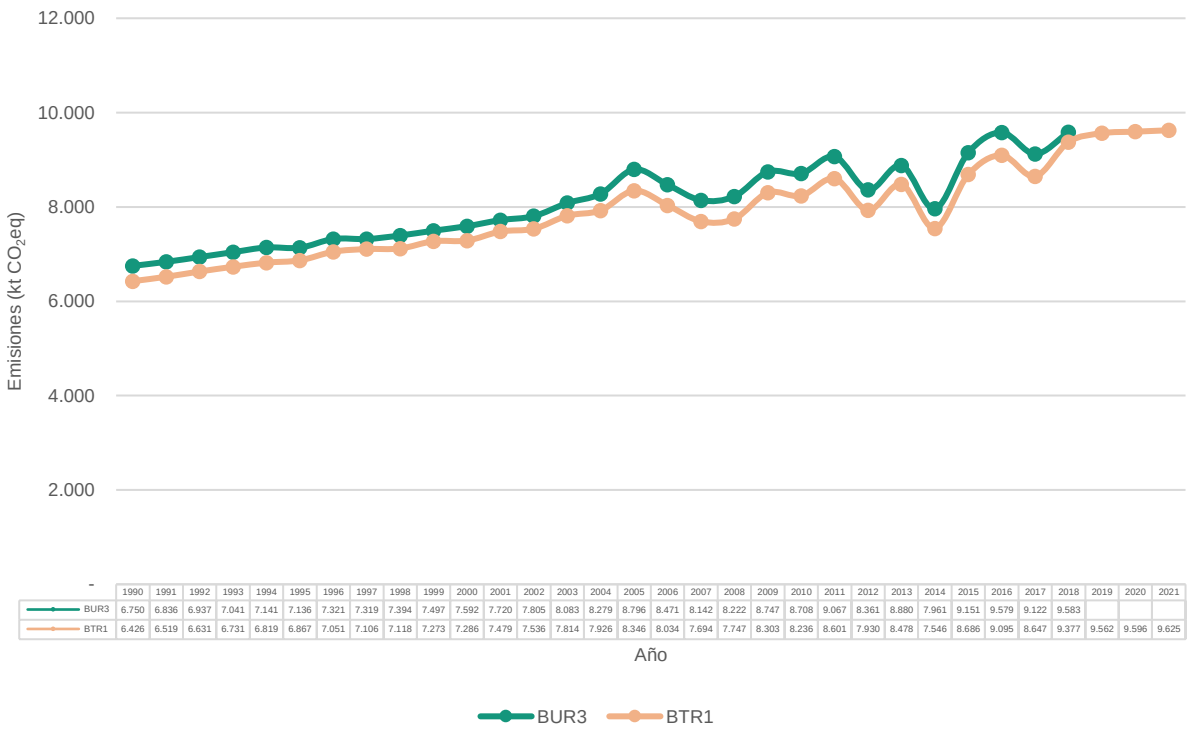
Figura 186. a) Grafico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Suelos agrícolas (3.D.) para el 2021

5.6.4 AC/CC y verificación de la categoría

Para estimar las emisiones en Suelos agrícolas (3.D.), se siguieron los lineamientos del protocolo de control de calidad. Se realizaron varias actividades generales, como comparar los datos con fuentes externas y revisar su consistencia, verificar los factores de emisión, validar los cálculos y métodos, revisar las unidades y conversiones en las hojas de cálculo, analizar la estructura de las bases de datos y garantizar el archivado y organización adecuada de la documentación. A nivel de subcategorías, se realizaron actividades importantes como: revisión de los datos de las áreas sembradas y cosechadas para detectar errores de transcripción, se verificaron las dosis aplicadas de nitrógeno en los principales cultivos, se revisaron tendencias y valores atípicos en los kg de nitrógeno para cada fuente. Se verificó que los factores de emisión correspondieran a la condición climática de cada departamento. También se comprobaron los factores de conversión y se identificaron inconsistencias en las series temporales.

5.6.5 Recálculos de la categoría

El recalculo se centró en el escalamiento a nivel 2 del factor de emisión de la subcategoría 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo en los departamentos de la región de Orinoquia. Adicionalmente se actualizaron los datos de actividad de fertilizantes inorgánicos y manejo de los residuos de cultivo, a través de la consulta nacional de expertos agropecuarios. En la siguiente figura se observan las emisiones calculadas en el anterior inventario (BUR3) y aquellas generadas en el presente reporte. Comparando las emisiones para el primer año reportado (1990) y el último año de BUR3 (2018) respecto a BTR1, se presenta una reducción de emisiones de -4,80 % y -2,16 % respectivamente.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	6.750	6.836	6.937	7.041	7.141	7.136	7.321	7.319	7.394	7.497	7.592	7.720	7.805	8.083	8.279	8.796	8.471	8.142	8.222	8.747	8.708	9.067	8.361	8.880	7.961	9.151	9.579	9.122	9.583			
BTR1	6.426	6.519	6.631	6.731	6.819	6.867	7.051	7.106	7.118	7.273	7.286	7.479	7.536	7.814	7.926	8.346	8.034	7.694	7.747	8.303	8.236	8.601	7.930	8.478	7.546	8.686	9.095	8.647	9.377	9.562	9.596	9.625

Figura 187. Recálculos 3.D. Suelos agrícolas, 1990-2021

5.6.6 Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría.

Tabla 211. Plan de mejora para 3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados **3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos**	Seguir perfeccionando las metodologías utilizadas para estimar los datos de actividad relacionados con el consumo de fertilizantes inorgánicos, basándose en la información proporcionada por CIAT-USAID.	Establecer contacto con centros de investigación y expertos a nivel nacional para ajustar la metodología de estimación relacionada con la fertilización inorgánica en distintas regiones.		x	x		x	Corto-Mediano	IDEAM-Centros de investigación, consulta de expertos	En proceso
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados **3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos**	Actualmente, las estimaciones de fertilización inorgánica se basan en un nivel metodológico 1. Es necesario desarrollar factores de emisión de nivel 2 y obtener estimaciones de N_2O que reflejen mejor las condiciones específicas de Colombia para los futuros inventarios.	Analizar investigaciones sobre factores de emisión provenientes de fuentes nitrogenadas sintéticas y orgánicas (tanto directas como indirectas) a través de revisiones bibliográficas de universidades, centros de investigación y asociaciones, con el objetivo de incorporar estos valores en los cálculos.		x	x		x	Corto-Mediano	IDEAM-Centros de investigación, consulta de expertos	Planeación
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados **3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N**	En las estimaciones relacionadas con el uso de fertilizantes orgánicos, el dato de actividad se calculó tomando en cuenta el nitrógeno residual generado en los sistemas de manejo de estiércol pecuario (excluyendo animales en pastoreo). Para mejorar el cálculo del nitrógeno utilizado, que proviene de las subcategorías de 3.B., es importante perfeccionar las tasas de excreción mediante balances de nitrógeno que reflejen las características productivas específicas del país para las distintas especies. Esto incluye variables como el peso neto, la producción y las ganancias de peso, entre otras, avanzando así hacia una metodología de nivel 2.	Consultar con expertos y realizar mesas de trabajo con ICA, DANE, MinAgricultura, UPRA, centros de investigación y asociaciones como PORKCOLOMBIA, FENAVI y FEDEGAN para desarrollar sistemas de información y metodologías que proporcionen referencias sobre el consumo o la producción de fertilizantes nitrogenados. Elaborar factores de emisión de N_2O, tanto directos como indirectos, en sistemas de manejo de estiércol (subcategoría 3.B.)		x	x		x	Corto-Mediano	IDEAM-Centros de investigación, consulta de expertos, DANE, MinAgricultura, UPRA, PORKCOLOMBIA, FENAVI, FEDEGAN	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
		utilizando una metodología de nivel 2 para mejorar las tasas de excreción y afinar la estimación de fertilizantes orgánicos aplicados al suelo.								
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados **3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.**	En relación con la cantidad de nitrógeno excretado por animales en pastoreo, se presenta la oportunidad de revisar las tasas de excreción de nitrógeno in situ para distintas especies, basándose en el trabajo realizado por investigaciones locales y grupos de investigación especializados.	Optimizar las tasas de excreción mediante la elaboración de balances de nitrógeno que consideren las características productivas específicas del país para diversas especies, incluyendo factores como el peso neto, la producción y las ganancias de peso, entre otros. Esto permitirá avanzar hacia una metodología de nivel 2.		x	x		x	Corto-Mediano	IDEAM-Centros de investigación	Planeación
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados **3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.**	Para los factores de emisión de orina y estiércol de animales en pastoreo, es necesario disponer de datos a nivel nacional (nivel 2) que cubran regiones distintas a la Orinoquia.	Desarrollar factores de emisión de N_2O para el país, excluyendo la región de Orinoquia, que provengan de las excretas de animales (orina y estiércol) depositadas en los suelos. Actualmente, se está llevando a cabo una consultoría (CBIT-Fundación Natura) para determinar estos valores en ganado bovino. Se espera que los resultados permitan ajustar los factores de emisión al contexto nacional y avanzar hacia una metodología de nivel 2 en la próxima edición del BTR.		x	x		x	Corto	IDEAM-CBIT-Fundación Natura	En proceso

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados **3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)**	Actualizar la información sobre los datos de actividad relacionados con el carbono orgánico de manera dinámica a lo largo del tiempo. Desagregar las superficies de suelos orgánicos en categorías de uso de la tierra para incluir en el sector Agricultura solo los suelos orgánicos en tierras de cultivo y pastizales	Reforzar la colaboración con entidades que proporcionan información cartográfica en el país, como el IGAC y la UPRA. Esta es una oportunidad para discutir las características necesarias de los mapas en el INGEI. Identificar las áreas de suelos orgánicos en las tierras de cultivo y pastizales.		x	x		x	Mediano-Largo	IDEAM, IGAC, UPRA	Planeación
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados **3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles).**	Avanzar en el desarrollo de una metodología de nivel 2 para la estimación de suelos orgánicos.	A través de acuerdos interinstitucionales o colaboraciones con centros de investigación, considerar la creación de factores de emisión de N_2O para suelos orgánicos gestionados que reflejen las condiciones edafoclimáticas específicas del país.		x	x		x	Largo	IDEAM-Centros de investigación, Universidades	Planeación
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados **3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo.**	Actualizar la información de las áreas de suelos minerales para lograr tener una desagregación en suelos de tierras de cultivo y pastizales.	Identificar las áreas de suelos minerales en las tierras de cultivo y pastizales	x		x	x	x	Mediano-Largo	IDEAM, IGAC	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

5.6.7 Subcategoría: 3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados

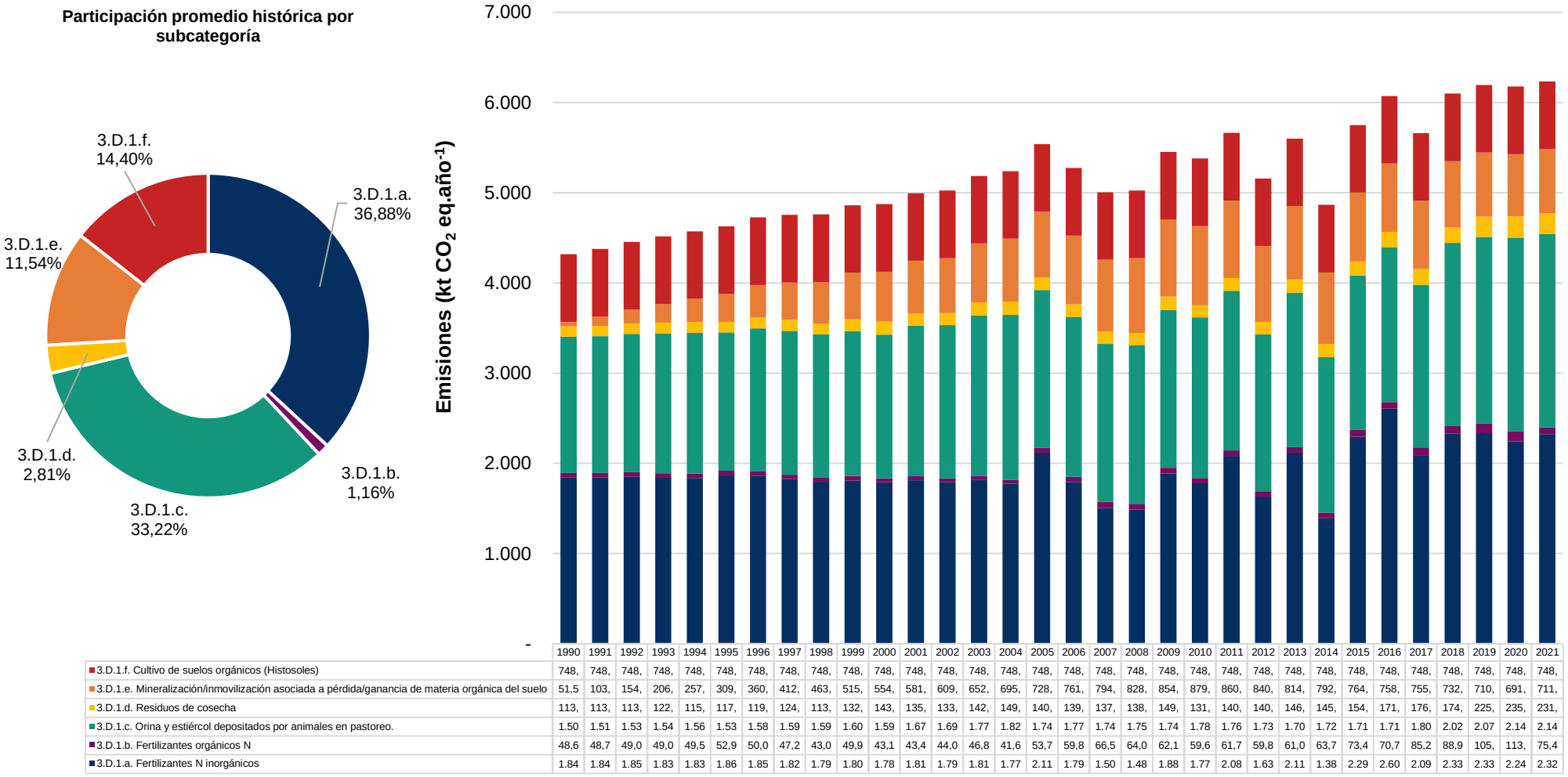
i. Descripción de las subcategorías

Los suelos agrícolas se consideran la principal fuente antropogénica de N_2O ya que las prácticas de gestión pueden incrementar la disponibilidad de nitrógeno y, a su vez, provocar emisiones de N_2O. Entre estas prácticas se encuentran la aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos, el cultivo de plantas que fijan nitrógeno, el drenaje de suelos orgánicos, el riego, entre otros (US EPA, 2024). Las emisiones directas de N_2O se producen desde fuentes de N que se aplican directamente al suelo, estas pueden presentarse en forma mineral (amonio o nitrato) como fertilizantes inorgánicos o en forma orgánica como la aplicación de compost o estiércol. La fertilización nitrogenada y el estiércol animal son las principales fuentes antropogénicas de la emisión directa de N_2O (Bouwman, 1996; Forster et al., 2007). Factores ambientales y de gestión determinan la generación de N_2O, dentro de estos pueden mencionarse: el clima, las características del suelo, el tipo de fertilizantes y el momento de aplicación, el tipo de cultivo y el sistema de riego.

En la Figura 188 se muestra la tendencia de las emisiones de 3.D.1, que describe en general un crecimiento ascendente, dominado por la cantidad de nitrógeno aplicado en el suelo por las diferentes fuentes. Los datos promediaron 5.200,41 kt CO_2eq, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 1,19 %. Para el año 1990 las emisiones cuantificaron 4.317,17 kt CO_2eq y para el 2021, 6.231,83 kt CO_2eq, lo cual representó un crecimiento de 44,35 % desde 1990. En promedio el 36,88 % de las emisiones de la subcategoría se atribuyeron a la subcategoría 3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos, contribuyendo con un promedio de 1.917,77 kt CO_2eq. Se destaca la importancia de la contribución a las emisiones de las subcategorías 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo aportando en promedio el 33,22 % (1.727,34 kt CO_2eq) y 3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles) con 14,40 % (748,78 kt CO_2eq).

La tendencia de las emisiones en los fertilizantes inorgánicos para la última década ha sido variable, lo cual puede depender del uso de estos insumos respecto a su precio. Los registros más altos se dieron en 2016, alcanzando 2.607,06 kt CO_2eq. Este aumento probablemente se debe a la reducción del 50 % en los precios de los fertilizantes en Colombia, como consecuencia de la disminución en los costos de insumos de producción, petróleo y gas (Portafolio, 2016). En términos generales, el incremento en las emisiones de esta fuente sugiere un mayor uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados en el sector agrícola y una intensificación en su aplicación para maximizar los rendimientos. Aunque estas prácticas pueden ser económicamente viables, presentan desventajas ambientales.

Por otro lado, las emisiones por la deposición de orina y estiércol de animales en pastoreo presentaron una tendencia creciente durante la serie temporal, debido al crecimiento del inventario animal bovino y a la cantidad de nitrógeno excretado de las subcategorías de animales que pastorean. Los niveles máximos ocurrieron en el año 2020 con un aporte de 2.145,22 kt CO_2eq. Los rumiantes son animales adaptados a dietas fibrosas con bajo a medio contenido nitrogenado, por lo que su absorción es ineficiente. Bovinos de carne emplean de 2 a 10 % del nitrógeno ingerido para síntesis de músculo, mientras vacas lecheras pueden subir esta absorción hasta 30 % para la producción de leche (Oenema et al., 2005). En consecuencia, aproximadamente 70-95 % del N consumido no es absorbido por el tracto digestivo y sale del animal en forma de excretas, principalmente orina (S. C. Jarvis et al., 1989). A medida que aumenta la ingesta de N, la proporción de N excretada en el estiércol permanece relativamente constante mientras que la proporción excretada en la orina aumenta en forma de urea (Barrow & Lambourne, 1962). Esto puede conllevar a mayores pérdidas de N por lixiviación o volatilización. Adicionalmente, cuanto mayor sea el tiempo de ocupación de los animales en la pastura, mayor es la perdida de N en forma de orina en sistemas con alto aporte de nutrientes en las dietas animales (Selbie et al., 2015).



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,	748,
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	51,5	103,	154,	206,	257,	309,	360,	412,	463,	515,	554,	581,	609,	652,	695,	728,	761,	794,	828,	854,	879,	860,	840,	814,	792,	764,	758,	755,	732,	710,	691,	711,
3.D.1.d. Residuos de cosecha	113,	113,	113,	122,	115,	117,	119,	124,	113,	132,	143,	135,	133,	142,	149,	140,	139,	137,	138,	149,	131,	140,	140,	146,	145,	154,	171,	176,	174,	225,	235,	231,
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	1.50	1.51	1.53	1.54	1.56	1.53	1.58	1.59	1.59	1.60	1.59	1.67	1.69	1.77	1.82	1.74	1.77	1.74	1.75	1.74	1.78	1.76	1.73	1.70	1.72	1.71	1.71	1.80	2.02	2.07	2.14	2.14
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	48,6	48,7	49,0	49,0	49,5	52,9	50,0	47,2	43,0	49,9	43,1	43,4	44,0	46,8	41,6	53,7	59,8	66,5	64,0	62,1	59,6	61,7	59,8	61,0	63,7	73,4	70,7	85,2	88,9	105,	113,	75,4
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	1.84	1.84	1.85	1.83	1.83	1.86	1.85	1.82	1.79	1.80	1.78	1.81	1.79	1.81	1.77	2.11	1.79	1.50	1.48	1.88	1.77	2.08	1.63	2.11	1.38	2.29	2.60	2.09	2.33	2.33	2.24	2.32

Figura 188. Tendencia de emisiones de GEI, 3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados, 1990-2021

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados.

5.6.7.1.1 Método de estimación

La metodología empleada para la estimación de las emisiones directas e indirectas de N_2O por suelos gestionados en todos los departamentos de Colombia se realizó a partir de nivel 1 (factores predeterminados), a excepción de los departamentos de la región de Orinoquia en la subcategoría 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo, que fue realizada por metodología nivel 2. Para todas las subcategorías se utilizó la ecuación general 11.1 de IPCC 2019.

En nivel 1, la cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas se halló mediante la ecuación 11.5, considerando la excreción de nitrógeno ($Nex_{(T)}$) en las especies que se encuentran en pasturas (ganado bovino, búfalos, ovinos, caprinos, caballos, mulas y asnos) y la fracción del total de la excreción anual de N de cada especie. Estos valores se describen en la categoría 3.B. para cada tipo de especie animal.

El nivel 2 estimado únicamente para la región de la Orinoquia, fue desarrollado en el marco del proyecto Biocarbono por el Centro Internacional de Agricultura Tropical-Bioversity International, basado en mediciones in situ mediante parcelas. Para ello se realizó una priorización de áreas de intervención en la región y se definió una ruta metodológica para la selección de fincas donde implementar las parcelas de monitoreo. Las áreas más representativas se seleccionaron a partir de un análisis espacial multicriterio, que tuvo en cuenta principalmente la identificación espacial de las áreas de diferentes tipos de pastizales (pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados), en el mapa de coberturas de la tierra, adicionalmente se identificaron las características físicas del suelo (grupos texturales), climáticas y de paisaje en las áreas con coberturas de pasto o uso de la ganadería. La metodología también incluyó la identificación del hato bovino a nivel municipal en la Orinoquia y discriminado por grupos etarios utilizando el censo bovino de ICA. Dado que en la región la mayor población de ganado se encuentra en la tipología de cría, se seleccionaron los municipios predominantes en esta orientación. La identificación de parámetros para monitoreo de GEI fue elaborada según directrices de IPCC (2019), para generación de factores de emisión nivel 2 y artículos de investigación (Mazzetto et al., 2014; Selbie et al., 2015; Zhang et al., 2016; Durango Morales et al., 2021).

De acuerdo a la priorización de fincas se implementaron parcelas de monitoreo con cámaras estáticas definidas por dos grupos etarios en evaluación: hembras entre 1 a 2 años (Novillas de reemplazo) y Vacas mayores a 3 años. Cada parcela es característica al tipo y calidad de pastura con que se alimenta el grupo, en este caso pastura nativa. Las subparcelas incluyeron las tres fuentes de emisión de N_2O en suelo con la aplicación de orina, suelos con aplicación de heces, y suelo sin aplicación. De acuerdo con las emisiones acumuladas y teniendo en cuenta los aportes de nitrógeno por la cantidad de Orina (28.7 ± 10.2 g N m^{-2}) o Heces (19.71 ± 2.15 g N m^{-2}) depositadas en campo, el factor de emisión de N_2O en sistemas ganaderos en la región de la Orinoquia fue 0.001 ± 0.0004 kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$. Al presentar los valores por tipo de fuente, el factor de emisión para el nitrógeno

proveniente de la orina fue 0.0041 ± 0.0001 kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$ y de las Heces 0.0001 ± 0.0001 kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$.

Por otro lado, la ecuación 11.6 fue utilizada para estimar el nitrógeno de residuos agrícolas y renovación de forrajes y la 11.8 para el Nitrógeno mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de C del suelo por cambios en el uso o la gestión del suelo.

Las ecuaciones para el cálculo de las emisiones se presentan a continuación:

3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados
Ecuación 11.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados (IPCC - 2006, volumen 4, capítulo 11) $$_2O_{Directas} - N = N_2O - N_{N\ aportes} + N_2O - N_{OS} + N_2O - N_{PRP}$$

3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados

Dónde:

$$N_2O - N_{N\ aportes} = \begin{bmatrix} [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) * EF_1] & + \\ [(F_{SN} + F_{ON} + F_{SOM})FR * EF_{1FR} &] \end{bmatrix}$$

Dónde:

$$N_2O - N_{OS} = \begin{bmatrix} \left(F_{OS,CG,Temp} * EF_{2CG,Temp}\right) + \left(F_{OS,CG,Trop} * EF_{2CG,Trop}\right) + \left(F_{OS,F,Temp,NR} * EF_{2F,Temp,NR}\right) & + \\ \left(F_{OS,F,Temp,NP} * EF_{2F,Temp,NP}\right) + \left(F_{OS,F,Trop} * EF_{2F,Trop}\right) & \end{bmatrix}$$

$$N_2O - N_{PRP} = [\left(F_{PRP,CPP} * EF_{3PRP,CPP}\right) + \left(F_{PRP,SO} * EF_{3PRP,SO}\right)]$$

Dónde:
N_2O Directas –N = emisiones directas anuales de N_2O–N producidas a partir de suelos gestionados, kg N_2O–N año^{-1}
N_2O–N aportes N = emisiones directas anuales de N_2O–N producidas por aportes de N a suelos gestionados, kg N_2O–N año^{-1}
N_2O–N_{OS} = emisiones directas anuales de N_2O–N de suelos orgánicos gestionados, kg N_2O–N año^{-1}
N_2O–N_{PRP} = emisiones directas anuales de N_2O–N de aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo, kg N_2O–N año^{-1}
F_{SN} = cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético, kg N año^{-1}
F_{ON} = cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos cloacales y otros aportes de N aplicada a los, kg N año^{-1}
F_{CR} = cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y la renovación de forraje/pastura, que se regresan a los suelos, kg N año^{-1}
F_{SOM} = cantidad anual de N en suelos minerales que se mineraliza, relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra, kg N año^{-1}
F_{OS} = superficie anual de suelos orgánicos gestionados/drenados, ha
F_{PRP} = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas, kg N año^{-1}
EF_1 = factor de emisión para emisiones de N_2O de aportes de N, kg N_2O–N (kg aporte de N)$^{-1}$
EF_{1FR} es el factor de emisión para emisiones de N_2O de aportes de N en plantaciones de arroz inundadas, kg N_2O–N (kg aporte N)$^{-1}$
EF_2 = factor de emisión para emisiones de N_2O de suelos orgánicos drenados/gestionados, kg N_2O–N há$^{-1}$ año^{-1}
EF_{3PRP} = factor de emisión para emisiones de N_2O del N de la orina y el estiércol depositado en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo, kg N_2O–N (kg aporte de N)$^{-1}$

Ecuación 11.5. Nitrógeno de la orina y el estiércol depositado por animales de pastoreo en pasturas y prados
(IPCC – 2006, volumen 4, capítulo 11)

$$F_{PRP} = \sum_T [\left(N_T * Nex_{(T)}\right) * MS_{(T,PRP)}$$

Dónde:
F_{PRP} = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo, kg N año-1
$N_{(T)}$ = cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país
$Nex_{(T)}$ = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/categoría T en el país, kg N animal-1 año-1
$MS_{(T,PRP)}$ = fracción del total de la excreción anual de N de cada especie/categoría de ganado T que se deposita en pasturas, prados y praderas

Ecuación 11.6. Nitrógeno de residuos agrícolas y renovación de forrajes (Actualizada)
(IPCC – 2019, volumen 4, capítulo 11)

$$F_{CR} = \sum_T \{\left[AGR_{(T)} * N_{AG(T)} * \left(1 - Frac_{Remov} - \left(Frac_{Quemada(T)} * C_f\right)\right)\right] + [BGR_{(T)} * N_{BG(T)}]\}$$

$$N_2O_{(ATD)} = N_2O_{(ATD)} - N * \frac{44}{28}$$

$$BGR_T = (Cultivo_T + AG_{DM(T)}) * RS_T * Area_T * Frac_{Renov(T)}$$

$$AG_{DM(T)} = (Cultivo_{(T)} * R_{AG(T)}$$

Dónde:
F_{CR} = cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y de la renovación de forraje/pastura, devueltos a los suelos, kg N año^{-1}
$AGR_{(T)}$ = cantidad total anual de residuos de cultivos sobre el suelo para el cultivo T kg.MS.año^{-1}
$N_{AG(T)}$ = contenido de N de los residuos sobre el suelo para el cultivo T kg N

3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados
$Frac_{Remov}$=fracción de residuos sobre el suelo del cultivo T que se extrae anualmente para fines tales como alimentación, cama y construcción, sin dimensiones. **$Frac_{Quemada}$**= fracción del área cosechada anual del cultivo T quemada, adimensional **C_f** = factor de combustión (sin dimensión) (véase el Capítulo 2, Cuadro 2.6) **$BGR_{(T)}$** = cantidad total anual de residuos de cultivos subterráneos para el cultivo T, kg d.m. año^{-1} **$N_{BG(T)}$** = Contenido de N de los residuos subterráneos para el cultivo T, kg N (kg d.m.)$^{-1}$, (Cuadro 11.1a) **$AG_{M.S(T)}$** = materia seca de residuos aéreos para el cultivo T, kg d.m. ha^{-1} **Cultivo$_{(T)}$** = rendimiento anual de materia seca cosechada para el cultivo T, kg d.m há$^{-1}$ **$R_{AG(T)}$** = relación entre materia seca de residuos sobre el suelo y rendimiento cosechado para el cultivo T (Cultivo $_{(T)}$, kg d.m. ha^{-1} (kg m.s. ha^{-1})$^{-1}$, (Cuadro 11.1a). **Área**= superficie anual total cosechada del cultivo T, ha año^{-1} **$Frac_{Renov}$**= fracción del área total bajo el cultivo T que se renueva anualmente 15, adimensional. Para países donde los pastos se renuevan en promedio cada X años, $Frac_{Renov}$ = 1/X. Para cultivos anuales $Frac_{Renov}$ = 1 **$RS_{(T)}$** = relación entre la biomasa de raíces subterráneas y la biomasa de brotes aéreos para el cultivo T, kg d.m.ha^{-1} (kg d.m. ha^{-1})$^{-1}$, (Cuadro 11.1a). **T**= tipo de cultivo o forraje **Ecuación 11.7. Corrección de peso en seco de los rendimientos de cosecha declarados** (IPCC – 2006, volumen 4, capítulo 11) $$Cultivo_T = Rendimiento\ fresco_{(T)} * SECO$$ Dónde: **Cultivo$_{(T)}$** = rendimiento de materia seca cosechada para el cultivo (t), kg materia seca ha^{-1} **Rendimiento fresco$_{(T)}$** = rendimiento en fresco cosechado para el cultivo(t), Kg de peso fresco ha^{-1} **SECO**=fracción de materia seca del cultivo(t), kg materia seca (kg de peso fresco)$^{-1}$ **Ecuación 11.8: Nitrógeno mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de C del suelo por cambios en el uso o la gestión del suelo** IPCC 2006 (Volumen 4, Capítulo 11) $$F_{SOM} \sum_{LU} [\left(\Delta C_{Mineral,LU} * \frac{1}{R}\right) * 1000]$$ Dónde: **F_{SOM}** = cantidad neta de N mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios en el uso, kg N **$\Delta C_{Mineral,\ LU}$**=pérdida promedio anual de carbono del suelo para cada tipo de uso de la tierra (LU), toneladas de C **R**=Relación C:N de la materia orgánica del suelo.

Cuadro 43. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI de Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados (3.D.1.)

5.6.7.1.2 Factor de emisión

La Tabla 212 resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 212. Metodología y factores de emisión – 3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Factor de emisión kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 11, Cuadro 11.1	Clima húmedo[18]: 0,016

[18] Clima húmedo: todos los departamentos del país menos el departamento de La Guajira.

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Factor de emisión kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$
			Clima seco[19]: 0,005
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 11, Cuadro 11.1	Clima húmedo: 0,006
			Clima seco: 0,005
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo (bovinos, aves de corral y cerdos-CPP)	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 11, Cuadro 11.1	Clima húmedo: 0,006
			Clima seco: 0,002
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo (Ovinos y otros animales-SO)	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 11, Cuadro 11.1	Valor agregado: 0,003 kg N_2O-N
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo (Bovinos Región Orinoquia)	Nivel 2	Proyecto Biocarbono-CIAT-Bioversity International	Valor agregado[20]: 0,001
3.D.1.d. Residuos de cosecha	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 11, Cuadro 11.1	Clima húmedo: 0,006
			Clima seco: 0,005
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 11, Cuadro 11.1	Clima húmedo: 0,006
			Clima seco: 0,005
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	Nivel 1	Suplemento 2013 IPPC 2006. Volumen 4, Capitulo 2, Cuadro 2.5	Cultivos y pastizales en clima tropical: 5
			Tierras forestales en clima tropical: 2,4

5.6.7.1.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión, su fuente de información y algunos comentarios relevantes.

Tabla 213. Datos de actividad – Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados (3.D.1.)

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	Cantidad anual de fertilizante sintético N aplicado a los suelos	1990 - 2021	Venta e importaciones nacionales de fertilizantes sintéticos - CIAT, USAID. Evaluaciones agropecuarias municipales, Anuario estadístico del sector agropecuario, FNC-FEDECACAO-FEDEPALMA. Consulta nacional de expertos agropecuarios.	Dato nacional disponible para la serie 2005-2016 a nivel nacional, 2017-2021 proyectado (promedio móvil). La serie 1990-2004 fue estimada a partir de la contribución de las áreas sembradas en los principales cultivos que se fertilizan. Se recopilaron indicadores de aplicación de N por consulta de expertos.
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	Cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos de depuradora y otros aditivos orgánicos de	1990 - 2021	Tasas de excreción, fracciones de nitrógeno en los sistemas de gestión de estiércol y factores de emisión directos de los	NA

[19] Clima seco: departamento de La Guajira.

[20] Valor agregado para los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada.

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
	N aplicados a los suelos		sistemas de gestión de estiércol descritos en la categoría 3.B	
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	Cantidad anual de nitrógeno en orina y estiércol depositado por los animales de pastoreo en pastizales, praderas y potreros.	1990-2021	Fracción de N depositado en los suelos de pastizales, y potreros por cada especie de animal. Nitrógeno excretado en los pastizales de acuerdo a la tasa de excreción de cada animal (estimado en 3.B.).Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados en el sistema de pasturas (3.D.1.b).	NA
3.D.1.d. Residuos de cosecha	Cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos) praderas y potreros	1990-2021	Evaluaciones agropecuarias municipales, Anuario estadístico del sector agropecuario (UPRA) e información gremial Consulta nacional de expertos agropecuarios	NA
3.D.1.e. Mineralización/ inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	Cantidad anual de N en suelos minerales que se mineraliza	1990-2021	IDEAM-SMByC	NA
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	Superficie anual de suelos orgánicos gestionados/drenados	1990-2021	Mapa Digital de Geopedología en Colombia 2018 - IGAC; Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. Escala 1:100.000. versión 2.1. Año 2017 - IDEAM; Mapa de Biomas Naturales de Colombia 2014-IDEAM; Mapa de clasificación climática Caldas Lang - IDEAM	NA

3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos

Según las directrices del IPCC, para calcular el consumo anual de fertilizantes se deben utilizar estadísticas oficiales del país, ya sea a partir de las ventas de fertilizantes o de datos sobre producción local e importaciones. En Colombia, estos datos se obtuvieron del informe de ventas e importaciones nacionales de fertilizantes desarrollado por CIAT-USAID y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MinAgricultura). Sin embargo, esta información solo está disponible a nivel nacional para los años 2005-2016. Por lo tanto, para estimar los datos del periodo 1990-2004, se recurrió a estimaciones departamentales basadas en las áreas sembradas de los principales cultivos fertilizados, utilizando datos de Evaluaciones agropecuarias municipales, el anuario estadístico del sector agropecuario y fuentes gremiales como FEDECACAO, FEDEPALMA y FNC, además de la cantidad anual de N aplicada, obtenida mediante una consulta a expertos agropecuarios a nivel nacional. La consulta se realizó para ajustar cantidades aplicadas de fertilizantes N inorgánicos, cal, urea y el manejo de los residuos de cultivo. Se utilizó la técnica Delphi, la cual es un método de investigación científica utilizado ampliamente en estudios de corte transversal en diferentes áreas del conocimiento y se ha definido como una técnica usada cuando no existe información disponible o con la que se cuenta es insuficiente (García & Suarez, 2013; Ouariachi et al., 2017). Con base en

este estudio se pudo recolectar opiniones de expertos a partir de experiencias en los territorios en torno al manejo de los suelos agrícolas.

Los expertos del sector agropecuario fueron identificados a nivel nacional a partir de las Entidades Prestadoras del Servicio de Extensión Agropecuaria (EPSEA) registradas ante la Agencia de Desarrollo Rural (ADR) del MinAgricultura. Se encontraron 127 entidades. Adicionalmente se identificaron los departamentos de fertilizantes e insumos agrícolas registrados ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (desde la página oficial), docentes de las facultades agropecuarias de universidades en todo el territorio nacional (29 universidades), e investigadores de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA, a través de la página oficial de la institución.

Con base en estas fuentes de información se identificaron un total de 112 empresas de insumos agrícolas, 265 extensionistas adscritos a entidades prestadoras del servicio de extensión agropecuaria, 261 docentes universitarios agrícolas, 150 pecuarios, 121 investigadores agrícolas y 53 pecuarios de AGROSAVIA. Se recolectó información mediante una encuesta virtual diseñada en Microsoft Forms, estructurada en dos bloques: caracterización de los expertos y solicitud de información técnica. La caracterización de los expertos contenía indicadores asociados a la autoevaluación de la competencia de cada uno, con el fin de estimar el coeficiente de conocimiento y de argumentación del experto sobre la temática y/o variables a consultar. Por otra parte, el apartado de solicitud de información técnica en los instrumentos estuvo compuesto por preguntas cerradas, abiertas y mixtas, en donde se requirió proporcionar datos a nivel departamental en tres series de tiempo a partir de 1990 hasta 2022. Para esta subcategoría se formularon preguntas asociadas a los principales cultivos que se les aplica fertilizante nitrogenado en cada departamento, las cantidades aplicadas de nitrógeno y la proporción de área sembrada gestionada con este insumo.

Los resultados permitieron medir el nivel de conocimiento y argumentación de cada experto en el tema del manejo de suelos agrícolas, para determinar así el coeficiente de competencia de cada uno de ellos. Para todas las variables (fertilizante N inorgánico, cal, urea y residuos de cultivo), se seleccionó la información proveniente de expertos con un nivel de competencia alto (≥80 %).

En el caso de fertilizante N inorgánico se logró recolectar información de 128 expertos de los cuales 72 obtuvieron un nivel de competencia alto, de estos el 63,3 % conocían las cantidades de N aplicado por cultivo en cada una de sus regiones por década, esta información fue calculada junto con las áreas sembradas de los principales cultivos mencionados por los expertos, así como la proporción de área sembrada aplicada. Finalmente, para generar el dato de actividad en cada departamento, la información estimada fue ajustada mediante un proxy que mostró la coherencia con el reporte nacional de ventas e importaciones de fertilizantes inorgánicos. En la Tabla 214 se documentan los datos de actividad de fertilizantes inorgánicos.

3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N

La metodología del cálculo considera la cantidad de aportes de N orgánico aplicado a los suelos. Incluye las cantidades de N de estiércol gestionado disponible para aplicación a suelos en las especies donde se manejan los sistemas de lote seco, almacenamiento sólido, distribución diaria, laguna anaeróbica descubierta, estiércol liquido < 1 mes y digestión anaeróbica biogás (kg N). Para conocer la cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados, las estimaciones se hicieron aplicando las ecuaciones 10.34, 10.34A y 10.34B con tasas de excreción, fracciones de nitrógeno en los sistemas de gestión de estiércol y factores de emisión directos de los sistemas de gestión de estiércol descritos en la categoría 3.B. Las fracciones de nitrógeno que se volatilizan, lixivian y la relación de N_2 son tomados por defecto de la tabla 10.22 y 10.23 respectivamente de acuerdo con IPCC, 2019. La Tabla 214 presenta los datos de actividad empleados para la cuantificación.

3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo

Se refiere al volumen anual de N que los animales en pastoreo dejan en los suelos de pastizales y potreros. La estimación se basa en la proporción de N que cada tipo de animal deposita en estos suelos. Se considera el N que se excreta en los pastizales según la tasa de excreción específica de

cada animal (calculada en 3.B.), así como la cantidad de N en el estiércol gestionado que está disponible para su aplicación en los suelos dentro del sistema de pasturas (3.D.1.b). La Tabla 214 describe los datos de actividad empleado en las estimaciones.

3.D.1.d. Residuos de cosecha

La cantidad anual de nitrógeno en los residuos agrícolas (tanto aéreos como subterráneos) se calculó utilizando las estadísticas agrícolas relacionadas con las áreas cosechadas, la producción y el rendimiento de los principales cultivos del país, datos que están recopilados en las Evaluaciones agropecuarias y en el Anuario Estadístico del sector agropecuario (UPRA). Los cultivos se seleccionaron a partir de información recopilada de la consulta nacional de expertos agropecuarios (maíz, arroz, yuca, caña de azúcar, caña panelera, frijol, papa y soja) así como otras variables requeridas en el cálculo como fracciones recogidas, quemadas y dejadas en campo en las regiones del país (la metodología de la consulta de expertos se describe en 3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos). Se formularon preguntas asociadas a las fracciones recogidas, quemadas y dejadas en campo en los cultivos de cada región, con opciones definidas de repuesta que correspondían a un rango entre 1-20 %, 21-40 %, 41-60 %, 61-80 % y 81-100 %, revisando la fluctuación de estas fracciones en el transcurso del tiempo (desde 1990 hasta 2022). Se consolidaron respuestas de 120 expertos con datos del comportamiento de los residuos de cultivo en diferentes departamentos del país. Al someter la información a la técnica Delphi y al análisis estadístico se encontró que 69 de estos expertos contaban con un nivel de competencia alta. El procesamiento de estos resultados incluyó la definición del aporte ponderado de cada respuesta al total de la fracción correspondiente, los cuales se sumaron para obtener el consenso de expertos sobre la fracción recogida o quemada total por cultivo, departamento y región.

Para estimar el N, se realizaron cálculos individuales para los distintos tipos de cultivos y luego se suman los resultados. Esta metodología se debe a las diferencias en cómo los residuos afectan el rendimiento, el tiempo de renovación y el contenido de nitrógeno en los diversos cultivos. Otros factores considerados en el cálculo, como el porcentaje de materia seca (% MS), el coeficiente de fertilidad (C_f), el nitrógeno disponible (NAG(T)), la relación de absorción de nitrógeno ($R_{AG(T)}$), la tasa de residuos ($RS_{(T)}$) y la fracción de renovación (Frac $_{Renew\ (T)}$), se ajustaron según las directrices del IPCC de 2019. La Tabla 214 documenta los datos de actividad utilizados en la estimación de residuos de cosecha.

3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo.

El IPCC propone calcular la cantidad neta de nitrógeno mineralizado anualmente, basándose en la pérdida media anual de carbono del suelo asociada con cada tipo de uso de la tierra, representado como ΔCMinerales, LU. En Colombia, esto se realiza a través del Sistema de Monitoreo Bosques y Carbono (SMByC), que ofrece información detallada sobre los cambios en la cobertura y uso de tierras forestales, como la permanencia de bosques, la deforestación y la regeneración. Sin embargo, aún no se han desarrollado herramientas metodológicas comparables para otros tipos de cobertura o usos de la tierra, Por lo tanto, la estimación de ΔCMinerales, LU se limita a las pérdidas de carbono en suelos forestales, utilizando los datos del SMByC sobre variaciones en la superficie forestal para el periodo de 1990 a 2021. Es relevante mencionar que el país es consciente que estas emisiones no deben reportarse en agricultura, pero debido a limitaciones de tiempo, se incluyeron en este sector. Se tiene previsto realizar una mejora en este aspecto, ajustando el reporte para que en el sector de agricultura se reporten las emisiones de N_2O provenientes de tierras de cultivo y pastizales y las emisiones de tierras forestales en el sector de LULUCF. En la Tabla 214 se documentan los datos de actividad empleados.

Tabla 214. Datos de actividad para subcategorías de 3.D.1. kg.N.año

Año	3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo	3.D.1.d. Residuos de cosecha	3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo
1990	292.866.832,61	19.891.337,51	793.884.688,71	47.890.482,35	20.635.809,24
1991	293.020.073,43	19.922.379,13	798.281.694,72	47.277.843,37	41.271.618,48

Año	3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo	3.D.1.d. Residuos de cosecha	3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo
1992	292.891.417,66	20.041.809,58	806.881.127,78	47.419.554,81	61.907.427,72
1993	293.148.427,63	20.069.553,73	815.455.285,11	50.843.130,19	82.543.236,96
1994	292.768.111,39	20.237.841,02	824.070.109,99	48.078.094,97	103.179.046,21
1995	297.541.355,95	21.627.016,85	811.384.010,53	48.592.245,17	123.814.855,45
1996	297.046.764,54	20.431.721,64	836.682.900,05	49.866.701,72	144.450.664,69
1997	292.674.778,11	19.330.763,68	839.972.481,54	51.853.616,84	165.086.473,93
1998	288.456.486,44	17.627.806,08	838.355.821,29	47.486.508,54	185.722.283,17
1999	290.693.997,42	20.393.546,77	843.887.446,01	55.512.228,77	206.358.092,41
2000	290.426.913,54	17.705.380,01	838.586.561,76	59.843.509,58	222.075.617,76
2001	294.552.481,62	17.791.203,50	862.029.882,56	56.972.127,88	233.064.425,58
2002	291.604.859,98	18.033.393,15	868.298.190,49	56.139.645,34	244.053.233,39
2003	295.718.527,31	19.134.801,33	901.341.342,98	59.519.314,98	261.419.443,47
2004	288.964.949,03	17.037.603,66	922.380.242,02	62.463.801,05	278.785.653,54
2005	345.273.801,51	21.892.027,76	857.181.822,34	58.615.654,30	291.852.719,69
2006	292.100.850,41	24.360.947,09	870.767.929,99	58.264.690,70	304.872.578,02
2007	248.954.913,84	27.048.404,56	863.267.686,61	57.596.669,03	318.432.173,63
2008	246.273.569,79	25.810.101,20	864.987.851,95	58.375.917,76	331.991.769,24
2009	313.069.107,18	25.263.888,69	870.636.031,03	62.589.826,77	342.194.574,25
2010	287.756.074,74	24.273.470,21	890.037.311,26	55.090.126,34	352.397.379,26
2011	335.808.162,43	25.119.979,56	890.014.227,44	58.788.240,92	344.576.334,12
2012	262.128.643,61	24.286.622,04	876.398.352,29	58.565.861,61	336.755.288,99
2013	336.855.200,56	24.768.807,07	866.251.303,95	61.223.759,51	326.137.607,18
2014	221.429.166,21	25.864.013,59	869.692.799,94	60.117.839,29	317.550.986,50
2015	367.932.303,88	29.761.799,94	867.198.901,54	63.855.168,93	306.145.785,72
2016	417.601.951,62	28.699.227,19	865.735.137,50	71.226.169,72	303.754.762,44
2017	335.654.473,90	34.514.258,07	901.250.235,71	73.155.083,41	302.534.837,62
2018	373.729.576,47	35.982.580,53	1.002.843.519,97	72.571.933,62	293.597.620,20
2019	375.662.000,66	42.613.555,84	1.031.109.800,22	92.975.730,54	284.708.154,35
2020	361.682.017,01	45.847.093,90	1.063.089.467,32	97.228.695,10	276.828.392,16
2021	370.357.864,71	30.607.549,33	1.063.119.546,22	95.452.405,25	285.044.722,23

3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)

Para calcular las emisiones de N_2O provenientes del drenaje o manejo de suelos orgánicos, se consideró la superficie total anual de estos suelos gestionados para todos los usos de la tierra. Este cálculo se realizó mediante un análisis espacial que integra diferentes capas de información geográfica usando el software SIG ArcGIS. En el análisis, se empleó el mapa geopedológico de 2018 del IGAC para extraer espacialmente los suelos clasificados como Histosoles. Además, para obtener datos desagregados por tipo de cobertura y región natural, se utilizaron los mapas de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (escala 1:100.000, versión 2.1, 2017) y el mapa de Biomas Naturales de Colombia de 2014. La estratificación climática y la desagregación subnacional se realizó con los mapas de clasificación climática de Caldas Lang y el mapa de división departamental. Cabe mencionar que los suelos orgánicos de las tierras forestales se cuantifican en este sector, sin embargo, estas deben ser reportadas en LULUCF, se espera para el próximo inventario reportar en agricultura unicamente las emisiones de suelos organicos en cultivos y pastizales. La Tabla 215 muestra los datos de actividad utilizados en las estimaciones.

Tabla 215. Datos de actividad 1990-2021 para la subcategoría 3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)

Año	Subcategoría	Nombre del dato de actividad	Valor	Unidad
Dato estático para toda la serie	3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles) - Cultivos y pastizales en clima tropical	Superficie anual de suelos orgánicos gestionados/drenados	197.695,33	Ha
	3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles) - Tierras forestales en clima tropical	Superficie anual de suelos orgánicos gestionados/drenados	337.344,31	Ha

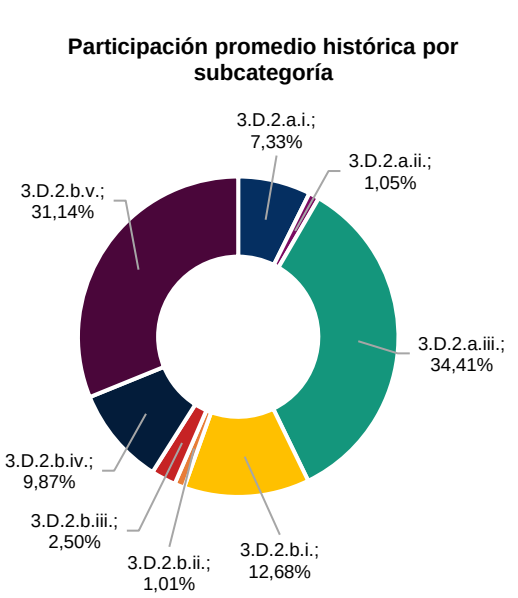
5.6.8 Subcategoría: 3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados

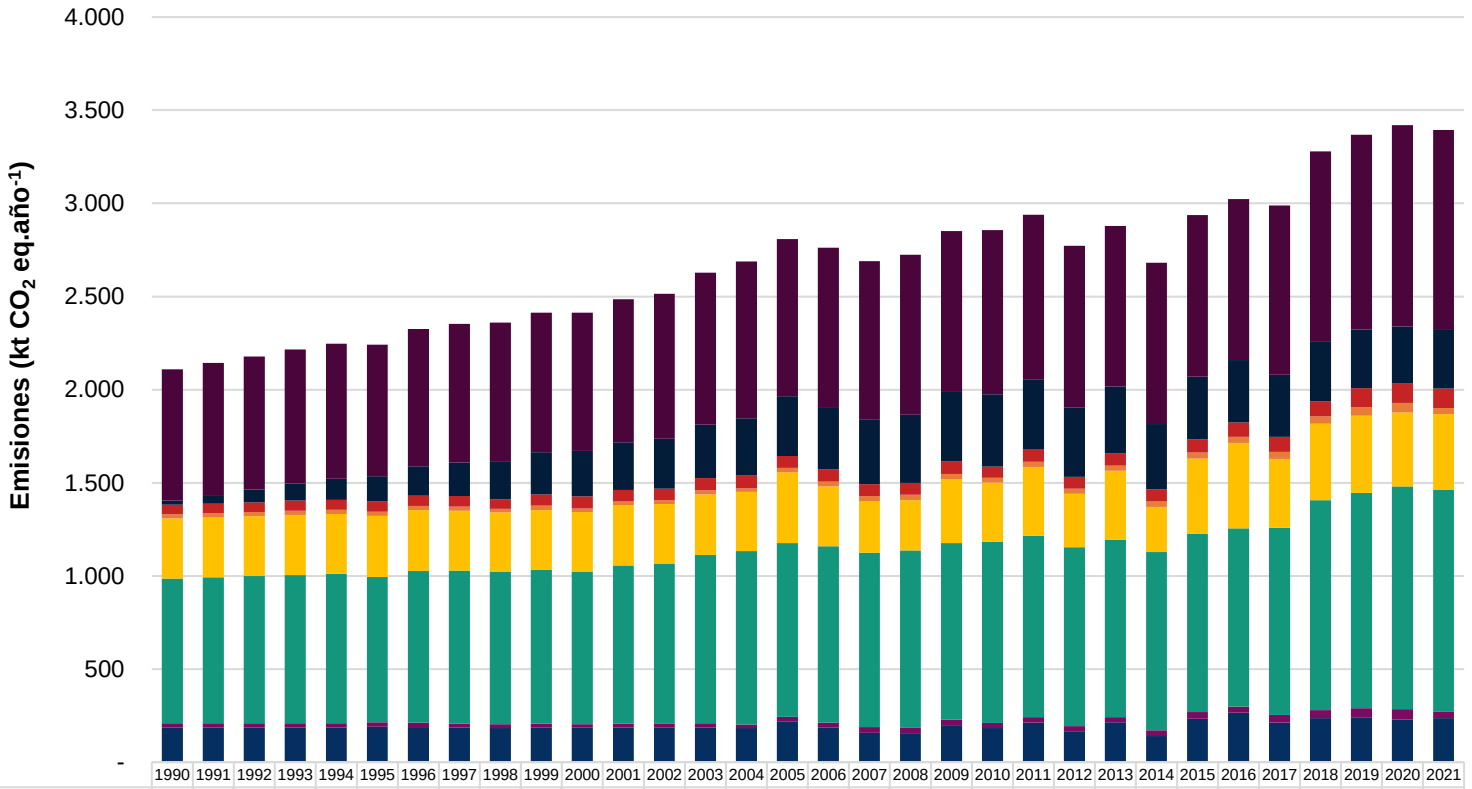
i. Descripción de las subcategorías

Las emisiones indirectas de N_2O se producen por dos principales mecanismos: 1) la volatilización de N en forma de NH_3 y óxidos de nitrógeno (NOx), que luego se depositan en suelos y cuerpos de agua en forma de NH_{4+} y NO_{3-}, y 2) la lixiviación y escurrimiento de N, especialmente en forma de NO_3, desde suelos gestionados. El N inorgánico en el suelo o sobre él, particularmente en la forma de NO_3, puede evadir los mecanismos biológicos que normalmente retendrían el N, ya sea arrastrado por el agua de escurrimiento o transportado a través de macroporos en el suelo o sistemas de drenaje. En situaciones donde hay un exceso de NO_3, como en áreas con acumulaciones de orina de ganado, este exceso puede ser lixiviado profundamente en el perfil del suelo. Para calcular estas emisiones, es importante tener en cuenta las fracciones de las distintas fuentes de nitrógeno que se estiman en la subcategoría 3.D.1.

La tendencia de las emisiones de 3.D.2. se observa en la Figura 189, la cual presenta un crecimiento progresivo en el transcurso de los años. Las emisiones en 1990 cuantificaron 2.109,72 kt CO_2eq y en 2021, 3.393,66 kt CO_2eq, lo cual indica un crecimiento de emisiones de 60,86 %. La subcategoría estimó un promedio anual de 2.677,79 kt CO_2eq.año^{-1} (tasa de crecimiento anual compuesta de 1,55 %), siendo superiores las emisiones de la lixiviación (promedio 1.531,75 kt CO_2eq.año^{-1} aporte de 57,20 %) frente a la volatilización (1.146,04 kt CO_2eq.año^{-1} aporte 42,80 %).

Al analizar las subcategorías con mayor detalle, las principales fuentes de emisiones indirectas de N_2O correspondieron a las subcategorías de 3.D.2.a.iii y 3.D.2.b.v que conciernen a la volatilización y lixiviación de orina y estiércol de animales en pastoreo, estas representaron emisiones promedio anuales de 921,51 kt CO_2eq (34,41 %) y 833,99 kt CO_2eq (31,14 %) respectivamente. Posteriormente, se encuentra la subcategoría 3.D.2.b.i, relacionada con la lixiviación y escurrimiento de fertilizantes inorgánicos, con una emisión promedio anual de 339,59 kt CO_2eq (12,68 %). El comportamiento de las emisiones en estas subcategorías obedece al número de animales que se encuentran en pasturas anualmente y el consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados en los principales cultivos agrícolas del país.





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo	704,1	709,6	715,1	720,6	726,1	707,1	737,2	743,0	742,9	748,5	741,8	767,6	777,8	816,8	842,2	843,2	855,3	847,2	859,8	858,6	882,1	882,5	869,0	861,7	866,7	866,8	865,6	908,6	1.018	1.046	1.080	1.073
3.D.2.b.iv. Lixiviación/escurrimiento Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	22,6	945,3	768,2	690,7	511	3,4	136,1	158,8	181,4	204,1	226,8	244,1	256,2	268,3	287,4	306,4	320,8	335,1	350,0	364,9	376,2	387,4	378,8	370,2	358,5	349,1	336,5	333,9	332,6	322,7	313,0	304,3	313,3
3.D.2.b.iii. Lixiviación/escurrimiento Residuos de cosecha	52,6	551,9	852,1	355,9	052,8	653,4	254,8	257,0	152,2	161,0	365,7	962,6	361,7	265,4	368,6	764,4	464,0	563,2	364,1	868,8	160,5	664,6	364,3	967,3	166,0	970,2	078,3	080,4	279,7	8102,2	106,8	104,9
3.D.2.b.ii. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N orgánicos	21,8	721,9	022,0	322,0	622,2	523,7	822,4	621,2	519,3	822,4	219,4	619,5	619,8	321,0	418,7	324,0	726,7	829,7	428,3	727,7	726,6	927,6	226,7	027,2	328,4	332,7	231,5	537,9	439,5	646,8	550,4	033,6	5
3.D.2.b.i. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N inorgánicos	321,9	322,1	322,0	322,2	321,8	327,1	326,5	321,7	317,1	319,5	319,2	323,8	320,5	325,1	317,6	379,5	321,1	273,6	270,7	344,1	316,3	369,1	288,1	370,3	243,4	404,4	459,1	369,0	410,8	412,9	397,6	407,1
3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo	777,2	783,2	789,3	795,4	801,5	780,5	813,7	820,1	820,1	826,3	818,8	848,8	860,5	903,8	931,8	932,5	945,6	936,1	949,7	948,1	973,6	974,2	959,1	951,3	956,8	957,4	956,8	1.005	1.127	1.157	1.195	1.188
3.D.2.a.ii. Volatilización - Fertilizantes N orgánicos	22,3	322,3	722,5	122,5	622,7	724,4	323,0	621,7	419,6	623,0	019,6	319,7	920,2	021,5	819,0	624,9	627,9	631,1	730,7	028,9	927,8	328,8	528,1	028,6	930,0	234,6	833,3	440,3	942,2	150,3	754,2	435,4	6
3.D.2.a.i. Volatilización - Fertilizantes N inorgánicos	186,8	186,7	186,6	186,8	186,6	189,5	189,2	186,3	183,5	185,1	184,5	187,0	184,9	187,5	183,2	218,7	185,2	157,8	156,1	198,2	182,4	213,1	166,2	213,7	140,6	233,8	265,2	213,1	237,2	238,5	229,8	237,0

Figura 189.Tendencia de emisiones de GEI 3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados.

5.6.8.1.1 Método de estimación

La metodología empleada para la estimación de las emisiones directas e indirectas de N_2O por suelos gestionados en todos los departamentos de Colombia se realizó por nivel 1 (factores predeterminados). Para las subcategorías que cuantifican N_2O producido por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados se utilizó la ecuación 11.9 del *Refinamiento de IPCC de 2019*. En el caso de lixiviación/escurrimiento de N, los cálculos se realizaron con la ecuación 11.10.

Las ecuaciones para el cálculo de las emisiones se presentan a continuación:

3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados

Ecuación 11.9. N_2O producido por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados
(IPCC 2006, volumen 4, capítulo 11)

$$N_2O_{(ATD)} = N[(F_{SN} * Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP})] * EF_4$$

Dónde:
$N_2O_{(ATD)}$–N = cantidad anual de N_2O–N producida por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados, kg N_2O–N año^{-1}
F_{SN}= cantidad anual de N de fertilizante sintético aplicado a los suelos, kg N año^{-1}
$Frac_{GASF}$ = fracción de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como NH_3 y NO_x, kg N volatilizado (kg de N aplicado)$^{-1}$
F_{ON} = cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicada a los suelos, kg N año^{-1}
F_{PRP} = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas, kg N año^{-1}
$Frac_{GASM}$ = fracción de materiales fertilizantes de N orgánico (F_{ON}) y de N de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo **(F_{PRP})** que se volatiliza como NH_3 y NO_x, kg N volatilizado (kg de N aplicado o depositado)$^{-1}$
EF_4 = factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de N en los suelos y en las superficies del agua [kg N–N_2O (kg NH_3–N + NO_x–N volatilizado)$^{-1}$]

Ecuación 11.10. Emisiones de N_2O por lixiviación/escorrentía de N de suelos gestionados
IPCC 2006 (Volumen 4, Capítulo 11)

$$N_2O_{(L)} - N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) * Frac_{Lixiviada-(H)} * EF_5$$

Dónde:
$N_2O_{(L)}$-N = cantidad anual de N_2O–N producida por lixiviación y escurrimiento de agregados de N a suelos gestionados en regiones donde se producen estos fenómenos, kg N_2O–N año^{-1}
F_{SN} = cantidad anual de N de fertilizantes sintéticos aplicada a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N año^{-1}
F_{ON} = cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico-aplicada a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N.año^{-1}
F_{PRP} = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N año^{-1}
F_{CR} = cantidad de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y de la renovación de forraje/pastura, devuelta a los suelos anualmente en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N.año^{-1}
F_{SOM} = cantidad anual de N mineralizado en suelos minerales relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo, como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N.año^{-1}
Frac $_{LIXIVIACIÓN-(H)}$ = fracción de todo el N agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N (kg de agregados de N)$^{-1}$
EF_5 = factor de emisión para emisiones de N_2O por lixiviación y escurrimiento de N, kg N_2O–N (kg N por lixiviación y escurrido)$^{-1}$

Cuadro 44. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI de Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados (3.D.2.)

5.6.8.1.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 216. Metodología y factores de emisión – 3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
3.D.2.a.i. Volatilización - Fertilizantes N inorgánicos	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 11, Cuadro 11.3	Clima húmedo[21]: 0.014 kg N_2O–N (kg NH_3–N + NO_X–N volatilizado)$^{-1}$ Clima seco[22]: 0.005 N_2O–N (kg NH_3–N + NO_X–N volatilizado)$^{-1}$
3.D.2.a.ii. Volatilización - Fertilizantes N orgánicos			
3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo			
3.D.2.b.i. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N inorgánicos			Valor agregado: 0,011 kg N_2O–N (kg N lixiviación/escorrentía)$^{-1}$
3.D.2.b.ii. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N orgánicos			
3.D.2.b.iii. Lixiviación/escurrimiento Residuos de cosecha			
3.D.2.b.iv. Lixiviación/escurrimiento Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo			
3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo			

5.6.8.1.3 Dato de actividad

Los datos de actividad por subcategoría son los mismos utilizados en el cálculo de 3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados, los valores anuales pueden consultarse en la Tabla 214.

5.7 Quema prescrita de sabanas (CRT 3.E.)

Las emisiones derivadas de la quema prescrita de sabanas (3.E.), se reportan en el sector de LULUCF dentro de la categoría de quema de biomasa (4.IV) para tierras forestales y pastizales (IE). Como parte del plan de mejora, se plantea trasladar las emisiones correspondientes a tierras de cultivos y pastizales al sector de agricultura, lo cual permitirá una clasificación más precisa y alineada con lo exigido en el BTR. Este cambio contribuirá a una mejor estimación de las emisiones y a una mayor coherencia en la categorización dentro del informe nacional.

5.8 Quema de residuos agrícolas en el campo (CRT 3.F.)

Para estas emisiones únicamente se cuantifican la quema de residuos agrícolas para el cultivo de caña de azúcar, sin embargo esta se reporta en otra categoría (quema de biomasa 4.IV) en el sector de LULUCF (IE). Como plan de mejora se plantea reubicar estas emisiones en el sector de la agricultura y además identificar de manera precisa las áreas de quema de residuos agrícolas de otros cultivos para incorporarlos en el inventario. Para lograrlo se propone utilizar tecnologías de monitoreo como imágenes satelitales o reportes de campo a partir de consulta de expertos.

5.9 Encalado (CRT 3.G.)

5.9.1 Descripción de la categoría

Se estiman las emisiones de CO_2 por aplicación de cal al suelo. El encalado de los suelos agrícolas es considerado una práctica adecuada para elevar el pH, corregir la acidez y obtener buenos resultados productivos en los cultivos. En Colombia se presenta variedad de suelos ácidos asociado a los elementos biofísicos de cada región natural. En Orinoquia, por ejemplo, los suelos presentan una mayor acidez la

[21] Clima húmedo: todos los departamentos del país menos el departamento de La Guajira.

[22] Clima seco: departamento de La Guajira.

cual permite una menor absorción de nutrientes en las plantas por una mayor predominancia en aluminio y óxidos de hierro. En contraste, los departamentos de la región andina poseen situaciones diferentes, estos presentan cenizas volcánicas y se ubican en zonas montañosas que puede presentar movimiento y erosión. En ese contexto son considerados suelos más jóvenes con menos alteraciones a diferencia de las regiones de Orinoquia o Amazonía (Malagón, 2016). En esta categoría, se reportan únicamente emisiones por aplicación de cal dolomita, debido a su amplia utilización en el país como enmienda para neutralizar la acidez del suelo. Se requiere más investigación sobre las cantidades aplicadas de piedra caliza en los suelos agrícolas para incluirla dentro de las estimaciones.

Figura 190. Subcategorías estimadas en 3.G. Encalado

5.9.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

La Tabla 217 presenta los valores de emisiones calculados en la categoría 3.G, las cuales son el resultado de la estimación en la subcategoría 3.G.2. Dolomita $CaMg(CO_3)_2$. Se estimó un promedio histórico anual de 18,92 kt CO_2eq (tasa anual compuesta de 10,53 %) que corresponde a 0,04 % dentro del sector agricultura, siendo la categoría con menos emisiones. Para el año 1990 se cuantificaron 2,42 kt CO_2eq mientras que en 2021, 54,00 kt CO_2eq, esto representó un crecimiento en emisiones de 2131 % desde 1990.

Tabla 217. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.G. Encalado

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
3.G. Encalado	**2,42**	**7,88**	**1,29**	**12,34**	**21,11**	**32,63**	**40,97**	**54,00**
3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)2	2,42	7,88	1,29	12,34	21,11	32,63	40,97	54,00

El comportamiento de las emisiones muestra una tendencia creciente en la serie histórica (Figura 191), la mayor emisión se presentó en el último año del inventario (54,00 kt CO_2eq) explicado por el incremento progresivo de la cal dolomita aplicada en las áreas sembradas de suelos ácidos en Colombia a lo largo de los años en los principales cultivos del país. Valores superiores se atribuyen en su mayoría a la aplicación de cal en cultivos de café y arroz, que son considerados con alto potencial productivo debido a su expansión y tecnificación. La producción de café desempeña un papel crucial en la economía y la cultura de Colombia. El país se posiciona como el tercer mayor productor de café a nivel mundial, después de Brasil y Vietnam. Más del 90 % de este café se exporta a mercados clave como Estados Unidos, Alemania y Canadá. Colombia produce exclusivamente café arábico, el cual requiere condiciones específicas para su cultivo, incluyendo un clima tropical, un suelo adecuado, temperaturas y precipitaciones óptimas, así como altitudes que oscilan entre 1.200 y 1.800 metros sobre el nivel del mar (BMC, 2020a). Las estimaciones de cal dolomita en el cultivo de café cuantifican un promedio anual de 10,26 kt CO_2eq (54,23 % de las emisiones de cal).

En América Latina y el Caribe, Colombia ocupa el segundo lugar en producción de arroz, siendo el cultivo de ciclo corto con mayor valor económico en la región. A nivel nacional, el arroz es el tercer cultivo más significativo, después del café y el maíz. Las estimaciones indican que la aplicación de cal dolomita en el cultivo de arroz produce anualmente un promedio de 3,62 kt CO_2eq, lo que constituye el 19,12 % de las emisiones asociadas con el uso de cal.

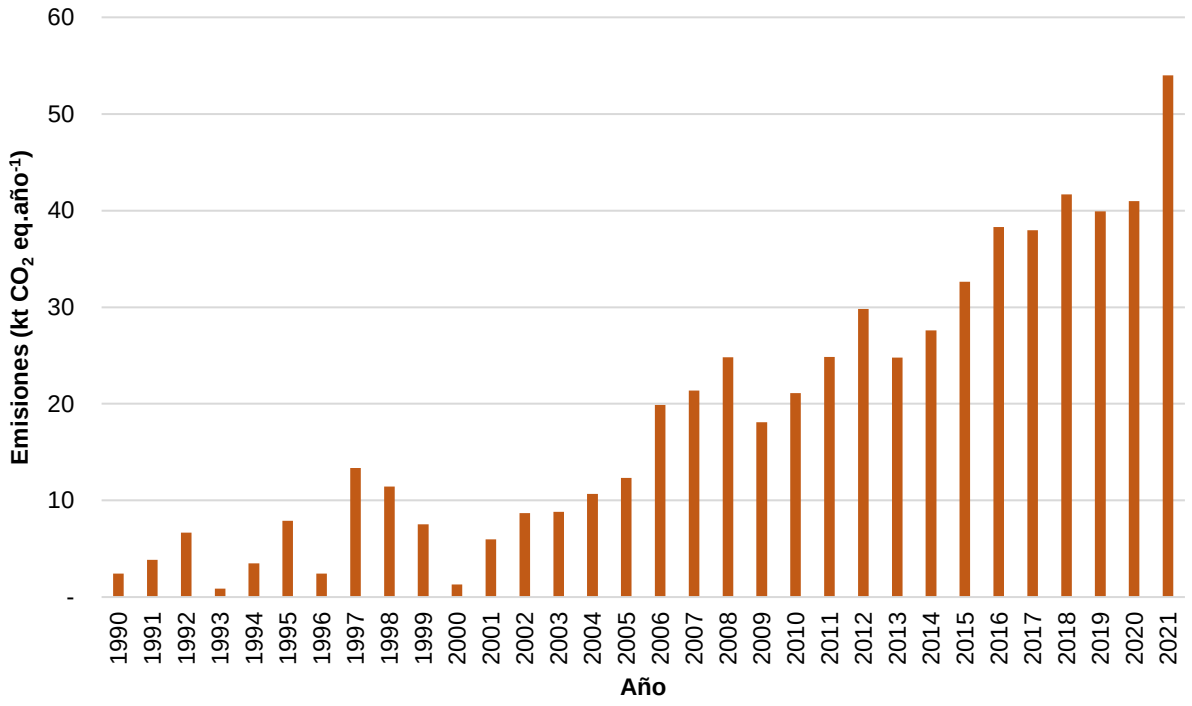


Figura 191. Tendencia de emisiones de GEI 3.G. Encalado, 1990-2021

5.9.3 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021, sin embargo en esta categoría, el sector agricultura cuenta con información de parámetros para generar datos hasta 2022, sin embargo se ha optado por reportar hasta 2021 para mantener la coherencia con los demás sectores.

5.9.4 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie de tiempo

La categoría de Encalado (3.G.) se evaluó en función de las emisiones de CO_2. Según la Tabla 218, se muestran los resultados de incertidumbre para la categoría, que durante el periodo de 1990 a 2021, presenta una incertidumbre promedio de 46,31%. En este periodo se observó una reducción porcentual del 29%.

La reducción de la incertidumbre del año 2021 se atribuye principalmente a una mejora en la calidad de los datos mediante la consulta nacional de expertos agropecuarios, que se refleja especialmente con la validación de los datos de actividad en años recientes de la cal dolomita aplicada en las áreas sembradas.

Tabla 218. Resultados de incertidumbre – Encalado (3.G)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
3.G. Encalado	CO_2	51,56	48,85	48,20	47,43	45,89	43,51	39,17	36,98	FE

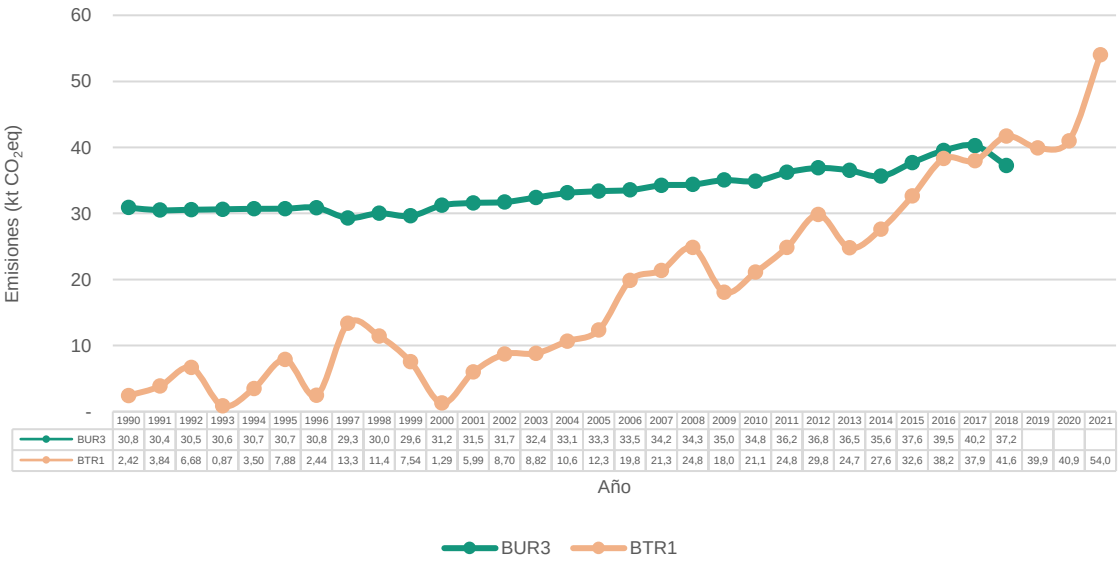
5.9.5 AC/CC y verificación de la categoría

Para estimar las emisiones en Encalado (3.G.), se siguieron los lineamientos del protocolo de control de calidad. Se realizaron varias actividades generales, como comparar los datos con fuentes externas y revisar su consistencia, verificar los factores de emisión, validar los cálculos y métodos, revisar las unidades y conversiones en las hojas de cálculo, analizar la estructura de las bases de datos y garantizar el archivado y organización adecuada de la documentación. A nivel de subcategoría, se realizaron

actividades importantes como: revisión de los datos de dosis aplicadas de cal en cada departamento así como de las áreas sembradas. Se revisaron tendencias y valores atípicos en los datos calculados de toneladas de cal aplicada. Así mismo se verificaron que las toneladas de cal estimadas no fueran mayores a las informadas nacionalmente en la Encuesta Anual Manufacturera de la producción de cal dolomita en el país. También se comprobó el factor de conversión y se identificó inconsistencias en la serie temporal.

5.9.6 Recálculos de la categoría

Los recálculos se basan en la actualización de los datos de actividad de la cal dolomita aplicada, mediante la consulta nacional de expertos agropecuarios. En la siguiente figura se observan las emisiones calculadas en el anterior inventario (BUR3) y aquellas generadas en el presente reporte. Comparando las emisiones para el primer año reportado (1990) y el último año de BUR3 (2018) respecto a BTR1, se presenta una reducción de emisiones de -92,16 % para 1990 y un incremento de 11,90 % en 2018.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	30,8	30,4	30,5	30,6	30,7	30,7	30,8	29,3	30,0	29,6	31,2	31,5	31,7	32,4	33,1	33,3	33,5	34,2	34,3	35,0	34,8	36,2	36,8	36,5	35,6	37,6	39,5	40,2	37,2			
BTR1	2,42	3,84	6,68	0,87	3,50	7,88	2,44	13,3	11,4	7,54	1,29	5,99	8,70	8,82	10,6	12,3	19,8	21,3	24,8	18,0	21,1	24,8	29,8	24,7	27,6	32,6	38,2	37,9	41,6	39,9	40,9	54,0

Figura 192. Recálculos 3.G. Encalado, 1990-2021

5.9.7 Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la subcategoría:

Tabla 219. Plan de mejora para 3.G. Encalado

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
3.G. Encalado	Incorporar en la categoría estimaciones para la subcategoría 3.G.1. Piedra Caliza CaCO3	Reforzar la comunicación con expertos en el campo centros de investigación para obtener datos de dosis aplicada de piedra caliza en suelos agrícolas,		x	x	c	x	Median o-Largo	Expertos en territorio, Centros de investigación	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

5.9.8 Subcategoría: 3.G.2. Dolomita CaMg $(CO_3)_2$

i. Descripción de la subcategoría

El apartado 5.8.1 proporciona la descripción de la subcategoría.

ii. Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.G.2. Dolomita CaMg $(CO_3)_2$.

5.9.8.1.1 Método de estimación

La metodología empleada para la estimación de las emisiones por aplicación de cal dolomita en los suelos agrícolas de todos los departamentos de Colombia se realizó por metodología de nivel 1 (factor predeterminado). Se utilizó la ecuación 11.12 de IPCC 2019. El IPCC sugiere realizar las estimaciones de CO_2 considerando las estadísticas del uso de la cal, para determinar la cantidad que se aplica anualmente a los suelos. Dado que esta información no se encuentra disponible nacionalmente, se procedió a realizar una consulta nacional de expertos agropecuarios, para lograr una aproximación de los datos teniendo en cuenta los principales cultivos a los que se les aplica cal en las regiones naturales del país.

Las ecuaciones para el cálculo de las emisiones se presentan a continuación:

3.G.2. Dolomita CaMg$(CO_3)_2$
Ecuación 11.12. Emisiones anuales de CO_2 por aplicación de cal (IPCC - 2006, volumen 4, capítulo 11) $$CO_2 - C\ Emission = Cal_{Dolomita} * E$$ Dónde: **CO_2-C Emisión**=emisiones anuales de C por aplicación de cal, toneladas C año $^{-1}$ **Cal Dolomita** = Cantidad anual de dolomita (CaMg (CO3)2) t año-1 **EF** = factor de emisión, tonelada de C (tonelada de piedra caliza o dolomita) $^{-1}$ (0,13).

Cuadro 45. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI de 3.G.2. Dolomita CaMg$(CO_3)_2$.

5.9.8.1.2 Factor de emisión

La Tabla 220 resume el factor de emisión empleado para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 220. Metodología y factores de emisión – 33.G.2. Dolomita CaMg$(CO_3)_2$.

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)2	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 11.	0.13 (t.C.(t.dolomita)$^{-1}$)

5.9.8.1.3 Dato de actividad

En la siguiente tabla se muestra la fuente de información del tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión y comentarios relevantes.

Tabla 221. Datos de actividad – 3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)2.

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3.G.2. Dolomita CaMg$(CO_3)_2$	Cantidad de cal dolomita aplicada	1990 - 2021	Evaluaciones agropecuarias municipales, Anuario estadístico del sector agropecuario e información gremial Consulta nacional de expertos agropecuarios (indicador de cal aplicada por hectárea en el cultivo)	Se recopilaron indicadores de aplicación de cal en tres décadas de la serie temporal y se multiplicaron por las hectáreas sembradas.

La cantidad de cal dolomita aplicada en los suelos agrícolas se estimó a nivel departamental a partir de las áreas sembradas disponibles en las Evaluaciones agropecuarias municipales, anuario estadístico del

sector agropecuario e información gremial, como FEDECACAO, FEDEPALMA y FNC. Adicionalmente se recopilaron los indicadores de aplicación de cal dolomita por hectárea en tres décadas a partir del año 1990 hasta 2022, en los cultivos más representativos de las regiones del país, por medio de la consulta nacional de expertos agropecuarios (la metodología de la consulta se describe en la categoría 3.D.1.). En esta consulta se formularon preguntas asociadas a los principales cultivos a los que se les aplica cal en cada departamento o región, las cantidades de cal dolomita aplicadas y la proporción de área sembrada aplicada.

Se logró recolectar información de 123 expertos de los cuales 68 obtuvieron un nivel de competencia alto, de estos el 57.2 % conocían las cantidades de cal dolomita aplicada por cultivo en cada una de sus regiones por década. Esta información fue calculada junto con las áreas sembradas de los cultivos mencionados por los expertos, así como la proporción de área sembrada aplicada con cal para generar el dato de actividad final en cada departamento. Cabe mencionar que se verificó que los resultados de las toneladas de cal estimadas mediante esta metodología no fueran mayores a las informadas nacionalmente en la Encuesta Anual Manufacturera de la producción de cal dolomita en el país.

Tabla 222. Datos de actividad para la subcategoría 3.G.2. Dolomita $CaMg(CO_3)_2$.(Cantidad de cal dolomita aplicada t.Cal.año)

Año	Cal dolomita aplicada (t.Cal.año)	Año	Cal dolomita aplicada (t.Cal.año)
1990	5.078,99	**2006**	41.695,81
1991	8.062,63	**2007**	44.819,69
1992	14.014,44	**2008**	52.069,63
1993	1.833,70	**2009**	37.933,72
1994	7.341,53	**2010**	44.291,41
1995	16.537,64	**2011**	52.112,70
1996	5.120,05	**2012**	62.569,26
1997	28.030,65	**2013**	51.981,49
1998	23.972,14	**2014**	57.897,95
1999	15.824,04	**2015**	68.450,44
2000	2.711,17	**2016**	80.326,17
2001	12.562,34	**2017**	79.678,55
2002	18.262,17	**2018**	87.452,37
2003	18.508,40	**2019**	83.761,01
2004	22.377,20	**2020**	85.952,93
2005	25.886,50	**2021**	113.296,14

5.10 Aplicación de urea (3.H.)

5.10.1 Descripción de la categoría

En esta categoría se estiman las emisiones de CO_2 por aplicación de urea. La urea es un fertilizante utilizado en todo el mundo, que aporta contenidos importantes de N (46 %) para las plantas. La aplicación de urea al suelo como fertilizante genera emisiones GEI ya que se libera CO_2. Al entrar en contacto con el agua y enzimas ureasas la urea se descompone en amonio (NH_4^+), ion hidroxilo (OH) y bicarbonato (HCO_3^-). Finalmente, el bicarbonato termina transformándose en CO_2 y agua.

5.10.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

La Tabla 223 presenta los valores de emisiones calculados en la categoría 3.G, las cuales son el resultado de la estimación en la subcategoría 3.H. Aplicación de urea. Se estima un promedio anual de 229,97 kt CO_2eq (tasa anual compuesta de -0,004) y un aporte promedio histórico dentro del sector de 0,50 %, siendo la segunda categoría con menos emisiones. En 1990 las emisiones cuantificaron 245,92 kt CO_2eq mientras que en 2021, 217,73 kt CO_2eq, esto indica una reducción de -11,46 % desde 1990.

Tabla 223. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.H. Aplicación de urea

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
3.H. Aplicación de urea	245,92	243,42	239,12	270,33	138,11	258,90	211,09	217,73

Como se muestra en la Figura 193 las emisiones presentan una tendencia variable en la serie histórica, dada la fluctuación de este insumo en el país relacionado con las importaciones del mismo y el precio en el mercado. Los valores máximos se presentan en los años 2007, 2012 y 2005 con aportes de 504,57, 278,18 y 270,33 kt CO_2eq respectivamente. Sobresalen los cultivos de café, maíz y arroz como principales fuentes, por su contribución en hectáreas sembradas y cantidades de urea consumidas por hectárea de acuerdo a sus requerimientos.

En Colombia, la mayoría de las regiones presentan suelos con una fertilidad de mediana a baja, expuestos a altas temperaturas durante todo el año, así como a un exceso de humedad y lixiviación de minerales. Estos suelos suelen tener una baja concentración de materia orgánica (M.O) y una relación C/N desfavorable, lo que indica una descomposición insuficiente de la materia orgánica. Debido a estas condiciones naturales y a la deficiencia en los aportes de N, los cultivos comerciales en el país requieren de correcciones específicas para mejorar la capa superficial del suelo y asegurar la producción de cultivos de alta calidad.

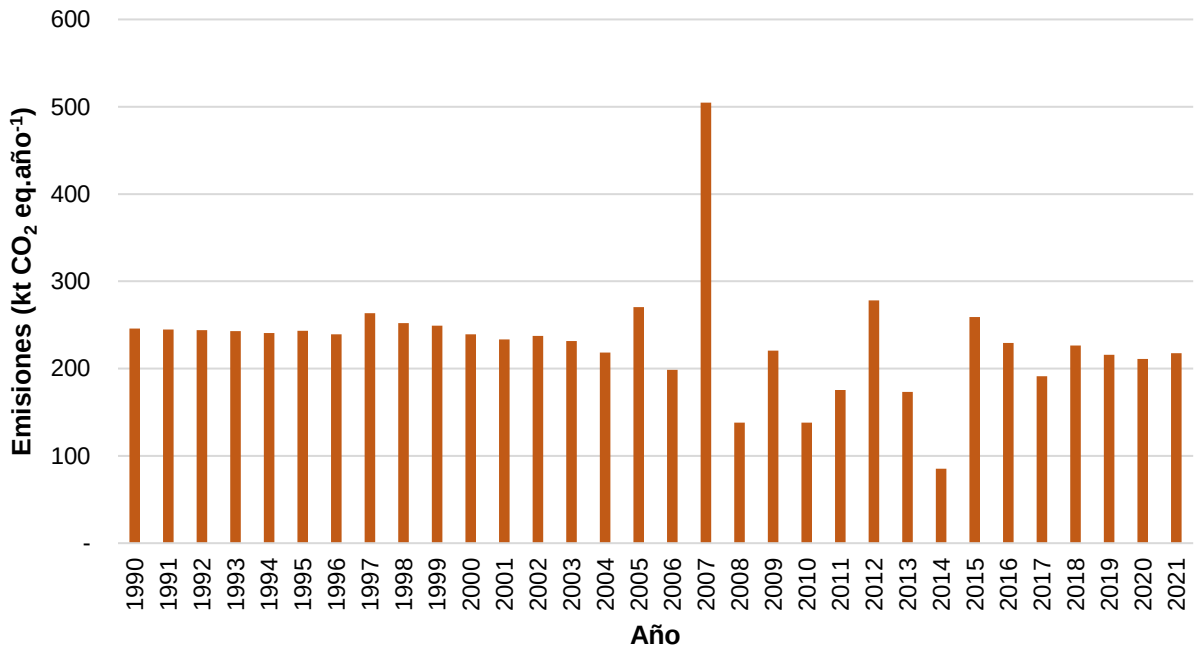


Figura 193. Tendencia de emisiones de GEI 3.H. Aplicación de urea

5.10.3 Metodología

A continuación, se describe la metodología empleada para la estimación de la emisión de la subcategoría 3.H. Aplicación de urea.

5.10.3.1.1 Método de estimación

La estimación de las emisiones asociadas a la aplicación de urea en los suelos agrícolas de Colombia se realizó utilizando el nivel 1 (factores predeterminados), según lo especificado por el IPCC 2006 (ecuación

11.13). Para llevar a cabo estos cálculos, se consideraron las estadísticas de uso de urea para determinar la cantidad aplicada anualmente a los suelos. Debido a que no se dispone de datos específicos sobre la proporción exacta de urea aplicada, se llevó a cabo una consulta nacional con expertos agropecuarios. Este proceso permitió obtener una estimación aproximada basada en los cultivos que reciben este insumo en las diversas regiones naturales del país. La ecuación para el cálculo de las emisiones se presenta a continuación:

3.H. Aplicación de urea
Ecuación 11.13. Emisiones anuales de CO_2 por aplicación de Urea (IPCC - 2006, volumen 4, capítulo 11) $$CO_2 - C\ Emission = M * EF$$ Dónde: **CO_2-C Emisión**=emisiones anuales de C por aplicación de urea, toneladas C año $^{-1}$ **M** = Cantidad anual de fertilización con urea t.urea.año^{-1} **EF** = factor de emisión, tonelada de C (t de urea) $^{-1}$ (0,20).

Cuadro 46. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI de 3.H. Aplicación de urea

5.10.3.1.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume el factor de emisión empleado para calcular la emisión de la subcategoría:

Tabla 224. Metodología y factores de emisión – 3.H. Aplicación de urea

Subcategoría	Metodología	Fuente de información	Valor
3.H. Aplicación de urea	Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 11.	0.20 (t.C.(t.urea)$^{-1}$)

5.10.3.1.3 Dato de actividad

La Tabla 225 describe el tipo de dato de actividad empleado en el cálculo de la emisión y su fuente de información.

Tabla 225. Datos de actividad – 3.H. Aplicación de urea

Subcategoría	Dato de actividad	Fuente información		Comentarios
		Periodo	Fuente	
3.H. Aplicación de urea	Cantidad de urea aplicada	1990 - 2021	Evaluaciones agropecuarias municipales, Anuario estadístico del sector agropecuario e información gremial Consulta nacional de expertos agropecuarios (indicador de urea aplicada por hectárea en el cultivo)	Se recopilaron indicadores de aplicación de urea en tres décadas de la serie temporal y se multiplicaron por la proporción de hectáreas sembradas a las que se les aplica el insumo.

La cantidad de urea aplicada en los suelos agrícolas se estimó a nivel departamental a partir de las áreas sembradas, disponibles en las evaluaciones agropecuarias municipales, anuario estadístico del sector agropecuario e información gremial, como FEDECACAO, FEDEPALMA y FNC. Adicionalmente se recopilaron los indicadores de aplicación de urea por hectárea en tres décadas a partir del año 1990 hasta 2022, en los cultivos más representativos de las regiones del país, por medio de la consulta nacional de expertos agropecuarios (la metodología de la consulta se describe en la categoría 3.D.1.). En esta consulta se formularon preguntas asociadas a los principales cultivos que se les aplica urea en cada departamento, las cantidades aplicadas y a la proporción de área sembrada gestionada con este insumo.

Se logró recolectar información de 120 expertos de los cuales 69 obtuvieron un nivel de competencia alto, de estos el 44,6 % conocían las cantidades de urea aplicada por cultivo en cada una de sus regiones por

década. Los resultados previamente analizados, fueron calculados junto con las áreas sembradas de los principales cultivos mencionados por los expertos y la proporción de área sembrada aplicada. Finalmente, para generar el dato de actividad en cada departamento la información estimada fue ajustada mediante un proxy que mostró la coherencia con el reporte nacional de ventas e importaciones nacionales de fertilizantes por CIAT-USAID.

Tabla 226. Datos de actividad para la subcategoría 3.H. Aplicación de urea (t.Urea.año).

Año	Urea aplicada (t.Cal.año)	Año	Urea aplicada (t.Cal.año)
1990	335.347,27	**2006**	270.889,28
1991	333.788,25	**2007**	688.052,88
1992	332.876,22	**2008**	188.388,51
1993	331.323,20	**2009**	301.008,35
1994	328.263,13	**2010**	188.325,26
1995	331.932,76	**2011**	239.475,57
1996	326.383,35	**2012**	379.334,90
1997	359.262,40	**2013**	236.163,59
1998	343.728,41	**2014**	116.357,08
1999	339.844,76	**2015**	353.048,07
2000	326.070,26	**2016**	312.674,46
2001	318.198,02	**2017**	260.693,20
2002	323.755,92	**2018**	308.805,24
2003	315.792,98	**2019**	294.057,64
2004	297.662,44	**2020**	287.852,03
2005	368.629,02	**2021**	296.904,97

5.10.4 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021, sin embargo en esta categoría el sector agricultura cuenta con información de parámetros para generar datos hasta 2022, sin embargo se ha optado por reportar hasta 2021 para mantener la coherencia con los demás sectores.

5.10.5 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie de tiempo

La incertidumbre de la subcategoría Aplicación de urea (3.H.) se estimó considerando emisiones de CO_2. Como se observa en la Tabla 227, se muestran los resultados de la incertidumbre para la categoría, que durante el periodo de 1990 a 2021, presenta una incertidumbre promedio de 39,63%. En este periodo se observó una reducción porcentual del 47%. La incertidumbre del año 2021 está influenciada por la incertidumbre del factor de emisión empleado. Esta reducción en la incertidumbre se atribuye principalmente a una mejora en la calidad de los datos mediante la consulta nacional de expertos agropecuarios, lo cual se refleja especialmente con la validación de los datos de actividad en años recientes de recopilación de indicadores de aplicación de urea.

Tabla 227. Resultados de incertidumbre – Aplicación de urea (3.H.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
3.H. Aplicación de urea	CO2	50,00	45,41	42,43	39,82	37,68	33,00	28,24	26,51	FE

5.10.6 AC/CC y verificación de la categoría

Para estimar las emisiones en Aplicación de urea (3.H.), se siguieron los lineamientos del protocolo de control de calidad. Se realizaron varias actividades generales, como comparar los datos con fuentes externas y revisar su consistencia, verificar los factores de emisión, validar los cálculos y métodos, revisar las unidades y conversiones en las hojas de cálculo, analizar la estructura de las bases de datos y garantizar el archivado y organización adecuada de la documentación. A nivel de subcategoría, se realizaron actividades importantes como: revisión de los datos de dosis aplicadas de urea en cada departamento así como de las áreas sembradas. Se revisaron tendencias y valores atípicos en los datos calculados de toneladas de urea aplicada. También se comprobó el factor de conversión y se identificó inconsistencias en la serie temporal.

5.10.7 Recálculos de la categoría

Se actualizaron los datos de actividad de urea aplicada a suelos agrícolas, mediante la consulta nacional de expertos agropecuarios. En la siguiente figura se observan las emisiones calculadas en el anterior inventario (BUR3) y aquellas generadas en el presente reporte. Comparando las emisiones para el primer año reportado (1990) y el último año de BUR3 (2018) respecto a BTR1, se presenta un incremento de emisiones de 22,15 % y 18,46 % respectivamente.

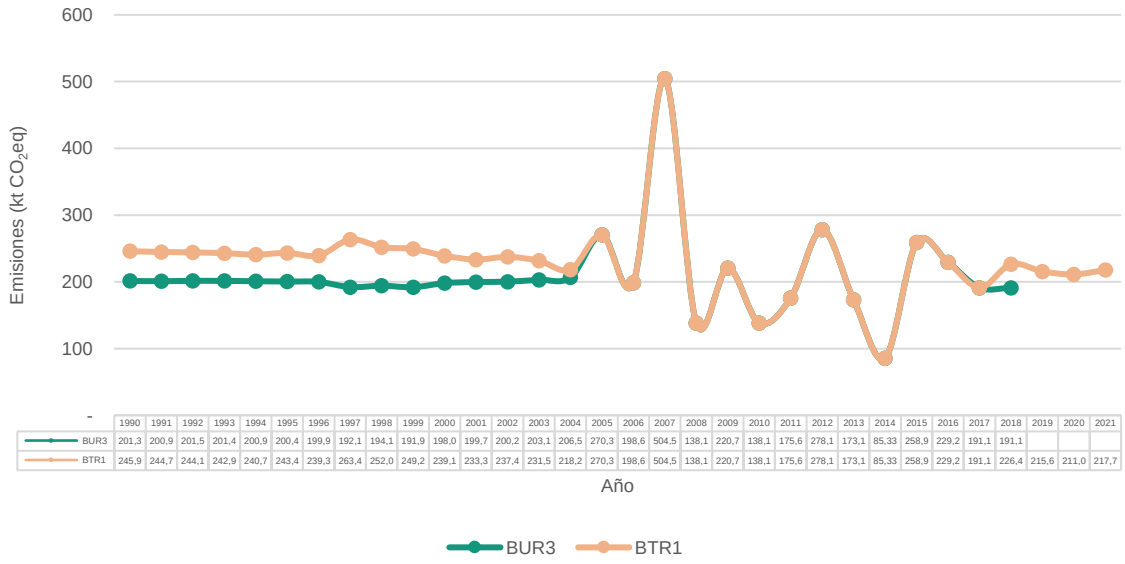


Figura 194. Recálculos 3.H. Aplicación de urea, 1990-2021

5.10.8 Plan de mejora de la categoría

A continuación, se describe el plan de mejora diseñado para la subcategoría:

Tabla 228. Plan de mejora para 3.H. Aplicación de urea

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
3.H. Aplicación de urea	Seguir perfeccionando los datos de actividad obtenidos a partir de la consulta nacional de expertos	Reforzar la comunicación con expertos en el campo para ajustar o actualizar la información obtenida en la consulta		x	x		x	Mediano-Largo	Expertos en territorio, Centros de investigación	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
		nacional de expertos para este inventario.								

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

5.11 Otros fertilizantes que contienen carbono (CRT 3.l.)

Esta categoría no es estimada ya que de la base de datos oficial de fertilizantes compuestos aún no se cuenta con la identificación de otros fertilizantes que contienen carbono, se espera para el próximo ciclo del inventario realizar esta identificación junto con información de expertos en campo para incluirla dentro de las estimaciones, siempre y cuando se evidencie la aplicación en los suelos agrícolas de otros fertilizantes que contienen carbono.

5.12 Otro (CRT 3.J.)

Esta categoría no ocurre en el país.

6. Silvicultura, uso de la tierra y cambio de uso de la tierra (CRT 4)

Autores:

Carlos Andrés Pinzón Correa – Profesional incertidumbre (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Edilneyi Zúñiga – Profesional de apoyo incertidumbre (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Lizet Jimena Robayo Rocha – Profesional Sectorial LULUCF (IDEAM - Proyecto Biocarbono Orinoquía), Luis Enrique Caicedo Navarro - Profesional Sectorial LULUCF (IDEAM – PNUD - Fundación Natura).

Colaboradores:

Johanna Lugo - Consultora (Proyecto Biocarbono Orinoquía), John Velásquez – Consultor (IDEAM - Proyecto Biocarbono Orinoquía), Juan David Turriago – Consultor (Proyecto Biocarbono Orinoquía).

Agradecimientos:

SMByC, Subdirección de ecosistemas e información ambiental – IDEAM: Edersson Cabrera Montenegro, Gustavo Adolfo Galindo García, Nicolas Sáenz Rojas, Carol Andrea Franco Aguilera, Cristhian Fabian Forero, Andrés Camilo Zuluaga Morales, Mónica Carolina Rivera Quiñones, Omar Erbey Sotelo Roncancio, Juan Carlos Rubiano Rubiano, Aida Patricia Botina Azain, Luis Manuel Guerrero Buelvas, Santiago Palacios Noguera, Andrés Felipe Espejo Delgado, Jhonatan Andrés Arias Zapata, Lina Katerine Vergara Chaparro. **Inventario forestal Nacional (IFN) – IDEAM:** Claudia Patricia Olarte Villanueva, Jorge Andrés Rodríguez Toro, Rubén Darío Jurado Bastidas, Juan Sebastián Hernández Hernández, Javier Alexander Romero. **Equipo Técnico Mitigación, Proyecto Coberturas de la tierra y mitigación de GEI (Ecopetrol-IDEAM-Fundación Natura):** Derly Johana Londoño Hernández, Luis Alejandro Sánchez Pulido, Edwin Rivera Velandia, Jhenny Liliana Salgado Vásquez, Héctor William Moreno Quitian, Juan Gabriel Osorio Osuna, María Cecilia Cardona Ruiz. **SNIF - Subdirección de ecosistemas e información ambiental – IDEAM:** Luis Mario Moreno, Amparo Rodríguez León, Juan Sebastián Herrera Wilches. **Equipo Forestal, Dirección técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria – ICA:** Luz Yenifer Vizcaino Morales, Mery Barreto Núñez. **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural:** Manuel Enrique Paredes Hernández, Daniel Esteban Velásquez Castaneda, Martha Lucia Castañeda Farfán, Marlene Velásquez Jiménez, Oscar Leonel Ardila Parrado, Fabiola Amanda Vargas, Isabel Cárdenas Ávila, Nelson Enrique Lozano Castro. **Ministerio de minas y energía:** Patricia Dávila. **Sistema de información estadística del sector palmero (SISPA):** Robert Castellanos - Analista técnico del SISPA. **Federación Nacional de Cafeteros (FNC):** Gerardo Montenegro Paz - Gerencia Técnica. **UPRA:** Alexander Rodríguez Romero - Director Técnico uso eficiente del suelo y adecuación de tierras. **Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá:** Germán Eugenio Cárdenas Riveros - Profesional Subdirección De Silvicultura, Flora Y Fauna Silvestre. **Jardín Botánico de Bogotá:** Javier Forigua Panche - Profesional Oficina Arborización Urbana. **Secretaría de Medio Ambiente Medellín:** Lucenit Solano Guerrero - Profesional Subsecretaria de Recursos Naturales Renovables. **IGAC:** Ricardo Fabián Siachoque Bernal - Subdirección de Agrología. **DANE:** Wilman Arturo Gómez Muñoz - Director Técnico Encuesta de Calidad de Vida 2019, Ivan Ernesto Piraquive López - Profesional especializado Encuesta de Calidad de Vida 2019, Diana Marcela Castillo Cruz - Contratista Encuesta de Calidad de Vida 2019. **The Nature Conservancy (TNC):** Diego Navarrete - Líder de mitigación, componente de soluciones basadas en la naturaleza. **Universidad del Tolima:** Alonso Barrios T., Hernán J. Andrade, Milena A. Segura. **AGROSAVIA-Wildlife Conservation Society:** Andrés Javier Peña Quiñones, Carmen Alicia Parrado Moreno, Diana Elisa Correa Pinilla, Diana Mayerly Mateus Cagua, Jaime Humberto Bernal Riobo, Laura Victoria Arango Wiesner, Sandra Xiomara Pulido Castro. **AGROSAVIA-FEDECACAO:** Argenis Mora Garcés, José Rojas Carrillo, Luis Enrique Ramírez, Ruth Juliana Rojas, Salvador Rojas González, Sandra Xiomara Pulido, Yeferson Moreno.

El sector de Silvicultura uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF por su sigla en inglés), contempla estimaciones de emisiones y absorción de dióxido de carbono (CO_2) debido al cambio en los stocks de carbono en los depósitos de biomasa aérea, biomasa subterránea, materia orgánica muerta (MOM, que incluye los depósitos de hojarasca, detritos finos de madera, detritos gruesos de madera, árboles muertos en pie y tocones muertos) y carbono orgánico del suelo; también se estiman emisiones por metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) asociadas principalmente a la quema de biomasa y difusión de CH_4 en tierras inundadas. Este sector reporta estimaciones para las diferentes categorías de uso de la tierra y los cambios en el uso de la tierra que existen en el país, utilizando las Directrices del IPCC de 2006. A fin de realizar la contabilidad de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector LULUCF se considera que todas las tierras son manejadas, dado que hasta el momento el país no cuenta con la información completa de la matriz de cambios de uso de la tierra y la metodología empleada para establecer los cambios reportados hasta el momento, los cuales contemplan únicamente las conversiones de áreas de bosque natural a otros usos y viceversa por medio del análisis de imágenes satelitales, no permite identificar cuáles áreas del bosque son manejadas o no, identificando únicamente las pérdidas, permanencias y ganancias de la cobertura requerida.

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, en el sector LULUCF se estiman los cambios en los contenidos de carbono en áreas que permanecen dentro del mismo uso y los cambios debidos al cambio de uso de la tierra; para el primer caso, en Colombia se estiman emisiones y absorciones por los crecimientos y pérdidas de carbono en áreas de tierras forestales (4.A.1) (bosque natural, plantaciones forestales comerciales, cambios de bosque a otras tierras forestales), cultivos (4.B.1) (cultivos de café, palma de aceite, cacao, aguacate, caucho, mango, limón, mandarina, naranja, tangelo y marañón); pastizales (4.C.1) (sistemas silvopastoriles), humedales (4.D.1) (embalses para la generación de energía eléctrica) y asentamientos (4.E.1) (arbolado urbano). Respecto a las estimaciones por el cambio de uso de la tierra, en Colombia se cuenta hasta el momento únicamente con la información de los cambios asociados a la deforestación y regeneración del bosque natural, esto quiere decir, los cambios de bosque natural a otros usos (tierras forestales (4.A.1.c), cultivos (4.B.2.a), pastizales (4.C.2.a), humedales (4.D.2.b), asentamientos (4.E.2.a) y otras tierras (4.F.2.a)) y de áreas de no bosque (otros usos sin discriminar – categoría 4.A.2) a bosque natural. También se reportan las pérdidas y ganancias de carbono procedente de los productos de madera recolectada (4.G.) y las emisiones generadas por quema de biomasa en tierras forestales (4.IV.A.1.b), cultivos (4.IV.B.1.b) y pastizales (4.IV.C.1.b).

La categoría de reporte 4(I) Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos gestionados diferentes a cultivos y pastizales no es estimada en el presente BTR, debido a la falta de información suficiente y robusta sobre la aplicación de fertilizantes en áreas diferentes a tierras de cultivos anuales las cuales son reportadas en el sector agricultura.

En la Figura 195 se presenta la estructura general del sector LULUCF, mostrando las categorías reportadas para el INGEI de Colombia.

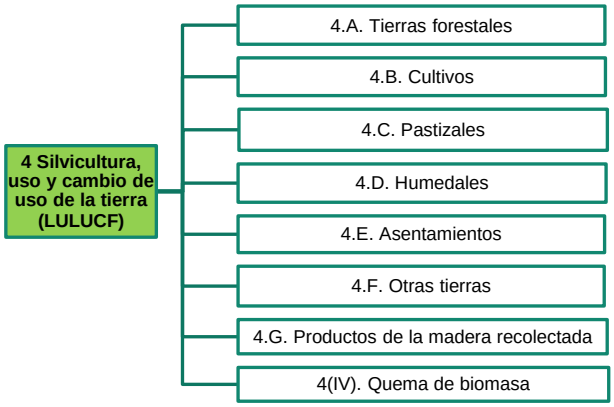


Figura 195. Categorías de reporte sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra

Según el mapa nacional de coberturas de la tierra de Colombia del año 2018 el país cuenta con un 71 % de áreas naturales y seminaturales, 26 % de territorios agrícolas, 2 % de superficies de agua, 1 % de áreas húmedas (Castellanos, 2021); por otra parte, haciendo un análisis de homologación a categorías IPCC, se tiene que históricamente el país cuenta con alrededor de un 57 % de áreas de tierras forestales, 28 % de pastizales, 7 % de áreas de humedales, 6 % de áreas de cultivos, y otras categorías como Asentamientos y Otras tierras suman el 2 % del territorio nacional.

Dentro del sector LULUCF es de gran relevancia el comportamiento de la deforestación que según los datos históricos registrados por el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono de Colombia (SMByC) del IDEAM entre el año 2001 y 2021 ha alcanzado alrededor de las 3 millones de hectáreas deforestadas, con un promedio anual de pérdida del bosque natural de 151.500 hectáreas para este mismo periodo; este fenómeno ha estado asociado principalmente con la conversión del bosque natural a áreas de pastos, arbustales, cultivos y herbazales, coberturas que se relacionan generalmente con usos agropecuarios, como la ganadería extensiva y la agricultura a mediana y gran escala (González J. C., 2018).

Adicionalmente, se destacan dentro de este sector las actividades agrícolas relacionadas con la implementación de cultivos permanentes y plantaciones forestales en el país. Cifras de la Encuesta Nacional Agropecuaria del año 2019, mencionan que el área total sembrada del país es de alrededor de 5 millones de hectáreas, cuya mayor participación la reportan los cultivos agroindustriales con un 41,2 % del área, seguido de los cereales con 18,5 % y las plantaciones forestales con un 13,5 %; también se reporta una participación del 10,8 % para el cultivo de tubérculos y plátano, 9,5 % para cultivos frutales, 5,4 % para hortalizas, verduras y legumbres y otras áreas cultivadas con el 1,1 % (DANE, 2020).

Dentro del análisis de categorías clave del INGEI se identifica que 11 de las subcategorías del sector son clave, aportando el 41,52 % de las emisiones totales del país, estas son: 4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque natural), 4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tales (Degradación), 4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tales (Conversión de bosque natural a tierras forestales), 4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tales (Plantaciones forestales comerciales), 4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales, 4.B.1.a. Cultivo de café, 4.B.1.b. Palma de aceite, 4.B.1.c. Cacao, 4.B.1.l. Otro, 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales y 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas a pastizales.

Para el año 2021 el sector reportó una incertidumbre total combinada por valor de 6,31% respecto a las emisiones y de 6,43 % respecto a las absorciones siendo el segundo sector con mayor incertidumbre del inventario. Así mismo, las categorías que aportan en mayor medida a la incertidumbre neta del sector son: (4.A.) Tierras forestales que contribuye en un 96% relacionada principalmente con las emisiones de CO_2, (4.C.) Pastizales que contribuye en un 11% y (4.D.) Humedales en un 0,2%, también relacionada con las emisiones de CO_2, esto debido a que presentan las mayores emisiones.

En general, el sector ha experimentado una reducción en la incertidumbre, debido a la mejora en la calidad de los datos de actividad y los factores de emisión, por ejemplo, en las subcategorías relacionadas con tierras forestales que se convirtieron a otro tipo de coberturas, dada las mejoras en las metodologías aplicadas por el equipo del SMByC del IDEAM, para la detección de cambio de bosque a no bosque, así como en el cálculo de los factores de emisión tomando como base la información de la operación estadística del monitoreo de bosques para la estratificación de la muestra del inventario forestal nacional.

En relación con la incertidumbre del inventario nacional para el año 2021, considerando las emisiones netas, el sector LULUCF (Emisiones) contribuye con un 87% y LULUCF (Absorciones) contribuye con un 0,03% a la incertidumbre total de inventario nacional, donde LULUCF (Emisiones) genera en este un rango de variación de ±0,21%.

En la Tabla 229, se presentan las subcategorías del sector LULUCF con sus correspondientes GEI estimados y los niveles metodológicos empleados. En la mayoría de las subcategorías del sector LULUCF se utiliza nivel metodológico 2 que incluye datos de actividad y factores de emisión específicos del país y nivel metodológico 1c con el cual se emplean datos de actividad del país desagregados y factores de emisión por defecto del IPCC seleccionados atendiendo características específicas del país.

Para la estimación de los cambios anuales en los contenidos de carbono por depósito se emplea el método de pérdidas y ganancias en el cual se consideran las ganancias de carbono por crecimiento o aumento en

los contenidos de carbono de un depósito (biomasa viva, carbono orgánico del suelo y materia orgánica muerta) en una cobertura o uso de la tierra y las pérdidas de carbono por actividades como la remoción de bosques (deforestación-degradación del bosque natural), recolección de leña y perturbaciones (incendios).

Tabla 229. Subcategorías, GEI estimados y nivel metodológico en el sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA		GEI ESTIMADOS	NIVEL METODOLÓGICO
4.A. Tierras forestales	**4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales**			
	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural)	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	CO_2	Nivel 1c
	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	CO_2	Nivel 1
	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 2
		Suelos	CO_2	Nivel 2
	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	CO_2	Nivel 1c
	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales			
		Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 2
		Suelos	CO_2	Nivel 2
4.B. Cultivos	**4.B.1. Cultivos que permanecen como tales**			
	4.B.1.a. Cultivo de café	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	NE	
	4.B.1.b. Palma de aceite	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	NE	
	4.B.1.c. Cacao	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 2
		Suelos	CO_2	Nivel 2
	4.B.1.d. Aguacate	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	NE	
	4.B.1.e. Caucho	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	NE	
	4.B.1.f. Mango	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	NE	
	4.B.1.g. Limón	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	NE	
	4.B.1.h. Mandarina	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	NE	
	4.B.1.i. Naranja	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	NE	
	4.B.1.j. Tangelo	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	NE	
	4.B.1.k. Marañón	Biomasa	CO_2	Nivel 2

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA		GEI ESTIMADOS	NIVEL METODOLÓGICO
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	CO_2	Nivel 2
	4.B.1.l. Otro	Biomasa	CO_2	Nivel 1c
		MOM	NE	
		Suelos	CO_2	Nivel 1c
	4.B.2. Tierras convertidas en cultivos			
	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 2
		Suelos	CO_2	Nivel 2
4.C. Pastizales	**4.C.1. Pastizales que permanecen como tales**			
		Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	CO_2	Nivel 1c
	4.C.2. Tierras convertidas en pastizales			
	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 2
		Suelos	CO_2	Nivel 2
4.D. Humedales	**4.D.1. Humedales que permanecen como tales**			
	4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Difusión	CO_2, CH_4	Nivel 1
	4.D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas			
	4.D.2.b.i. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 2
		Suelos	CO_2	Nivel 2
4.E. Asentamientos	**4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales**			
		Biomasa	CO_2	Nivel 1c
		MOM	CO_2	Nivel 1
		Suelos	CO_2	Nivel 1
	4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos			
	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 2
		Suelos	CO_2	Nivel 2
4.F. Otras tierras	**4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras**			
	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Biomasa	CO_2	Nivel 2
		MOM	CO_2	Nivel 2
		Suelos	CO_2	Nivel 2
4.G. Productos de la madera recolectada	**4.G.1. Madera maciza**			
	4.G.1.a. Madera aserrada		CO_2	Nivel 1
	4.G.1.b. Paneles de madera		CO_2	Nivel 1
	4.G.1.c. Otros productos de madera maciza		NO	
	4.G.2. Papel y cartón			
			CO_2	Nivel 1
4(IV). Quema de biomasa	4(IV). A.1.b. Incendios forestales en tierras forestales		CO_2, CH_4, N_2O	Nivel 1c
	4(IV). B.1.b. Incendios forestales en cultivos		CO_2, CH_4, N_2O	Nivel 1c
	4(IV). C.1.b. Incendios forestales en pastizales		CO_2, CH_4, N_2O	Nivel 1c

Respecto a la información de categorías no estimadas o reportadas en otras categorías que se presenta en la Tabla 9 de las CRT, se resalta que dentro de la categoría 4.A. Tierras forestales no se estiman ganancias de carbono del bosque natural puesto que no se cuenta con información específica de la parte del bosque natural que es manejado y que permita reportar dichas absorciones. Por su parte las estimaciones de absorciones de la subcategoría 4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales se reportan todas agregadas a este mismo nivel, sin tener desagregación y para fines de reporte en las tablas de reporte unificado (CRT) se reportan en la subcategoría 4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales,

ya que no se cuenta con la información del uso previo de la conversión de otros usos a Bosque natural, únicamente la información de conversión de áreas de no bosque a Bosque natural a partir del mapa de cambio de bosque del SMByC, por esta razón, se reporta IE en todas las subcategorías de 4.A.2. diferentes a tierras de cultivos.

En la categoría 4.B Tierras de cultivo no se estiman las emisiones/absorciones de suelos en los diferentes tipos de cultivos permanentes diferentes al cacao y marañón, puesto que no se cuenta con información de los contenidos de carbono en estos suelos, ni la información del uso previo para poder asignar el contenido de carbono correspondiente. No se estiman las emisiones de conversiones a cultivos de otros usos diferentes a las tierras forestales, ya que a la fecha el país cuenta únicamente con la información de conversión de Bosque natural a tierras de cultivo.

En la categoría 4.C Pastizales no se estiman las emisiones de conversiones a pastizales de otros usos diferentes a las tierras forestales, ya que a la fecha el país cuenta únicamente con la información de conversión de Bosque natural a pastizales.

Dentro de la categoría 4.D. Humedales no se estiman las emisiones de las categorías 4. D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal, 4. D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales, 4.D.1.ci Humedales costeros y tampoco se estiman las emisiones de conversiones a humedales de otros usos diferentes a las tierras forestales, ya que a la fecha el país cuenta únicamente con la información de conversión de Bosque natural a tierras inundadas y no se ha realizado un análisis que permita identificar claramente áreas de humedales diferentes a los embalses y sus correspondientes factores de emisión.

No se estiman las emisiones de conversiones a asentamientos de otros usos diferentes a las tierras forestales, ya que a la fecha el país cuenta únicamente con la información de conversión de Bosque natural a áreas urbanizadas; esto mismo ocurre en la categoría 4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras, donde únicamente se cuenta con la información de conversión del Bosque natural a áreas desprovistas de vegetación.

No se estiman las emisiones de las categorías 4(I). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos gestionados diferentes a cultivos y pastizales, dado que no se cuenta con información de entradas de nitrógeno en áreas de humedales o asentamientos.

Emisiones y absorciones provenientes del drenaje y rehumedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales en tierras forestales que se reportan en 4.(II). no se estiman dado que el país no cuenta con la información de datos de actividad requeridos, sin embargo se reportan las emisiones de CH_4 por la difusión de este gas a través de la lámina de agua de embalses para la generación de energía eléctrica.

Las emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo que corresponden a las subcategorías 4.(III). son reportadas en la subcategoría 3.D.1.e del sector Agricultura, el país es consciente de que estas emisiones deben ser reportadas en el sector agrícola, pero debido a limitaciones de tiempo, se incluyeron en esta categoría; se tiene previsto como mejora el ajuste del reporte en futuras actualizaciones de los INGEI; las emisiones a reportar en otros usos diferentes a tierras forestales no son estimados, dado que no se cuenta con la información de la matriz completa de cambio de uso de la tierra.

En la categoría 4(IV). Quema de biomasa no se estiman las emisiones de CO_2, CH_4 ni N_2O por conversión de tierras a causa de la quema de biomasa, ni las de tierras que permanecen como tales diferentes a incendios forestales en tierras forestales, cultivos y pastizales, debido a la falta de información.

6.1 Emisiones del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra – año 2021

En la Tabla 230, se presenta la compilación de las emisiones y absorciones por categoría y subcategoría para el año 2021, los valores cuantificados para el sector registran 96.603,06 kt CO_2 eq en términos de emisiones netas.

Tabla 230. Emisiones de GEI del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra en el año 2021

CLASIFICACION	GEI DIRECTOS - kt CO_2 equivalente								
	Absorciones	Emisiones						Total Emisiones	Emisiones netas
	CO_2	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6		
4. Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra	**-22.832,04**	**118.841,29**	**477,78**	**116,04**	**NA**	**NA**	**NA**	**119.435,11**	**96.603,06**
4.A. Tierras forestales	**-8.789,62**	**66.586,47**	**IE**	**IE**	**NA**	**NA**	**NA**	**66.586,47**	**57.796,85**
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	-7.432,29	66.586,47	IE	IE	NA	NA	NA	66.586,47	59.154,17
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural)	NE	10.884,22	IE	IE	NA	NA	NA	10.884,22	10.884,22
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	NE	32.072,24	IE	IE	NA	NA	NA	32.072,24	32.072,24
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	NE	18.855,39	IE	IE	NA	NA	NA	18.855,39	18.855,39
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	-7.432,29	4.774,61	IE	IE	NA	NA	NA	4.774,61	-2.657,68
4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	-1.357,32	NE	IE	IE	NA	NA	NA	IE	-1.357,32
4.B. Cultivos	**-9.171,91**	**7.302,56**	**IE**	**IE**	**NA**	**NA**	**NA**	**7.302,56**	**-1.869,35**
4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	-9.171,91	6.674,77	IE	IE	NA	NA	NA	6.674,77	-2.497,15
4.B.1.a. Cultivo de café	-3.339,24	2.720,42	IE	IE	NA	NA	NA	2.720,42	-618,82
4.B.1.b. Palma de aceite	-1.777,15	272,65	IE	IE	NA	NA	NA	272,65	-1.504,49
4.B.1.c. Cacao	-2.131,94	150,01	IE	IE	NA	NA	NA	150,01	-1.981,93
4.B.1.d. Aguacate	-371,64	72,68	IE	IE	NA	NA	NA	72,68	-298,96
4.B.1.e. Caucho	-549,25	1,03	IE	IE	NA	NA	NA	1,03	-548,23
4.B.1.f. Mango	-182,36	75,6	IE	IE	NA	NA	NA	75,6	-106,76
4.B.1.g. Limón	-310,01	52,73	IE	IE	NA	NA	NA	52,73	-257,28
4.B.1.h. Mandarina	-153,13	45,01	IE	IE	NA	NA	NA	45,01	-108,12
4.B.1.i. Naranja	-311,09	38,8	IE	IE	NA	NA	NA	38,8	-272,29
4.B.1.j. Tangelo	-0,59	0,35	IE	IE	NA	NA	NA	0,35	-0,24
4.B.1.k. Marañón	-45,51	21,99	IE	IE	NA	NA	NA	21,99	-23,52
4.B.1.l. Otro	IE	3.223,50	IE	IE	NA	NA	NA	3.223,50	3.223,50
4.B.2. Tierras convertidas en Cultivos	NE	627,8	NE	NE	NA	NA	NA	627,8	627,8
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	NE	627,8	NE	NE	NA	NA	NA	627,8	627,8
4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.C. Pastizales	**-4.852,87**	**41.842,75**	**IE**	**IE**	**NA**	**NA**	**NA**	**41.842,75**	**36.989,89**
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	-4.852,87	1.655,60	IE	IE	NA	NA	NA	1.655,60	-3.197,27
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	NE	40.187,15	NE	NE	NA	NA	NA	40.187,15	40.187,15
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	NE	40.187,15	NE	NE	NA	NA	NA	40.187,15	40.187,15
4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D. Humedales	**NE**	**1.742,58**	**65,82**	**NE**	**NA**	**NA**	**NA**	**1.808,41**	**1.808,41**
4.D.1. Humedales que permanecen como tales	NE	156,75	65,82	NE	NA	NA	NA	222,57	222,57
4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	NE	156,75	65,82	NA	NA	NA	NA	222,57	222,57
4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	NE	1.585,83	NE	NE	NA	NA	NA	1.585,83	1.585,83
4.D.2.a. Tierras convertidas a extracción de turba	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas	NE	1.585,83	NE	NE	NA	NA	NA	1.585,83	1.585,83
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	NE	1.585,83	NE	NE	NA	NA	NA	1.585,83	1.585,83
4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.E. Asentamientos	**-17,65**	**114,47**	**NE**	**NE**	**NA**	**NA**	**NA**	**114,47**	**96,82**
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	-17,65	1,83	NE	NE	NA	NA	NA	1,83	-15,82
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	NE	112,64	NE	NE	NA	NA	NA	112,64	112,64

CLASIFICACION	GEI DIRECTOS - kt CO_2 equivalente								
	Absorciones	Emisiones						Total Emisiones	Emisiones netas
	CO_2	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6		
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	NE	112,64	NE	NE	NA	NA	NA	112,64	112,64
4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.F. Otras tierras	**-**	**883,58**	**NE**	**NE**	**NA**	**NA**	**NA**	**883,58**	**883,58**
4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	NE	883,58	NE	NE	NA	NA	NA	883,58	883,58
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	NO	883,58	NE	NE	NA	NA	NA	883,58	883,58
4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4.G. Productos de la madera recolectada	**IE**	**368,87**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**368,87**	**368,87**
4.G.1. Madera maciza	IE	361,4	NA	NA	NA	NA	NA	361,4	361,4
4.G.1.a. Madera aserrada	IE	346,46	NA	NA	NA	NA	NA	346,46	346,46
4.G.1.b. Paneles de madera	IE	14,94	NA	NA	NA	NA	NA	14,94	14,94
4.G.1.c. Otros productos de madera maciza	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.G.2. Papel y cartón	IE	7,47	NA	NA	NA	NA	NA	7,47	7,47
4.G.3. Otro	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4(I). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos gestionados diferentes a cultivos y pastizales	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
4(II). Emisiones y absorciones provenientes del drenaje y rehumedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
4(III). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	**IE**	**IE**	**IE**	**IE**	**IE**	**IE**	**IE**	**IE**	**IE**
4(IV). Quema de biomasa	**NA**	**IE**	**411,96**	**116,04**	**NA**	**NA**	**NA**	**528**	**528**
4(IV).A. Tierras forestales	NA	IE	38,17	11,71	NA	NA	NA	49,88	49,88
4(IV).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	NA	IE	38,17	11,71	NA	NA	NA	49,88	49,88
4(IV).A.1.a. Quema controlada	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).A.1.b. Incendios forestales	NA	IE	38,17	11,71	NA	NA	NA	49,88	49,88
4(IV).A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).A.2.a. Quema controlada	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).A.2.b. Incendios forestales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).B. Cultivos	NA	NE	373,53	104,04	NA	NA	NA	477,56	477,56
4(IV).B.1. Cultivos que permanecen como tales	NA	IE	373,53	104,04	NA	NA	NA	477,56	477,56
4(IV).B.1.a. Quema controlada	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).B.1.b. Incendios forestales	NA	IE	373,53	104,04	NA	NA	NA	477,56	477,56
4(IV).B.2. Tierras convertidas a Cultivos	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).B.2.a. Quema controlada	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).B.2.b. Incendios forestales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).C. Pastizales	NA	NE	0,26	0,29	NA	NA	NA	0,55	0,55
4(IV).C.1. Pastizales que permanecen como tales	NA	IE	0,26	0,29	NA	NA	NA	0,55	0,55
4(IV).C.1.a. Quema controlada	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).C.1.b. Incendios forestales	NA	IE	0,26	0,29	NA	NA	NA	0,55	0,55
4(IV).C.2. Tierras convertidas en Pastizales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).C.2.a. Quema controlada	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).C.2.b. Incendios forestales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).D. Humedales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).D.1. Humedales que permanecen como tales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).D.1.a. Quema controlada	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).D.1.b. Incendios forestales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).D.2. Tierras convertidas en humedales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).D.2.a. Quema controlada	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).D.2.b. Incendios forestales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).E. Asentamientos	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).E.1. Asentamientos que permanecen como tales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).E.1.a. Quema controlada	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).E.1.b. Incendios forestales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).E.2. Tierras convertidas en Asentamientos	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).E.2.a. Quema controlada	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).E.2.b. Incendios forestales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).F. Otras tierras	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).F.2. Tierras convertidas en Otras tierras.	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).F.2.a. Quema controlada	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).F.2.b. Incendios forestales	NA	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE	NE
4(IV).H. Otro	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA: No aplica; NE: No estimado; IE: reportado en otra categoría

El mayor peso de las emisiones del sector para el año 2021 es atribuido a la categoría 4.A. Tierras forestales, la cual representa el 55,75 % del total de las emisiones (66.586,47 kt CO_2eq), seguido de la categoría 4.C. Pastizales que corresponde al 35,03 % del total (41.842,75 kt CO_2eq). En menor cuantía

aparecen las emisiones asociadas a 4.B. Cultivos, 4.D. Humedales, 4.E. Asentamientos, 4.F. Otras tierras, 4.G. Productos de la madera recolectada y 4. (IV). Quema de biomasa con 6,11 %, 1,51 %, 0,10 %, 0,74 %, 0,31 % y 0,44 % respectivamente.

En cuanto a las absorciones la categoría 4.B. Cultivos aporta la mayoría de las absorciones del sector con un 40,17 % (-9.171,91 kt CO_2eq), seguido de 4.A. Tierras forestales con 38,50 %, 4.C. Pastizales con el 21,25 % de la participación y finalmente la categoría 4.E. Asentamientos con el 0,08 %.

De acuerdo con lo anterior, en la Figura 196 se ilustra el comportamiento de las categorías del sector en el último año reportado del presente inventario.

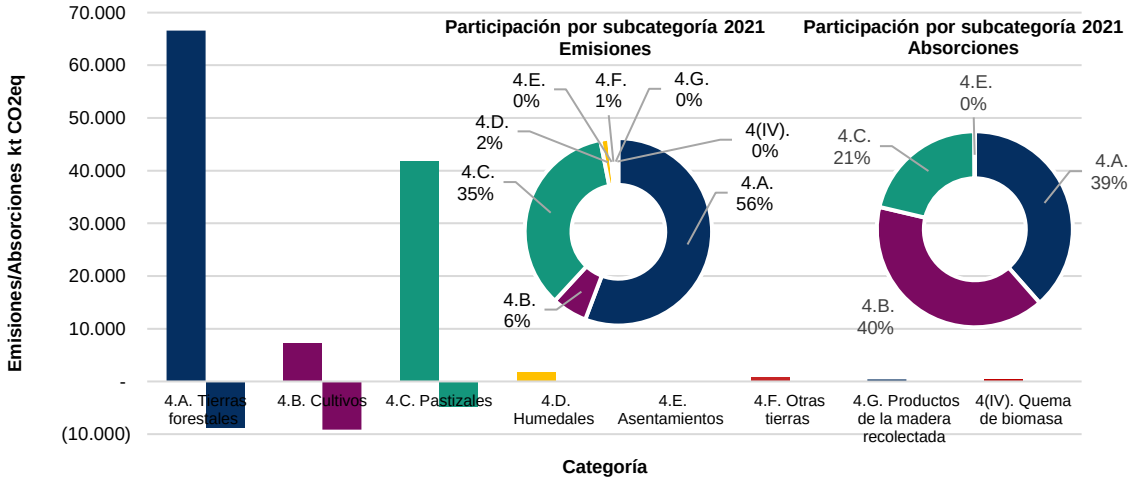


Figura 196. Emisiones/Absorciones del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra por categorías para el año 2021

La desagregación de emisiones a nivel de subcategorías permite evidenciar las principales fuentes de emisiones y absorciones del sector. En la Figura 197, se observa a manera de barras la participación de las principales subcategorías del sector, cuya mayor relevancia la presenta la categoría 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales con un 33,65 % y tres categorías asociadas con la gestión del bosque a saber: 4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tales (Degradación) con el 26,85 %, 4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tales (Conversión de bosque natural a tierras forestales) con el 15,79 % y 4.A.1.a Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque natural) donde se reportan principalmente las emisiones por consumo de leña y que corresponden al 9,11 %; estas cuatro categorías reportan el 85,40 % del total de las emisiones del sector LULUCF.

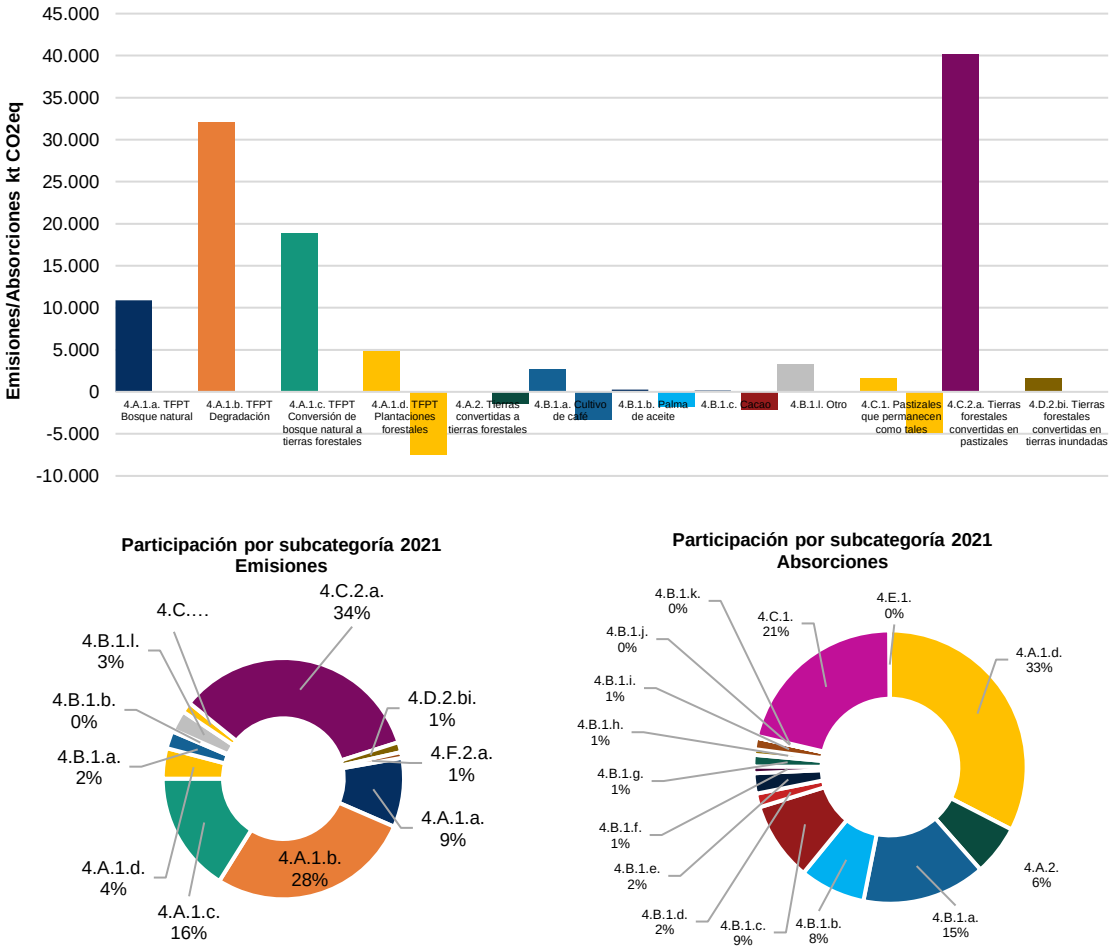


Figura 197. Emisiones del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra por subcategorías para el año 2021 en kt de CO_2eq

Es de resaltar la importancia de las absorciones registradas en el sector, que para el año 2021 correspondieron a -22.832,04 kt de CO_2eq y que se reportan principalmente en las siguientes subcategorías en su orden: 4.A.1.d Tierras forestales que permanecen como tales (Plantaciones forestales), 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales donde se reportan las absorciones por la implementación de sistemas silvopastoriles, 4.B.1.a. Cultivo de café, 4.B.1.c. Cacao y 4.B.1.b Palma de aceite, las cuales corresponden al 91,50 % del total de las absorciones, este comportamiento en términos de participación está relacionado con los potenciales de captura de carbono promedio empleados en las estimaciones de emisiones de GEI para este inventario: sistemas silvopastoriles (6,6 $tC.ha^{-1}.año^{-1}$), plantaciones forestales (6 $tC.ha^{-1}.año^{-1}$), cultivo de cacao (4,3 $tC.ha^{-1}.año^{-1}$), cultivo de café (2,2 $tC.ha^{-1}.año^{-1}$) y palma de aceite (0,85 $tC.ha^{-1}.año^{-1}$); sin embargo, las mayores áreas en crecimiento para el año 2021 las presenta el cultivo de café, la palma de aceite, las plantaciones forestales, los sistemas silvopastoriles y el cultivo de cacao.

Las mayores emisiones por gas corresponden al CO_2, esto debido a que en este sector se estiman principalmente las ganancias y pérdidas de carbono por el manejo y los cambios de uso del suelo; las emisiones no CO_2, únicamente son reportadas como parte de la ocurrencia de incendios forestales y por la gestión de áreas de humedales (para el caso de Colombia se reporta únicamente embalses debido a la falta de información sobre la gestión de otro tipo de humedales), las emisiones no CO_2 de estas fuentes de emisión para el año 2021 corresponden únicamente al 0,6 % de las emisiones del sector.

En la Figura 198 se reflejan los valores de emisiones por gases para el año 2021, donde el 83,53 % corresponde a emisiones de CO_2 (118.841,29 kt CO_2eq), el 16,05 % a absorciones de CO_2, con un total

de -22.832,04 kt CO_2eq, 0,34 % a emisiones de CH_4 (477,78 kt CO_2eq) y en menor proporción el N_2O con un aporte del 0,08 % (116,04 kt de CO_2eq).

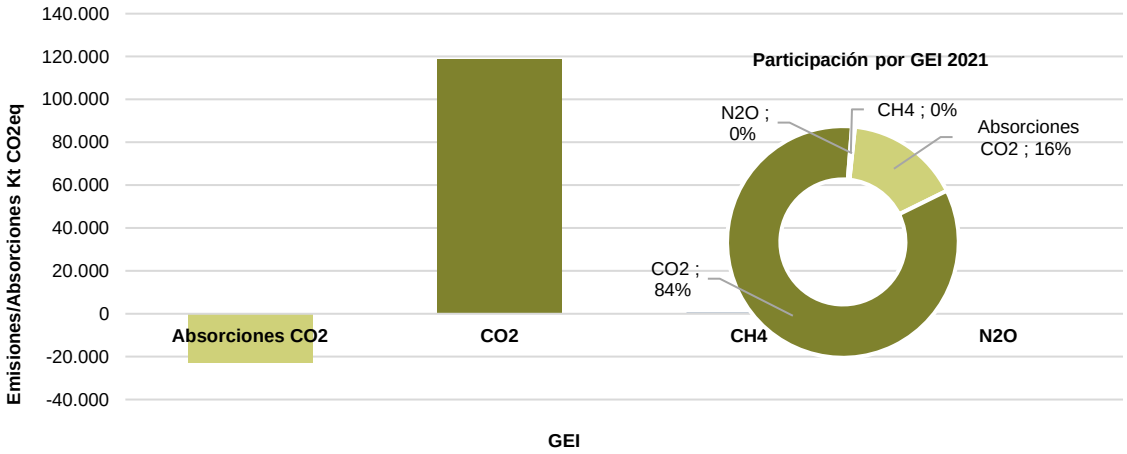


Figura 198. Emisiones del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra por tipo de GEI en el año 2021

6.2 Tendencia de las emisiones del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (1990-2021)

En el sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra, las emisiones del año 1990 fueron de 127.534,72 kt CO_2eq y para el año 2021 de 119.435,11 kt CO_2eq; el promedio histórico para la serie 1990-2021 es 111.931,38 kt CO_2eq con una tasa de crecimiento compuesta anual de -0,21 %. Se presenta una tendencia en general decreciente en el transcurso del tiempo, dominada principalmente por las emisiones de la categoría 4.A. Tierras forestales, 4.C. Pastizales y 4.B. Cultivos que históricamente aportan en promedio el 54,41 %, el 32,66 % y el 9,83 % respectivamente, del total de las emisiones del sector (ver Figura 199).

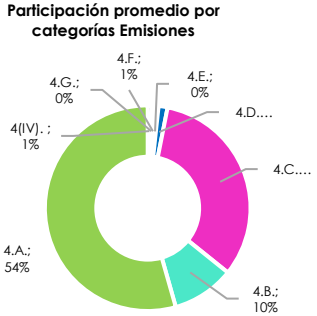
Este comportamiento está orientado principalmente por las tendencias de la deforestación y degradación del bosque natural en el país, la cual en los años 90 se vio favorecida por cambios del uso del suelo para la siembra de cultivos ilícitos y por fenómenos de latifundización por procesos de desplazamiento forzado y la globalización que condujeron al cambio de la pequeña agricultura a latifundios para la siembra de cultivos extensivos como el caso de la palma y la soya (Etter, 2008).

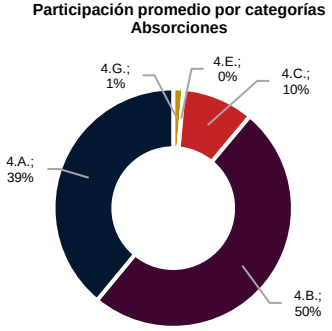
Para los años 2000 los procesos de deforestación empiezan a decrecer debido a aspectos como el reconocimiento de territorios colectivos, el desarrollo de la política ambiental en el país y el monitoreo y control de cultivos ilícitos, generando descensos en las cifras generales de la deforestación, principalmente en la Amazonía y el crecimiento en regiones como Andes, Orinoquía y Caribe por el aumento de grandes áreas agroindustriales y el incremento de minería ilícita. Entre los años 2015 a 2021 la deforestación nuevamente toma una tendencia alcista, cuyas principales causas han estado asociadas a la expansión de la frontera agropecuaria, la expansión de la infraestructura para transporte, extracción ilícita de minerales, extracción ilegal de madera, aspectos ambientales como el fenómeno de El Niño que para el periodo de mayo de 2015 a abril de 2016 fue catalogado como nivel fuerte que conllevó al aumento de eventos de incendios y sociopolíticos relacionados con el proceso de paz en el país (MinAmbiente; IDEAM, 2024), lo cual conllevó a procesos de especulación de tierras por expectativas de inversión en tierras abandonadas postconflicto generando cambios del uso de la cobertura del suelo de bosque a pastizales de baja producción, principal causa de la deforestación en este último periodo (González J. C., 2018).

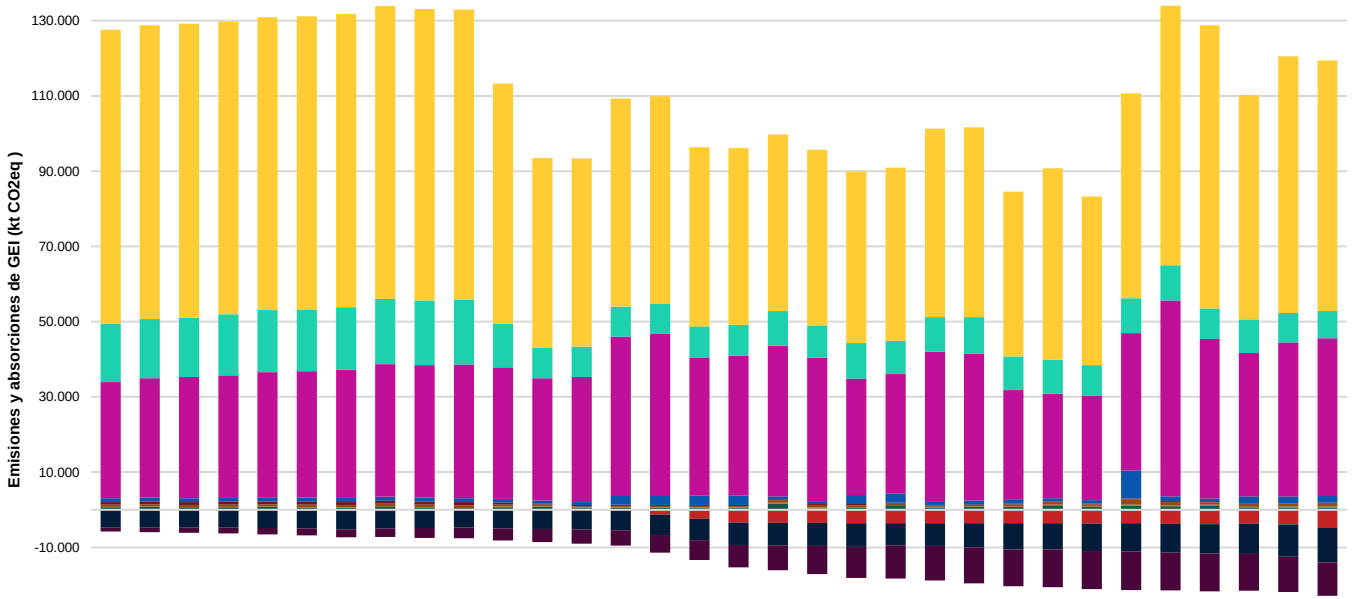
Por otro lado, las absorciones han tenido un comportamiento creciente pasando de -5.745,81 kt CO_2eq en el año 1990 a -22.832,04 kt CO_2eq y una tasa de crecimiento compuesta anual de 4,55 %, las categorías que más aportan a las absorciones son 4.B. Cultivos, 4.A. Tierras forestales y 4.C. Pastizales con el 49,92 %, 39,00 % y 9,64 % del promedio histórico de la serie respectivamente, donde se reportan las absorciones por el crecimiento de los cultivos permanentes (principalmente café, palma de aceite y cacao), de plantaciones forestales y sistemas silvopastoriles, los cuales han venido en aumento después de la década

del 2000, promovido por la implementación de políticas de fomento a la siembra de cultivos de exportación agroindustriales, agroforestales y forestales como es el caso del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, que pretende cambiar el uso de suelos de ganadería a cultivos promisorios (palma, caña, cacao, caucho, frutales, hortalizas), ganadería tecnificada y plantaciones forestales (Salinas & Álvarez, 2011).

En cuanto a la participación histórica de las emisiones por gas, el CO_2 aporta en promedio el 88,40 % de las emisiones del sector, seguido de las absorciones de CO_2 con el 11,01 %, y tan solo el 0,47 % y el 0,12 % las emisiones de CH_4 y N_2O respectivamente, estos dos últimos gases son reportados únicamente en las categorías 4.D Humedales donde se reportan las emisiones por difusión de CH_4 a través de embalses para la producción de energía y 4.(IV). Quema de biomasa que reportan las emisiones no CO_2 por incendios en tierras forestales, cultivos y pastizales.







	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.A. Tierras forestales	78.07	78.07	78.14	77.82	77.81	77.90	77.91	77.81	77.49	77.11	63.76	50.48	50.01	55.27	55.19	47.61	46.91	46.96	46.64	45.53	45.98	50.02	50.41	43.77	50.81	44.81	54.42	68.98	75.28	59.65	68.24	66.58
4.B. Cultivos	15.49	15.75	15.77	16.20	16.54	16.46	16.63	17.31	17.17	17.19	11.63	8.037	8.069	7.984	7.813	8.181	8.247	9.165	8.599	9.454	8.844	9.206	9.787	8.910	9.048	8.116	9.283	9.355	8.118	8.915	7.757	7.302
4.C. Pastizales	30.94	31.70	32.20	32.58	33.22	33.56	34.03	35.26	35.19	35.48	34.95	32.48	33.22	42.37	43.24	36.74	37.13	40.02	38.10	30.97	31.79	39.69	38.95	29.20	27.80	27.81	36.46	52.05	42.36	38.08	40.95	41.84
4.D. Humedales	1.013	1.027	1.046	1.063	1.086	1.095	1.112	1.024	1.025	1.041	963,3	804,1	827,8	2.342	2.367	2.491	2.528	771,6	764,3	2.409	2.348	1.012	988,0	952,7	834,9	921,4	7.510	1.230	948,2	1.839	1.751	1.808
4.E. Asentamientos	685,9	707,3	728,6	750,0	771,3	792,7	814,0	835,4	856,8	878,1	554,8	315,5	319,0	300,7	302,7	293,1	294,4	279,9	280,8	267,3	248,1	210,6	190,0	226,8	179,4	136,9	196,3	277,7	71,65	119,6	113,0	114,4
4.F. Otras tierras	551,5	572,0	592,5	613,0	633,5	653,9	674,4	694,9	715,4	735,9	497,3	313,4	317,5	291,0	293,4	290,0	292,1	689,8	704,7	620,2	611,4	329,0	312,6	574,3	649,8	428,8	1.426	888,2	670,8	847,7	840,6	883,5
4.G. Productos de la madera recolectada	65,79	75,79	12,47	50,79	85,68	82,93	47,82	50,71	55,15	23,70	142,0	179,0	185,6	122,4	100,9	277,3	286,8	287,0	199,4	29,73	18,36	156,8	140,5	136,8	191,7	208,6	224,8	270,0	274,6	301,7	328,6	368,8
4(IV). Quema de biomasa	712,3	842,0	694,0	687,2	742,3	600,7	542,5	844,0	574,6	404,5	694,0	862,4	436,9	619,4	588,5	423,1	389,5	1.581	367,4	575,8	1.024	615,4	818,5	749,5	1.174	831,0	1.124	900,4	1.050	482,5	526,4	528,0
4.A. Tierras forestales - Absorciones	(1.01	(1.20	(1.37	(1.49	(1.70	(1.93	(2.14	(2.35	(2.61	(2.89	(3.27	(3.50	(3.73	(4.10	(4.69	(5.23	(5.96	(6.58	(7.53	(8.22	(8.81	(9.18	(9.51	(9.76	(10.0	(10.1	(10.2	(10.0	(10.0	(9.78	(9.38	(8.78
4.B. Cultivos - Absorciones	(4.66	(4.66	(4.67	(4.70	(4.72	(4.75	(4.81	(4.55	(4.67	(4.61	(4.89	(5.02	(5.13	(5.29	(5.48	(5.66	(5.93	(5.94	(6.07	(6.35	(5.88	(6.08	(6.48	(6.91	(6.95	(7.30	(7.45	(7.65	(7.86	(8.10	(8.58	(9.17
4.C. Pastizales - Absorciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1.05	(2.21	(3.16	(3.26	(3.26	(3.26	(3.26	(3.26	(3.26	(3.26	(3.26	(3.31	(3.38	(3.50	(3.59	(3.62	(3.89	(4.85
4.E. Asentamientos - Absorciones	(0,56	(1,12	(1,69	(2,25	(2,81	(3,38	(3,94	(4,51	(5,07	(5,64	(6,21	(6,78	(7,36	(7,94	(8,53	(9,12	(9,88	(10,5	(11,1	(11,8	(12,3	(12,8	(12,7	(12,9	(13,3	(13,7	(14,1	(14,8	(16,0	(16,7	(17,1	(17,6
4.G. Productos de la madera recolectada - Absorciones	(68,7	(61,4	(79,9	(50,6	(108,	(134,	(344,	(337,	(186,	(42,7	30,02	(58,7	(102,	(137,	(177,	(188,	(217,	(235,	(233,	(260,	(297,	(267,	(303,	(323,	(284,	(296,	(197,	(221,	(210,	(11,4	(12,1	-

Figura 199. Tendencia de emisiones de GEI del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra por subcategoría (1990-2021)

6.3 Definiciones de uso de la tierra y enfoques de representación de la tierra utilizados y su correspondencia con las categorías de LULUCF

Para las estimaciones de emisiones de GEI del sector, se asume que todas las tierras son manejadas, dado que hasta el momento en el país no se ha logrado diferenciar que áreas no son intervenidas.

En línea con lo anterior, en el país no se cuenta con un análisis completo de cambio del uso del suelo por la falta información temporal con metodologías consistentes que permitan hacer los análisis de cambio requeridos para la estimación de los cambios en los contenidos de carbono por el cambio de uso de la tierra. Sin embargo, para las estimaciones de emisiones en Colombia se toma como base los análisis que desde el año 2012 ha venido generando el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) sobre los cambios en la superficie de bosque natural como parte de los reportes de monitoreo periódico de la deforestación y la superficie de bosque. Para el desarrollo de esta información se hace uso del procesamiento de imágenes satelitales y el análisis de información primaria y secundaria lo que permite establecer las dinámicas de cambio de los bosques del país identificando las áreas de existencia y pérdida de bosque y un posterior análisis de muestreo estratificado para identificar la cobertura a la que cambió el bosque (homologada a las 6 categorías de uso de la tierra según las Directrices del IPCC de 2006). Adicionalmente, el SMByC también identifica las áreas de ganancia de bosque, lo que permite estimar el aumento de las reservas de carbono por el crecimiento del bosque natural en un periodo por defecto de 20 años.

Para estimar los cambios en los contenidos de carbono en áreas que permanecen dentro del mismo uso se hace la recopilación de información estadística de áreas de plantaciones forestales comerciales, consumo de leña en la población rural, cultivos permanentes, implementación de sistemas asociados a pastizales, áreas inundadas, arbolado urbano e incendios forestales en áreas de bosque, plantaciones forestales, cultivos y pastizales, que se contrastan posteriormente con el área total de país.

De acuerdo con lo anterior y para el entendimiento y estimación de emisiones de GEI del sector LULUCF se han utilizado las definiciones que se presentan en la Tabla 231:

Tabla 231. Definiciones y datos empleados en las estimaciones de emisiones de GEI en las categorías de uso y cambio de uso de la tierra en Colombia.

Categoría		Definición y datos empleados
4.A. Tierras forestales	Bosque Natural	La superficie de bosque natural se define como tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima del dosel de 30 %, una altura mínima del dosel (in situ) de 5 m al momento de su identificación y un área mínima de 1 hectárea. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma y árboles sembrados para la producción agropecuaria (Armenteras, y otros, 2018). Se reportan las siguientes emisiones/absorciones asociadas a esta cobertura: 1) Emisiones por el consumo de leña para la cocción de alimentos en la población rural (categoría 4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque natural)), asumiendo que es recolectada del bosque, estimadas a partir de datos estadísticos de población rural que consume leña y consumo de leña en la población rural por departamento a partir de la Encuesta de Calidad de vida del DANE del año 2019. 2) Disminución de la superficie de bosque (deforestación[23]), que se convierte en otras tierras forestales, específicamente plantaciones forestales y arbustales. Esta información es

[23] La deforestación está definida como: la conversión directa y/o inducida de la cobertura de bosque a otro tipo de cobertura de la tierra en un periodo de tiempo determinado (DeFries, 2006) y (GOFC-GOLD, 2011)

Categoría	Definición y datos empleados	
		generada por el SMByC a partir de "El protocolo para el tratamiento de datos satelitales para la generación de datos de actividad, el cual incluye las siguientes cuatro fases para su desarrollo: i) preprocesamiento digital de imágenes de satélite; ii) procesamiento digital de imágenes; iii) validación de los datos; y iv) reporte de datos de actividad. La proporción del cambio de bosque a otras coberturas se establece a partir de un análisis conocido como tipificación de la deforestación, el cual consiste en un muestreo de puntos post-estratificado sobre las áreas identificadas para cada periodo de análisis (MADR, IDEAM, MADS, 2021). 3) Emisiones por degradación del bosque natural: Para el INGEI de Colombia la degradación se define como el cambio permanente o temporal en la cobertura forestal que no cae por debajo de los umbrales de la definición de bosque (MinAmbiente; IDEAM, 2024). Los datos de áreas de degradación en Colombia son obtenidos a partir de las capas de cambio de la superficie de Bosque y de Bosque - No Bosque nacionales elaboradas por el Grupo de procesamiento digital de imágenes del SMByC del IDEAM para los periodos anuales 2013-2022, realizando un análisis morfológico o de fragmentación del bosque empleando el algoritmo Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA) (MinAmbiente; IDEAM, 2024). Como parte de este análisis, el bosque se divide en Bosque núcleo que representa las áreas de bosque consideradas como intactas y bosque borde o degradado que contempla las áreas con algún efecto borde y que se encuentran a menos de 120 m de un disturbio (MinAmbiente; IDEAM, 2024). Las estimaciones por la degradación del bosque natural son reportadas en la categoría 4.A.1.b Tierras forestales que permanecen como tales (Degradación). 4) Emisiones por la gestión de suelos histosoles en áreas de bosque, las cuales se reportan en el depósito suelos de la subcategoría 4.A.1.a Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque natural) . 5) Regeneración del bosque natural: Contabiliza el incremento en los contenidos de carbono debidos al cambio reportado de tierras en otros usos que se convirtieron en bosque, a partir de los análisis de cambio del bosque natural generados por el SMByC. Las estimaciones asociadas a la regeneración son reportadas en la categoría 4.A.2 Tierras convertidas a tierras forestales.
	Plantaciones forestales comerciales	Se definen como tierras ocupadas por vegetación arbórea mayoritariamente plantada (o por siembra deliberada) con diferentes niveles de manejo. Se incluyen los tipos de plantaciones con fines de forestación y reforestación para la producción agrícola maderable y/o productos no maderables o de bienes y servicios ambientales. Se excluyen plantaciones de palma de aceite y coco (MADR, IDEAM, MADS, 2021). En la categoría 4.A.1.d Tierras forestales que permanecen como tales (plantaciones forestales) se reportan las ganancias y pérdidas de carbono por los crecimientos y cosechas de áreas de plantaciones forestales. Los datos de actividad son obtenidos a partir de los registros de plantaciones forestales comerciales consolidados en el Boletín estadístico forestal publicado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MinAgricultura) con información del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Federación Nacional de Cafeteros (FNC) y FINAGRO (MADR, 2023).
	Arbustales	Arbustales: Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne. con estructura de tallo leñoso. con una altura entre 0.5 y 5 m. fuertemente ramificado en la base y sin una copa definida (IDEAM, 2010). Esta cobertura es incluida como parte de los análisis de tipificación de la deforestación, para identificar el cambio de las áreas de bosque natural a otras tierras forestales que no cumplen con la definición de bosque natural.
4.B. Cultivos	Cultivos permanentes	Comprende los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar (IDEAM, 2010). En la categoría 4.B.1. Cultivos que permanecen como tales se reportan las ganancias y pérdidas de carbono por los crecimientos y renovaciones de áreas de cultivos permanentes como el café, palma de aceite, cacao, caucho, aguacate, mango, naranja, tangelo, limón, mandarina, y marañón, a partir de datos estadísticos de áreas sembradas, reportadas en la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano – AGRONET.
	Cultivos transitorios	Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses, como por ejemplo los cereales (maíz, trigo, cebada y arroz), los tubérculos (papa y yuca), las oleaginosas (el ajonjolí y el algodón), la mayor parte de las hortalizas y algunas especies de flores a cielo abierto. Tienen como característica fundamental que después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo (IDEAM, 2010). Esta cobertura es utilizada dentro del análisis de tipificación de la deforestación, para identificar el cambio de las áreas de bosque natural a cultivos, reportadas en la categoría 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a cultivos.

Categoría	Definición y datos empleados	
4.C. Pastizales	Sistemas Silvopastoriles	Cobertura ocupada por arreglos espaciales donde se combinan pastos destinados a ganadería con plantaciones arbóreas destinadas a todo tipo de producción (madera, leña, frutales, resinas, etc.), frecuentemente llamados silvopastoriles; la característica principal de esta cobertura radica en que el aumento en el detalle no implica la subdivisión en unidades puras, porque éstas se encuentran combinadas en la misma área, alternadas por surcos o hileras de árboles con pastos (IDEAM, 2010). Las estimaciones de absorciones por las ganancias y pérdidas de carbono relacionadas con los crecimientos de arreglos silvopastoriles son reportadas en la categoría 4.C.1 Pastizales que permanecen como tales. Los datos de actividad son obtenidos a partir de la información consolidada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, suministrada por solicitud del IDEAM.
4.D. Humedales	Superficies de agua	Las áreas húmedas hacen referencia a los diferentes tipos de zonas inundables. pantanos y terrenos anegadizos en los cuales el nivel freático está a nivel del suelo en forma temporal o permanente (IDEAM, 2010). Esta cobertura se tiene en cuenta como parte de los análisis de tipificación de la deforestación para identificar el cambio de las áreas de bosque natural a humedales, reportadas en la categoría 4.D.2.b.i. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas.
	Vegetación acuática	Bajo esta categoría se clasifica toda aquella vegetación flotante que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua. recubriéndolos en forma parcial o total. Comprende vegetación biotipológicamente clasificada como Pleustophyta. Rizophyta y Haptophyta (IDEAM, 2010). Esta cobertura se tiene en cuenta como parte de los análisis de tipificación de la deforestación para identificar el cambio de las áreas de bosque natural a humedales, reportadas en la categoría 4.D.2.b.i. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas.
4.E. Asentamientos	Asentamientos urbanos	Para fines del INGEI del sector LULUCF dentro de la subcategoría asentamientos que permanecen como tales, se contabilizan las ganancias en los contenidos de carbono en biomasa por la siembra de nuevos árboles y las pérdidas por las talas de árboles en el área urbana de 3 de las ciudades principales del país (Bogotá, Medellín y Cali) En Colombia el área urbana de las ciudades se encuentra delimitada por el área geográfica que está definida por un perímetro urbano, cuyos límites se establecen por acuerdos del Concejo Municipal y corresponde al lugar en donde se ubica la sede administrativa de un municipio. (DANE).
	Áreas urbanizadas	Las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas. que configuran un tejido urbano (IDEAM, 2010), Según (FAO, Términos y Definiciones FRA 2025, 2023) la los define a los árboles en los asentamientos como individuos arbóreos que se localizan en espacios urbanos: “tales como parques urbanos, avenidas y jardines”. Esta cobertura se tiene en cuenta como parte de los análisis de tipificación de la deforestación para identificar el cambio de las áreas de bosque natural a asentamientos, reportadas en la categoría 4.E.2.b. Tierras forestales convertidas en asentamientos.
4.F Otras tierras	Otras áreas sin vegetación	Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve (IDEAM, 2010). Esta cobertura se tiene en cuenta como parte de los análisis de tipificación de la deforestación para identificar el cambio de las áreas de bosque natural a otras tierras, reportadas en la categoría 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras.

6.4 Enfoques específicos de Colombia

Para la identificación de las áreas a tener en cuenta en cada una de las subcategorías estimadas en el sector LULUCF se empleó el Método 1 de representación coherente de las tierras según el Capítulo 3, Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006, para la mayoría de las subcategorías que permanecen en el mismo uso y en las cuales no se cuenta con información del uso previo o posterior y Método 2 para la estimación de las ganancias de carbono por la degradación y regeneración del bosque natural.

Para las categorías de cambio reportadas como parte de los análisis de cambio del bosque natural, se emplea el Método 3, en el que se cuenta con información espacialmente explícita de las áreas de cambio para cada periodo de análisis.

6.4.1 Información de aproximaciones o enfoques usados para la representación de las áreas de tierras y uso de la tierra en la preparación del inventario

En la Tabla 232 se muestra el método empleado por cada subcategoría y la información utilizada para establecer el área correspondiente.

Tabla 232. Método de representación coherente de la tierra empleado por subcategoría e información empleada en el INGEI de Colombia

Subcategoría	Método de representación de la tierra	Información empleada
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural)	Método 1	Área de suelos orgánicos (histosoles) por departamento que reporta pérdidas de carbono por la gestión en tierras forestales, obtenida a partir del cruce del mapa de geo pedología en Colombia, escala 1:100.000 (IGAC 2018), cruzado con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. escala 1:1000.000 (IDEAM, 2017) y el mapa de clasificación climática de Caldas Lang del IDEAM, a partir de los cuales se obtiene información del área de suelos orgánicos, por tipo de clima, uso de la tierra y prácticas de gestión. Solo se cuenta con 1 solo periodo de análisis; por lo tanto, se asume que el área de suelos orgánicos se mantiene estable en todos los años de la serie temporal y que cada año se pierde la misma cantidad de carbono contenida en los suelos debido a la gestión como tierras forestales. La estimación se reporta en el depósito suelo de esta subcategoría.
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	Método 2	Información de áreas degradas obtenidas con datos de bosque intacto y bosque afectado por perturbaciones generados a través de la interpretación de imágenes satelitales realizada por el SMByC como parte de los análisis de cambio del bosque natural en Colombia.
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales), 4.B.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales, 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales, 4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas; 4.E.2.a. Cultivos convertidos a asentamientos; 4.F.2.a. Cultivos convertidos a otras tierras.	Método 3	Datos de áreas de bosque intacto y bosque afectado por perturbaciones que se convierte a áreas no bosque a partir del análisis espacial del área de cambio de bosque a áreas que no cumplen con la definición de bosque, obtenidas a partir del procesamiento de imágenes satelitales llevado a cabo por el SMByC con la cual se obtienen datos de bosque estable, no bosque estable y deforestación. También se tiene en cuenta la tipificación del cambio de áreas de bosque a otras coberturas, homologadas a las 6 categorías del IPCC (arbustales, plantaciones, cultivos, cultivo de palma, pastos, vegetación de pantano, cuerpos de agua, suelo urbano y suelo desnudo) a partir de un muestreo de puntos post-estratificado sobre las áreas identificadas para cada periodo de análisis. La información se encuentra desagregada a nivel de región biogeográfica.
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Método 1	Datos de áreas de plantaciones forestales por municipio y especie obtenidas a partir de bases de datos consolidadas por MinAgricultura, los registros del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Federación Nacional de Cafeteros (FNC) y FINAGRO Como parte de las estimaciones de la biomasa en áreas de plantaciones forestales que permanecen en el mismo uso se reportan las áreas de incendios forestales en coberturas de plantaciones forestales, a partir de la información de áreas de incendios anuales consolidada en el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF). Área de suelos orgánicos (histosoles) por departamento que reporta pérdidas de carbono por la gestión en áreas de plantaciones forestales, obtenida a partir del cruce del mapa de geopedología en Colombia, escala 1:100.000 (IGAC, 2018), cruzado con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. escala 1:1000.000 (IDEAM, IAvH, INVEMAR, IGAC, 2017) y el mapa de clasificación climática de Caldas Lang (IDEAM, 2015), a partir de los cuales se obtiene información del área de suelos orgánicos, por tipo de clima, uso de la tierra y prácticas de gestión. Solo se cuenta con 1 solo periodo de análisis; por lo tanto, se asume que el área de suelos orgánicos se mantiene estable en todos los años de la serie temporal y que

		cada año se pierde la misma cantidad de carbono contenida en los suelos debido a la gestión como plantaciones forestales.
4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Método 2	Datos del área de cambio de no bosque a Bosque natural para cada periodo de análisis, obtenidas a partir del procesamiento de imágenes satelitales llevado a cabo por el SMByC. No se cuenta con la información de la categoría de uso previa al cambio.
4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	Método 1	Para cada uno de los cultivos reportados en esta subcategoría se emplea información estadística de las áreas sembradas y renovadas, obtenidas a partir de datos estadísticos de los gremios o del portal AGRONET. Como parte de las estimaciones de la biomasa en áreas de cultivos que permanecen en el mismo uso se reportan las áreas de incendios forestales en coberturas de cultivos, a partir de la información de áreas de incendios anuales consolidada en el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF). Área de suelos orgánicos (histosoles) por departamento que reporta pérdidas de carbono por la gestión en áreas de cultivos, obtenida a partir del cruce del del mapa de geopedología en Colombia, escala 1:100.000 (IGAC 2018), cruzado con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. escala 1:1000.000 (IDEAM, 2017) y el mapa de clasificación climática de Caldas Lang del IDEAM, a partir de los cuales se obtiene información del área de suelos orgánicos, por tipo de clima, uso de la tierra y prácticas de gestión. Solo se cuenta con 1 solo periodo de análisis; por lo tanto, se asume que el área de suelos orgánicos se mantiene estable en todos los años de la serie temporal y que cada año se pierde la misma cantidad de carbono contenida en los suelos debido a la gestión como cultivos.
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Método 1	Datos de áreas de pastoreo con la implementación de sistemas silvopastoriles, obtenidos a partir de bases de datos de implementación de esta práctica, consolidados por MinAgricultura. No se cuenta con información del uso previo o posterior a la implementación de la práctica. Estas estimaciones son reportadas en el depósito de biomasa. Como parte de las estimaciones de la biomasa en áreas de pastizales que permanecen en el mismo uso se reportan las áreas de incendios forestales en coberturas de pastos, a partir de la información de áreas de incendios anuales consolidada en el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF). Área de suelos orgánicos (histosoles) por departamento que reporta pérdidas de carbono por la gestión en áreas de pastizales, obtenida a partir del cruce del del mapa de geopedología en Colombia, escala 1:100.000 (IGAC 2018), cruzado con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. escala 1:1000.000 (IDEAM, 2017) y el mapa de clasificación climática de Caldas Lang del IDEAM, a partir de los cuales se obtiene información del área de suelos orgánicos, por tipo de clima, uso de la tierra y prácticas de gestión. Solo se cuenta con 1 solo periodo de análisis; por lo tanto, se asume que el área de suelos orgánicos se mantiene estable en todos los años de la serie temporal y que cada año se pierde la misma cantidad de carbono contenida en los suelos debido a la gestión como pastizales.
4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Método 1	Área inundable de embalses para la generación de energía eléctrica, obtenida a partir de bases de datos consolidadas por MinMinas.

Como estimaciones adicionales a las relacionadas con las pérdidas y ganancias de carbono por el cambio de superficie, en la categoría 4.A.1.a Tierras forestales que permanecen como tales (bosque natural) se reportan las pérdidas de carbono en la biomasa del bosque natural por la cosecha de madera para la cocción de alimentos en la población rural, la cual es obtenida a partir de datos estadísticos de consumo de leña en la población rural y el porcentaje de población rural que consume leña por departamento, a partir de datos de la Encuesta de Calidad de vida del DANE del año 2019. No se conoce el área afectada por esta práctica.

En la categoría 4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales se estiman las pérdidas y ganancias de carbono por los crecimientos de árboles nuevos sembrados en 3 de las principales ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali), a partir de la información de número de árboles sembrados y talados en el área urbana. Para Bogotá la información es obtenida a partir de datos registrados en el observatorio ambiental de Bogotá que presenta 29 indicadores sobre el recurso de la flora de la ciudad. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021). En la ciudad de Medellín se presenta

la información por medio de indicadores reportados en el sistema de árbol urbano de Medellín y el área metropolitana del Valle de Aburrá. (Alcaldia de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2024), apoyados en informes de calidad de vida donde se realiza la descripción de diferentes aspectos de la ciudad. (Medellín como vamos, 2022). Para la ciudad de Cali la información se encuentra más dispersa, debido a que no posee un sistema que almacene la información de forma explícita por lo tanto los datos se consolidan a partir de los informes de la ciudad (DAGMA, 2014), (Cali como vamos, 2015), (DAGMA, 2019), (Cali como vamos, 2023).

En la Tabla 233 y la Tabla 234 se presentan las matrices de transición del uso de la tierra consolidadas para el año 1990 y para el año 2021 respectivamente, incluyendo la identificación existente de áreas para las seis categorías de uso del suelo, donde se puede observar el reporte de área total del país, y la aproximación de áreas establecidas para cada uso, obtenida a partir de la información incluida para las estimaciones del INGEI de acuerdo a las CRT en las que discrimina las áreas en tierras gestionadas y no gestionadas. Como ya se mencionó el país no cuenta con información del área que no es gestionada por lo tanto se asume que toda el área del país está sometida a algún tipo de gestión.

De acuerdo a las matrices de cambio analizadas, se logra establecer que para el año 1990, del total de la superficie del país, el 54 % del territorio corresponde a tierras forestales, se cuenta con un área identificada con otros usos como cultivos, pastizales, humedales y asentamientos del 1 %, y el restante 45 % es reportado como otras tierras y corresponde a áreas del país para las cuales no se cuenta actualmente con información para reportar dentro del INGEI debido a la falta de información de los cambios de uso de la tierra en áreas diferentes a bosque natural. Para el año 2021 el porcentaje de áreas con tierras forestales fue de 53 % y el área identificada con permanencias del 2 % respecto al área total del país, lo que indica que, según el área de cambio neto, entre 1990 y 2021 se ha venido perdiendo el área cubierta por tierras forestales y ha aumentado el área en otros usos permanentes como cultivos, pastizales, humedales y asentamientos.

Tabla 233. Matriz de transición del uso de la tierra en el año 1990

A:	Tierras forestales (gestionadas)	Tierras forestales (no gestionadas)	Cultivos	Pastizales (gestionados)	Pastizales (no gestionados)	Humedales (gestionados)	Humedales (no gestionados)	Asentamientos	Otras tierras	Total tierras no gestionadas	Área inicial
DE:	**(kha)**										
Tierras forestales (gestionadas)	61.820,70	NA	30,80	109,05	NA	3,71	NA	1,99	2,15	NA	61.968,39
Tierras forestales (no gestionadas)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cultivos	5,06	NA	1.174,48	NE	NA	NE	NA	NE	NE	NA	1.179,54
Pastizales (gestionados)	IE	NA	NE	NE	NA	NE	NA	NE	NE	NA	IE, NA, NE
Pastizales (no gestionados)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Humedales (gestionados)	IE	NA	NE	NE	NA	11,23	NA	NE	NE	NA	11,23
Humedales (no gestionados)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Asentamientos	IE	NA	NE	NE	NA	NE	NA	0,09	NE	NA	0,09
Otras tierras	IE	NA	NE	NE	NA	NE	NA	NE	50.900,24	NA	50.900,24
Total tierras no gestionadas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Área final	61.825,76	NA	1.205,27	109,05	NA	14,94	NA	2,08	50.902,39	NA	114.059,49

Cambio neto	-142,63	NA	25,73	109,05	NA	3,71	NA	1,99	2,15	NA	0,00

Tabla 234. Matriz de transición del uso de la tierra en el año 2021

A:	Tierras forestales (gestionadas)	Tierras forestales (no gestionadas)	Cultivos	Pastizales (gestionados)	Pastizales (no gestionados)	Humedales (gestionados)	Humedales (no gestionados)	Asentamientos	Otras tierras	Total tierras no gestionadas	**Área inicial**
DE:	**(kha)**										
Tierras forestales (gestionadas)	60.202,41	NA	2,39	98,98	NA	4,21	NA	0,19	1,59	NA	60.309,77
Tierras forestales (no gestionadas)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cultivos	0,03	NA	1.901,29	NE	NA	NE	NA	NE	NE	NA	1.901,32
Pastizales (gestionados)	IE	NA	NE	322,90	NA	NE	NA	NE	NE	NA	322,90
Pastizales (no gestionados)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Humedales (gestionados)	IE	NA	NE	NE	NA	13,78	NA	NE	NE	NA	13,78
Humedales (no gestionados)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Asentamientos	IE	NA	NE	NE	NA	NE	NA	0,14	NE	NA	0,14
Otras tierras	IE	NA	NE	NE	NA	NE	NA	NE	51.511,58	NA	51.511,58
Total tierras no gestionadas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Área final	60.202,44	NA	1.903,68	421,87	NA	18,00	NA	0,33	51.513,17	NA	114.059,49
Cambio neto	-107,33	NA	2,36	98,98	NA	4,21	NA	0,19	1,59	NA	-

6.4.2 Información sobre los enfoques utilizados para las perturbaciones naturales, si aplica

Se reportan únicamente las estimaciones de emisiones de CO_2 por incendios en áreas de plantaciones forestales (4.A.1.d Tierras forestales que permanecen como tales), cultivos (4.B.1.l Otros) y pastizales (4.C.1.a Pastizales que permanecen como tales) y de CH_4 y N_2O en la categoría 4.(IV) Quema de biomasa, subcategorías 4(IV).A.1.b. Incendios forestales, donde se reportan las emisiones por incendios forestales en bosques y plantaciones forestales, 4(IV).B.1.b. Incendios forestales en áreas de cultivos, 4(IV).C.1.b Pastizales que permanecen como tales.

6.4.3 Información sobre los métodos utilizados para notificar los productos de madera aprovechada

Colombia utiliza el método de producción según el Refinamiento de las Directrices del IPCC del año 2019 para estimar las emisiones y absorciones de productos de la madera recolectada, tal y como se describe en el subcapítulo 6.11.

6.5 Tierras forestales (CRT 4.A.)

6.5.1 Descripción de la categoría

Se contabilizan las emisiones y absorciones de CO_2 por la gestión de tierras forestales que permanecen dentro de la misma categoría (4.A.1 Tierras forestales que permanecen como tales) y los cambios de tierras a tierras forestales (4.A.2 Tierras convertidas a tierras forestales). En cada una de las subcategorías reportadas se estiman los cambios en los contenidos de carbono en los tres depósitos sugeridos por las Directrices del IPCC de 2006: biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica muerta (hojarasca, detritos de madera, árboles muertos y tocones) y suelos.

A continuación, se hace una descripción de la desagregación por subcategorías y sobre cómo se realizan las estimaciones de emisiones/absorciones en cada una de ellas:

4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque natural). Se reportan las emisiones por la cosecha de madera combustible (leña) asumiendo que esta es recolectada en su totalidad del bosque natural, no se estiman las remociones de madera comercial e incendios en bosque natural (incendios forestales), debido a que la información disponible en la actualidad no permite diferenciarla de la detección de cambio de uso de la tierra reportado por el SMByC; así mismo, se reportan emisiones por pérdidas de carbono asociadas a la gestión de suelos orgánicos en áreas de bosque.

4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tales (Degradación). Se calculan las emisiones por la degradación del bosque natural, definida como el cambio permanente o temporal de la cobertura forestal que no cae por debajo de los umbrales de la definición de bosque, identificando áreas de bosque intacto o bosque núcleo que se convierten en áreas con algún efecto de borde (bosque borde) a menos de 120 metros de distancia de un disturbio (MinAmbiente; IDEAM, 2024). En esta categoría se estiman emisiones de CO_2 por los cambios en los contenidos de carbono en la biomasa aérea y subterránea de bosque núcleo a bosque borde, y se asume que los contenidos de carbono en la MOM y los suelos permanecen estables.

4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tales (Conversión de bosque natural a otras tierras forestales). En esta subcategoría se reportan los cambios entre la cobertura del bosque natural a otras coberturas clasificadas como tierras forestales en el país, específicamente a plantaciones y arbustales (estas y otras definiciones utilizadas frecuentemente dentro de las estimaciones de la categoría 4.A. Tierras se describen en la Tabla 231), en los depósitos de biomasa aérea, biomasa subterránea, hojarasca, detritos de madera, árboles muertos en pie y en los suelos.

En esta se estiman parte de las emisiones de CO_2 a causa de la deforestación que se relaciona en los Niveles de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) de Colombia. La deforestación presenta un vínculo directo con la ocurrencia de incendios y la extracción de madera (González J. C., 2018), debido a que no es posible establecer de forma desagregada el efecto directo de las dos causas mencionadas en la deforestación, no se reporta de forma separada emisiones asociadas por extracción de madera y disturbios tanto en esta subcategoría como en la 4.B.1.a. asociadas al bosque natural.

Las emisiones no CO_2 por la ocurrencia de incendios en áreas de bosque se reportan en la categoría 4.(IV). Quema de biomasa.

4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tales (Plantaciones forestales comerciales)

En esta subcategoría se integran los reportes de incrementos en los contenidos de carbono en la biomasa, por el crecimiento de las áreas anuales sembradas con plantaciones forestales comerciales y las pérdidas por la cosecha de las mismas (Ver Tabla 231). También se reportan emisiones asociadas a perturbaciones (incendios) y pérdidas de carbono en suelos orgánicos por la gestión de esta cobertura. Se utiliza el supuesto por defecto del IPCC que los depósitos de MOM y suelos se mantienen en equilibrio.

4.A.2. Tierras convertidas a Tierras Forestales

Se contabilizan las absorciones de CO_2 por las ganancias en los contenidos de carbono de la biomasa, la MOM y los suelos debido a la conversión de áreas de no bosque a bosque natural, este cambio del uso del suelo es denominado por el SMByC como regeneración del bosque natural. No se cuenta con información del uso previo del suelo como en el análisis de deforestación.

Para el BTR1 no se lograron reportar las emisiones de N_2O por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, las emisiones y absorciones provenientes del drenaje y rehumedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales, ni las emisiones directas de N_2O procedentes de aportes de N a suelos gestionados, como parte del plan de mejora se plantea el ajuste de la información relacionada con estas categorías que se está reportando en el sector agricultura relacionadas con el delta de carbono por la conversión del bosque natural y la inclusión de estimaciones para las cuales no se tiene la recopilación de información requerida para el cálculo.

En la Figura 200 se presenta el esquema general de las subcategorías reportadas en la categoría 4.A. Tierras forestales.

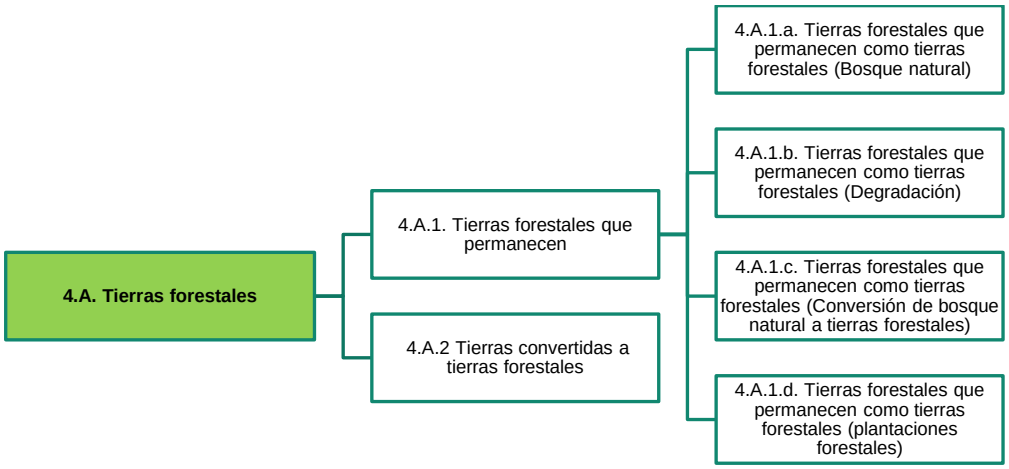


Figura 200. Subcategorías estimadas en 4.A. Tierras forestales

6.5.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

En la Tabla 235 y la Figura 201 se presentan los resultados de estimaciones de emisiones históricas y la tendencia de la categoría 4.A. Tierras, para la serie histórica 1990-2021. Las emisiones de esta categoría representan en promedio el 54,41 % del total de las emisiones del sector y al 39,00 % de las absorciones, con promedios anuales históricos de 61.425,29 kt CO_2eq y -5.857,59 kt CO_2eq, y tasas anuales de crecimiento anual compuestas de -0,51 % y 7,21 % respectivamente. En general la tendencia de las emisiones del sector ha sido descendente, asociada a aspectos como el decrecimiento de las tasas de deforestación en el país desde el año 1990 con algunos picos como en los años 2003 y 2017, la disminución de la población rural que consume leña y el decrecimiento de las áreas sembradas de plantaciones forestales comerciales; caso contrario ocurre con las absorciones las cuales en general presentan tendencia ascendente con picos máximos en el año 2016 y decrecimientos a partir del año 2017, relacionados con la disminución de áreas anuales sembradas de plantaciones forestales comerciales a partir del año 2008 y de las áreas que se logran observar cómo regeneración a partir de los análisis de cambio de bosque del SMByC en el año 2011.

Las mayores emisiones se reportan para la subcategoría 4.A.1.b Tierras forestales que permanecen como tales (Degradación), con una contribución media anual de 31.146,77 kt CO_2eq y una participación dentro de la categoría de 50,21 %. Los mayores registros de emisiones se presentan en los años 90s con un total de 40.038,90 kt CO_2eq y en el año 2018 con 34.001,96 kt CO_2eq. El comportamiento de la degradación para el periodo 1990 – 2013 está directamente relacionado con la tendencia de las cifras de deforestación puesto que son datos reconstruidos a partir de la relación porcentual de la degradación respecto a la deforestación; específicamente para los años 90s el dato de deforestación corresponde a una cifra única para el periodo 1990-2000, el cual se divide en

periodos anuales iguales, por esta razón las estimaciones en este periodo muestran una tendencia lineal. Por su parte en los años 2017 y 2018 se presentaron las cifras más altas de deforestación y que están a su vez relacionadas con el comportamiento de la degradación del bosque el cual se encuentra explicado en el país por causas como la extracción de madera legal e ilegal del bosque natural, ampliación de la frontera agropecuaria como mecanismo de apropiación de tierras, siembra de cultivos ilícitos y pastoreo en bosques (Armenteras, y otros, 2018).

Las siguientes subcategorías con un aporte similar al total de las emisiones de la categoría son 4.A.1.c Tierras forestales que permanecen como tales (Conversión de bosque natural a otras tierras forestales) y 4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque natural) con el 23,95 % y el 23,24 % de participación respectivamente; en la primera de ellas se reporta la deforestación del bosque natural que se convierte en áreas de arbustales y plantaciones forestales evidenciando un cambio total de la cobertura de bosque a otra cobertura que ya no se considera como bosque (plantaciones y arbustales), esta subcategoría presenta el mismo comportamiento de la degradación, presentando sus máximos valores en los mismos periodos, asociado al comportamiento de la deforestación en el país. En la segunda subcategoría se estiman las emisiones por el consumo de leña de la población rural para la cocción de alimentos, las cuales han tenido una tendencia descendente ligada a la disminución de la población rural la cual en el año 2021 presenta una baja del 35 % respecto a 1990.

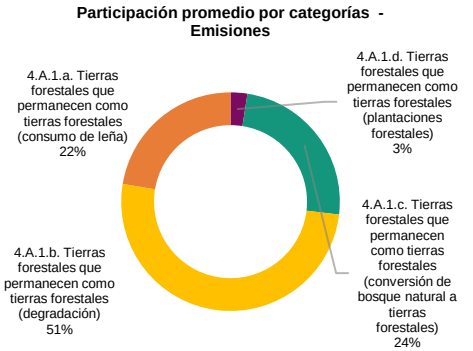
En cuanto a las absorciones en esta categoría se reportan las absorciones por la regeneración del bosque natural (categoría 4.A.2 Tierras convertidas en tierras forestales) y por el crecimiento de las áreas de plantaciones forestales (4.A.1.d Tierras forestales que permanecen como tales (plantaciones forestales)), que suman el total de las absorciones de esta categoría con un 30,60 % y 69,40 respectivamente y promedios históricos para la serie 1990-2021 de -1.575,61 y -4.281,98 kt CO_2eq.

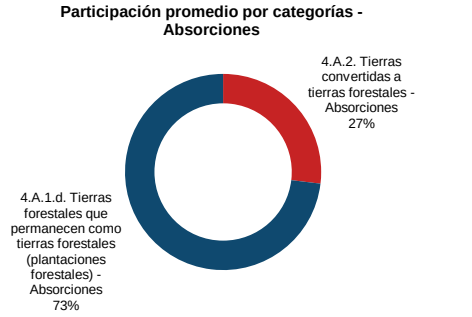
Tabla 235. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.A. Tierras forestales

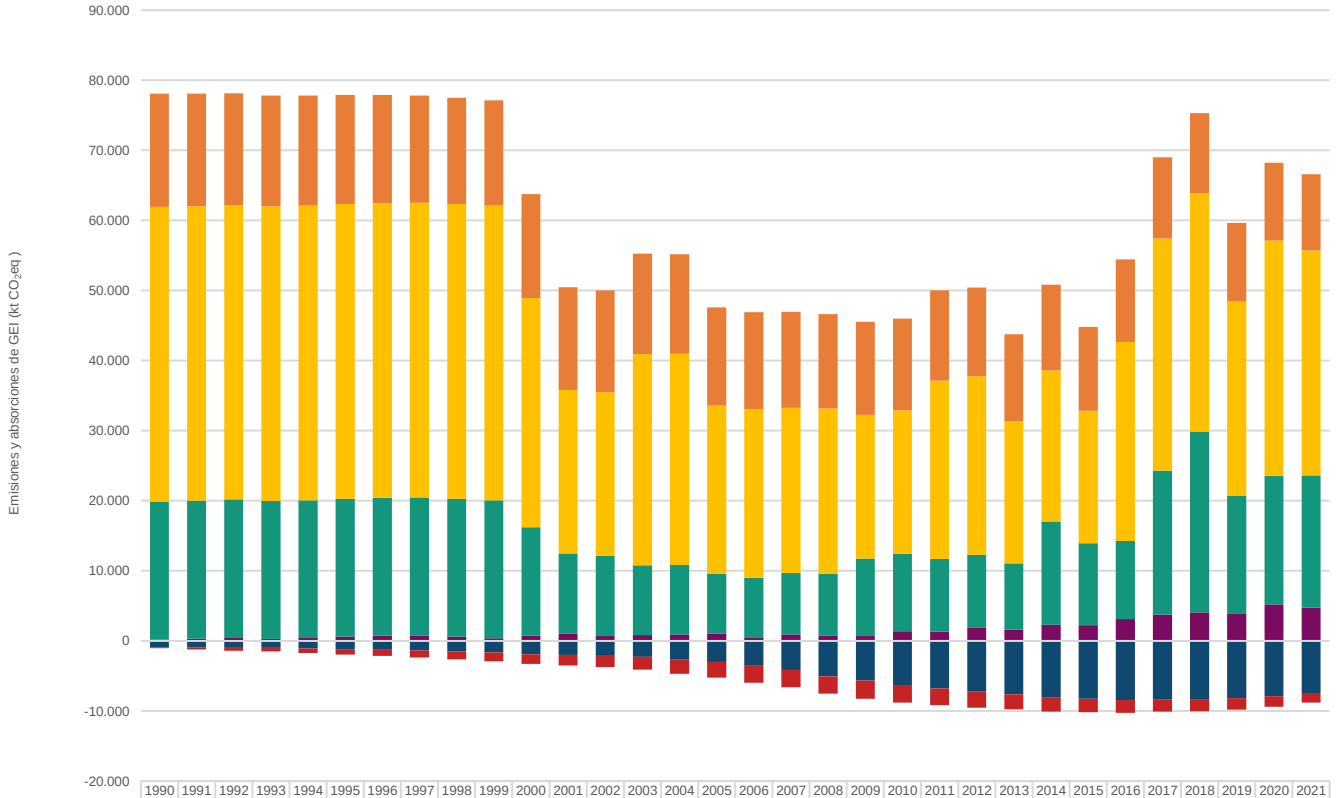
Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Emisiones								
4.A. Tierras Forestales	**78.074,77**	**77.906,84**	**63.768,96**	**47.611,92**	**45.989,68**	**44.816,51**	**68.247,52**	**66.586,47**
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	78.074,77	77.906,84	63.768,96	47.611,92	45.989,68	44.816,51	68.247,52	66.586,47
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural)	16.160,33	15.582,11	14.852,60	14.029,80	13.088,96	11.993,30	11.105,09	10.884,22
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Degradación)	42.038,90	42.038,90	32.687,71	24.026,14	20.478,77	18.879,26	33.616,71	32.072,24
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Conversión de bosque natural a tierras forestales)	19.666,74	19.666,74	15.495,79	8.500,18	11.046,14	11.708,21	18.285,20	18.855,39
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Plantaciones forestales)	208,79	619,08	732,86	1.055,80	1.375,81	2.235,75	5.240,53	4.774,61
4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Absorciones								
4.A. Tierras Forestales	**-1.015,74**	**-1.932,03**	**-3.271,06**	**-5.233,72**	**- 8.815,28**	**-10.161,05**	**-9.387,23**	**-8.789,62**
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	-890,57	-1.181,02	-1.894,20	-3.019,59	-6.284,36	-8.232,15	-7.905,24	-7.432,29
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Degradación)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Conversión de bosque natural a tierras forestales)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras	-890,57	-1.181,02	-1.894,20	-3.019,59	-6.284,36	-8.232,15	-7.905,24	-7.432,29

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
forestales (Plantaciones forestales)								
4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	**-125,17**	**-751,02**	**-1.376,86**	**-2.214,13**	**-2.530,93**	**-1.928,90**	**-1.482,00**	**-1.357,32**

NE: No estimado; NA: No Aplica







	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	16.160	16.041	15.933	15.816	15.693	15.582	15.445	15.316	15.164	15.006	14.852	14.675	14.521	14.359	14.199	14.029	13.864	13.691	13.504	13.297	13.088	12.878	12.660	12.439	12.215	11.993	11.780	11.578	11.413	11.237	11.105	10.884
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	42.038	42.038	42.038	42.038	42.038	42.038	42.038	42.038	42.038	42.038	32.687	23.336	23.336	30.140	30.140	24.026	24.026	23.596	23.596	20.478	20.478	25.439	25.439	20.258	21.551	18.879	28.397	33.110	34.001	27.695	33.616	32.072
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	19.666	19.666	19.666	19.666	19.666	19.666	19.666	19.666	19.666	19.666	15.495	11.469	11.469	9.922	9.922	8.500	8.500	8.764	8.764	11.046	11.046	10.373	10.373	9.481	14.740	11.708	11.146	20.515	25.788	16.853	18.285	18.855
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	208,79	327,76	508,87	306,47	411,97	619,08	763,86	795,29	622,79	404,27	732,86	998,52	690,68	854,28	930,91	1.055,5	924,15	908,35	781,69	711,29	1.375,	1.328,	1.941,	1.592,	2.306,	2.235,	3.102,	3.780,	4.080,	3.871,	5.240,	4.774,
4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales - Absorciones	(125,1	(250,3	(375,5	(500,6	(625,8	(751,0	(876,1	(1.001	(1.126	(1.251	(1.376	(1.502	(1.627	(1.827	(2.028	(2.214	(2.399	(2.443	(2.487	(2.571	(2.530	(2.412	(2.294	(2.175	(2.052	(1.928	(1.804	(1.685	(1.725	(1.606	(1.482	(1.357
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales) - Absorciones	(890,5	(957,0	(1.000	(994,9	(1.074	(1.181	(1.268	(1.355	(1.484	(1.646	(1.894	(2.006	(2.108	(2.279	(2.661	(3.019	(3.563	(4.145	(5.047	(5.657	(6.284	(6.767	(7.221	(7.589	(8.037	(8.232	(8.453	(8.380	(8.309	(8.174	(7.905	(7.432

Figura 201. Emisiones del sector 4.A. Tierras forestales

6.5.3 Metodología

A continuación, se describen las metodologías empleadas para la estimación de las subcategorías reportadas dentro de la categoría 4.A. Tierras forestales, detallando las ecuaciones empleadas de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, los datos de actividad, factores de emisión, supuestos de cálculo y las fuentes de información correspondientes.

6.5.3.1 *Método de estimación*

Para esta categoría se emplean aproximaciones de representación coherente de las tierras nivel 1, 2 y 3 tal y como se describió en la Tabla 232 y niveles metodológicos para la estimación de emisiones nivel 1 para el caso de las emisiones de CO_2 por incendios en áreas de plantaciones forestales y suelos orgánicos en áreas de bosque y plantaciones; y de nivel 2 para las pérdidas por consumo de leña en la población rural, degradación, deforestación y ganancias y pérdidas de áreas de plantaciones forestales. Es importante mencionar que en esta categoría se calculan las emisiones nacionales a partir de la sumatoria de las emisiones a escala departamental o regional. Por lo tanto, se emplean factores de emisión y datos de actividad por departamento y/o región biogeográfica, según corresponda. A continuación, se describen los niveles metodológicos empleados en cada subcategoría, las ecuaciones utilizadas, así como el empleo de datos de actividad y factores de emisión.

4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña): se incluyen en la subcategoría el cálculo de las emisiones por el consumo de leña bajo nivel 2 (Ecuación 2.13, Cuadro 47), asociado al consumo de leña per cápita rural departamental, información obtenida a partir de datos de población rural por departamento reportada por el censo de población del DANE del año 2018, porcentaje de hogares que utilizan leña para cocinar y consumo de leña diario por hogar y departamento a partir del Informe de uso de energéticos en el hogar de la Encuesta de Calidad de Vida del año 2019.

Para la aplicación de la Ecuación 2.13 no se emplea la relación biomasa aérea subterránea ni el factor de expansión de biomasa y la densidad puesto que se cuenta con el valor establecido de kilogramos de leña consumida, al cual se le hace un ajuste del 19 %, asumiendo que al cosechar la leña pierde este porcentaje de humedad. Se utiliza un valor de 0,47 como fracción de carbono de la materia seca.

En esta subcategoría también se reportan las pérdidas anuales de los contenidos de C de suelos orgánicos en áreas de bosque, asumiendo que todo el contenido de carbono de los suelos se pierde por la gestión de los mismos. Se utiliza nivel metodológico 1 (ecuación 2.26., Cuadro 47), empleando como dato de actividad la superficie de suelos orgánicos afectada por la gestión de áreas de bosque es obtenida a partir del cruce del mapa de geopedología en Colombia, escala 1:100.000 (IGAC 2018), con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:100.000 (IDEAM, 2017) y el mapa de clasificación climática de Caldas Lang del IDEAM, a partir de los cuales se obtiene información del área de suelos orgánicos, por tipo de clima, uso de la tierra y prácticas de gestión y factores de emisión por defecto del IPCC, como se presenta en la Tabla 235.

4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Degradación): se estima a partir del método de pérdidas y ganancias, nivel 2, teniendo en cuenta un enfoque de estimación de absorciones brutas, dado que no se conoce el uso posterior a la degradación del bosque (Ver ecuación 2.16 del Cuadro 47).

Las emisiones anuales por degradación se establecen a partir del cambio en la superficie de bosque degradada anualmente, reportada por el SMByC y los factores de contenidos de carbono en la biomasa aérea y subterránea de los bosques de cada una de las regiones biogeográficas del país (Amazonía, Andina, Caribe, Orinoquía y Pacífico) reportados por el inventario Forestal Nacional (IFN) y el SMByC para bosque degradado reportados en el último Nivel de Referencia de emisiones Forestales sometido por Colombia ante la CMNUCC (MinAmbiente; IDEAM, 2024).

Se asume que los contenidos de carbono en la MOM y suelos después de la degradación del bosque permanecen estables.

4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Conversión de bosque natural a tierras forestales): el cálculo de esta subcategoría se realiza a partir del método de pérdidas y ganancias, nivel 2 (Ecuación 2.16, Cuadro 47). Los factores de emisión/absorción empleados corresponden a los valores de contenido de C en la biomasa, detritos de madera, tocones y árboles muertos en pie y suelos de un bosque tipo para cada una de las regiones biogeográficas del país (Amazonía, Andina, Caribe, Orinoquía y Pacífico) reportados por el inventario Forestal Nacional (IFN) y el SMByC para áreas de bosque núcleo y bosque borde presentados en el último Nivel de Referencia de emisiones Forestales sometido por Colombia ante la CMNUCC (MinAmbiente; IDEAM, 2024). Para el contenido de carbono en la hojarasca se tomó el valor por defecto del IPCC para Bosque Tropical a partir de la tabla 2.2. volumen 2, capítulo 4 de las Directrices del IPCC de 2006.
Los contenidos de carbono en la biomasa área después de la conversión correspondientes a la cobertura de arbustales fueron tomados de la publicación de (Yepes, Duque, Navarrete, & Phillips, 2011) y para la relación biomasa aérea subterránea se asignó un valor por defecto para Tropical rainforest a partir de la tabla 4.4 volumen 4, capítulo 4 del Refinamiento de las Directrices del IPCC 2019. Se asume que los contenidos de carbono en la MOM y suelos después de la conversión permanecen estable.

Para el contenido de carbono en la biomasa total después de la conversión del bosque en áreas de plantaciones forestales, se estimaron valores ponderados por región a partir de las estimaciones de biomasa total obtenidas en la subcategoría 4.A.1.d que reporta contenidos de carbono por especies y región según (Barrios, Segura, & Andrade, 2021).

Los cambios en los contenidos de C en los suelos se estiman por medio de la ecuación 2.25 (Cuadro 47) con un nivel metodológico 2, empleando los C en los suelos para los bosques tipo región biogeográfica reportados por el IFN antes mencionados y factores de cambio de existencias en suelos por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Los datos de actividad empleados para la estimación son la tasa de deforestación y regeneración anual del bosque natural, información suministrada por el SMByC.

4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales): en plantaciones forestales se utiliza nivel metodológico 2, con la determinación de factores de emisión para 52 especies forestales y 11 a nivel de genero para Colombia por medio de la consolidación de información secundaria y el cálculo por medio de las variables: incremento medio anual (IMA) en volumen (m^3/ha/año), densidad básica de la madera (D; t/m^3), factor de expansión de biomasa (FEB), fracción de carbono (FC), relación biomasa subterránea/aérea (R) y Turno o edad de rotación. Las especies que se encuentran dentro de los datos de actividad y no cuentan con factores a nivel de especie o genero se determinan a través de la categorización por crecimiento rápido, medio y rápido. (Barrios, Segura, & Andrade, 2021)

Los datos de actividad son obtenidos a partir de la reconstrucción de bases de datos de áreas plantadas reportadas en el Boletín estadístico forestal que tiene como fuentes de información las áreas inscritas en el ICA y las bases de datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MinAgricultura) y FINAGRO que posee las áreas plantadas con Certificado de Incentivo Forestal (CIF) y plantaciones reportadas por la FNC. Esta base de datos incluye información desde 1960. Las áreas cosechadas se determinan por medio del turno de aprovechamiento; igualmente, se calcula el porcentaje de aprovechamiento del cada predio con la correspondencia entre volumen asignado y volumen disponible para determinar la superficie que se ha aprovechado de cada registro, que cuando es mayor del 60 % se da la emisión total del área registrada, este ejercicio se realiza con los datos procedentes de los registros activos del ICA (MADR, 2023).

El cálculo de la estimación de absorciones y emisiones se realiza de la siguiente manera: a) Para cada registro se calcula la biomasa total acumulada a partir del año de plantación, hasta el año del turno o el final de la serie (2021); b) para las emisiones se calcula la biomasa aérea acumulada hasta el año del turno y se emite en el año que se determina el turno. Las especies que cuentan con información de las variables para el cálculo del factor de emisión para el país son las siguientes:

- Cupressus lusitanica
- Pinus patula
- Pinus maximinoi
- Pinus oocarpa
- Pinus tecunumanii
- Acacia mangium
- Alnus acuminata
- Cedrela odorata
- Cordia alliodora
- Hevea brasiliensis
- Tabebuia rosea
- Tectona grandis
- Eucalyptus grandis
- Eucalyptus urograndis
- Eucalyptus urophylla
- Gmelina arborea
- Bombacopsis quinata
- Eucalyptus camaldulensis
- Eucalyptus tereticornis
- Pinus caribaea
- Eucalyptus pellita
- Albizia guachepele
- Anadenanthera peregrina
- Cariniana pyriformis
- Cassia grandis
- Enterolobium cyclocarpum
- Genipa americana
- Hura crepitans
- Hymenaea courbaril
- Hymenaea oblongifolia
- Samanea saman
- Simarouba amara
- Swietenia macrophylla
- Eucalyptus robusta
- Ceiba pentandra
- Eucalyptus saligna
- Jacaranda copaia
- Ochroma pyramidale
- Calophyllum brasiliense
- Quercus humboldtii
- Retrophyllum rospigliosii
- Eucalyptus citriodora
- Eucalyptus globulus
- Schizolobium parahyba
- Caesalpinia ebano
- Tabebuia chrysantha
- Acosmiun nitens
- Caraipa llanorum
- Copaifera pubiflora
- Astronium graveolens
- Calophyllum mariae
- Humiriastrum procerum

La madera que se consume en el país tiene como fuente principal las plantaciones forestales comerciales, debido a esto las categorías 4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales) y 4.G. Productos de la madera recolectada. Al respecto de este tema se ha encontrado que alrededor del 30 % de la biomasa generada a partir del crecimiento forestal se queda en los productos de la madera y el 70 % restante se emite en los desechos en descomposición del aprovechamiento y en el uso directo de madera y carbón vegetal. (Winjum, Brown, & Schlamadinger, 1998)

4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales: se calcula a partir del incremento neto anual de las ganancias de carbono para la biomasa y el método de cambio de existencias para los depósitos de MOM y suelos, nivel 2, teniendo en cuenta un enfoque de estimación de absorciones brutas, dado que no se conoce el uso previo antes de la conversión a bosque (Ver ecuaciones 2.9, 2.10, 2.18 y 2.25 del Cuadro 47). Se utilizan factores de biomasa aérea, subterránea, detritos de madera, tocones, árboles muertos en pie y carbono en suelos diferenciados para las cinco regiones biogeográficas del país según (MinAmbiente; IDEAM, 2024). Para la hojarasca se emplea el valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para bosque tropical. Los datos de actividad corresponden a la superficie de regeneración del bosque natural suministrada por el SMByC a partir de los mapas de cambio de bosque natural. Para las estimaciones de absorciones por el crecimiento del bosque natural se establece una tasa de acumulación de carbono en la biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica muerta o MOM (hojarasca, detritos gruesos de madera, detritos finos de madera, tocones muertos, árboles muertos en pie) y suelos a partir de los datos de contenidos de carbono en los bosques de las 5 regiones naturales del país reportados en la última actualización del IFN; esta tasa se acumula desde el año 1990 hasta que la superficie cumple 20 años (Valor por defecto de las Directrices del IPCC de 2006), tiempo en el que las tierras pasan a ser bosque natural permanente. Posterior a este tiempo se asume que el área regenerada entra en equilibrio y su tasa de acumulación es 0. Los cambios en los contenidos de C en los depósitos de suelos y MOM se estiman igual que en la subcategoría 4.A.1.c.

4.A.1.a Tierras forestales que permanecen como tierras forestales

Ecuación 2.7 Cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en una categoría en particular de uso de la tierra (método de pérdidas y ganancias) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Dónde:
ΔC_B = Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C $año^{-1}$
ΔC_G = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C $año^{-1}$
ΔC_L = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C $año^{-1}$

Ecuación 2.9* Incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa. En tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_G = \Sigma(A * G_{total} * CF)$$

Dónde:
ΔC_G = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C $año^{-1}$
A= Área de tierras que permanecen en la misma categoría. ha
G_{total} = Crecimiento medio anual de la biomasa. t m.s ha^{-1} $año^{-1}$
CF = Fracción de carbono de la materia seca. t C (tonelada m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.10* Incrementos anules promedio de la biomasa (Nivel 1) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$G_{total} = \Sigma\left(G_w * (1 + R)\right)$$

Dónde:
G_{total} = Crecimiento medio anual de la biomasa. t m.s ha^{-1} $año^{-1}$
G_w = Crecimiento medio anual de la biomasa por encima del suelo. t m.s ha^{-1} $año^{-1}$
R = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo. t_{BG} m.s $(t_{AG}$ m.s$)^{-1}$

Ecuación 2.11 Reducción anual de las existencias de carbono en biomasa. En tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra (Métodos de diferencia de existencias) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_L = L_{remoción-bosques} + L_{madera-combustible} + L_{perturbación}$$

Dónde:
ΔC_L = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C $año^{-1}$
$L_{remoción-bosques}$ = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de madera*. t C $año^{-1}$
$L_{madera-combustible}$ = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de leña-combustible. t Caño^{-1}
$L_{perturbación}$= Pérdida anual de carbono debido a perturbaciones*. t C $año^{-1}$

Ecuación 2.12 Pérdida anual de carbono en la biomasa por remociones de bosques (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$L_{remoción-bosques} = \{H * BCEF_R * (1 + R) * CF\}$$

Dónde:
$L_{remoción-bosques}$ = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de madera*. t C $año^{-1}$
H= Extracción de madera anual. m^3 $año^{-1}$
$BCEF_R$= Factor de conversión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa (incluida la corteza). $t_{biomasa-removida}$ $(m^3_{removida})^{-1}$
R = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo. t_{bg} m.s $(t_{ag}$ m.s$)^{-1}$
CF= Fracción de carbono de la materia seca. t.C (tonelada m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.13 Pérdida anual de carbono en la biomasa por remociones de madera combustible. (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$L_{madera-combustible} = \left[\{FG_{árboles} * BCEF_R(1 + R)\} + FG_{parte} * D\right] * CF$$

Dónde:
$L_{madera-combustible}$ = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de leña-combustible. t C $año^{-1}$
$BCEF_R$= Factor de conversión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa (incluida la corteza).

R = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo. t_{BG} m.s $(t_{AG}$ m.s$)^{-1}$
$FG_{árboles}$= volumen anual de remoción de madera combustible de árboles enteros, m^3 $año^{-1}$
FG_{parte}= Volumen anual de remoción de leña como partes de los árboles. m^3 $año^{-1}$
D= Densidad de la madera. t m^{-3}
CF= Fracción de carbono de la materia seca. t C (tonelada m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.14 Pérdidas anuales de carbono en la biomasa debidas a perturbaciones. (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$L_{perturbación} = \{A_{perturbación} * B_W * (1 + R) + CF * fd\}$$

Dónde:
$L_{perturbación}$ = Pérdida anual de carbono debido a perturbaciones. t C $año^{-1}$
B_w= Promedio de biomasa aérea de las zonas afectadas. t m.s ha^{-1}
R = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo. t_{BG} m.s $(t_{AG}$ m.s$)^{-1}$
CF = Fracción de carbono de la materia seca. t C $m.s^{-1}$
df = Fracción de la biomasa perdida por perturbaciones

Ecuación 2.16 Cambio inicial en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otras categorías de la tierra. (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2). *Ecuación alterna empleada para cuantificar las pérdidas de bosque natural que no se convierten en otras categorías de uso.*

$$\Delta C_{conversión} = \Sigma\left(\left(B_{después} - B_{antes}\right) * \Delta A_{otras}\right) * CF$$

Dónde:
$B_{después}$= Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}
B_{antes}= Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}
ΔA_{otras}= Superficie de uso de la tierra i convertida a otra categoría de uso. ha $año^{-1}$
CF= Fracción de carbono de la materia seca. t C (t m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.26 Pérdida anual de carbono en suelos orgánicos drenados (CO_2) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$L_{orgánicos} = \Sigma(A * EF)$$

Dónde:
A =Superficie de suelos orgánicos drenados por tipo de clima. ha.
EF=Factor de emisión por el tipo de clima. t C ha^{-1} $año^{-1}$

*Ecuaciones utilizadas para calcular los crecimientos del bosque natural < a 20 años.

4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales

Ecuación 2.15 Cambio anual en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (Nivel 2) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta\text{Conversión} - \Delta C_L$$

Dónde:
ΔC_B = Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C $año^{-1}$
ΔC_G = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C $año^{-1}$
ΔC_L = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C $año^{-1}$

Ecuación 2.16 Cambio inicial en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas en otra categoría (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{conversión} = \Sigma\left(\left(B_{después} - B_{antes}\right) * \Delta A_{otras}\right) * CF$$

Dónde:
$B_{después}$= Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}
B_{antes}= Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}
ΔA_{otras}= Superficie de uso de la tierra i convertida a otra categoría de uso. ha.$año^{-1}$
CF =Fracción de carbono de la materia seca. t C (t m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.18 Cambio anual en los inventarios de carbono de la madera muerta o la hojarasca (método de pérdidas y ganancias) (IPCC – 2006, volumen 4, capítulo 2)

$$\Delta C_{DOM} = A * ((DOM_{in} - DOM_{out}) * CF)$$

Donde:
ΔC_{DOM} = cambio anual en las existencias de carbono de los depósitos de madera muerta/hojarasca. t C año^{-1}
A = superficie de tierra gestionada. ha
DOM_{in} = transferencia anual promedio de biomasa al depósito de madera muerta/hojarasca debido a procesos y perturbaciones anuales. t d.m. ha^{-1} año^{-1}.
DOM_{out} = pérdida de carbono promedio anual por descomposición y perturbaciones procedente de depósitos de madera muerta o de hojarasca. t d.m. ha^{-1} año^{-1}
CF = fracción de carbono de materia seca. t C (t.d.m.)$^{-1}$

Ecuación 2.25 Cambio anual de las existencias de carbono orgánico en suelos minerales (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{Minerales} = ((SOC_0 - SOC_{(0-T)})/D)$$

Dónde:
$SOC_{0=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos en el último año de un periodo en el inventario. t.C
$SOC_{0-T=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos al comienzo de un periodo en el inventario. t.C
$D_=$ Cantidad de tiempo de un periodo dado

$$SOC = \Sigma (SOC_{REF} * F_{LU} * F_{MG} * F_I * A)$$

Dónde:
$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra.
$F_{MG=}$ Factor de cambio de existencias para regímenes de gestión.
$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica.

*Ecuaciones utilizadas para calcular los crecimientos del bosque natural < a 20 años.

Cuadro 47. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones GEI y factores de emisión para la categoría 4.A. Tierras forestales

6.5.3.2 *Factor de emisión*

En la Tabla 236 se resumen los factores de emisión empleados para realizar el cálculo de emisiones de cada una de las subcategorías, de forma general se cuenta con factores nivel 2 para las estimaciones por consumo de leña, degradación, deforestación y plantaciones forestales; nivel 1 para el reporte de los cambios en los contenidos de carbono en la MOM para bosque natural, de MOM y suelos para plantaciones forestales de acuerdo al supuesto de las Directrices del IPCC de 2006 de que permanecen estables, nivel 1 para la estimación de contenidos de carbono en hojarasca, y nivel 1c para la estimación de las pérdidas de carbono por la gestión de suelos histosoles y pérdidas de carbono por la ocurrencia de incendios en áreas de plantaciones forestales en donde se aplican factores por defecto del IPCC atendiendo las condiciones específicas del país de zonas climáticas y desagregación de datos a nivel regional:

Tabla 236. Metodología y factores de emisión – Categoría 4.A. Tierras forestales

Categorías		GEI	Metodología	Fuente información factores de emisión	Factores
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural)	Biomasa consumo leña	CO_2	Método 1, Nivel 2	Encuesta de Calidad de Vida, 2019	Ver Anexos 6. Información detallada sector LULUCF (Anexo 6-1 a 6-4)
	MOM	N/A	N/A, Nivel1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.	N/A
	Suelos orgánicos	CO_2	Método 1, Nivel 1c	Suplement IPCC. 2013. Table 2.1	Factor de remoción para suelos orgánicos en tierras forestales para zona climática Tropical: 5.3 t CO_2-C ha^{-1} año^{-1}
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras	Biomasa aérea	CO_2	Método 2, Nivel 2	IFN (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha bosque degradado Amazonía: 113,17 Andes:73,40

Categorías		GEI	Metodología	Fuente información factores de emisión	Factores
forestales (Degradación)					Caribe: 121,38 Orinoquía: 46,97 Pacífico: 41,74
	Biomasa subterránea				t.m.s.ha bosque degradado Amazonía: 23,91 Andes:16,26 Caribe: 26,05 Orinoquía: 10,39 Pacífico: 8,71
	MOM	N/A	N/A, Nivel1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.	N/A
	Suelos	N/A	N/A, Nivel1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.	N/A
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Conversión de bosque natural a tierras forestales)	Biomasa aérea	CO_2	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 263,68 Andes:143,91 Caribe: 189,53 Orinoquía: 128,64 Pacífico: 251,38 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 150,51 Andes:70,51 Caribe: 68,16 Orinoquía: 81,67 Pacífico: 209,64
	Biomasa subterránea		Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 58,68 Andes:33,43 Caribe: 42,64 Orinoquía: 30,10 Pacífico: 55,60 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 34,77 Andes:17,17 Caribe: 16,59 Orinoquía: 19,71 Pacífico: 46,89
	Biomasa aérea en arbustales		Método 3, Nivel 2	(Yepes, Duque, Navarrete, & Phillips, 2011)	47,5 t.m.s.ha
	R en arbustales		Método 3, Nivel 1c	Tabla 4.4 volumen 4, capítulo 4 del IPCC,2019	Valor por defecto para Tropical rainforest: 0,221
	Biomasa total en plantaciones forestales		Método 2, Nivel 2	IDEAM a partir de (Barrios, Segura, & Andrade, 2021)	Biomasa total en t.m.s.ha Amazonía: 144,13 Andes: 168,16 Caribe: 223,00 Orinoquía: 95,44 Pacífico: 280,36
	Detritos finos de madera		Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 4,03 Andes: 2,34 Caribe: 5,84 Orinoquía: 0,11 Pacífico: 4,94 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,03 Andes:1,65 Caribe: 1,72

Categorías		GEI	Metodología	Fuente información factores de emisión	Factores
					Orinoquía: 3,12 Pacífico: 0,15
	Detritos gruesos de madera		Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 6,74 Andes: 1,34 Caribe: 1,43 Orinoquía: 3,31 Pacífico: 3,62 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 3,23 Andes: 0,62 Caribe: 0,97 Orinoquía: 3,49 Pacífico: 1,13
	Árboles muertos en pie y tocones muertos		Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 9,40 Andes: 5,66 Caribe: 3,84 Orinoquía: 3,22 Pacífico: 5,87 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,87 Andes: 2,29 Caribe: 2,31 Orinoquía: 2,44 Pacífico: 3,19
	Suelos		Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.C.ha en bosque núcleo Amazonía: 47,40 Andes: 124,19 Caribe: 56,94 Orinoquía: 23,43 Pacífico: 102,46 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 60,65 Andes: 84,16 Caribe: 40,29 Orinoquía: 36,53 Pacífico: 70,37
	Flu*Fmg*Fi	CO_2	Método 3, Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4	1
	Hojarasca	CO_2	Método 3, Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 2. Tabla 2.2	Valor por defecto de bosque natural: 2.1 t.C ha^{-1}
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Biomasa (Crecimiento y cosecha)	CO_2	Método 1, Nivel 2	(Barrios, Segura, & Andrade, 2021)	Ver Anexo 6-2
	Biomasa (Incendios)		Método 1, Nivel 1c	IPCC (2006); Vol 4. Cap 2. Tabla 2.5 y 2.6	Ver Anexo 6-3
	MOM		N/A, Nivel1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.	N/A
	Suelos orgánicos		Método 1, Nivel 1c	Suplement IPCC. 2013. Table 2.1	Factor de remoción para suelos orgánicos plantaciones de corta rotación, para zona climática Tropical: 20 t CO_2-C ha^{-1} $año^{-1}$
4.A.2 Tierras convertidas a tierras forestales	Biomasa aérea	CO_2	Método 2, Nivel 2	IFN (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	Biomasa en t.m.s.ha Amazonía: 246,52 Andes: 86,38 Caribe: 82,42 Orinoquía: 83,07

Categorías		GEI	Metodología	Fuente información factores de emisión	Factores
					Pacífico: 226,86
	Biomasa subterránea		Método 2, Nivel 2	IFN (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	Biomasa en t.m.s.ha Amazonía: 51,01 Andes: 19,01 Caribe: 17,6 Orinoquía: 18,51 Pacífico: 45,98
	Detritos finos de madera		Método 2, Nivel 2	IFN (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha. Amazonía: 2,58 Andes: 1,09 Caribe: 0,85 Orinoquía: 1,65 Pacífico: 0,06
	Detritos gruesos de madera		Método 2, Nivel 2	IFN (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha. Amazonía: 3,03 Andes: 0,39 Caribe: 0,49 Orinoquía: 1,63 Pacífico: 1,18
	Árboles muertos en pie y tocones muertos		Método 2, Nivel 2	IFN (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha. Amazonía: 4,32 Andes: 1,52 Caribe: 1,19 Orinoquía: 1,2 Pacífico: 2,2
	Suelos		Método 2, Nivel 2	IFN (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.C Amazonía: 48,35 Andes: 94,17 Caribe: 42,17 Orinoquía: 34,73 Pacífico: 88,2
	Hojarasca		Método 2, Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 2. Tabla 2.2	Valor por defecto de bosque natural: 2.1 t.C ha^{-1}

6.5.3.3 *Dato de actividad*

Para la estimación de emisiones de la categoría 4.A.1.a Tierras forestales que permanecen como tales (bosque natural) se utilizan datos de consumo de leña en la población rural, los cuales son obtenidos a partir de los datos de porcentaje de hogares que utilizan leña para cocinar y el consumo de leña en kilogramos diarios por hogar obtenidos a partir de (DANE, 2020), y la población rural según las proyecciones y retroproyecciones del censo de población rural del DANE del año 2018, estos datos por departamento permiten tener un estimativo del dato de consumo de leña total por departamento y para el año 2019 y se hace una reconstrucción de los datos para años anteriores y posteriores al 2019 a partir de un coeficiente de reemplazo de la leña que refleja la dinámica de la matriz energética y sus distribuciones que implica que el consumo de leña disminuye al sustituirse por otros energéticos, hasta que se llega al 100 % de la población que consume leña. Adicionalmente se tiene la reducción del consumo de leña por la implementación de estufas eficientes en las áreas rurales del país, esta información a partir de los supuestos y propuestas de la medida de mitigación de consumo de leña planteado en la NDC de Colombia del año 2020 (Gobierno de Colombia, 2020). En la Tabla 238 se muestran los datos de consumo de leña obtenidos para el periodo 1990-2021 a nivel nacional.

Adicionalmente, para el reporte de las emisiones por pérdidas de carbono en suelos orgánicos (histosoles), en la categoría 4.A.1.a Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque natural) se emplean datos de área de suelos histosoles en áreas de bosque, obtenidos a partir del cruce del mapa de geopedología escala 1:100.000 (IGAC 2018), el mapa de clasificación climática de Caldas

Lang del IDEAM y el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos, escala 1:100.000, permitiendo obtener áreas de suelos orgánicos (histosoles) por tipo de uso de la tierra y clima, solo se cuenta con 1 solo periodo de análisis que corresponde al año 2018, por lo cual se asume que el área de suelos se mantiene estable en toda la serie temporal analizada (1990-2021) y corresponde a un valor de 337,31 hectáreas.

La Tabla 238 presenta los datos de actividad utilizados para la estimación de las emisiones por degradación del bosque natural, los cuales son generados por el SMByC a partir de los análisis de cambio del bosque natural, dado que esta es una subcategoría nueva, a la fecha se cuenta únicamente con datos para el periodo 2013-2021, por lo cual se hizo una reconstrucción de los datos de áreas para el periodo 1990-2012 teniendo en cuenta el comportamiento de la deforestación en este periodo, sin embargo, estos datos presentan una alta incertidumbre, dado que no se cuenta con otro dato que corrobore cómo se ha venido comportando la degradación en años anteriores al 2013, atendiendo el enfoque de obtención de los datos a partir de análisis de fragmentación.

Los datos de actividad empleados para la estimación de las emisiones por deforestación del bosque natural que se convierte en otras áreas de tierras forestales reportadas en la subcategoría 4.A.1.c, consisten en la superficie de bosque natural que se convierte en áreas de plantaciones forestales y arbustales (Ver Tabla 238); este dato es obtenido a partir de los mapas de cambio de bosque natural del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que reportan datos de deforestación (pérdida de bosque según la definición del país (Ver definición en Tabla 231), regeneración, bosque estable, áreas de no bosque estable y sin información para el periodo 1990-2012 y a partir del año 2013 cuenta con información desagregada de bosque estable y deforestación a nivel de bosque núcleo y bosque borde, esta última información como insumo para la última actualización del Nivel de Referencia de emisiones forestales del país sometido a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Para obtener el dato de área deforestada que se convierte en arbustales y plantaciones forestales se utiliza la tipificación de la deforestación que es el procedimiento que realiza el SMByC para determinar el cambio de coberturas/uso del suelo posterior al evento de deforestación por medio de un muestreo de puntos post-estratificado, esta información tiene un rezago de 4 años que es el espacio de tiempo de análisis para identificar que realmente se dio un cambio de cobertura permanente y no un cambio temporal, esta información está disponible para el periodo 2000-2018 sin discriminación de áreas en bosque núcleo y bosque borde y presenta los porcentajes de área deforestada que se convirtió en áreas de plantaciones y arbustales para el periodo de análisis. La información tanto de cambio en la superficie cubierta por bosque natural, como de la tipificación de la deforestación es obtenida a partir de solicitud formal escrita al SMByC.

De acuerdo con lo anterior el área que se convirtió de bosque natural a plantaciones forestales y arbustales, corresponde al producto del área deforestada en el año por el porcentaje de área que se convirtió en estas coberturas de acuerdo con el análisis de tipificación de la deforestación.

Dado que no se cuenta con datos anuales para el periodo 1990-2000 se asume que entre 1990 y 1999 cada año tuvo una superficie deforestada igual al total del área, divida en el número de años (10 años); para el año 2000 el área corresponde al promedio entre el área reportada para el año 1999 y la del año 2001. Para el periodo 2001 a 2012 se cuenta con información bienal, por lo tanto, los datos anuales corresponden al área deforestada dividida en el periodo evaluado (2 años); a partir del año 2013 se cuenta con datos anuales.

La información de áreas deforestadas en bosque núcleo y bosque borde para los años anteriores al 2013 son reconstruidos a partir del porcentaje promedio de participación en el periodo 2013-2021 de las áreas de bosque núcleo y de bosque borde respecto al total del área deforestada de cada año, por lo tanto, esta información tiene un alto grado de incertidumbre.

Para la tipificación de la deforestación en los años previos al año 2000, se emplearon los datos reportados en los cálculos de emisiones del BUR3 y para los años posteriores al 2018 se utilizó el promedio de los porcentajes de cambio presentados para el periodo 2013-2018

Los datos de actividad para la estimación de las emisiones/absorciones en áreas de plantaciones forestales comerciales se presentan en la Tabla 238, los cuales consisten en las áreas nuevas anuales implementadas con plantaciones forestales comerciales obteniendo información por registro de plantación en cada una de las fuentes de información y con las cuales se estiman las absorciones por la acumulación de biomasa aérea y subterránea en estas áreas, estos datos son obtenidos a partir del Boletín estadístico forestal del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Por su parte, para la estimación de las pérdidas de carbono en la biomasa por cosecha se emplean datos de turnos de aprovechamiento para cada uno de los registros además para los registros del ICA que tiene porcentaje de aprovechamiento se determina la emisión cuando estos sobrepasan el 60 %.

Los datos de actividad para la estimación de la subcategoría 4.A.2 se pueden observar en la Tabla 238 y consisten en las áreas de regeneración del bosque natural, es decir las áreas que estaban en otros usos y que de acuerdo con los mapas de cambio de bosque natural se identifican como nuevas áreas de bosque. Esta información es obtenida a partir de los mapas de cambio de bosque natural del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que reportan datos de deforestación (pérdida de bosque según la definición del país (Ver definición en Tabla 231)), regeneración, bosque estable, áreas de no bosque estable y sin información.

Para el periodo 1990-1999 se cuenta con un dato único, con el cual se asume que cada año en este periodo se regenera una cantidad igual de área que corresponde al área total regenerada del periodo dividida en 10 años. Al igual que en la deforestación para el año 2000 el área corresponde al promedio entre el área reportada para el año 1999 y la del año 2001. Para el periodo 2001 a 2012 se cuenta con información bienal, por lo tanto, los datos anuales corresponden al área regenerada dividida en el periodo evaluado (2 años); a partir del año 2013 se cuenta con datos anuales.

En la Tabla 237 se observan las fuentes de información de los datos de actividad para tierras forestales

Tabla 237. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.A. Tierras forestales

Categorías		Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente de datos	
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	Biomasa consumo leña	Población rural que consume leña	Población (1990-2021)	DANE	El dato de actividad se origina al multiplicar el valor de consumo de leña per cápita regional por la población rural que la consume. El valor de población rural lo reporta el DANE y el porcentaje de consumo en la población rural la UPME.
	MOM	No se requiere			Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos	Superficie (ha) de suelos en tierras forestales	Superficie constante (1990-2021)	Mapa Digital de Geopedología en Colombia 2018 - IGAC; Mapa de Ecosistemas Continentales. Costeros y Marinos de Colombia. Escala 1:100.000. versión 2.1. Año 2017 -IDEAM; Mapa de Biomas Naturales de Colombia 2014- IDEAM; Mapa de clasificación climática Caldas Lang - IDEAM	Esta emisión sólo se encuentra asociada al orden de Histosoles
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	Biomasa	Superficie degradada (ha)	Periodos: 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021	IDEAM (SMByC)	Esta información se encuentra desagregada a nivel de región. Para el periodo entre 1990-2012 se hace una reconstrucción de la serie.
	MOM				
	Suelos				

Categorías		Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente de datos	
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	Biomasa, MOM, suelos	Superficie de cambio (ha) que pasó de bosque natural a otra tierra forestal o viceversa	Periodos: 1990-2000. 2000-2002, 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008, 2008-2010, 2010-2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021.	IDEAM (SMByC)	Esta información se encuentra desagregada a nivel de región y bosque núcleo o intacto y bosque borde.
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Crecimiento y cosecha de biomasa	Superficie (ha) del área anual sembrada y cosechada de plantaciones forestales comerciales	1900-2021	ICA, MADR, IDEAM	Se hace reconstrucción de la base de área plantada histórica a partir de información de ICA y MADR. El área cosechada se estima a partir de los turnos de aprovechamiento de cada una de las especies reportadas.
	Incendios	Superficie anual (ha) incendiada de plantaciones forestales.	2002-2021	IDEAM (SNIF)	La superficie anual incendiada entre el año 1990 a 2001 se ajustó a partir de un modelo logarítmico que tiene en cuenta los fenómenos extremos de precipitación y sequía (IDEAM 2016).
	MOM	No se requiere			Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos orgánicos	Superficie (ha) de suelos orgánicos plantaciones	Superficie constante (1990-2021)	Mapa Digital de Geopedología en Colombia 2018 - IGAC; Mapa de Ecosistemas Continentales. Costeros y Marinos de Colombia. Escala 1:100.000. versión 2.1. Año 2017 -IDEAM; Mapa de Biomas Naturales de Colombia 2014- IDEAM; Mapa de clasificación climática Caldas Lang - IDEAM	Esta emisión sólo se encuentra asociada al orden de Histosoles
4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Biomasa	Superficie regenerada del bosque natural	Periodos: 1990-2000, 2000-2002, 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008, 2008-2010, 2010-2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021.	IDEAM (SMByC)	Esta información se encuentra desagregada a nivel de región
	MOM				
	Suelos				

En la Tabla 238 a continuación, se presentan los datos de actividad empleados para las estimaciones en la categoría 4.A. Tierras forestales, estos datos son consolidados nacionales que se presentan de manera agregada para proporcionar una orientación de la magnitud de los datos y para el diligenciamiento de las tablas de reporte común de los BTR.

Tabla 238. Datos de actividad para la categoría 4.A. Tierras forestales

Año	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural)	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tales (Degradación)	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Conversión de bosque natural a tierras forestales)		4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)			4.A.2 Tierras convertidas a tierras forestales
	Consumo de leña (ton)	Área degradada (has)	Bosque núcleo (has)	Bosque borde (has)	Área plantada (has)	Área cosechada (has)	Área en crecimiento (has)	Área en regeneración (has)
1990	8.340.003	220.797	27.887	89.862	5.100	564	5.100	5.062
1991	8.271.316	220.797	27.887	89.862	2.429	665	7.529	5.062
1992	8.208.091	220.797	27.887	89.862	3.085	1.499	10.614	5.062
1993	8.140.710	220.797	27.887	89.862	2.566	806	13.180	5.062
1994	8.068.979	220.797	27.887	89.862	4.948	1.170	18.128	5.062
1995	8.004.481	220.797	27.887	89.862	5.634	2.959	23.762	5.062
1996	7.925.364	220.797	27.887	89.862	6.659	3.146	30.421	5.062
1997	7.850.296	220.797	27.887	89.862	8.038	2.613	38.458	5.062
1998	7.762.241	220.797	27.887	89.862	8.748	2.428	47.207	5.062
1999	7.670.733	220.797	27.887	89.862	11.929	1.620	59.136	5.062
2000	7.581.168	169.184	21.508	64.798	13.784	2.845	72.920	5.062
2001	7.478.454	117.571	13.134	34.887	10.105	4.242	83.024	5.062
2002	7.388.774	117.571	13.134	34.887	9.711	3.121	92.735	5.062
2003	7.294.792	148.873	10.639	30.043	12.444	4.006	105.179	5.616
2004	7.202.204	148.873	10.639	30.043	23.380	4.542	128.559	5.616
2005	7.103.718	114.991	9.214	24.603	21.167	4.949	149.726	5.445
2006	7.007.947	114.991	9.214	24.603	27.396	2.607	177.123	5.445
2007	6.907.372	114.384	8.881	24.540	26.873	4.787	203.996	1.523
2008	6.798.796	114.384	8.881	24.540	41.005	4.900	245.001	1.523
2009	6.678.631	101.928	10.898	29.155	30.390	4.016	275.391	2.501
2010	6.557.775	101.928	10.898	29.155	32.342	6.182	307.733	2.501
2011	6.435.393	119.475	11.916	29.522	29.220	8.247	336.953	390
2012	6.309.336	119.475	11.916	29.522	31.810	11.630	368.764	390
2013	6.180.844	99.318	8.016	33.071	26.764	9.204	395.527	217
2014	6.051.164	114.729	13.611	51.714	26.005	12.103	421.533	107
2015	5.921.996	98.698	10.979	40.228	19.120	12.812	440.652	49
2016	5.798.714	151.999	12.703	37.617	20.703	16.675	461.356	23
2017	5.681.206	163.287	22.346	50.315	13.757	20.959	475.113	255
2018	5.585.564	163.854	28.892	58.257	15.015	23.709	490.128	4.985
2019	5.483.412	135.193	19.319	41.553	13.317	22.311	503.445	223
2020	5.406.593	165.164	22.281	43.501	8.685	28.844	512.131	24
2021	5.278.430	160.918	22.690	44.018	10.442	30.811	522.573	31

6.5.4 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que algunas fuentes de información no poseen los datos requeridos para estimaciones de emisiones de GEI a 2022. Sin embargo, para esta categoría se cuenta con los datos requeridos para la estimación hasta el año 2022.

6.5.5 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

La estimación de la categoría (4.A.) incluye tanto las absorciones como las emisiones de CO_2 en Tierras forestales que permanecen y Tierras convertidas a tierras forestales. Según la Tabla 239, entre 1990 y 2021, el nivel de incertidumbre ha disminuido en un 44,19%, con un promedio anual de 17,73%. Esta reducción en la incertidumbre se atribuye principalmente a una mejora en la calidad de los datos de actividad relacionados con los diferentes contenidos de carbono. Al analizar las subcategorías de GEI en tierras forestales, se observa que la subcategoría 4.A.1, que incluye tanto absorciones como emisiones, ha logrado las mayores reducciones en la incertidumbre, al mismo tiempo, la categoría 4.A.2, mostro una tendencia a la reducción de la incertidumbre en la estimación de absorción de CO_2.

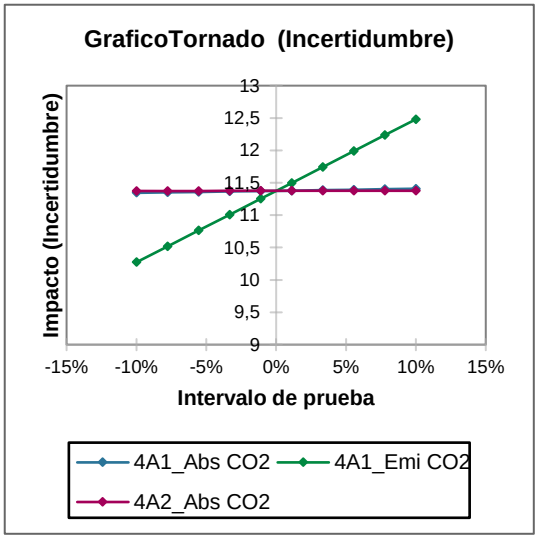
Tabla 239. Resultados de incertidumbre - Tierras forestales (4.A.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
4.A. Tierras forestales	TODOS	20,37	20,17	19,57	18,19	17,33	15,54	12,24	11,37	NA[24]
	Abs CO_2	28,70	22,43	19,87	18,03	16,98	15,47	13,08	12,79	NA
	Emi CO_2	20,10	19,66	18,53	16,07	13,62	11,50	10,40	9,72	NA
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	TODOS	20,34	19,97	19,12	17,24	16,15	14,69	11,94	11,10	DA
	Abs CO_2	32,19	28,65	24,79	23,79	21,79	18,49	15,42	14,78	NA
	Emi CO_2	20,10	19,66	18,53	16,07	13,62	11,50	10,40	9,72	NA
4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	TODOS	42,15	36,08	32,63	27,65	23,92	20,48	9,73	17,75	DA
	Abs CO_2	42,15	36,08	32,63	27,65	23,92	20,48	9,73	17,75	NA
	Emi CO_2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA

La Figura 202, presenta los resultados numéricos del análisis de sensibilidad de los datos de incertidumbre para el año 2021, junto con su gráfico de tornado. Este análisis permite visualizar la influencia de las diferentes subcategorías en la incertidumbre total, destacando aquellas con mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, se observa que la subcategoría 4A1_Emi CO2, es la más sensible, contribuyendo con un 99% a la incertidumbre total, debido a que presentan las mayores emisiones. La subcategoría 4A1_Emi CO2, tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 4.A., contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±1,10% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±11,37%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 10,27% y 12,48%.

[24] Para determinar la influencia del DA (Dato de Actividad) o FE (Factor de Emisión) en la incertidumbre, se consideran sus rangos de incertidumbre para cada subcategoría. Por esta razón, se coloca "NA" (No Aplica) cuando el rango del gas ya ha sido tomado en cuenta.

a)



b)

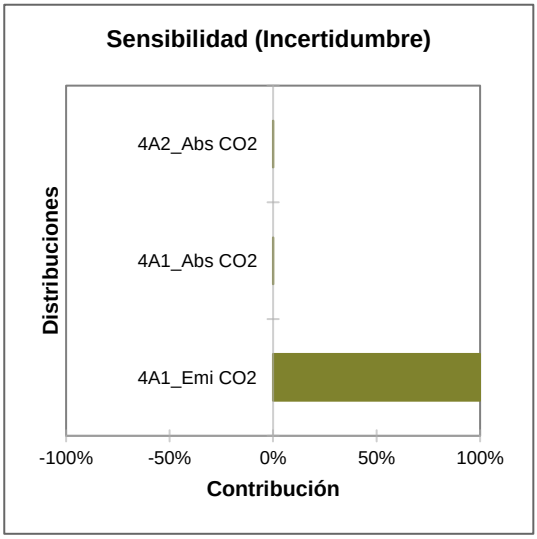


Figura 202. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones para Tierras forestales (4.A.) para el 2021

6.5.6 AC/CC y verificación de la categoría

Como parte de los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario general del sector se siguieron las siguientes actividades de acuerdo con lo sugerido en el Capítulo 6, Vol.1 de las Directrices del IPCC de 2006 y el protocolo de CC/AC del INGEI:

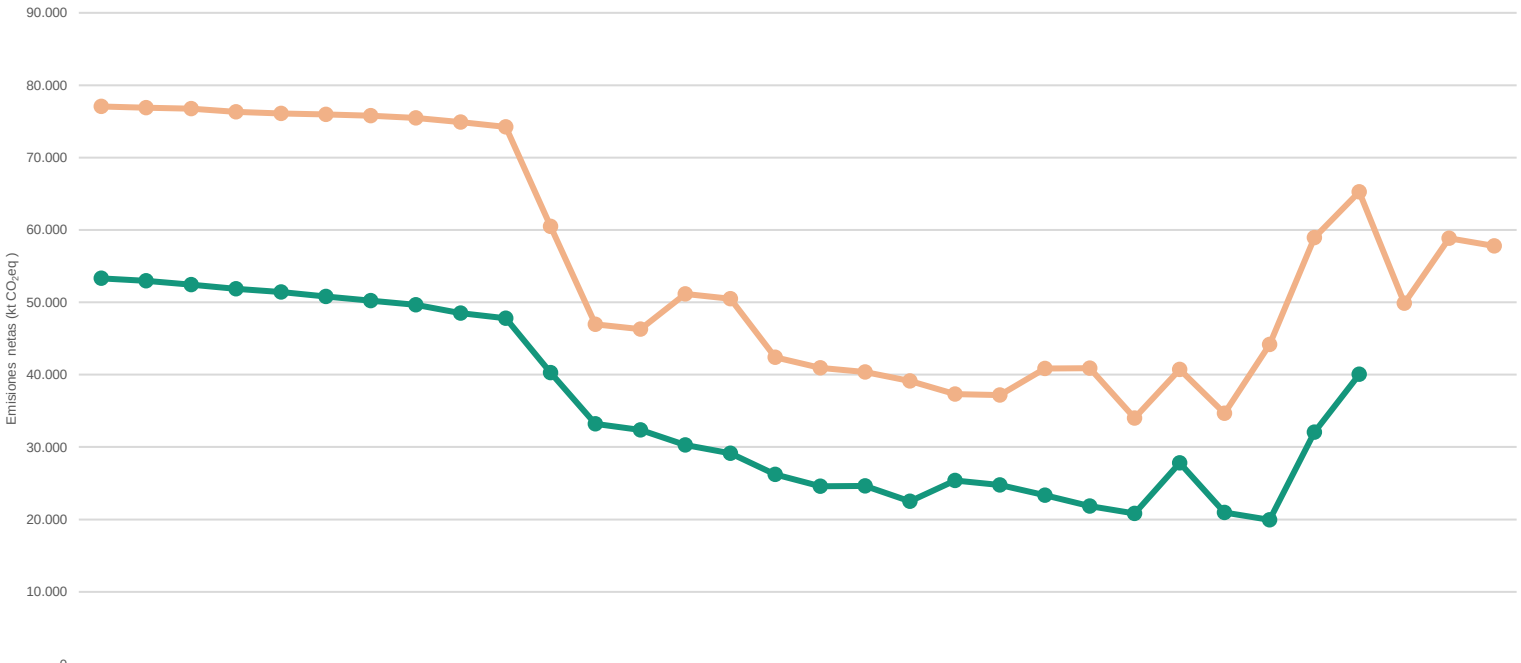
1. Comprobación de errores de transcripción, tendencias y valores atípicos en los datos empleados en las estimaciones a partir de la realización y evaluación de gráficos de tendencia de los datos de actividad y de las emisiones obtenidas para cada categoría y su comparación con los resultados obtenidos para informes de inventario previos.
2. Reproducción al azar de las estimaciones de emisiones y absorciones de las diferentes categorías para verificar que se estén aplicando adecuadamente las metodologías de estimación y las fórmulas correspondientes.
3. Verificación de unidades de reporte de datos de actividad y factores de emisión y presentación adecuada de las mismas dentro de cada una de las hojas de cálculo y de reporte de cada una de las subcategorías en todas las series temporales.
4. Como parte del sistema de archivo del inventario general se han consolidado las hojas de cálculo y formatos de datos de actividad y factores de emisión empleados para las estimaciones de la categoría, teniendo en cuenta el uso de nomenclatura entendible y homologada como mecanismo para garantizar la transparencia y trazabilidad de las estimaciones de GEI.
5. Comprobación de la coherencia general de las proporciones de emisiones históricas de las emisiones por categorías con las estimaciones presentadas en informes de inventario previos.
6. Control de agregación correcta de las estimaciones de emisiones desde el nivel departamental y regional al nacional en la categoría.
7. Para garantizar la adecuada replicación y seguimiento de los cálculos, para cada subcategoría se presentan archivos Excel que incluyen los datos de actividad, factores de emisión y la relación entre los mismos para la obtención, consolidación y reporte de la estimación final.
8. Como parte de los procesos de socialización de las estimaciones de emisiones del sector LULUCF en el país, se han desarrollado mesas de trabajo con los diferentes gremios y

actores de relevancia a fin de discutir y validar los datos empleados y las estimaciones finales obtenidas, con entidades como Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MinAgricultura), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

6.5.7 Recálculos de la categoría

En la Figura 203 se presenta la comparación de las emisiones netas de la categoría tierras forestales presentadas en el reporte anterior (BUR3) con el BTR1, se observa que en toda la serie temporal se presenta un aumento de las emisiones cuya diferencia entre ambos reportes en términos de emisiones para el periodo 1990-2018 osciló entre 11.951,96 y 26.850,46 kt CO_2 eq, lo que equivale a una variación promedio histórica para el periodo comparable entre ambos reportes del 36,89%; este comportamiento obedeció principalmente a la inclusión de estimaciones por la degradación del bosque natural que no eran reportadas en el BUR3 y que para el año 2021 en el BTR correspondieron al 55,49% de las emisiones de la categoría 4.A. Tierras forestales.

Otras diferencias que generan las diferencias en el comportamiento de los datos entre los dos reportes están relacionados con la inclusión de datos de porcentaje de consumo de leña y consumos de leña en la población rural a nivel departamental empleando datos de la Encuesta de Calidad de Vida del año 2019 y que en BUR3 solo se presentaba para 8 de los 32 departamentos del país, asumiendo para el resto valores del orden nacional; también se realizan ajustes a las estimaciones por deforestación del Bosque natural desagregándolas por estratos de bosque núcleo y bosque borde y empleando los factores de contenidos de carbono en la biomasa aérea, subterránea, suelos y detritos de madera con la última actualización del IFN reportados en (MinAmbiente; IDEAM, 2024); se recalculó toda la serie de estimación de emisiones con los datos de actividad más actualizados a la fecha y se utiliza información más refinada de factores de emisión en plantaciones forestales desagregados a nivel regional; y se recalcularon las estimaciones por regeneración del bosque natural con la actualización de los factores de contenidos de carbono del bosque por región, empleando un enfoque de estimación de absorciones brutas.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3B1 - Tierras forestales - BUR3	53304	52963	52420	51840	51403	50784	50204	49651	48505	47814	40257	33216	32350	30295	29144	26208	24587	24641	22517	25352	24735	23322	21823	20838	27805	20930	19937	32068	40055			
4.A. Tierras forestales - BTR1	77059	76868	76771	76333	76110	75975	75771	75461	74882	74219	60498	46972	46282	51168	50502	42378	40952	40373	39113	37304	37174	40840	40900	34007	40725	34655	44169	58919	65250	49877	58860	57797

Figura 203. Comparación BUR3 vs BTR1 para tierras forestales

6.5.8 Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 240 a continuación se describe el plan de mejora planteado para la categoría 4.A. Tierras forestales:

Tabla 240. Plan de mejora para 4.A. Tierras forestales

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
4.A. Tierras forestales	Desagregación de las diferentes coberturas identificadas para tierras forestales y desagregarlas por tipo de suelo (minerales/ orgánicos)	A partir de los mapas de suelos del país, hacer la homologación de los suelos a categorías IPCC e identificar cuales se consideran como minerales u orgánicos y su discriminación por tipo de cobertura.		X	X			Mediano	IDEAM-SEA-ECOPETROL	Ejecución
	Ajustar el reporte de emisiones de permanencias, reportadas en esta categoría incluyendo claramente las pérdidas y ganancias por tipo de cobertura identificada de según la ecuación 2.11 de las directrices del IPCC del 2006 y las MPGs	Organizar las categorías de reporte presentadas hasta el momento dentro de la categoría 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	X		X		X	Corto	IDEAM-SEA	Planeación
4.A.1.a Tierras forestales que permanecen como tales (bosque natural)	Mejora en el enfoque de análisis de la degradación del bosque natural.	Análisis de la degradación del bosque natural teniendo en cuenta actividades asociadas con la pérdida permanente o temporal de reservas de carbono en los bosques tales como incendios, cosechas, cercanía a vías, etc.		X	X			Largo	IDEAM - SMByC	Planeación
	Mejora de factores para la estimación de pérdidas y ganancias de contenidos de carbono por degradación	Incluir el refinamiento de factores por degradación con la información del procesamiento del 100 % de las unidades muestrales del IFN.		X				Corto	IDEAM-IFN	Ejecución
	Mejora en la completitud de los datos de degradación para el periodo 1990-2012 para los cuales no se cuenta con información	Revisión y ajuste de la reconstrucción de datos faltantes de degradación para el periodo 1990-2012, atendiendo lo sugerido en las Directrices del IPCC para completar datos faltantes	X	X	X			Corto	IDEAM-SEA	Planeación
4.A.1.c. Tierras	Actualización del análisis de tipificación de la deforestación	Incluir dentro del análisis de tipificación de la deforestación la		X	X		X	Mediano	IDEAM - SMByC	Ejecución

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
forestales que permanecen como tales (Conversión de bosque natural a tierras forestales)		desagregación de la deforestación a nivel de bosque núcleo y bosque borde, así como completar el análisis hasta el último año más actual posible.								
	Mejora en la completitud de los datos de tipificación de la deforestación.	Revisión y ajuste de la reconstrucción de datos faltantes de la tipificación de la deforestación para el periodo 1990-2000, atendiendo lo sugerido en las Directrices del IPCC para completar datos faltantes	X	X	X			Corto	IDEAM-SEA	Planeación
	Reportar estimaciones de emisiones para otras tierras forestales no contempladas hasta la fecha	A partir de los análisis de los mapas de coberturas CLC identificar otras áreas forestales que no cumplan con la definición de bosque natural contemplada en los análisis del SMByC, así como identificar el uso previo y posterior a los cambios en tierras forestales			X			Mediano	IDEAM-SEA-ECOPETROL	Ejecución
	Mejora de factores para la estimación de pérdidas y ganancias de contenidos de carbono por deforestación	Incluir el refinamiento de factores por deforestación con la información del procesamiento del 100 % de las unidades muestrales del IFN. Así mismo, se requiere la recopilación de contenidos de carbono en usos diferentes al bosque natural para los depósitos diferentes a biomasa.		X	X			Mediano	IDEAM-IFN IDEAM-SEA	Planeación
	Reporte de emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, reportadas dentro del sector Agricultura	Reportar dentro de la subcategoría 4.(III). las emisiones reportadas en la subcategoría 3.D.1.e en el sector agricultura y que corresponden a emisiones generadas en tierras forestales	X		X		X	Corto	IDEAM	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
4.A.2 Tierras convertidas a tierras forestales	Determinar los usos y cambios de uso a partir del mapa de coberturas CLC.	Identificar el cambio de uso de otros usos a tierras forestales para completar la matriz de cambio.		X	X		X	Corto	IDEAM	Ejecución
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tales (Plantaciones forestales comerciales)	Incluir estimaciones de emisiones directas de N_2O procedentes de aportes de N En áreas de plantaciones forestales comerciales.	Recopilar la información de aplicación de fertilizantes nitrogenados en áreas de plantaciones forestales comerciales a partir de consultas a expertos y revisión de literatura disponible		X	X			Corto	IDEAM	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

6.6 Cultivos (CRT 4.B.)

6.6.1 Descripción de la categoría

En esta categoría se registran las emisiones y absorciones de CO_2 que corresponden a la tierra en uso con cultivos y a las que cambian de otros usos a cultivos, en los depósitos de biomasa, materia orgánica muerta (MOM) y suelos. Esta categoría contiene las subcategorías de 4.B.1. Cultivos que permanecen como tales y 4.B.2. Tierras convertidas en Cultivos. A continuación, se describen las subcategorías reportadas:

4.B.1. Cultivos que permanecen como tales. En esta subcategoría se reportan las pérdidas y ganancias de carbono en 11 cultivos permanentes que cuentan con representatividad a nivel nacional, factores de emisión disponibles y han sido priorizados por el MinAgricultura dentro de las acciones de mitigación planteadas por el sector agropecuario:

- 4.B.1.a. Cultivo de café
- 4.B.1.b. Palma de aceite
- 4.B.1.c. Cacao
- 4.B.1.d. Aguacate
- 4.B.1.e. Caucho
- 4.B.1.f. Mango
- 4.B.1.g. Limón
- 4.B.1.h. Mandarina
- 4.B.1.i. Naranja
- 4.B.1.j. Tangelo
- 4.B.1.k. Marañón
- 4.B.1.l. Otro

En cada categoría se calculan las emisiones por perdidas de áreas y resiembras y las absorciones determinadas por el incremento de la biomasa debido al crecimiento de los cultivos.

Finalmente, en la categoría 4.B.1.l. Otro, se incluyen las emisiones de CO_2 generadas por la quema de biomasa y las estimaciones por la gestión de suelos orgánicos.

No se estiman pérdidas y ganancias en cultivos anuales ya que según las Directrices del IPCC de 2006 las existencias de biomasa cada año equivalen a las pérdidas producidas por la cosecha y la mortalidad en el mismo año.

4.B.2. Tierras convertidas en Cultivos. En esta subcategoría se incluye únicamente el grupo de 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos y se estiman los cambios en los contenidos de carbono en los depósitos de biomasa, MOM y suelos.

Para el BTR1 no se lograron reportar las emisiones de N_2O por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, las emisiones y absorciones provenientes del drenaje y rehumedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales, ni las emisiones directas de N_2O procedentes de aportes de N a suelos gestionados; como parte del plan de mejora se plantea la revisión y ajuste de la información relacionada con estas categorías que se está reportando en el sector agricultura y recopilar los datos de actividad necesarios para la estimación de estas emisiones en tierras de cultivo.

En la Figura 204 se presenta el árbol de subcategorías para la categoría 4.B. Cultivos.

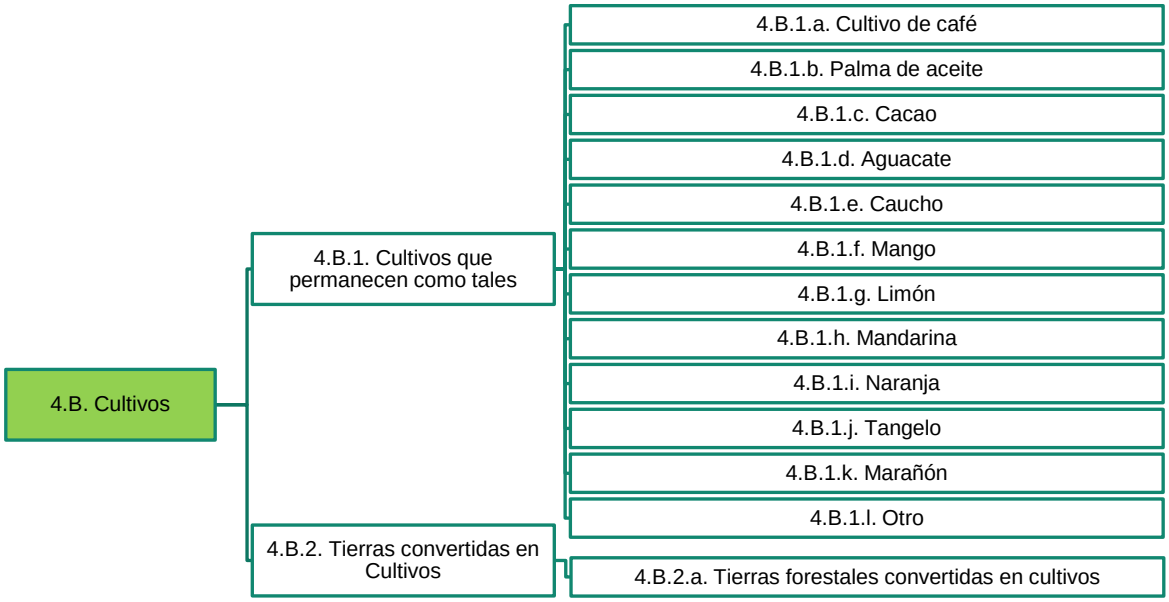


Figura 204. Categorías de reporte sector 4.B. Cultivos

6.6.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

En la categoría 4.B. Cultivos, las emisiones promedio históricas de 1990 a 2021 corresponden a 11.137,06 kt CO_2eq que representan el 9,95 % en las emisiones del sector LULUCF en toda la serie histórica y un promedio de -1.836,16 kt CO_2eq que representa el 43,14 % de las absorciones. Las emisiones del año 1990 fueron 15.490,45 kt CO_2eq (12,15 % del total del sector en ese año), siendo 47,14 % mayores respecto a las del 2021 que corresponden a 7.302,56 kt CO_2eq (6,11 % del total del sector para ese año).

Por su parte las absorciones del año 1990 fueron -4.660,79 (81,12 % del total del sector en ese año), mostrando un aumento en el año 2021 de 196,79 % respecto a 1990 con un total de -9.171,91 (40,17 % del total del sector en ese año) y una tasa de crecimiento anual compuesta para el periodo 1990-2021 de -2,40 % para las emisiones y de 2,21 % para las absorciones.

Las emisiones de los últimos años son mucho más pequeñas en comparación con los primeros 10 años de reporte, en el año 1999 se presentan las mayores emisiones con 17.198,69 kt CO_2eq; finalmente, las menores emisiones de la categoría se presentan en el año 2021 con 7.302,56 kt CO_2eq. En cuanto a absorciones encontramos que el año 2021 es el más alto con -9.171,91 kt CO_2eq y el año 1997 es el más bajo con -4.551,88 kt CO_2eq.

En la Tabla 241 se resumen los resultados de las estimaciones de GEI para la categoría cultivos, donde se evidencia que en términos de emisiones, la categoría 4.A.1 Cultivos que permanecen como tales reporta las mayores emisiones, correspondientes a un promedio histórico de 6.403,81 kt CO_2eq (57,50 %), por su parte la categoría 4.A.2 Tierras convertidas en cultivos donde se reportan las emisiones por la conversión del bosque natural en áreas de cultivos presenta un promedio histórico de 4.733,25 kt CO_2eq que corresponden al 42,50 % de las emisiones de la categoría 4.B.

En términos de absorciones, el 100 % son reportadas en la categoría 4.A.1, evidenciando la acumulación de carbono, principalmente en la biomasa de los cultivos permanentes, con un promedio histórico de -5.972,61 kt CO_2eq.

En la siguiente tabla se observan los resultados cada 5 años de las estimaciones de emisiones y absorciones en la categoría 4.B Cultivos:

Tabla 241. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.B. Cultivos

SUBCATEGORÍA	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
EMISIONES								
4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	**5.378,64**	**5.445,47**	**5.515,23**	**6.052,63**	**6.751,37**	**6.875,28**	**7.135,63**	**6.674,77**
4.B.1.a. Cultivo de café	3.682,43	3.511,18	3.129,98	3.198,12	3.183,06	3.297,23	2.819,11	2.720,42
4.B.1.b. Palma de aceite	8,68	57,37	68,03	53,68	22,63	347,52	290,49	272,65
4.B.1.c. Cacao	0,00	0,00	0,00	30,50	18,72	61,29	179,22	150,01
4.B.1.d. Aguacate	0,00	13,05	70,78	41,99	56,78	71,26	107,29	72,68
4.B.1.e. Caucho	0,00	0,00	0,00	0,00	17,09	34,19	1,03	1,03
4.B.1.f. Mango	0,00	15,78	24,18	48,62	389,48	78,83	111,57	75,60
4.B.1.g. Limón	0,00	0,00	54,63	15,95	19,57	50,83	51,57	52,73
4.B.1.h. Mandarina	0,00	0,00	0,00	168,60	21,14	6,01	48,22	45,01
4.B.1.i. Naranja	0,00	0,65	0,00	12,03	94,63	105,49	119,38	38,80
4.B.1.j. Tangelo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	0,35
4.B.1.k. Marañón	NE	NE	NE	NE	3,25	5,76	29,74	21,99
4.B.1.l. Otro	1.687,53	1.847,44	2.167,64	2.483,13	2.925,03	2.816,87	3.376,81	3.223,50
4.B.2. Tierras convertidas en cultivos	**10.111,82**	**11.016,43**	**6.124,64**	**2.129,35**	**2.093,54**	**1.240,94**	**622,34**	**627,80**
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	10.111,82	11.016,43	6.124,64	2.129,35	2.093,54	1240,94	622,34	627,80
ABSORCIONES								
4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	**-4.660,79**	**-4.756,96**	**-4.896,99**	**-5.665,32**	**-5.884,24**	**-7.303,60**	**-8.580,00**	**-9.171,91**
4.B.1.a. Cultivo de café	-2.967,43	-2.967,51	-2.922,92	-3.074,86	-3.308,56	-3.484,97	-3.283,37	-3.339,24
4.B.1.b. Palma de aceite	-367,50	-415,36	-512,13	-900,20	-1278,19	-1559,23	-1889,44	-1777,15
4.B.1.c. Cacao	-1.169,50	-1.169,50	-11.69,50	-1.322,09	-794,82	-1.344,09	-1.972,00	-2.131,94
4.B.1.d. Aguacate	-35,28	-55,22	-63,39	-89,17	-84,94	-150,95	-312,45	-371,64
4.B.1.e. Caucho	-55,07	-55,07	-55,07	-55,07	-108,46	-330,04	-519,73	-549,25
4.B.1.f. Mango	-42,09	-47,18	-68,69	-98,61	-92,81	-124,29	-168,85	-182,36
4.B.1.g. Limón	-1,96	-22,05	-33,37	-56,82	-52,02	-75,73	-162,06	-310,01
4.B.1.h. Mandarina	-0,06	-1,36	-27,97	-8,99	-65,08	-89,00	-106,91	-153,13
4.B.1.i. Naranja	-21,90	-23,70	-43,97	-59,51	-96,31	-134,37	-153,83	-311,09
4.B.1.j. Tangelo	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,37	-0,37	-0,59
4.B.1.k. Marañón	NE	NE	NE	NE	-2,86	-10,55	-11,01	-45,51
4.B.1.l. Otro	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.B.2. Tierras convertidas en cultivos	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

NE: No estimado, NA: No aplica

Dentro de las emisiones promedio históricas, las categorías más representativas son 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos con un aporte del 42,50 %, seguida de 4.B.1.a. Cultivo de café 29,65 % (3.302,20 kt CO_2eq) y 4.B.1.l. Otro 22,35 % (2.489,08 kt CO_2eq) donde se reportan las emisiones de CO_2 por quema de biomasa y la gestión de suelos orgánicos en áreas de cultivos.

En las absorciones promedio históricas se destacan las reportadas por la categorías 4.B.1.a. Cultivo de café 52,21 % (-3.118,21 kt CO_2eq), 4.B.1.c. Cacao con el 21,98 % (-1.312,94 kt CO_2eq) y 4.B.1.b. Palma de aceite 16,64 % (-994,05 kt CO_2eq).

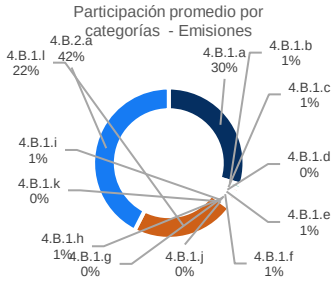
Las emisiones y absorciones del cultivo de café están determinadas por un área constante a través de los años teniendo en cuenta la importancia de este cultivo para el país, contando en 1990 con 946.500,48 has y en 2021 con 833.011,05 has; no obstante, el cultivo de café mantiene unas áreas estables que se van tecnificando con el tiempo y agregan más áreas con sombrío en sistemas agroforestales lo que permite más almacenamiento de carbono en la biomasa lo cual se ve reflejado en las absorciones de la serie histórica, que reportaron para el año 1990 -2.967,42 kt CO_2eq y -3.339,24 kt CO_2eq en 2021. (Farfán Valencia, Fernando, 2014). (Farfán Valencia & Mestre Mestre, 2004).

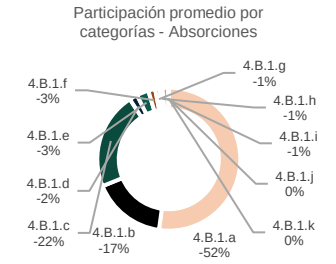
El tercer cultivo más relevante por su impacto en las absorciones de la categoría es la palma de aceite, este cultivo se comenzó a presentar en el país para el año 1945, logrando en el año 1990 un área de 119.364,87 has que representan -367,50 kt CO_2eq, este cultivo tuvo un gran impulso por parte de los gobiernos nacionales en la década de los 2000, por medio de una nueva política y táctica de progreso, con la producción de biocombustibles y en la década de los 2010 con otra nueva estrategia del gobierno denominada “Ola Agro” continuando su incremento en área hasta alcanzar las 576.043 has en 2021 equivalentes a -1.777,14 kt CO_2eq (Pertuz Martínez & Santamaría Escobar, 2014), (SISPA, 2021).

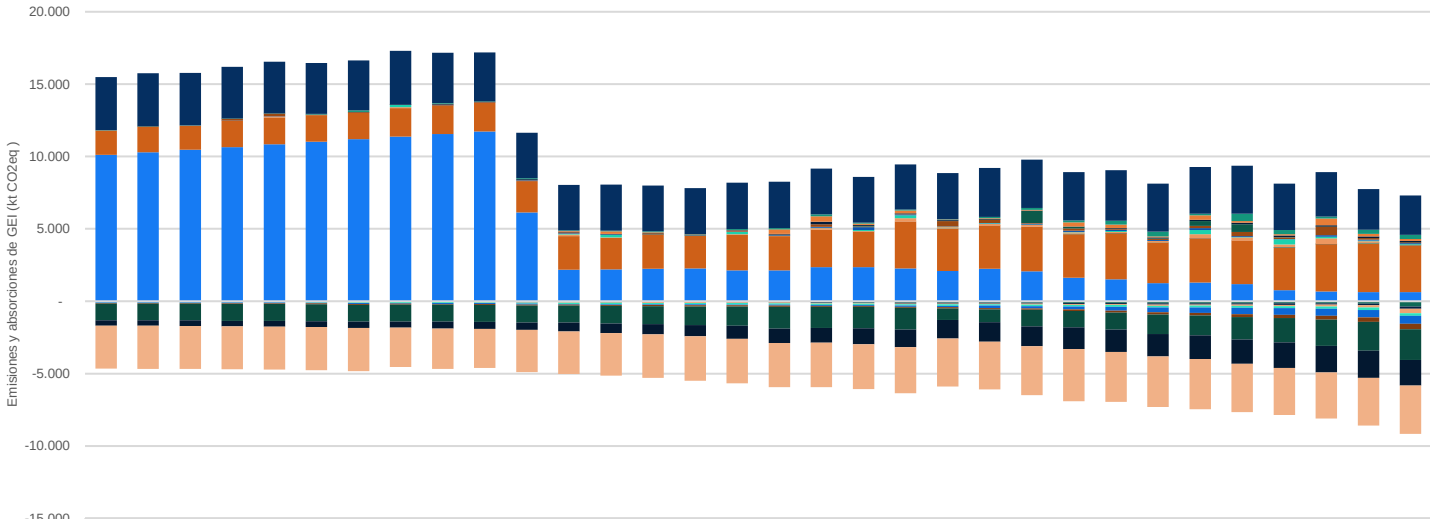
La Figura 205 muestra el comportamiento de las emisiones y absorciones para la serie 1990-2021, observando que en términos de emisiones la tendencia la marca el comportamiento de las emisiones por deforestación de las áreas de bosque que se convierte en áreas de cultivo, reportando las mayores emisiones en el periodo 1990-1999 para posteriormente registrar un punto de inflexión decreciente en el año 2000 y mantener un comportamiento relativamente estable hasta el final de la serie. En cuanto a las absorciones se evidencia un comportamiento estable en la primera década, seguida de un incremento uniforme hasta el año 2021.

La deforestación asociada a cultivos se contempla en la categoría de 4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos; no obstante, la deforestación se encuentra caracterizada en su mayoría por la presencia posterior de pastos u otra vegetación de tipo arbustiva como rastrojos. Dentro de los cultivos se le ha dado importancia a la palma de aceite como motor de la deforestación; sin embargo, diversos análisis han determinado que el porcentaje de bosque que se pierde para la implementación de cultivos de palma no es significativo en comparación con otras coberturas (González, et al., 2018).

En el año 1999 se presentan las mayores emisiones de la serie con un total de 17.198,69 kt CO_2eq y las menores en el año 2021 con 7.302,56 kt CO_2eq, por su parte las absorciones presentan un comportamiento inverso, reportando los mayores valores en el año 1997 con -4.551,88 kt CO_2eq y los menores en el año 2021 con -9.171,91 kt CO_2eq.







	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.B.1.a. Cultivo de café	3.68	3.66	3.61	3.57	3.54	3.51	3.45	3.73	3.48	3.37	3.13	3.14	3.20	3.14	3.18	3.19	3.19	3.17	3.18	3.12	3.18	3.38	3.34	3.32	3.48	3.29	3.23	3.30	3.19	3.06	2.81	2.72
4.B.1.b. Palma de aceite	9	1	19	16	11	57	103	-	49	17	68	37	34	80	32	54	84	130	50	55	23	83	133	127	268	348	116	518	283	126	290	273
4.B.1.c. Cacao	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	177	42	14	30	302	361	101	210	19	44	38	287	238	61	305	113	88	471	179	150
4.B.1.d. Aguacate	-	-	-	1	26	13	13	10	63	36	71	50	18	26	14	42	60	182	66	25	57	48	30	36	43	71	80	96	124	80	107	73
4.B.1.e. Caucho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	14	17	8	841	102	1	34	335	539	8	4	1	1
4.B.1.f. Mango	-	-	-	131	194	16	1	1	30	64	24	46	5	79	15	49	50	181	49	15	389	228	47	159	78	79	168	275	126	593	112	76
4.B.1.g. Limón	-	-	-	0	12	-	-	7	0	1	55	54	53	19	8	16	40	71	199	63	20	20	47	84	85	51	119	64	9	122	52	53
4.B.1.h. Mandarina	-	-	-	-	-	-	-	161	-	-	-	45	176	13	10	169	3	20	59	211	21	58	18	22	59	6	298	35	369	110	48	45
4.B.1.i. Naranja	-	-	-	25	40	1	-	59	-	17	-	108	22	1	15	12	8	107	49	212	95	129	131	92	100	105	279	249	183	391	119	39
4.B.1.j. Tangelo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	-	0	0	0	1	1	0
4.B.1.k. Marañón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	3	-	-	47	0	6	-	-	61	1	30	22
4.B.1.l. Otro	1.68	1.79	1.66	1.80	1.87	1.84	1.86	1.96	1.98	1.95	2.16	2.31	2.19	2.33	2.26	2.48	2.36	2.59	2.45	3.25	2.92	2.96	3.07	3.00	3.16	2.81	3.05	2.97	2.91	3.28	3.37	3.22
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	10.1	10.2	10.4	10.6	10.8	11.0	11.1	11.3	11.5	11.7	6.12	2.18	2.19	2.24	2.25	2.12	2.13	2.34	2.35	2.26	2.09	2.24	2.07	1.62	1.52	1.24	1.29	1.18	762	668	622	628
4.B.1.a. Cultivo de café - Absorciones	-2.96	-2.96	-2.96	-2.96	-2.96	-2.96	-2.97	-2.72	-2.78	-2.70	-2.92	-2.94	-2.94	-3.00	-3.07	-3.07	-3.04	-3.09	-3.10	-3.18	-3.30	-3.29	-3.37	-3.60	-3.44	-3.48	-3.47	-3.33	-3.25	-3.20	-3.28	-3.33
4.B.1.b. Palma de aceite - Absorciones	-368	-376	-386	-386	-396	-415	-433	-432	-475	-486	-512	-600	-662	-709	-768	-900	-1.00	-1.01	-1.10	-1.21	-1.27	-1.34	-1.38	-1.51	-1.54	-1.55	-1.61	-1.66	-1.76	-1.82	-1.88	-1.77
4.B.1.c. Cacao - Absorciones	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	-1.16	-1.17	-1.19	-1.24	-1.28	-1.32	-1.50	-1.45	-1.48	-1.50	-795	-883	-1.13	-1.11	-1.17	-1.34	-1.39	-1.54	-1.67	-1.80	-1.97	-2.13
4.B.1.d. Aguacate - Absorciones	-35	-35	-35	-46	-45	-55	-59	-59	-62	-61	-63	-66	-75	-84	-86	-89	-92	-69	-70	-76	-85	-96	-109	-126	-136	-151	-161	-205	-219	-266	-312	-372
4.B.1.e. Caucho - Absorciones	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-55	-62	-86	-108	-159	-140	-189	-274	-330	-391	-432	-461	-490	-520	-549
4.B.1.f. Mango - Absorciones	-42	-42	-42	-47	-46	-47	-56	-59	-61	-62	-69	-73	-92	-93	-96	-99	-98	-89	-89	-97	-93	-92	-112	-116	-121	-124	-133	-137	-145	-147	-169	-182
4.B.1.g. Limón - Absorciones	-2	-2	-2	-10	-17	-22	-24	-24	-27	-32	-33	-46	-49	-51	-51	-57	-58	-60	-45	-46	-52	-51	-61	-56	-63	-76	-68	-89	-96	-134	-162	-310
4.B.1.h. Mandarina - Absorciones	-0	-0	-0	-0	-1	-1	-20	-2	-4	-5	-28	-23	-9	-9	-8	-9	-9	-26	-22	-62	-65	-67	-70	-73	-69	-89	-81	-88	-93	-95	-107	-153
4.B.1.i. Naranja - Absorciones	-22	-22	-22	-23	-23	-24	-30	-29	-31	-32	-44	-36	-49	-57	-57	-60	-67	-85	-90	-91	-96	-92	-94	-112	-115	-134	-129	-134	-140	-131	-154	-311
4.B.1.j. Tangelo - Absorciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-1
4.B.1.k. Marañón - Absorciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-2	-3	-3	-3	-5	-10	-6	-11	-11	-12	-14	-10	-11	-11	-46

Figura 205. Emisiones del sector 4.B. Cultivos

6.6.3 Metodología

Para las estimaciones de emisiones en tierras de cultivos que permanecen se emplea método 1 para la representación coherente de las tierras, nivel metodológico 2 para los cultivos de café, palma de aceite, cacao, aguacate, caucho, mango, limón, mandarina, naranja, tangelo, marañón, cacao y nivel 1c para las estimaciones por la gestión de suelos histosoles e incendios en áreas de cultivos reportadas en la categoría 4.B.1.l Otro. Para las emisiones por los cambios en los contenidos de carbono por la conversión tierras forestales a cultivos se emplea método 3 para la representación coherente de las tierras y nivel metodológico 2 para la estimación de cambios en los contenidos de carbono en biomasa, MOM y suelos.
A continuación, se describe la información de los métodos de cálculo, datos de actividad y factores de emisión empleados para la estimación de las absorciones/emisiones de la categoría 4.B. Cultivos.

6.6.3.1 *Método de estimación*

De forma general, para el cálculo de las emisiones y absorciones de la categoría 4.B. Cultivos, se emplea metodología de nivel 2. En el Cuadro 48 se presentan las ecuaciones utilizadas para la estimación de las subcategorías de cultivos que permanecen en el mismo uso y de las tierras que cambian a tierras de cultivo:

4.B.1. Cultivos que permanecen como tales

Ecuación 2.7 Cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en una categoría en particular de uso de la tierra (método de pérdidas y ganancias) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Dónde:
ΔC_B = Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
ΔC_G = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
ΔC_L = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

Ecuación 2.9 Incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa. En tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_G = \Sigma(A * G_{total} * CF)$$

Dónde:
ΔC_G = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
A= Área de tierras que permanecen en la misma categoría. ha
G_{total} = Crecimiento medio anual de la biomasa. t m.s ha^{-1} año^{-1}
CF = Fracción de carbono de la materia seca. t C (tonelada m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.10 Incrementos anules promedio de la biomasa (Nivel 1) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$G_{total} = \Sigma\left(G_w * (1 + R)\right)$$

Dónde:
G_{total} = Crecimiento medio anual de la biomasa. t m.s ha^{-1} año^{-1}
G_w = Crecimiento medio anual de la biomasa por encima del suelo. t m.s ha^{-1} año^{-1}
R = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo. t_{bg} m.s (t_{ag} m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.11 Reducción anual de las existencias de carbono en biomasa. En tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra (Métodos de diferencia de existencias). (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_L = L_{remoción-bosques} + L_{madera-combustible} + L_{perturbación}$$

Dónde:
ΔC_L = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
$L_{remoción-bosques}$ = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de madera*. t C año^{-1}
$L_{madera-combustible}$ = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de leña-combustible. t Caño^{-1}
$L_{perturbación}$= Pérdida anual de carbono debido a perturbaciones*. t C año^{-1}

Ecuación 2.12 Pérdida anual de carbono en la biomasa por remociones de bosques. (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$L_{remoción-bosques} = \{H * BCEF_R * (1 + R) * CF\}$$

Dónde:
$\mathbf{L_{remoción-bosques}}$ = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de madera*. t C año^{-1}
H= Extracción de madera anual. m^3 año^{-1}
$\mathbf{BCEF_R}$= Factor de conversión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa (incluida la corteza). $t_{biomasa-removida}$ ($m^3_{removida}$)$^{-1}$
R = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo. t_{bg} m.s (t_{ag} m.s)$^{-1}$
CF= Fracción de carbono de la materia seca. tC (tonelada m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.14 Pérdidas anuales de carbono en la biomasa debidas a perturbaciones. (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$L_{perturbación} = \{A_{perturbación} * B_W * (1 + R) + CF * fd\}$$

Dónde:
$\mathbf{L_{perturbación}}$ = Pérdida anual de carbono debido a perturbaciones. t C año^{-1}
$\mathbf{B_w}$= Promedio de biomasa aérea de las zonas afectadas. t m.s ha^{-1}
R = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo. t_{bg} m.s (t_{ag} m.s)$^{-1}$
CF = Fracción de carbono de la materia seca. t C m.s^{-1}
df = Fracción de la biomasa perdida por perturbaciones

Ecuación 2.26 Pérdida anual de carbono en suelos orgánicos drenados (CO_2). IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$L_{orgánicos} = \Sigma(A * EF)$$

Dónde:
A =Superficie de suelos orgánicos drenados por tipo de clima. ha.
EF=Factor de emisión por el tipo de clima. t C ha^{-1} año^{-1}

*La ecuación $L_{(madera-combustible)}$ no se presenta ya que esta actividad fue imputada en su totalidad a la categoría 4.A.1.a

4.B.2. Tierras convertidas en Cultivos

Ecuación 2.15 Cambio anual en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (Nivel 2) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta Conversión - \Delta C_L$$

Dónde:
$\Delta \mathbf{C_B}$ = Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
$\Delta \mathbf{C_G}$ = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
$\Delta \mathbf{C_L}$ = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

Ecuación 2.16 Cambio inicial en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas en otra categoría. (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{conversión} = \Sigma\left(\left(B_{después} - B_{antes}\right) * \Delta A_{otras}\right) * CF$$

Dónde:
$B_{después=}$ Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}
$B_{antes=}$ Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}
$\Delta A_{otras=}$ Superficie de uso de la tierra i convertida a otra categoría de uso. ha.año^{-1}
CF =Fracción de carbono de la materia seca. t C (t m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.18 Cambio anual en los inventarios de carbono de la madera muerta o la hojarasca (método de pérdidas y ganancias) (IPCC – 2006, volumen 4, capítulo 2)

$$\Delta C_{DOM} = A * \left((DOM_{in} - DOM_{out}) * CF\right)$$

Donde:
ΔC_{DOM} = cambio anual en las existencias de carbono de los depósitos de madera muerta/hojarasca. t C año^{-1}
A = superficie de tierra gestionada. ha
DOM_{in} = transferencia anual promedio de biomasa al depósito de madera muerta/hojarasca debido a procesos y perturbaciones anuales. t d.m. ha^{-1} año^{-1}.

DOM_{out} = pérdida de carbono promedio anual por descomposición y perturbaciones procedente de depósitos de madera muerta o de hojarasca. t d.m. ha^{-1} $año^{-1}$
CF = fracción de carbono de materia seca. t.C (t d.m.)$^{-1}$

Ecuación 2.25 Cambio anual de las existencias de carbono orgánico en suelos minerales (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{Minerales} = \left((SOC_0 - SOC_{(0-T)}) / D \right)$$

Dónde:
$SOC_{0=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos en el último año de un periodo en el inventario. t.C
$SOC_{0\text{-}T=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos al comienzo de un periodo en el inventario. t.C
$D_=$ Cantidad de tiempo de un periodo dado

$$SOC = \Sigma \left(SOC_{REF} * F_{LU} * F_{MG} * F_I * A \right)$$

Dónde:
$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra.
$F_{MG=}$ Factor de cambio de existencias para regímenes de gestión.
$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica.

Cuadro 48. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI para la categoría 4.B Cultivos

6.6.3.2 *Factor de emisión*

En la Tabla 242 se presentan los factores de emisión para determinar la estimación de las emisiones y absorciones de las áreas de cultivo que permanecen dentro del mismo uso, en este caso se emplean factores de emisión del país. Para el cultivo de café, se utilizan factores de biomasa aérea desagregados por sistema de siembra (sistema a exposición abierta y sombrío); en el cultivo de palma se emplean factores para biomasa total por región palmera (Norte, Centro, Occidente y Sur Oriente), en los cultivos de cacao y marañón se cuenta con factores nacionales para biomasa y suelos, los demás cultivos permanentes tienen un factor de contenido de carbono nacional únicamente para la biomasa.

Tabla 242. Metodología y factores de emisión – 4.B. Cultivos

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factores empleados en el cálculo
4.B.1.a. Cultivo de café	Biomasa	Método 1, Nivel 2	(Andrade, 2015)	Sol 0,63 t.C ha^{-1} $año^{-1}$ Sombra-semisombra 1,57 t.C ha^{-1} $año^{-1}$ Edad recambio 12 Años
	MOM	N/A	N/A, Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.
	Suelos	NE	NE	NA
4.B.1.b. Palma de aceite	Biomasa	Método 1, Nivel 2	(Henson, Ruiz, & Romero, 2012)	Oriental 0,8007 t.C ha^{-1} $año^{-1}$ Norte 0,8241 t.C ha^{-1} $año^{-1}$ Centro 0,9047 t.C ha^{-1} $año^{-1}$ Suroccidental 0,8696 t.C ha^{-1} $año^{-1}$ Edad recambio 25 Años
	MOM	N/A	N/A, Nivel1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 5.
	Suelos	NE	NE	NA
4.B.1.c. Cacao	Biomasa	Método 1, Nivel 2	Proyecto Biocarbono-AGROSAVIA	Biomasa total (en SAF mixtos) sin fruto 4,336 t.C ha-1 $año^{-1}$ Edad de recambio 17 Años
	MOM			Hojarasca (en SAF mixtos) 0,15 t.C ha-1 $año^{-1}$ Necromasa (en SAF mixtos) 0,33 t.C ha-1 $año^{-1}$
	Suelos			Carbono orgánico en el suelo (en SAF mixtos) 5,15 t.C ha-1 $año^{-1}$
4.B.1.d. Aguacate	Biomasa	Método 1, Nivel 2	MinAgricultura- CIAT	Biomasa área sin fruto 1,073 t.C ha-1 $año^{-1}$ Edad de recambio 6,5 Años
	MOM	N/A	N/A, Nivel1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.
	Suelos	NE	NE	NA
4.B.1.e. Caucho	Biomasa	Método 1, Nivel 2	MinAgricultura -CIAT	Biomasa área sin fruto 5,780 t.C ha-1 $año^{-1}$ Edad de recambio 20 Años
	MOM	N/A	N/A, Nivel1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factores empleados en el cálculo
	Suelos	NE	NE	NA
4.B.1.f. Mango	Biomasa	Método 1, Nivel 2	MinAgricultura - CIAT	Biomasa área sin fruto 1,355 t.C ha-1 año^{-1} Edad de recambio 28,5 Años
	MOM	N/A	NE	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.
	Suelos	NE	NE	NA
4.B.1.g. Limón	Biomasa	Método 1, Nivel 2	MinAgricultura -CIAT	Biomasa área sin fruto 2,271 t.C ha-1 año^{-1} Edad de recambio 8 Años
	MOM	N/A	NE	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.
	Suelos	NE	NE	NA
4.B.1.h. Mandarina	Biomasa	Método 1, Nivel 2	MinAgricultura -CIAT	Biomasa área sin fruto 2,194 t.C ha-1 año^{-1} Edad de recambio 21 Años
	MOM	N/A	NE	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.
	Suelos	NE	NE	NA
4.B.1.i. Naranja	Biomasa	Método 1, Nivel 2	MinAgricultura -CIAT	Biomasa área sin fruto 1,792 t.C ha-1 año^{-1} Edad de recambio 19,5 Años
	MOM	N/A	NE	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.
	Suelos	NE	NE	NA
4.B.1.j. Tangelo	Biomasa	Método 1, Nivel 2	MinAgricultura -CIAT	Biomasa área sin fruto 0,353 t.C ha-1 año^{-1} Edad de recambio 14 Años
	MOM	N/A	NE	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.
	Suelos	NE	NE	NA
4.B.1.k. Marañón	Biomasa	Método 1, Nivel 2	Proyecto Biocarbono-AGROSAVIA	Biomasa área sin fruto 1,298 t.C ha-1 año^{-1} Edad de recambio 22 Años
	MOM	N/A	NE	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.
	Suelos	Método 1, Nivel 2	Proyecto Biocarbono-AGROSAVIA	Carbono orgánico en el suelo 1,95 t.C ha-1 año^{-1}
4.B.1.l. Otro	Suelos orgánicos	Método 1, Nivel 1c	Suplement IPCC. 2013. Table 2.1	Factor de remoción para suelos orgánicos en cultivos y barbecho para zona climática Tropical: 14 t CO_2-C ha^{-1} año^{-1} Factor de remoción para suelos orgánicos en cultivo de palma de aceite para zona climática Tropical: 11 t CO_2-C ha^{-1} año^{-1}
	Incendios	Método 1, Nivel 1c	IDEAM	Ver Anexo 6-3
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	Biomasa aérea	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 263,68 Andes:143,91 Caribe: 189,53 Orinoquía: 128,64 Pacífico: 251,38 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 150,51 Andes:70,51 Caribe: 68,16 Orinoquía: 81,67 Pacífico: 209,64
	Biomasa subterránea	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 58,68 Andes:33,43 Caribe: 42,64 Orinoquía: 30,10 Pacífico: 55,60 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 34,77 Andes:17,17 Caribe: 16,59 Orinoquía: 19,71 Pacífico: 46,89
	Biomasa aérea en cultivos	Método 2, Nivel 2	(Yepes, Duque, Navarrete, & Phillips, 2011)	25,9 t.m.s.ha
	R en cultivos	Método 2, Nivel 1	Tabla 5.2, Volumen 4, Capítulo 5 del Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2019.	Valor por promedio para los valores registrados para zona climáticaTropical y Tropical húmedo: 0,25
	Biomasa total en cultivo de palma	Método 2, Nivel 2	(Henson, Ruiz, & Romero, 2012)	42,58 t.m.s.ha

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factores empleados en el cálculo
	Detritos finos de madera	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 4,03 Andes: 2,34 Caribe: 5,84 Orinoquía: 0,11 Pacífico: 4,94 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,03 Andes:1,65 Caribe: 1,72 Orinoquía: 3,12 Pacífico: 0,15
	Detritos gruesos de madera	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 6,74 Andes: 1,34 Caribe: 1,43 Orinoquía: 3,31 Pacífico: 3,62 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 3,23 Andes: 0,62 Caribe: 0,97 Orinoquía: 3,49 Pacífico: 1,13
	Árboles muertos en pie y tocones muertos	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 9,40 Andes: 5,66 Caribe: 3,84 Orinoquía: 3,22 Pacífico: 5,87 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,87 Andes: 2,29 Caribe: 2,31 Orinoquía: 2,44 Pacífico: 3,19
	Suelos	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.C.ha en bosque núcleo Amazonía: 47,40 Andes: 124,19 Caribe: 56,94 Orinoquía: 23,43 Pacífico: 102,46 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 60,65 Andes: 84,16 Caribe: 40,29 Orinoquía: 36,53 Pacífico: 70,3
	Hojarasca	Método 2, Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 2. Tabla 2.2	Valor por defecto de bosque natural: 2.1 t.C ha^{-1}

6.6.3.3 *Dato de actividad*

Los datos de actividad para la categoría de cultivos se basan inicialmente para los cultivos permanentes en la información de superficie cultivada del portal de Agronet de MinAgricultura, mientras que los datos de área anual sembrada y resembrada para la Palma de aceite se obtienen del portal SISPA de FEDEPALMA. El área anual sembrada del cultivo de café es entregada por la Federación Nacional de Cafeteros y CENICAFÉ.

Los datos actividad de los suelos, se establece con la superposición de datos del área de histosoles obtenidos del mapa geopedológico de Colombia, escala 1:100.000 y el área de cultivos, cruzados con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:1000.000. Para el cálculo se utiliza un área constante para toda la serie temporal. El cálculo por quema de biomasa en áreas de cultivo obtenidas en la subcategoría 4.B.1.l. Otro, se estiman a partir de los reportes de áreas de incendios en cultivos, reportados por las CARs en el SNIF.

En general la información para las absorciones se determina a partir de los datos de actividad de las áreas sembradas reportadas y las emisiones se calculan con los datos de área total removida que consiste en las áreas que son resembradas para mejorar la productividad del cultivo y las áreas que se dejan de sembrar de un año a otro.

Para la subcategoría 4.B.1.a. Cultivo de café, los datos son generados por la Federación Nacional de Cafeteros para el periodo 1990-2021, el periodo para la resiembra lo determina la FNC a través de un porcentaje por tipo de siembra, para sombra-semisombra y sol. Debido a la importancia de este cultivo hay registros de áreas en crecimiento desde 1980 por departamento.

En las estimaciones de la subcategoría 4.B.1.b. Palma de aceite se emplea como dato de actividad la superficie sembrada y resembrada de palma de aceite, por año y región palmera para el periodo 1990-2021, esta información es proporcionada por FEDEPALMA (SISPA) y existen registros de información a partir de 1965, el cálculo de absorciones se realiza con las áreas en producción, áreas en desarrollo y nuevas siembras; para las emisiones se toman las áreas renovadas.

Los datos empleados para la subcategoría 4.B.1.c. Cacao corresponden a la superficie sembrada y resembrada anual de cacao, por departamento para el periodo 1990-2021, esta información se obtiene de FEDECACAO y existen registros de información a partir de 1990; las absorciones se calculan sobre el área sembrada reportada anualmente, mientras que las emisiones se calculan a partir de la suma de las áreas resembradas anualmente según el ciclo de cultivo de 17 años y las áreas que se pierden o se dejaron de cultivar anualmente.

Para las estimaciones de la subcategoría 4.B.1.d. Aguacate se emplea la superficie sembrada y resembrada anual de aguacate, por departamento para el periodo 1990-2021, esta información se obtiene de MinAgricultura - Agronet y UPRA – Agronet, existen registros de información a partir de 1990; las absorciones se calculan sobre el área sembrada reportada anualmente, mientras que las emisiones se calculan a partir de la suma de las áreas resembradas anualmente según el ciclo de cultivo de 6,5 años y las áreas que se pierden o se dejaron de cultivar anualmente.

Para la subcategoría 4.B.1.e. Caucho se emplea como dato de actividad la superficie sembrada y resembrada anual de caucho, por departamento para el periodo 1990-2021, esta información se obtiene de MinAgricultura - Agronet y UPRA – Agronet, existen registros de información a partir de 1990; las absorciones se calculan sobre el área sembrada reportada anualmente, mientras que las emisiones se calculan a partir de la suma de las áreas resembradas anualmente según el ciclo de cultivo de 20 años y las áreas que se pierden o se dejaron de cultivar anualmente.

Para el cultivo de mango (4.B.1.f.) se utiliza la superficie sembrada y resembrada anual de mango, por departamento para el periodo 1990-2021, esta información se obtiene de MinAgricultura - Agronet y UPRA – Agronet, existen registros de información a partir de 1990; las absorciones se calculan sobre el área sembrada reportada anualmente, mientras que las emisiones se calculan a partir de la suma de las áreas resembradas anualmente según el ciclo de cultivo de 28,5 años y las áreas que se pierden o se dejaron de cultivar anualmente.

La subcategoría 4.B.1.g. Limón se estima a partir de la superficie sembrada y resembrada anual de limón, por departamento para el periodo 1990-2021, esta información se obtiene de MinAgricultura - Agronet y UPRA – Agronet, existen registros de información a partir de 1990; las absorciones se calculan sobre el área sembrada reportada anualmente, mientras que las emisiones se calculan a partir de la suma de las áreas resembradas anualmente según el ciclo de cultivo de 8 años y las áreas que se pierden o se dejaron de cultivar anualmente.

Para las estimaciones de emisiones/absorciones por el cultivo de mandarina (4.B.1.h.) se emplea la superficie sembrada y resembrada anual de mandarina, por departamento para el periodo 1990-

2021, esta información se obtiene de MinAgricultura - Agronet y UPRA – Agronet, existen registros de información a partir de 1990; las absorciones se calculan sobre el área sembrada reportada anualmente, mientras que las emisiones se calculan a partir de la suma de las áreas resembradas anualmente según el ciclo de cultivo de 21 años y las áreas que se pierden o se dejaron de cultivar anualmente.

En el cultivo de Naranja (4.B.1.i.) se utiliza como dato de actividad la superficie sembrada y resembrada anual de naranja, por departamento para el periodo 1990-2021, esta información se obtiene de MinAgricultura - Agronet y UPRA – Agronet, existen registros de información a partir de 1990; las absorciones se calculan sobre el área sembrada reportada anualmente, mientras que las emisiones se calculan a partir de la suma de las áreas resembradas anualmente según el ciclo de cultivo de 19,5 años y las áreas que se pierden o se dejaron de cultivar anualmente.

Los datos de actividad empleados para la estimación en la subcategoría 4.B.1.j. Tangelo corresponden a la superficie sembrada y resembrada anual de tangelo, por departamento para el periodo 1990-2021, esta información se obtiene de MinAgricultura - Agronet y UPRA – Agronet, existen registros de información a partir de 1990; las absorciones se calculan sobre el área sembrada reportada anualmente, mientras que las emisiones se calculan a partir de la suma de las áreas resembradas anualmente según el ciclo de cultivo de 14 años y las áreas que se pierden o se dejaron de cultivar anualmente.

Para el cultivo de marañón (4.B.1.k.) se utiliza la superficie sembrada y resembrada anual de marañón, por departamento para el periodo 1990-2021, esta información se obtiene de MinAgricultura - Agronet y UPRA – Agronet, existen registros de información a partir de 1990; las absorciones se calculan sobre el área sembrada reportada anualmente, mientras que las emisiones se calculan a partir de la suma de las áreas resembradas anualmente según el ciclo de cultivo de 22 años y las áreas que se pierden o se dejaron de cultivar anualmente.

En la subcategoría 4.B.1.l. Otro, se emplean datos del área incendiada en tierras de cultivos reportada por las CARs en el SNIF, este dato, adicionalmente incluye el área incendiada en cultivo de caña de azúcar como una práctica precosecha, que pretenden reducir el exceso de biomasa, facilitar y mejorar el rendimiento de la cosecha, aumentar el contenido de azúcar en el tallo y eliminar plagas y malezas; para obtener este dato se toma como supuesto que el 30 % del área cultivada en caña de azúcar es incendiada, el área cultivada es obtenida a partir de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales, estas estimaciones por quemas en el cultivo de caña serán reportadas en el siguiente BTR en la subcategoría 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo.

Los datos de actividad empleados para la estimación de emisiones por la conversión del bosque natural a tierras de cultivos son obtenidos a partir de los mapas de cambio de bosque natural del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que reportan datos de deforestación (pérdida de bosque según la definición del país (Ver definición en Tabla 231), regeneración, bosque estable, áreas de no bosque estable y sin información para el periodo 1990-2012 y a partir del año 2013 cuenta con información desagregada de bosque estable y deforestación a nivel de bosque núcleo y bosque borde, esta última información como insumo para la última actualización del Nivel de Referencia de emisiones forestales del país sometido a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El procedimiento completo para la obtención del dato de cálculo para las estimaciones por la conversión del bosque natural a tierras de cultivos se realiza de la misma forma en la que se reportaron los datos para las estimaciones por la conversión del bosque natural a otras tierras forestales en el subcapítulo 6.5.3, acápite datos de actividad.

En la Tabla 243 se observan las fuentes de información de los datos de actividad empleados en las estimaciones de la subcategoría 4.B. Tierras de cultivo.

Tabla 243. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.B. Tierras de Cultivo

Categorías		Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente de datos	
	Biomasa	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de café, por	1990-2021	FNC	El porcentaje de superficie resembrada y de

Categorías		Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente de datos	
4.B.1.a. Cultivo de café		tipo de siembra (Libre exposición, y sombrío-semisombrio)			distribución del tipo de siembra lo estima FNC.
	MOM	No se requiere		Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos	NE	NE	NE	NE
4.B.1.b. Palma de aceite	Biomasa	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de palma de aceite, por región palmera	1990-2021	FEDEPALMA (SISPA)	
	MOM	No se requiere	NE	Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos	NE	NE	NE	NE
4.B.1.c. Cacao	Biomasa	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de cacao	1990-2021	FEDECACAO	El área resembrada se estima a partir del ciclo de resiembra óptimo del cultivo.
	MOM	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de cacao	1990-2021	FEDECACAO	
	Suelos	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de cacao	1990-2021	FEDECACAO	
4.B.1.d. Aguacate	Biomasa	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de aguacate	1990-2021	MADR –Agronet	El área resembrada se estima a partir del ciclo de resiembra óptimo del cultivo.
	MOM	No se requiere	NE	Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos	NE	NE	NE	NE
4.B.1.e. Caucho	Biomasa	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de caucho	1990-2021	MADR –Agronet	El área resembrada se estima a partir del ciclo de resiembra óptimo del cultivo.
	MOM	No se requiere	NE	Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos	NE	NE	NE	NE
3B2avi Mango	Biomasa	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de mango	1990-2021	MinAgricultura-UPRA (Agronet)	El área resembrada se estima a partir del ciclo de resiembra óptimo del cultivo.
	MOM	No se requiere	NE	Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos	NE	NE	NE	NE
4.B.1.g. Limón	Biomasa	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de limón	1990-2021	MinAgricultura-UPRA (Agronet)	El área resembrada se estima a partir del ciclo de resiembra óptimo del cultivo.
	MOM	No se requiere	NE	Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos	NE	NE	NE	NE
4.B.1.h. Mandarina	Biomasa	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de mandarina	1990-2021	MinAgricultura-UPRA (Agronet)	El área resembrada se estima a partir del ciclo de resiembra óptimo del cultivo.
	MOM	No se requiere	NE	Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos	NE	NE	NE	NE
4.B.1.i. Naranja	Biomasa consumo leña	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de naranja	1990-2018	MinAgricultura-UPRA (Agronet)	El área resembrada se estima a partir del ciclo de resiembra óptimo del cultivo.
	MOM	No se requiere	NE	Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en

Categorías		Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente de datos	
					los contenidos de C de este depósito.
	Suelos	NE	NE	NE	NE
4.B.1.j. Tangelo	Biomasa	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de tangelo	1990-2021	MinAgricultura-UPRA (Agronet)	El área resembrada se estima a partir del ciclo de resiembra óptimo del cultivo.
	MOM	No se requiere	NE	Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos minerales	NE	NE	NE	NE
	Biomasa	Superficie sembrada (ha) y resembrada anual de marañón	1990-2021	MinAgricultura-UPRA (Agronet)	El área resembrada se estima a partir del ciclo de resiembra óptimo del cultivo.
	MOM	No se requiere	NE	Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos minerales	NE	NE	NE	NE
4.B.1.l. Otro	Suelos orgánicos	Superficie (ha) de suelos orgánicos tierras de cultivos	Superficie constante (1990-2021)	Mapa de Ecosistemas Continentales. Costeros y Marinos de Colombia. Escala 1:100.000. versión 2.1. Año 2017 -IDEAM; Mapa de Biomas Naturales de Colombia 2014- IDEAM; Mapa de clasificación climática Caldas Lang - IDEAM	Esta emisión sólo se encuentra asociada al orden de Histosoles
	Incendios	Superficie incendiada de cultivos.	2002-2021	IDEAM (SNIF)	La superficie anual incendiada entre el año 1990 a 2001 se ajustó a partir de un modelo logarítmico que tiene en cuenta los fenómenos extremos de precipitación y sequía (IDEAM 2016).
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	Biomasa MOM Suelos	Superficie de cambio (ha) que pasó de bosque natural a cultivo	Periodos: 1990-2000, 2000-2002, 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008, 2008-2010, 2010-2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019,2020, 2021	IDEAM (SMByC)	El cálculo del depósito de suelos minerales se hace a partir del SOCref (contenidos de carbono del bosque natural).

A continuación, en la Tabla 244 y Tabla 245, se presentan los datos de actividad para cada subcategoría dentro de la categoría de cultivos consolidando información de referencia para cada año sin tener en cuenta la división de los datos de actividad según la información de factores de emisión.

Tabla 244. Datos de actividad para la categoría 4.B. Tierras de Cultivo 1

AÑO	4.B.1.A. CULTIVO DE CAFÉ		4.B.1.B. PALMA DE ACEITE		4.B.1.C. CACAO		4.B.1.D. AGUACATE		4.B.1.E. CAUCHO		4.B.1.F. MANGO	
	ÁREA EN CRECIMIENTO	ÁREA EN RENOVACIÓN O RESIEMBRA	ÁREA EN CRECIMIENTO	ÁREA EN RENOVACIÓN O RESIEMBRA	ÁREA EN CRECIMIENTO	ÁREA EN RENOVACIÓN O RESIEMBRA	ÁREA EN CRECIMIENTO	ÁREA EN RENOVACIÓN O RESIEMBRA	ÁREA EN CRECIMIENTO	ÁREA EN RENOVACIÓN O RESIEMBRA	ÁREA EN CRECIMIENTO	ÁREA EN RENOVACIÓN O RESIEMBRA
1990	946.500	130.406	119.365	118	85.000	-	8.965	-	2.598	-	8.471	-
1991	938.000	128.576	122.007	14	85.000	-	8.965	-	2.598	-	8.471	-
1992	931.500	127.031	125.191	237	85.000	-	8.965	-	2.598	-	8.471	-
1993	925.000	125.495	125.198	211	85.000	-	11.583	26	2.598	-	9.502	1.460
1994	917.280	123.803	128.642	152	85.000	-	11.542	1.255	2.598	-	9.345	2.165
1995	910.295	122.221	134.944	749	85.000	-	14.032	641	2.598	-	9.497	176
1996	904.997	120.874	140.518	1.290	85.000	-	15.117	633	2.598	-	11.228	12
1997	822.442	109.270	140.378	-	85.000	-	14.975	486	2.598	-	11.896	16
1998	836.197	110.511	154.382	657	85.000	-	15.640	3.074	2.598	-	12.183	339
1999	806.000	105.954	157.600	215	85.000	-	15.516	1.751	2.598	-	12.552	712
2000	863.561	112.914	165.886	917	85.000	-	16.107	3.475	2.598	-	13.825	269
2001	863.573	112.309	193.691	469	85.700	1.526	16.861	2.440	2.598	-	14.709	518
2002	856.373	110.771	214.254	436	87.110	5.216	19.052	901	2.598	-	18.604	61
2003	867.447	111.594	228.930	1.071	90.240	1.240	21.391	1.285	2.598	-	18.636	883
2004	883.416	113.028	248.078	421	93.640	413	21.942	683	2.598	-	19.267	163
2005	876.152	111.483	291.073	691	96.090	901	22.660	2.062	2.598	-	19.847	541
2006	862.011	109.079	323.683	1.117	109.430	8.926	23.489	2.938	2.598	-	19.783	559
2007	868.047	109.233	325.634	1.767	106.050	10.654	17.657	8.915	2.598	-	17.827	2.013
2008	867.267	108.526	356.157	632	107.683	2.973	17.826	3.253	2.919	89	17.982	540
2009	881.888	109.736	390.826	722	109.357	6.215	19.253	1.219	4.039	40	19.607	172
2010	910.374	112.641	412.229	303	126.714	553	21.585	2.788	5.118	50	18.679	4.336
2011	900.484	110.785	433.105	1.088	133.098	1.308	24.513	2.341	7.488	22	18.574	2.542
2012	914.706	111.892	448.507	1.700	151.157	1.122	27.705	1.462	6.619	2.459	22.544	521
2013	970.595	118.047	488.637	1.639	150.092	8.461	32.089	1.750	8.932	299	23.432	1.772
2014	922.237	111.518	498.575	3.492	154.513	7.022	34.513	2.129	12.927	4	24.290	863
2015	927.083	111.453	505.276	4.441	166.635	1.810	38.359	3.499	15.573	100	25.016	878
2016	919.035	109.840	524.184	1.526	169.956	9.019	40.981	3.925	18.432	979	26.703	1.867
2017	875.877	104.066	541.425	7.021	181.392	3.346	52.013	4.709	20.374	1.578	27.559	3.066
2018	849.750	100.365	573.964	3.664	190.695	2.602	55.777	6.082	21.747	23	29.276	1.402
2019	829.375	97.376	594.225	1.628	200.251	13.901	67.580	3.951	23.130	13	29.531	6.601
2020	834.662	96.238	614.106	3.899	212.272	5.292	79.397	5.268	24.523	3	33.985	1.242
2021	833.011	94.293	576.043	3.669	224.465	4.430	94.438	3.568	25.916	3	36.705	842

Tabla 245. Datos de actividad para la categoría 4.B. Tierras de Cultivo 2

AÑO	4.B.1.G. LIMÓN		4.B.1.H. MANDARINA		4.B.1.I. NARANJA		4.B.1.J. TANGELO		4.B.1.K. MARAÑÓN		4.B.1.L. OTRO	4.B.2.A. TIERRAS FORESTALES CONVERTIDAS EN CULTIVOS	
	ÁREA EN CRECIMIENTO	ÁREA EN RENOVACIÓN O RESIEMBRA	ÁREA EN CRECIMIENTO	ÁREA EN RENOVACIÓN O RESIEMBRA	ÁREA EN CRECIMIENTO	ÁREA EN RENOVACIÓN O RESIEMBRA	ÁREA EN CRECIMIENTO	ÁREA EN RENOVACIÓN O RESIEMBRA	ÁREA EN CRECIMIENTO	ÁREA EN RENOVACIÓN O RESIEMBRA	ÁREA INCENDIADA	BOSQUE NÚCLEO	BOSQUE BORDE
1990	236	-	7	-	3.333	-	-	-	-	-	106.523	7.294	23.503
1991	236	-	7	-	3.333	-	-	-	-	-	111.905	7.294	23.503
1992	236	-	7	-	3.333	-	-	-	-	-	113.915	7.294	23.503
1993	1.214	9	7	-	3.513	306	-	-	-	-	120.001	7.294	23.503
1994	1.994	226	162	-	3.489	487	-	-	-	-	125.425	7.294	23.503
1995	2.649	-	169	-	3.607	8	-	-	-	-	129.500	7.294	23.503
1996	2.914	-	2.442	-	4.589	-	-	-	-	-	134.453	7.294	23.503
1997	2.942	124	252	2.189	4.341	731	-	-	-	-	140.826	7.294	23.503
1998	3.185	4	468	-	4.765	-	-	-	-	-	146.170	7.294	23.503
1999	3.903	15	668	-	4.811	205	-	-	-	-	150.841	7.294	23.503
2000	4.007	1.035	3.477	-	6.691	-	-	-	-	-	159.348	3.329	10.030
2001	5.530	1.014	2.910	609	5.517	1.331	-	-	-	-	167.046	426	1.132
2002	5.862	997	1.079	2.390	7.469	274	-	-	-	-	171.012	426	1.132
2003	6.070	369	1.077	182	8.636	8	-	-	-	-	178.436	559	1.580
2004	6.177	157	1.003	140	8.745	189	-	-	-	-	183.297	559	1.580
2005	6.824	302	1.117	2.290	9.058	148	-	-	-	-	193.122	424	1.132
2006	6.969	763	1.148	43	10.153	97	-	-	-	-	196.271	424	1.132
2007	7.186	1.346	3.190	271	12.990	1.319	80	-	280	-	206.768	647	1.786
2008	5.356	3.775	2.723	804	13.699	602	98	-	420	38	206.891	647	1.786
2009	5.526	1.200	7.672	2.864	13.804	2.611	110	-	431	-	220.610	642	1.719
2010	6.247	371	8.090	287	14.658	1.165	153	-	417	31	224.760	642	1.719
2011	6.137	387	8.337	786	13.932	1.586	89	65	724	-	231.010	912	2.258
2012	7.289	893	8.670	246	14.336	1.618	240	-	1.391	-	239.778	912	2.258
2013	6.777	1.597	9.096	304	17.014	1.127	264	-	941	452	237.604	464	1.914
2014	7.542	1.618	8.606	808	17.534	1.234	277	1	1.580	3	243.821	495	1.881
2015	9.095	963	11.063	82	20.450	1.298	287	-	1.540	55	243.481	405	1.483
2016	8.153	2.255	10.044	4.048	19.621	3.437	296	8	1.745	-	258.067	602	1.784
2017	10.745	1.215	10.910	480	20.427	3.067	362	33	2.043	-	257.320	616	1.388
2018	11.541	168	11.559	5.010	21.320	2.247	363	5	1.479	580	253.534	446	899
2019	16.057	2.312	11.788	1.497	19.896	4.810	282	85	1.569	9	277.450	692	1.489
2020	19.463	977	13.289	655	23.412	1.469	286	81	1.606	284	286.478	799	1.559
2021	37.231	999	19.034	611	47.347	478	458	23	6.641	210	284.260	813	1.578

6.6.4 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que algunas fuentes de información no poseen los datos requeridos para estimaciones de emisiones de GEI a 2022. Sin embargo, para esta categoría se cuenta con los datos requeridos para la estimación hasta el año 2022.

6.6.5 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

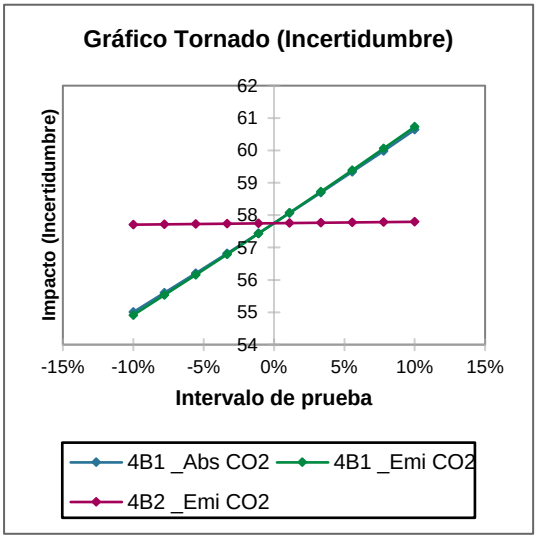
La categoría de cultivos (4.B.) se estima considerando tanto las absorciones como las emisiones de CO_2 en las tierras que permanecen como cultivos y en aquellas convertidas en cultivos. Según los datos de la Tabla 246, la incertidumbre en las emisiones de CO_2 representa la mayor fuente de incertidumbre en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), alcanzando valores superiores al 100% debido a la variabilidad en el cálculo de los GEI netos, tanto de emisiones por perdidas de áreas y resiembras y las absorciones por el incremento de la biomasa. A lo largo del periodo de estudio, la incertidumbre no muestra una tendencia clara, aunque en 2021 se registra una reducción del 65,33% en comparación con 2015. El promedio anual de incertidumbre entre 1990 y 2021 es de 72,17%, también se observa que la subcategoría 4.B.1 la incertidumbre del año 2021 está influenciada por las incertidumbres de los factores de emisión empleados y para 4.B.2. está asociada por las incertidumbres de los datos de actividad. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre es la 4.B.1. con un valor de ±43,06%.

Tabla 246. Resultados de incertidumbre – Cultivos (4.B.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
4.B. Cultivos	TODOS	33,18	29,48	32,45	68,10	54,06	166,55	135,53	57,73	NA
	Abs CO_2	26,58	22,90	19,18	15,87	14,80	11,52	8,74	8,22	NA
	Emi CO_2	21,77	19,89	16,98	17,83	15,19	13,06	10,62	10,57	NA
4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	TODOS	315,63	287,13	272,23	406,53	171,75	309,44	76,86	43,06	FE
	Abs CO_2	26,58	22,90	19,18	15,87	14,80	11,52	8,74	8,22	NA
	Emi CO_2	35,27	30,29	25,32	21,36	17,90	14,90	11,47	11,48	NA
4.B.2. Tierras convertidas en Cultivos	TODOS	27,58	25,67	22,83	31,78	28,01	22,06	15,10	14,90	DA
	Abs CO_2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
	Emi CO_2	27,58	25,67	22,83	31,78	28,01	22,06	15,10	14,90	NA

La Figura 206 muestra los resultados numéricos del análisis de sensibilidad de los datos de incertidumbre para el año 2021, acompañado del gráfico de tornado correspondiente. Este análisis permite visualizar la influencia de diversas subcategorías en la incertidumbre total, destacando las de mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 4B1_Emi CO2 es la más sensible con una contribución del 53%, seguido por la subcategoría 4B1_Abs CO2 que contribuye en un 47% a la incertidumbre total de la categoría 4.B. debido a que presentan las mayores emisiones y absorciones. La subcategoría 4B1_Emi CO2 tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 4.B., contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±2,51% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±57,73%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 54,91% y 60,73%.

a)



b)

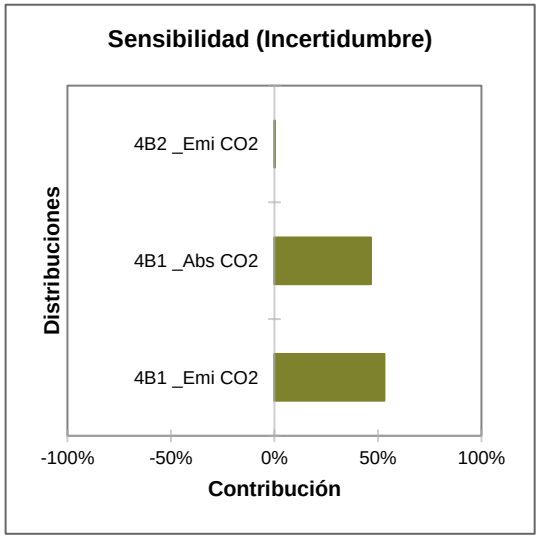


Figura 206. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de cultivos (4.B.) para el 2021.

6.6.6 AC/CC y verificación de la categoría

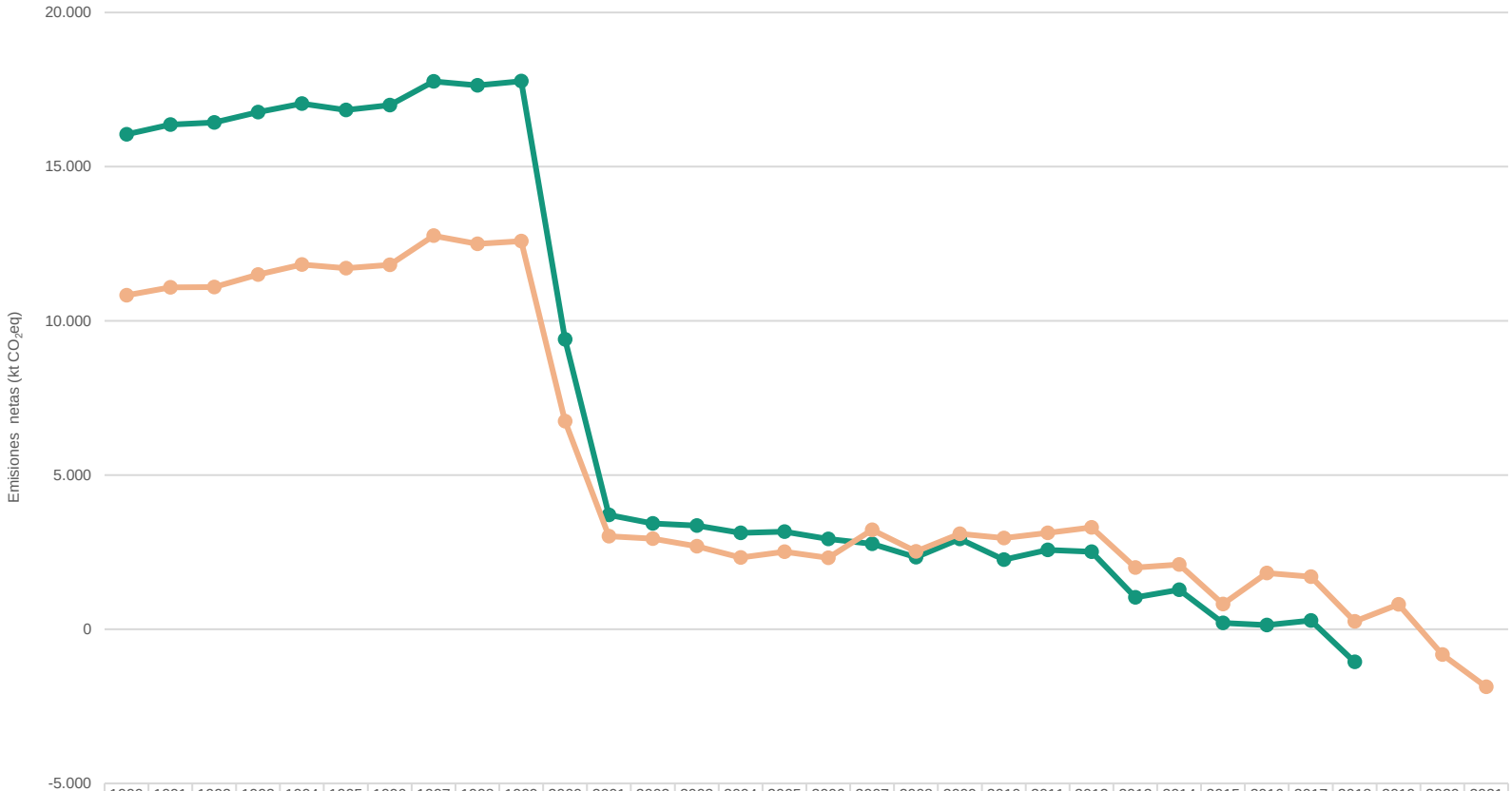
Como parte de los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario se siguieron las siguientes actividades de acuerdo con lo sugerido en el Capítulo 6, Vol.1 de las Directrices del IPCC de 2006 y el protocolo de CC/AC del INGEI:

1. Comprobación de errores de transcripción, tendencias y valores atípicos en los datos empleados en las estimaciones de las diferentes subcategorías a partir de la realización y evaluación de gráficos de tendencia de los datos de actividad y de las emisiones obtenidas para cada categoría y su comparación con los resultados obtenidos para informes de inventario previos.
2. Reproducción al azar de las estimaciones de emisiones y absorciones de las diferentes subcategorías para verificar que se estén aplicando adecuadamente las metodologías de estimación y las fórmulas correspondientes.
3. Verificación de unidades de reporte de datos de actividad y factores de emisión y presentación adecuada de las mismas dentro de cada una de las hojas de cálculo y de reporte de cada una de las subcategorías en todas las series temporales.
4. Como parte del sistema de archivo del inventario general se han consolidado las hojas de cálculo y formatos de datos de actividad y factores de emisión empleados para las estimaciones de la categoría, teniendo en cuenta el uso de nomenclatura entendible y homologada como mecanismo para garantizar la transparencia y trazabilidad de las estimaciones de GEI.
5. Comprobación de la coherencia general de las proporciones de emisiones históricas de las emisiones por subcategorías con las estimaciones presentadas en informes de inventario previos.
6. Control de agregación correcta de las estimaciones de emisiones desde el nivel departamental y regional al nacional y en la presentación del reporte del inventario nacional.
7. Se hicieron verificaciones de uso de datos comparables de áreas de cultivos, y suelos orgánicos con los empleados en el sector Agricultura.
8. Para garantizar la adecuada replicación y seguimiento de los cálculos, para cada subcategoría se presentan archivos Excel que incluyen los datos de actividad, factores de emisión y la relación entre los mismos para la obtención, consolidación y reporte de la estimación final.

9. Como parte de los procesos de socialización de las estimaciones de emisiones del sector LULUCF en el país se han desarrollado mesas de trabajo con los diferentes gremios y actores de relevancia a fin de discutir y validar los datos empleados y las estimaciones finales obtenidas, con entidades como Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MinAgricultura), Federación Nacional de Cafeteros (FNC), Federación Nacional de cacaoteros (FEDECACAO), entre otros.

6.6.7 Recálculos de la categoría

En la Figura 207 se presenta la comparación de las emisiones netas de la categoría tierras cultivos del reporte anterior (BUR3) con las presentadas en el BTR1, aunque en general las emisiones presentan una tendencia similar, en el BUR 3 las emisiones son mayores entre 1990 y 2007 y a partir de este último año disminuyen respecto a las reportadas en el BTR1, esto se encuentra relacionado con la inclusión de estimaciones de absorciones por la implementación de áreas de cultivo de marañón en el cual se contemplan estimaciones en los 3 depósitos desde el año 2007, año a partir del cual se cuenta con reportes de datos de actividad disponibles para este cultivo. Otra razón que hace que el balance de las emisiones decrezca está relacionado con la actualización de factores de emisión de cacao incluyendo estimaciones para los depósitos de MOM y suelos; también se realiza el análisis de toda la serie y se hace una revisión y ajuste de las áreas de cultivo que se pierden de un año a otro como emisiones y que no se estaban incorporando en BUR3 en todos los cultivos. Finalmente se incorporan actualizaciones en las estimaciones por deforestación del Bosque natural desagregándolas por estratos de bosque núcleo y bosque borde y empleando los factores de contenidos de carbono en la biomasa aérea, subterránea, suelos y detritos de madera con la última actualización del IFN reportados en (MinAmbiente; IDEAM, 2024); esto implicó una disminución de las emisiones netas del BTR reportadas en el año 1990 respecto a las del BUR3 del 32,51 %, (dato similar al de la diferencia de emisiones por deforestación en la categoría de tierras forestales) y un aumento de las emisiones del BTR1 respecto a las del BUR3 en su último año de reporte que es el 2018 del 123,77 % pasando de tener absorciones en términos de emisiones netas en el BUR3 a emisiones en el BTR1.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3B2 - Tierras de cultivo - BUR3	16047	16363	16436	16768	17042	16840	16997	17761	17637	17771	9400	3707	3429	3362	3128	3166	2928	2765	2335	2924	2257	2571	2512	1035	1277	203	135	282	-1061			
4.B. Cultivos - BTR1	10830	11088	11094	11499	11822	11705	11816	12758	12500	12587	6743	3014	2938	2686	2325	2517	2311	3220	2523	3095	2961	3124	3302	1999	2097	813	1825	1704	252	806	-822	-1869

Figura 207. Comparación BUR3 vs BTR1 para tierras de cultivos

6.6.8 Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 247, se describe el plan de mejora propuesto para la categoría:

Tabla 247. Plan de mejora para 4.B. Cultivos

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
4.B.1.a. Cultivo de café	Integrar la información que posee la Federación Nacional de Cafeteros que cuenta con información detallada a nivel de finca en los inventarios de GEI	Garantizar que la información de factores de emisión más detallada a nivel de cultivo se integre en los reportes nacionales.			X		X	Corto	IDEAM – FNC	Planeación
4.B.1.b. Palma de aceite	Generar una ruta de flujo de la información que esté validada por parte del MinAgricultura, la cual llegue directamente al SINGEI para poder realizar los cálculos.	Realizar mesas de trabajo con UPRA y FEDEPALMA para que el IDEAM tenga el flujo continuo de datos espacialmente explícitos del cultivo.					X	Corto	IDEAM – FEDEPALMA - UPRA	Ejecución
4.B.1.e. Caucho	Realizar una revisión de las áreas actuales, nuevas siembras, resiembras, áreas que dejaron de ser cultivo o que han sido destinadas a plantaciones protectoras	Se deben realizar mesas de trabajo con MinAgricultura, UPRA y el gremio para que el IDEAM tenga el flujo continuo de información espacialmente explicita del cultivo.					X	Corto	IDEAM – MinAgricultura - ICA	Ejecución
4.B.1.k. Marañón	Incluir estimaciones nivel 2 para el depósito de MOM.	Incluir estimaciones nivel 2 con la información más actualizada generada por AGROSAVIA en el marco del Proyecto Biocarbono para este depósito		X				Corto	IDEAM-SEA	Planeación
4.B.2. Tierras convertidas a cultivos	Determinar los usos y cambios de uso a partir del mapa de coberturas CLC	Completar la matriz de cambios de uso de la tierra diferentes a bosque a partir del análisis de los mapas de coberturas CLC, a fin de identificar el uso previo y posterior a los cambios en tierras de cultivo			X		X	Corto	IDEAM	Ejecución
4(IV).B.1.b. Incendios forestales y 4.B.1.l Otro	Ajuste del reporte de emisiones por quemas en cultivo de caña	Reportar las emisiones por quemas en el cultivo de caña en la subcategoría 3.F.1. Quema de residuos agrícolas en el campo del sector agropecuario y revisar el porcentaje de área incendiada con estudios realizados por la academia y el gremio azucarero.	X		X	X		Corto	IDEAM-SEA	Planeación
4.B. Tierras de cultivo	Revisar y ajustar los datos de actividad obtenidos con el uso de técnicas de empalme	Revisar y ajustar la reconstrucción de datos en cultivos permanentes y en datos de deforestación de bosque núcleo y bosque borde que se convierten en tierras de cultivo con las técnicas más adecuadas sugeridas por el IPCC.	X	X	X		X	Corto	IDEAM-SEA	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
	Desagregación de las diferentes coberturas identificadas para tierras cultivos y desagregarlas por tipo de suelo (minerales/ orgánicos)	A partir de los mapas de suelos del país, hacer la homologación de los suelos a categorías IPCC e identificar cuales se consideran como minerales u orgánicos y su discriminación por tipo de cobertura.		X	X	X		Mediano	IDEAM-SEA-ECOPETROL	Ejecución
4.B.(I), 4.B.(II) y 4.B.(III)	Recopilar la información necesaria de datos de actividad para incluir las estimaciones a reportar en 4.B.(I), 4.B.(II) y 4.B.(III)	Incluir las emisiones de N2O por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, las emisiones y absorciones provenientes del drenaje y rehumedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales, y las emisiones directas de N_2O procedentes de aportes de N a suelos gestionados, haciendo la revisión y ajuste de la información relacionada con estas categorías que se está reportando en el sector agricultura y recopilar los datos de actividad necesarios para la estimación de estas emisiones en tierras de cultivo.	X		X	X		Mediano	IDEAM-SEA	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

6.7 Pastizales (CRT 4.C.)

6.7.1 Descripción de la categoría

En la categoría 4C. Pastizales, se registran las emisiones y absorciones de CO_2 por el uso de las tierras en pastizales y al cambio de uso de la tierra, que estaba en otra categoría de uso y cambiaron a ser pastizales. Esta categoría se clasifica en 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales y 4.C.2. Tierras convertidas en pastizales.

En la categoría 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales se reportan las ganancias de carbono relacionadas con los aumentos en biomasa de sistemas silvopastoriles intensivos - SSP. Para estas estimaciones se presume que los sistemas silvopastoriles se realizan en sitios de reconversión que anteriormente eran dedicados a la ganadería extensiva. Los factores de emisión son desarrollados por The Nature Conservancy (TNC). También se estiman las pérdidas de carbono por la gestión de suelos orgánicos en áreas con uso de pastos y emisiones de CO_2 ocasionadas por la superficie quemada en las coberturas de pastos y herbazales registradas en el SNIF.

La categoría 4.C.2. Tierras convertidas en pastizales contiene únicamente la subcategoría 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales con las emisiones originadas a partir de los cambios de la cobertura de bosque natural que se convierte en pastizal, incluyendo los cambios en los contenidos de C de los depósitos de biomasa, MOM y los suelos. En la Figura 208 se presenta el árbol de subcategorías para la categoría 4.C. Pastizales.

Para el BTR1 no se lograron reportar las emisiones de N_2O por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, las emisiones y absorciones provenientes del drenaje y rehumedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales, ni las emisiones directas de N_2O procedentes de aportes de N a suelos gestionados; como parte del plan de mejora se plantea la revisión y ajuste de la información relacionada con estas categorías que se está reportando en el sector agricultura y recopilar los datos de actividad necesarios para la estimación de estas emisiones en áreas de pastizales.

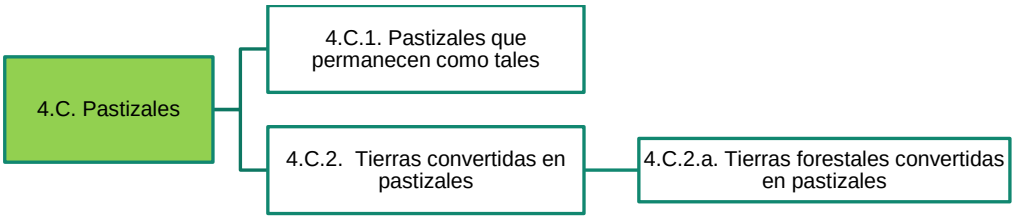


Figura 208. Categorías de reporte sector 4.C. Pastizales

6.7.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

En la categoría 4.C. Pastizales, las emisiones promedio históricas de 1990 a 2021 fueron de 35.954,21 kt CO_2eq con una contribución promedio histórica de 32,12 % en las emisiones del sector y -1.836,16 kt CO_2eq que equivale al 13,26 % de las absorciones. Las emisiones del año 1990 fueron 30.940,05 kt CO_2eq (24,26 % del total del sector en ese año), siendo 135,24 % menores respecto a las del 2021 que corresponden a 41.842,75 kt CO_2eq (35,03 % del total del sector para ese año).

Por su parte las absorciones del año 1990 fueron 0 (0 % del total del sector en ese año), las absorciones mostraron un aumento en el año 2021 de 196,79 % respecto al 2004 que es el primer año que presenta absorciones (-1054,62 kt CO_2eq) con un total de -4.852,86 kt CO_2eq (21,25 % del total del sector en ese año) y una tasa de crecimiento anual compuesta para el periodo 1990-2021 de 0,98 % para las emisiones y de 5,05 % para las absorciones comparando la serie 2004-2021, esto dado que solo se cuenta con información de implementación de sistemas silvopastoriles a partir del año 2004.

Las emisiones en general presentan un comportamiento irregular, en el año 2017 se presentan las mayores emisiones con 52.052,73 kt CO_2eq; mientras que, las menores emisiones de la categoría se presentan en el año 2015 con 24.502,88 kt CO_2eq. Se observa que en las absorciones el año más alto es el 2021 con -4.852,86 kt CO_2eq y el año 2004 es el más bajo con -1.054,62 kt CO_2eq, los años anteriores no presentan absorciones.

En la Tabla 248 se resumen los resultados de las estimaciones de GEI para la categoría de pastizales, observando que en términos de emisiones la categoría 4.C.2. Tierras convertidas en pastizales reporta las mayores emisiones, que equivalen a un promedio histórico de 33.786,06 kt CO_2eq (93,97 %); además, la categoría 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales presenta un promedio histórico de 2.168,14 kt CO_2eq que corresponden al 6,03 % de las emisiones de la categoría 4.C.

En cuanto a las absorciones, el 100 % de estas, son reportadas en la categoría 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales, contabilizando la biomasa almacenada en los sistemas silvopastoriles, con un promedio histórico de -1836,16 kt CO_2eq.

En la siguiente tabla se observan los resultados de las estimaciones de emisiones y absorciones en la categoría 4.C Pastizales cada 5 años:

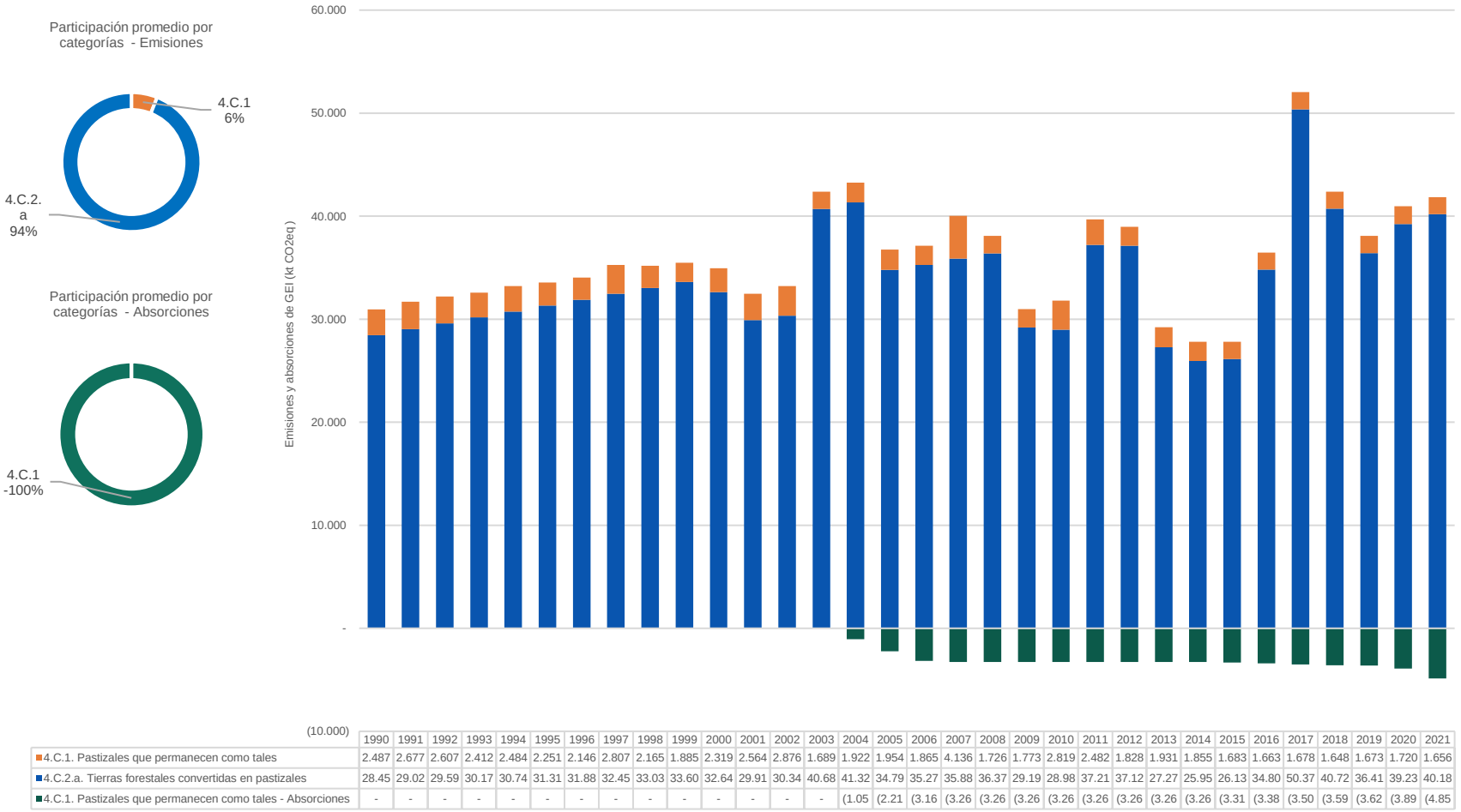
Tabla 248. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.C. Pastizales

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Emisiones								
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	**2.487,23**	**2.250,71**	**2.318,68**	**1.953,52**	**2.818,68**	**1.682,55**	**1.719,90**	**1.655,60**
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	**28.452,82**	**31.314,27**	**32.639,76**	**34.795,35**	**28.980,38**	**26.132,57**	**39.234,25**	**40.187,15**
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	28.452,82	31.314,27	32.639,76	34.795,35	28.980,38	26.132,57	39.234,25	40.187,15
Absorciones								
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	**0**	**0**	**0**	**-2218,93**	**-3269,34**	**-3312,24**	**-3895,77**	**-4852,87**
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	0	0	0	0	0	0	0	0

En las emisiones promedio históricas, las categorías más relevantes son 4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales con un aporte del 93,97 % (33.786,06 kt CO_2eq), donde se reporta la perdida de bosque que pasa a ser pastizal, seguida 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales 6,03 % (2168,14 kt CO_2eq) en el cual, se producen las emisiones de CO_2 por la pérdida de biomasa de sistemas silvopastoriles. En las absorciones promedio históricas todas están representadas por la categoría 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales 100 % (-1836,16 kt CO_2eq).

En la Figura 209 se observa el comportamiento de las emisiones y absorciones en la serie 1990-2021, en términos de las emisiones se marca una tendencia irregular que está determinada por las cifras de deforestación de las áreas de bosque que se convierte en áreas de pastizales, alcanzando las mayores emisiones al final de la serie y en algunos años intermedios. En las absorciones se observa un comportamiento ascendente a partir del año 2004 que es donde comienzan a presentarse absorciones para esta categoría y siguen de esta manera hasta el año 2021.

En el año 2017 se visualizan las emisiones más altas de la serie con 52.052,73 kt CO_2eq y las más bajas en el año 2021 con 27.809,90 kt CO_2eq, mientras que las absorciones presentan un comportamiento creciente, alcanzando los valores más bajos al comienzo de la serie con valores de 0 presentando el primer dato en el año 2004 con -1.054,62 kt CO_2eq y el valor más alto se presenta en el año 2021 con -4.852,86 kt CO_2eq.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	2.487	2.677	2.607	2.412	2.484	2.251	2.146	2.807	2.165	1.885	2.319	2.564	2.876	1.689	1.922	1.954	1.865	4.136	1.726	1.773	2.819	2.482	1.828	1.931	1.855	1.683	1.663	1.678	1.648	1.673	1.720	1.656
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	28.45	29.02	29.59	30.17	30.74	31.31	31.88	32.45	33.03	33.60	32.64	29.91	30.34	40.68	41.32	34.79	35.27	35.88	36.37	29.19	28.98	37.21	37.12	27.27	25.95	26.13	34.80	50.37	40.72	36.41	39.23	40.18
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales - Absorciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1.05	(2.21	(3.16	(3.26	(3.26	(3.26	(3.26	(3.26	(3.26	(3.26	(3.26	(3.31	(3.38	(3.50	(3.59	(3.62	(3.89	(4.85

Figura 209. Emisiones del sector 4.C. Pastizales

6.7.3 Metodología

Para la categoría de pastizales se emplea el método 1 de representación coherente de la tierra y nivel metodológico 2 para la estimación de las pérdidas y ganancias de carbono en pastizales que permanecen; para las tierras forestales convertidas en pastizales se emplea método 3 de representación coherente de la tierra y cálculos nivel 2.

En este capítulo se describe la información empleada para realizar la estimación de emisiones y absorciones, tales como métodos y ecuaciones utilizados para la estimación, datos de actividad y factores de emisión.

6.7.3.1 *Método de estimación*

En el Cuadro 49 se presentan las ecuaciones utilizadas para estimar las emisiones/absorciones en tierras que permanecen como pastizales y tierras que cambian a pastizales.

4.C.1. Pastizales que permanecen como tales

Ecuación 2.7 Cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en una categoría en particular de uso de la tierra (método de pérdidas y ganancias) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Dónde:
ΔC_B = Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
ΔC_G = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
ΔC_L = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

Ecuación 2.9 Incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa. En tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_G = \Sigma(A * G_{total} * CF)$$

Dónde:
ΔC_G = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
A= Área de tierras que permanecen en la misma categoría. ha
G_{total} = Crecimiento medio anual de la biomasa. t m.s ha^{-1} año^{-1}
CF = Fracción de carbono de la materia seca. t C (tonelada m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.10 Incrementos anules promedio de la biomasa (Nivel 1) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$G_{total} = \Sigma\left(G_w * (1 + R)\right)$$

Dónde:
G_{total} = Crecimiento medio anual de la biomasa. t m.s ha^{-1} año^{-1}
G_w = Crecimiento medio anual de la biomasa por encima del suelo. t m.s ha^{-1} año^{-1}
R = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo. t_{bg} m.s (t_{ag} m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.11 Reducción anual de las existencias de carbono en biomasa. En tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra (Métodos de diferencia de existencias). (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_L = L_{remoción-bosques} + L_{madera-combustible} + L_{perturbación}$$

Dónde:
ΔC_L = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
$L_{remoción-bosques}$ = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de madera*. t C año^{-1}
$L_{madera-combustible}$ = Pérdida anual de carbono debido a las extracciones de leña-combustible. t Caño^{-1}
$L_{perturbación}$= Pérdida anual de carbono debido a perturbaciones*. t C año^{-1}

Ecuación 2.14 Pérdidas anuales de carbono en la biomasa debidas a perturbaciones. (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$L_{perturbación} = \{A_{perturbación} * B_W * (1 + R) + CF * fd\}$$

Dónde:

$\mathbf{L_{perturbaión}}$ = Pérdida anual de carbono debido a perturbaciones. t C año^{-1}

$\mathbf{B_w}$= Promedio de biomasa aérea de las zonas afectadas. t m.s ha^{-1}

$\mathbf{R}$ = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa por encima del suelo. t_{bg} m.s (t_{ag} m.s)$^{-1}$

$\mathbf{CF}$ = Fracción de carbono de la materia seca. t C m.s^{-1}

$\mathbf{df}$ = Fracción de la biomasa perdida por perturbaciones

Ecuación 2.26 Pérdida anual de carbono en suelos orgánicos drenados (CO_2) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$L_{orgánicos} = \Sigma(A * EF)$$

Dónde:

A =Superficie de suelos orgánicos drenados por tipo de clima. ha.

EF=Factor de emisión por el tipo de clima. t C ha^{-1} año^{-1}

*La ecuación $L_{(madera\text{-}combustible)}$ no se presenta ya que esta actividad fue imputada en su totalidad a la categoría 4.A.1.a

4.C.2.a Tierras forestales convertidas en Pastizales

Ecuación 2.15 Cambio anual en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (Nivel 2) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta \text{Conversión} - \Delta C_L$$

Dónde:

$\Delta \mathbf{C_B}$ = Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

$\Delta \mathbf{C_G}$ = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

$\Delta \mathbf{C_L}$ = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

Ecuación 2.16 Cambio inicial en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas en otra categoría (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{conversión} = \Sigma\left(\left(B_{después} - B_{antes}\right) * \Delta A_{otras}\right) * CF$$

Dónde:

$B_{después=}$ Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}

$B_{antes=}$ Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}

$\Delta A_{otras=}$ Superficie de uso de la tierra i convertida a otra categoría de uso. ha.año^{-1}

$\mathbf{CF}$ =Fracción de carbono de la materia seca. t C (t m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.18 Cambio anual en los inventarios de carbono de la madera muerta o la hojarasca (método de pérdidas y ganancias) (IPCC – 2006, volumen 4, capítulo 2)

$$\Delta C_{DOM} = A * \left((DOM_{in} - DOM_{out}) * CF\right)$$

Donde:

ΔC_{DOM} = cambio anual en las existencias de carbono de los depósitos de madera muerta/hojarasca. t C año^{-1}

A = superficie de tierra gestionada. ha

DOM_{in} = transferencia anual promedio de biomasa al depósito de madera muerta/hojarasca debido a procesos y perturbaciones anuales. t d.m. ha^{-1} año^{-1}.

DOM_{out} = pérdida de carbono promedio anual por descomposición y perturbaciones procedente de depósitos de madera muerta o de hojarasca. t d.m. ha^{-1} año^{-1}

CF = fracción de carbono de materia seca. ton C (t d.m.)$^{-1}$

Ecuación 2.25 Cambio anual de las existencias de carbono orgánico en suelos minerales (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{Minerales} = \left(\left(SOC_0 - SOC_{(0-T)}\right)/D\right)$$

Dónde:

$SOC_{0=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos en el último año de un periodo en el inventario. t.C

$SOC_{0\text{-}T=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos al comienzo de un periodo en el inventario. t.C

$D_=$ Cantidad de tiempo de un periodo dado

$$SOC = \Sigma\left(SOC_{REF} * F_{LU} * F_{MG} * F_I * A\right)$$

Dónde:

$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra.

$F_{MG=}$ Factor de cambio de existencias para regímenes de gestión.

$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica.

Cuadro 49. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones de GEI para la categoría 4.C. Pastizales

6.7.3.2 *Factor de emisión*

En la Tabla 249 se presentan los factores de emisión utilizados para la estimación de las pérdidas y ganancias de carbono en tierras de pastizales que permanecen y en tierras forestales convertidas en pastizales

Tabla 249. Metodología y factores de emisión – 4.C. Pastizales

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factor de emisión
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Biomasa	Método 1, Nivel 2	TNC	**Pastizal limpio** Andes: 4,9447 t.m.s ha^{-1} $año^{-1}$ Amazonia, Orinoquia y Pacífico: 1,8708 t.m.s ha^{-1} $año^{-1}$ Caribe: 3,4781 t.m.s ha^{-1} $año^{-1}$ **Sistemas silvopastoriles** Andes: 3,2935 t.m.s ha^{-1} $año^{-1}$ Amazonia, Orinoquia y Pacífico: 5,4518 t.m.s ha^{-1} $año^{-1}$ Caribe: 11,0426 t.m.s ha^{-1} $año^{-1}$
	Incendios	Método 1, Nivel 1c	IDEAM, IPCC (2006); Vol 4, Cap 2.	Ver Anexo 6-3
	Suelos	Método 1, Nivel 1c	IPCC (2006); Vol 4, Cap 2, Cap 6.	Factor de remoción para suelos orgánicos en pastizales para zona climática Tropical: 9,6 t CO_2-C ha^{-1} $año^{-1}$
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Biomasa aérea	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 263,68 Andes:143,91 Caribe: 189,53 Orinoquía: 128,64 Pacífico: 251,38 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 150,51 Andes:70,51 Caribe: 68,16 Orinoquía: 81,67 Pacífico: 209,64
	Biomasa subterránea	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 58,68 Andes:33,43 Caribe: 42,64 Orinoquía: 30,10 Pacífico: 55,60 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 34,77 Andes:17,17 Caribe: 16,59 Orinoquía: 19,71 Pacífico: 46,89
	Biomasa aérea en pastos	Método 3, Nivel 2	(Yepes, Duque, Navarrete, & Phillips, 2011)	20,45 t.m.s.ha
	R en pastizales	Método 3, Nivel 1	IPCC, 2006 volumen 4 capitulo 6, Tabla 6.1	Valor por promedio para los valores registrados para zona Tropical – Húmedo & muhúmedo: 1,6
	Detritos finos de madera	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 4,03 Andes: 2,34 Caribe: 5,84 Orinoquía: 0,11 Pacífico: 4,94

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factor de emisión
				t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,03 Andes:1,65 Caribe: 1,72 Orinoquía: 3,12 Pacífico: 0,15
	Detritos gruesos de madera	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 6,74 Andes: 1,34 Caribe: 1,43 Orinoquía: 3,31 Pacífico: 3,62 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 3,23 Andes: 0,62 Caribe: 0,97 Orinoquía: 3,49 Pacífico: 1,13
	Árboles muertos en pie y tocones muertos	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 9,40 Andes: 5,66 Caribe: 3,84 Orinoquía: 3,22 Pacífico: 5,87 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,87 Andes: 2,29 Caribe: 2,31 Orinoquía: 2,44 Pacífico: 3,19
	Suelos	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.C.ha en bosque núcleo Amazonía: 47,40 Andes: 124,19 Caribe: 56,94 Orinoquía: 23,43 Pacífico: 102,46 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 60,65 Andes: 84,16 Caribe: 40,29 Orinoquía: 36,53 Pacífico: 70,37
	Hojarasca	Método 2, Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 2. Tabla 2.2	Valor por defecto de bosque natural: 2.1 t.C ha^{-1}

6.7.3.3 *Dato de actividad*

En la Tabla 251 se presentan los datos de actividad empleados para la estimación de emisiones por la conversión del bosque natural a pastizales agregados de manera anual para el diligenciamiento de las CRT, este dato es obtenido a partir de los mapas de cambio de bosque natural del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que reportan datos de deforestación (pérdida de bosque según la definición del país (Ver definición en Tabla 231)), regeneración, bosque estable, áreas de no bosque estable y sin información para el periodo 1990-2012 y a partir del año 2013 cuenta con información desagregada de bosque estable y deforestación a nivel de bosque núcleo y bosque borde, esta última información como insumo para la última actualización del Nivel de Referencia de emisiones forestales del país sometido a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El procedimiento completo para la obtención del dato de cálculo para las estimaciones por la conversión del bosque natural a pastizales se realiza de la misma forma en la que se reportaron los

datos para las estimaciones por la conversión del bosque natural a otras tierras forestales en el subcapítulo 6.5.3, acápite datos de actividad.

En la Tabla 250 se observan las fuentes de información de los datos de actividad para pastizales.

Tabla 250. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.C. Pastizales

Categorías		Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente de datos	
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Biomasa	Superficie anual sembrada (ha) de sistemas silvopastoriles intensivos	2003-2021	MADR, y FEDEGAN – Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible (GCS)	Se reajusto la serie a partir de información secundaria de proyectos MDL y otros que han implementado estos sistemas en el país a partir de 2002 y hasta el año 2012, para los siguientes años la información fue complementada con datos del proyecto GCS liderado por FEDEGAN.
	Incendios	Superficie anual incendiada de pastizales.	2002-2021	IDEAM (SNIF)	La superficie anual incendiada entre el año 1990 a 2001 se ajustó a partir de un modelo logarítmico que tiene en cuenta los fenómenos extremos de precipitación y sequía (IDEAM 2016).
	Suelos	Superficie (ha) de suelos Pastizales	Superficie constante (1990-2021)	Mapa de Ecosistemas Continentales. Costeros y Marinos de Colombia. Escala 1:100.000. versión 2.1. Año 2017 -IDEAM; Mapa de Biomas Naturales de Colombia 2014- IDEAM; Mapa de clasificación climática Caldas Lang - IDEAM	Esta emisión sólo se encuentra asociada al orden de Histosoles
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Biomasa MOM Suelos	Superficie de cambio (ha) que paso de bosque natural a Pastizal	Periodos: 1990-2000, 2000-2002, 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008, 2008-2010, 2010-2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021	IDEAM (SMByC)	El cálculo del depósito de suelos minerales se hace a partir del SOCref (contenido de C del bosque natural).

Tabla 251. Datos de actividad para la categoría 4.C. Pastizales

Año	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	
	Área con Sistemas Silvopastoriles	Bosque núcleo	Bosque borde
1990	NE	25.826	83.221
1991	NE	25.826	83.221
1992	NE	25.826	83.221
1993	NE	25.826	83.221
1994	NE	25.826	83.221
1995	NE	25.826	83.221
1996	NE	25.826	83.221
1997	NE	25.826	83.221
1998	NE	25.826	83.221
1999	NE	25.826	83.221
2000	NE	23.949	72.150
2001	NE	22.851	60.695
2002	NE	22.851	60.695
2003	NE	34.026	96.084
2004	67.447	34.026	96.084
2005	141.909	26.518	70.807
2006	202.344	26.518	70.807
2007	209.089	27.095	74.867
2008	209.089	27.095	74.867
2009	209.089	19.735	52.795
2010	209.089	19.735	52.795
2011	209.089	26.699	66.145
2012	209.089	26.699	66.145
2013	209.089	13.387	55.232
2014	209.089	13.931	52.927
2015	212.091	14.653	53.690
2016	217.391	26.806	79.376
2017	225.797	43.475	97.889
2018	232.848	35.324	71.226
2019	235.530	28.665	61.655
2020	254.800	33.060	64.545
2021	322.895	33.666	65.313

6.7.4 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que algunas fuentes de información no poseen los datos requeridos para estimaciones de emisiones de GEI a 2022. Sin embargo, para esta categoría se cuenta con los datos requeridos para la estimación hasta el año 2022.

6.7.5 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

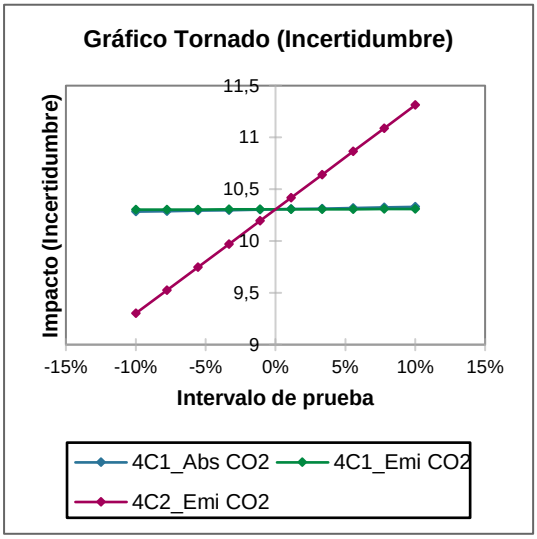
La estimación de los gases de efecto invernadero (GEI) en los pastizales (4.C.) considera tanto las absorciones como las emisiones de CO_2, abarcando los pastizales que permanecen como tales y las tierras convertidas en pastizales. Según los datos de la Tabla 252, la estimación de las absorciones de CO_2 comenzó a incluirse a partir de 2004, lo cual ha influido en el comportamiento de la incertidumbre debido a ajustes metodológicos. Se observa una tendencia decreciente en la incertidumbre total, que pasa de 26,34% en 1990 a 10,30% en 2021, donde se redujo 16,04 puntos porcentuales en este periodo con un promedio anual de 19,71%. Las absorciones de CO_2, aunque presentan menos datos, muestran estabilidad o una ligera disminución en la incertidumbre, para el año 2021 la incertidumbre está asociada o influenciada mayoritariamente por las incertidumbres de los factores de emisión empleados y para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre es la 4.C.1. con un valor de ±18,79%.

Tabla 252. Resultados de incertidumbre – Pastizales (4.C.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
4.C. Pastizales	TODOS	26,34	24,45	21,45	18,08	15,43	13,19	10,53	10,30	NA
	Abs CO_2	NE	NE	NE	22,35	18,12	14,98	11,98	11,68	NA
	Emi CO_2	26,34	24,45	21,45	16,94	13,72	11,48	9,46	9,01	NA
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	TODOS	14,85	12,16	11,54	203,07	147,51	32,81	23,33	18,79	FE
	Abs CO_2	NE	NE	NE	22,35	18,12	14,98	11,98	11,68	NA
	Emi CO_2	14,85	12,16	11,54	10,81	10,70	11,85	11,61	12,03	NA
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	TODOS	28,61	26,19	22,96	17,88	15,02	12,20	9,86	9,36	FE
	Abs CO_2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
	Emi CO_2	28,61	26,19	22,96	17,88	15,02	12,20	9,86	9,36	NA

La Figura 210 muestra los resultados numéricos del análisis de sensibilidad de los datos de incertidumbre para el año 2021, acompañado de su gráfico de tornado. Este análisis permite visualizar cómo las diferentes subcategorías afectan la incertidumbre total, destacando las de mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 4C2_Emi CO2 es la más sensible con una contribución del 99% a la incertidumbre total de la categoría 4.C., debido a que presenta la mayor emisión e incertidumbre, esta subcategoría tiene un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría, contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±1,00% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±10,30%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 9,30% y 11,31%.

a)



b)

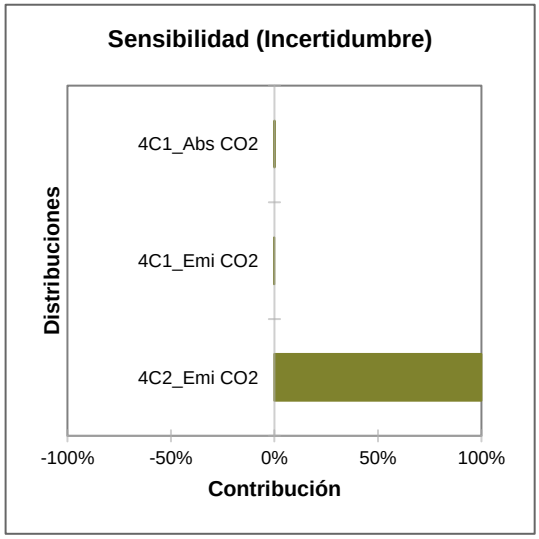


Figura 210. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de Pastizales (4.C.) para el 2021

6.7.6 AC/CC y verificación de la categoría

Como parte de los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario se siguieron las siguientes actividades de acuerdo con lo sugerido en el Capítulo 6, Vol.1 de las Directrices del IPCC de 2006 y el protocolo de CC/AC del INGEI:

1. Comprobación de errores de transcripción, tendencias y valores atípicos en los datos empleados en las estimaciones de las diferentes subcategorías a partir de la realización y evaluación de gráficos de tendencia de los datos de actividad y de las emisiones obtenidas para cada subcategoría y su comparación con los resultados obtenidos para informes de inventario previos.
2. Reproducción al azar de las estimaciones de emisiones y absorciones de las diferentes subcategorías para verificar que se estén aplicando adecuadamente las metodologías de estimación y las fórmulas correspondientes.
3. Verificación de unidades de reporte de datos de actividad y factores de emisión y presentación adecuada de las mismas dentro de cada una de las hojas de cálculo y de reporte de cada una de las subcategorías en todas las series temporales.
4. Como parte del sistema de archivo del inventario general se han consolidado las hojas de cálculo y formatos de datos de actividad y factores de emisión empleados para las estimaciones del sector, teniendo en cuenta el uso de nomenclatura entendible y homologada como mecanismo para garantizar la transparencia y trazabilidad de las estimaciones de GEI.
5. Comprobación de la coherencia general de las proporciones de emisiones históricas y de las emisiones por subcategorías con las estimaciones presentadas en informes de inventario previos.
6. Control de agregación correcta de las estimaciones de emisiones desde el nivel departamental y regional al nacional en la presentación del reporte del inventario nacional.
7. Se hicieron verificaciones de uso de datos comprables de suelos orgánicos con los empleados en el sector Agricultura.
8. Para garantizar la adecuada replicación y seguimiento de los cálculos, para cada subcategoría se presentan archivos Excel que incluyen los datos de actividad, factores de

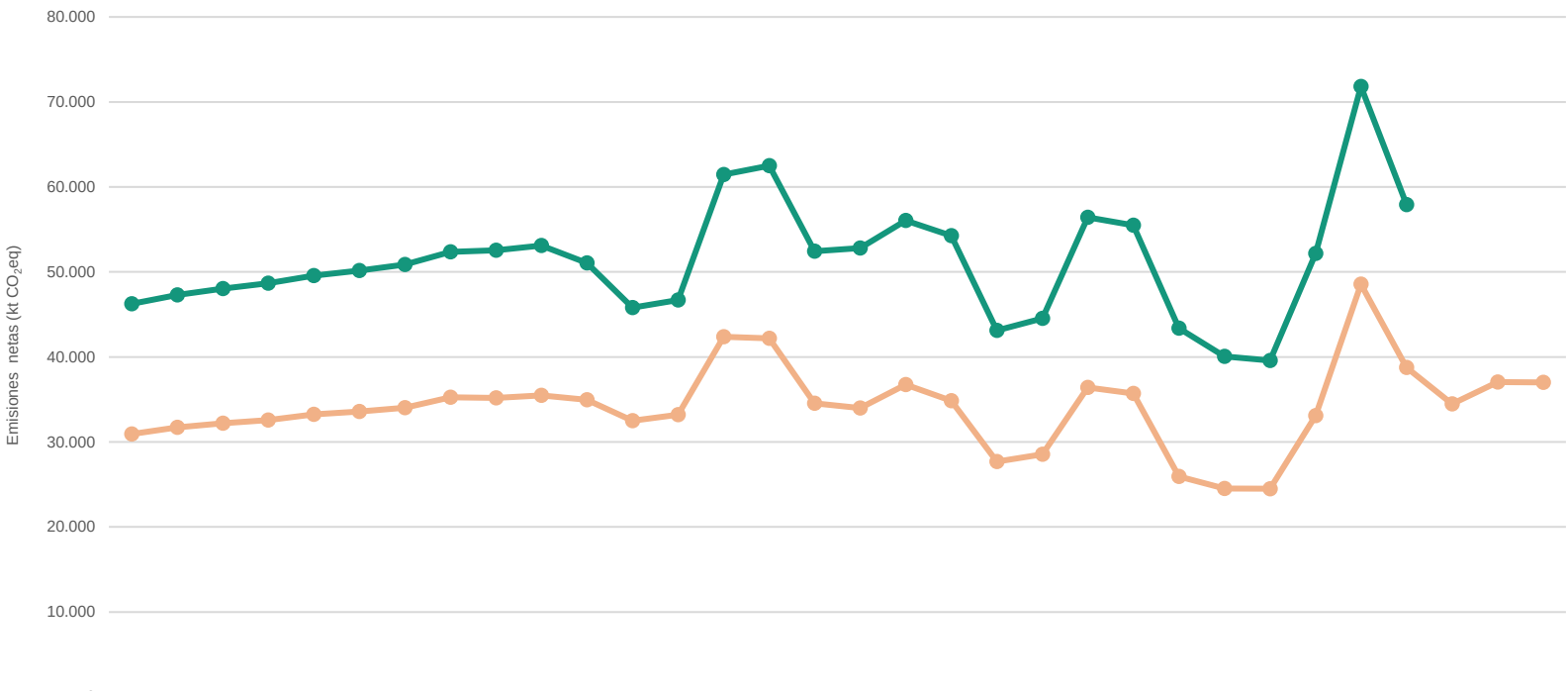
emisión y la relación entre los mismos para la obtención, consolidación y reporte de la estimación final.

9. Como parte de los procesos de socialización de las estimaciones de emisiones del sector LULUCF en el país se han desarrollado mesas de trabajo con los diferentes gremios y actores de relevancia a fin de discutir y validar los datos empleados y las estimaciones finales obtenidas, con entidades como Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MinAgricultura), entre otros.

6.7.7 Recálculos de la categoría

En la Figura 211 se presenta la comparación de las emisiones netas de la categoría pastizales presentadas en el reporte anterior (BUR3) con las presentadas en el BTR1, se identifica una tendencia similar en las emisiones de ambos reportes, sin embargo las emisiones reportadas en el BUR3 son mayores a las reportadas en el BTR1 en toda la serie histórica, esto está relacionado con los ajustes realizados a las estimaciones por deforestación del bosque natural en el BTR1 que incorporan datos de deforestación del bosque natural desagregados por estratos de bosque núcleo y bosque borde y empleando los factores de contenidos de carbono en la biomasa aérea, subterránea, suelos y detritos de madera con la última actualización del IFN reportados en (MinAmbiente; IDEAM, 2024).

Esta actualización implicó que las emisiones en el año 1990 tuvieran una reducción en el BTR1 respecto a las del BUR3 del 33,12 % y del 33,04 % en el año 2021.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3B3 - Pastizales - BUR3	46261	47279	48037	48670	49570	50165	50888	52377	52563	53111	51044	45803	46708	61442	62513	52439	52812	56069	54259	43108	44547	56428	55504	43388	40069	39582	52158	71822	57914			
4.C. Pastizales - BTR1	30940	31702	32205	32582	33226	33565	34032	35266	35197	35489	34958	32483	33223	42376	42193	34530	33975	36751	34833	27702	28530	36430	35687	25941	24541	24503	33076	48553	38777	34464	37058	36990

Figura 211. Comparación BUR3 vs BTR1 para pastizales

6.7.8 Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 253 se describe el plan de mejora propuesto para la categoría:

Tabla 253. Plan de mejora para 4.C. Pastizales

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Generar un sistema de registro que permita identificar y monitorear las áreas de los diferentes sistemas silvopastoriles propuestos en el país a partir de análisis como los de la NAMA ganadería	Se requiere realizar la revisión de áreas históricas de sistemas silvopastoriles en el país, y generar el seguimiento periódico de las mismas con UPRA y MinAgricultura		X			X	Corto	MinAgricultura - FEDEGAN	Planeación
	Incluir la subcategoría de herbazales, asociada a la categoría de pastizales, partiendo de la definición operativa que incluye superficies de herbazales naturales y gestionados del país.	Construcción de la definición operativa para la estimación de emisiones GEI asociadas a los herbazales.	X	X	X	X	X	Corto	IDEAM	Ejejcución
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Compilar información sobre Factores de Emisión para la subcategoría.	Investigar y recopilar información sobre los factores de emisión asociados a los herbazales (gestionados y naturales), considerando diferentes variables como la biomasa vegetal (aérea/subterránea), la materia orgánica del suelo y materia orgánica muerta (Tier 2)	X	X		X		Mediano	IDEAM - UNIVERSIDADES	Ejecución
	Reconstrucción de la serie de silvopastoriles desde para el periodo 1990-2003	Reconstruir la serie histórica 1990-2003 de áreas de sistemas silvopastoriles por medio del uso de las técnicas de empalme más adecuadas, sugeridas en lsa Directrices del IPCC de 2006.	X		X	X		Corto	IDEAM	Planeación
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Determinar los usos y cambios de uso en áreas de pastizales a partir del mapa de coberturas CLC	Completar la matriz de cambios de uso para la categoría de pastizales a partir del mapa de coberturas CLC. A fin de identificar los usos previos y posteriores al uso de pastizales.			X		X	Corto	IDEAM	Ejecución
4.C.(I), 4.C.(II) y 4.C.(III)	Recopilar la información necesaria de datos de actividad para incluir las estimaciones a reportar en 4.C.(I), 4.C.(II) y 4.C.(III)	Incluir las emisiones de N2O por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, las emisiones y absorciones provenientes del drenaje y rehumedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales, y las emisiones directas de N_2O procedentes de aportes de N a suelos gestionados, haciendo la revisión y ajuste de la información relacionada con estas categorías que se está reportando en el sector	X		X	X		Mediano	IDEAM-SEA	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
		agricultura y recopilar los datos de actividad necesarios para la estimación de estas emisiones en tierras de cultivo.								
4.C. Pastizales	Desagregación de las diferentes coberturas identificadas para pastizales y desagregarlas por tipo de suelo (minerales/ orgánicos)	A partir de los mapas de suelos del país, hacer la homologación de los suelos a categorías IPCC e identificar cuales se consideran como minerales u orgánicos y su discriminación por tipo de cobertura.		X	X	X		Mediano	IDEAM-SEA-ECOPETROL	Ejecución

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

6.8 Humedales (CRT 4.D.)

6.8.1 Descripción de la categoría

Para esta categoría se realiza la estimación de emisiones de CO_2 generadas debido al uso de los humedales y a los cambios de uso relacionados con humedales, específicamente de tierras que estaban en otra categoría de uso y se convirtieron en usos considerados dentro de la categoría de humedales. Esta categoría contempla dos subcategorías 4.D.1. Humedales que permanecen como tales y 4.D.2. Tierras convertidas en humedales. A continuación, se describen las emisiones consideradas.

4.D.1. Humedales que permanecen como tales: se registran las emisiones por difusión de CO_2 y CH_4 en tierras inundadas para la producción de energía eléctrica (represas), por medio de las metodologías y los factores localizados en los Apéndices 2 y 3 de las Directrices del IPCC (2006) y las modificaciones del Suplemento para LULUCF del (IPCC, 2014). Se tiene el supuesto de que las emisiones por difusión de cada reservorio se producen por diez años, a partir del año en el que el reservorio entra en operación; para este inventario se cuantificaron emisiones para diez embalses. No se estiman emisiones asociadas a otras subcategorías de humedales que permanecen como tales

4.D.2. Tierras convertidas en humedales: en esta subcategoría se cuantifican las emisiones únicamente para la subcategoría 4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas, donde se estiman las emisiones procedentes de los cambios entre el bosque natural, que específicamente se convirtió en vegetación acuática o en un cuerpo de agua; finalmente, se reportan los cambios en los contenidos de carbono de los depósitos de biomasa, MOM y suelos minerales. Debido a la falta de información de la matriz completa de cambios de uso del país, no se incluyen emisiones por la conversión de otras tierras a humedales a parte de las relacionadas con el bosque natural.

Para el BTR1 no se lograron reportar las emisiones de N_2O por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, las emisiones y absorciones provenientes del drenaje y rehumedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales, ni las emisiones directas de N_2O procedentes de aportes de N a suelos gestionados; como parte del plan de mejora se plantea recopilar los datos de actividad necesarios para la estimación de estas emisiones en áreas de humedales.

En la Figura 212 se presenta el árbol de subcategorías para la categoría 4.D. Humedales.

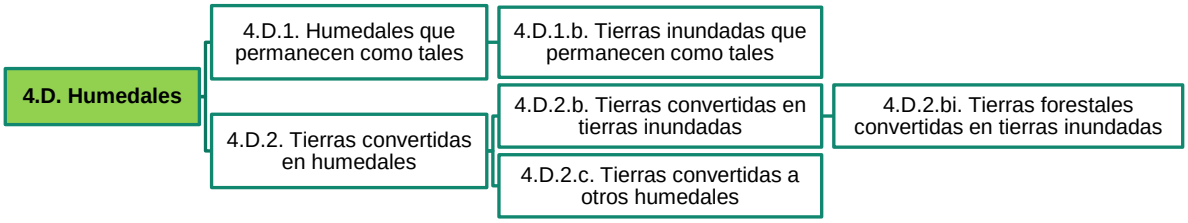


Figura 212. Categorías de reporte sector 4.D. Humedales

6.8.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

En la categoría 4.D. Humedales, las emisiones promedio históricas de 1990 a 2021 fueron de 1.529,86 kt CO_2eq con una participación promedio histórica de 1,37 % en las emisiones del sector. Las emisiones del año 1990 correspondieron a 1.013,83 kt CO_2eq (0,79 % del total del sector en ese año), siendo 178,37 % mayores con relación a las del 2021 que se ubicaron en 1.808,40 kt CO_2eq (1,51 % del total del sector para ese año), y una tasa de crecimiento anual compuesta para el periodo 1990-2021 de 1,88% para las emisiones.

Las emisiones en general muestran un comportamiento uniforme en toda la serie, en el año 2016 se observan las mayores emisiones con 7.510,76 kt CO_2eq; de igual manera, las menores emisiones de la categoría se presentan en el año 2008 con 764,38 kt CO_2eq.

En la Tabla 254 se resumen los datos de las estimaciones de GEI para la categoría de humedales, en el presenta que, en las emisiones la categoría 4.D.2. Tierras convertidas en humedales alcanza las mayores emisiones, que equivalen a un promedio histórico de 1.426,25 kt CO_2eq (93,23 %); asimismo, la categoría 4.D.1. Humedales que permanecen como tales, muestra un promedio histórico de 103,62 kt CO_2eq que equivalen al 6,77 % de las emisiones de la categoría 4.C.

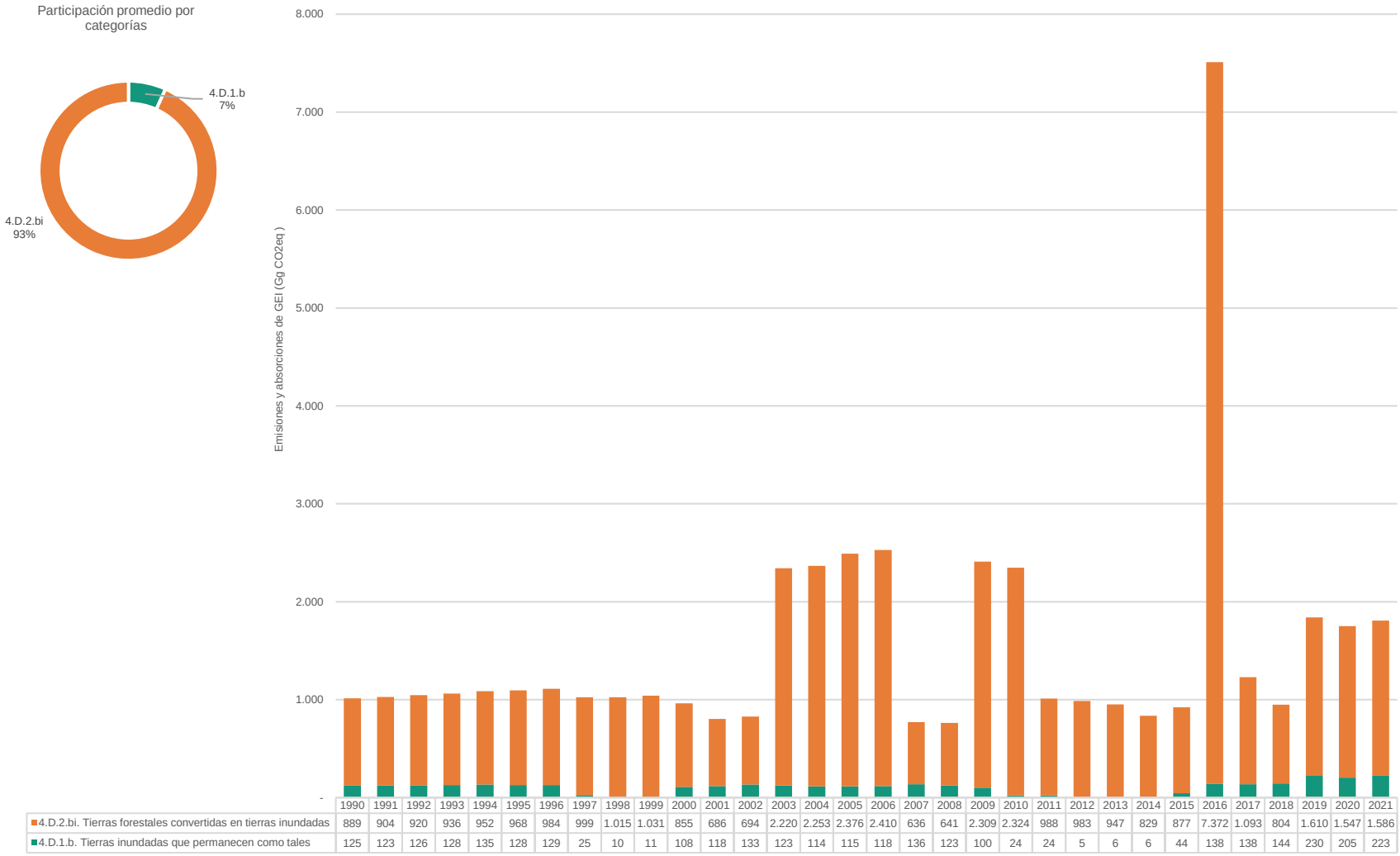
A continuación, se observan los resultados cada 5 años de las estimaciones de emisiones y absorciones en la categoría 4.D Humedales:

Tabla 254. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.D. Humedales

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Emisiones								
4.D.1. Humedales que permanecen como tales	**125,16**	**127,77**	**108,42**	**114,97**	**24,09**	**44,30**	**204,79**	**222,57**
4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	125,16	127,77	108,42	114,97	24,09	44,30	204,79	222,57
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	**888,67**	**967,78**	**854,92**	**2.376,20**	**2.324,23**	**877,14**	**1.546,79**	**1.585,83**
4.D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas	888,67	967,78	854,92	2.376,20	2.324,23	877,14	1.546,79	1.585,83
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	888,67	967,78	854,92	2.376,20	2.324,23	877,14	1.546,79	1.585,83

En las emisiones promedio históricas, las categorías más representativas son 4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas con un aporte del 93,23 % (1.426,25 kt CO_2eq), en el cual se presenta la perdida de bosque que se convierte en humedal, a continuación, se encuentra 4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales con 6,77 % (103,62 kt CO_2eq) donde se producen las emisiones de CO_2 por emisión de metano en cuerpos de agua.

En la Figura 213 se visualiza el comportamiento de las emisiones en la serie 1990-2021, en las emisiones se presenta una tendencia uniforme en toda la serie con algunos picos específicos en algunos años, esta categoría esta influenciada en su mayoría por la deforestación de las superficies de bosque que se convierte en superficies de humedal.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	889	904	920	936	952	968	984	999	1.015	1.031	855	686	694	2.220	2.253	2.376	2.410	636	641	2.309	2.324	988	983	947	829	877	7.372	1.093	804	1.610	1.547	1.586
4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	125	123	126	128	135	128	129	25	10	11	108	118	133	123	114	115	118	136	123	100	24	24	5	6	6	44	138	138	144	230	205	223

Figura 213. Emisiones del sector 4.D. Humedales

6.8.3 Metodología

Para la categoría de humedales se emplea el método 1 de representación coherente de la tierra y nivel metodológico 1 para las estimaciones en tierras inundadas que permanecen y método 2, nivel 2 para las estimaciones por la conversión de tierras forestales en humedales.

En este capítulo se describe la información necesaria para realizar la estimación de emisiones, tales como métodos y ecuaciones, datos de actividad y factores de emisión.

6.8.3.1 Método de estimación

En el Cuadro 50 se presentan las ecuaciones para realizar las estimaciones en las tierras inundadas que permanecen y en las tierras forestales que se convierten en humedales.

4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales

Ecuación 2a.1 y 3a.1: Emisiones de CO_2 y CH_4 provenientes de las tierras inundadas (nivel 1) (IPCC – 2006, volumen 4, Apéndice 2 y 3)

$$GEI_{\text{emisiones tierra inund}} = P*E\,(GEI\ EQ)_{diff}*A_{\text{total inund}}\,f_A * 10^{-6}$$

Dónde:

$GEI_{\text{emisiones tierra inund}}$= total de emisiones de GEI desde la tierra convertida a tierra inundada, Gg GEI año^{-1}

P= número de días sin cobertura de hielo durante un año, días año^{-1}

$E(GEI)_{diff}$= promedio diario de emisiones por difusión, kg GEI ha^{-1} día^{-1}

$A_{\text{total inund}}$= área total de la superficie del reservorio, incluyendo tierras inundadas, lagos y ríos, ha

F_A = fracción del área total del reservorio que fue inundada durante los últimos 10 años.

4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas

Ecuación 2.15 Cambio anual en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (Nivel 2) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta\,C_B = \Delta C_G + \Delta\text{Conversión} - \Delta C_L$$

Dónde:

$\Delta\,\mathbf{C_B}$ = Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

$\Delta\,\mathbf{C_G}$ = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

$\Delta\,\mathbf{C_L}$ = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

Ecuación 2.16 Cambio inicial en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas en otra categoría (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{\text{conversión}} = \Sigma\left(\left(B_{\text{después}} - B_{\text{antes}}\right) * \Delta\,A_{\text{otras}}\right) * CF$$

Dónde:

$B_{después=}$ Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}

$B_{antes=}$ Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}

$\Delta A_{otras=}$ Superficie de uso de la tierra i convertida a otra categoría de uso. ha.año^{-1}

$\mathbf{CF}$ =Fracción de carbono de la materia seca. t C (t m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.18 Cambio anual en los inventarios de carbono de la madera muerta o la hojarasca (método de pérdidas y ganancias) (IPCC – 2006, volumen 4, capítulo 2)

$$\Delta C_{DOM} = A * \left((DOM_{in} - DOM_{out}) * CF\right)$$

Donde:

ΔC_{DOM} = cambio anual en las existencias de carbono de los depósitos de madera muerta/hojarasca. t C año^{-1}

A = superficie de tierra gestionada. ha

DOM_{in} = transferencia anual promedio de biomasa al depósito de madera muerta/hojarasca debido a procesos y perturbaciones anuales. t d.m. ha^{-1} año^{-1}.

DOM_{out} = pérdida de carbono promedio anual por descomposición y perturbaciones procedente de depósitos de madera muerta o de hojarasca. t d.m. ha^{-1} año^{-1}

CF = fracción de carbono de materia seca. t.C (t d.m.)$^{-1}$

Ecuación 2.25 Cambio anual de las existencias de carbono orgánico en suelos minerales (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{\text{Minerales}} = \left(\left(SOC_0 - SOC_{(0-T)}\right)/D\right)$$

Dónde:
$SOC_{0=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos en el último año de un periodo en el inventario. t.C
$SOC_{0\text{-}T=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos al comienzo de un periodo en el inventario. t.C
$D_=$ Cantidad de tiempo de un periodo dado

$$SOC = \Sigma (SOC_{REF} * F_{LU} * F_{MG} * F_I * A)$$

Dónde:
$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra.
$F_{MG=}$ Factor de cambio de existencias para regímenes de gestión.
$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica.

Cuadro 50. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI para la categoría 4.D. Humedales

6.8.3.2 *Factor de emisión*

Para esta categoría se maneja como supuesto que el factor de emisión de CO_2 y CH_4 es constante durante diez años posterior a la entrada de operación del reservorio y los valores se utilizan por defecto del IPCC (2006). En la Tabla 255 se presenta la descripción detallada de los factores utilizados.

Tabla 255. Metodología y factores de emisión – 4.D. Humedales

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factor de emisión
4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Difusión	Método 1, Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Apéndice 2 y 3. IPCC (2013) Suplemento LULUCF	Anexo 6-4
4.D.2.a.i. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Biomasa aérea	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 263,68 Andes:143,91 Caribe: 189,53 Orinoquía: 128,64 Pacífico: 251,38 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 150,51 Andes:70,51 Caribe: 68,16 Orinoquía: 81,67 Pacífico: 209,64
	Biomasa subterránea	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 58,68 Andes:33,43 Caribe: 42,64 Orinoquía: 30,10 Pacífico: 55,60 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 34,77 Andes:17,17 Caribe: 16,59 Orinoquía: 19,71 Pacífico: 46,89
	Detritos finos de madera	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 4,03 Andes: 2,34 Caribe: 5,84 Orinoquía: 0,11 Pacífico: 4,94 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,03 Andes:1,65 Caribe: 1,72 Orinoquía: 3,12 Pacífico: 0,15

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factor de emisión
	Detritos gruesos de madera	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 6,74 Andes: 1,34 Caribe: 1,43 Orinoquía: 3,31 Pacífico: 3,62 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 3,23 Andes: 0,62 Caribe: 0,97 Orinoquía: 3,49 Pacífico: 1,13
	Árboles muertos en pie y tocones muertos	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 9,40 Andes: 5,66 Caribe: 3,84 Orinoquía: 3,22 Pacífico: 5,87 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,87 Andes: 2,29 Caribe: 2,31 Orinoquía: 2,44 Pacífico: 3,19
	Suelos	Método 3, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.C.ha en bosque núcleo Amazonía: 47,40 Andes: 124,19 Caribe: 56,94 Orinoquía: 23,43 Pacífico: 102,46 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 60,65 Andes: 84,16 Caribe: 40,29 Orinoquía: 36,53 Pacífico: 70,37
	Hojarasca	Método 3, Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 2. Tabla 2.2	Valor por defecto de bosque natural: 2.1 t.C ha^{-1}

6.8.3.3 *Dato de actividad*

Los datos de actividad de esta categoría corresponden a la superficie del área inundada de los embalses para generación de energía eléctrica consolidados por el Ministerio de Minas y Energía.

En la Tabla 257 se consolida el área total nacional inundada por embalses y que ha generado emisiones en el periodo 1990 a 2021 y los datos de actividad empleados para la estimación de emisiones por la conversión del bosque natural a humedales agregados de manera anual para el diligenciamiento de las CRT, este dato es obtenido a partir de los mapas de cambio de bosque natural del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que reportan datos de deforestación (pérdida de bosque según la definición del país (Ver definición en Tabla 231)), regeneración, bosque estable, áreas de no bosque estable y sin información para el periodo 1990-2012 y a partir del año 2013 cuenta con información desagregada de bosque estable y deforestación a nivel de bosque núcleo y bosque borde, esta última información como insumo para la última actualización del Nivel de Referencia de emisiones forestales del país sometido a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El procedimiento completo para la obtención del dato de cálculo para las estimaciones por la conversión del bosque natural a humedales se realiza de la misma forma en la que se reportaron los datos para las estimaciones por la conversión del bosque natural a otras tierras forestales en el subcapítulo 6.5.3, acápite datos de actividad.

En la Tabla 256 se observan las fuentes de información de los datos de actividad para humedales.

Tabla 256. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.D. Humedales

Categorías		Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente de datos	
4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Difusión	Superficie inundada (ha) por los reservorios de agua	1990-2021	ACOLGEN	El cálculo de difusión comienza a computarse a partir del año de operación del reservorio.
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Biomasa MOM Suelos	Superficie de cambio (ha) que pasó de bosque natural a Humedales	Periodos: 1990-2000, 2000-2002, 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008, 2008-2010, 2010-2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021	IDEAM (SMByC)	El cálculo del depósito de suelos minerales se hace a partir del SOCref (contenido de C del bosque natural).

Tabla 257. Datos de actividad para la categoría 4.D. Humedales

Año	4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	
	Área inundada	Bosque núcleo	Bosque borde
1990	11.228	879	2.832
1991	11.228	879	2.832
1992	12.676	879	2.832
1993	12.676	879	2.832
1994	13.891	879	2.832
1995	11.860	879	2.832
1996	11.860	879	2.832
1997	3.400	879	2.832
1998	2.663	879	2.832
1999	2.663	879	2.832
2000	10.018	624	1.878
2001	11.003	392	1.041
2002	10.756	392	1.041
2003	10.757	1.517	4.283
2004	9.540	1.517	4.283
2005	9.540	1.488	3.974
2006	9.540	1.488	3.974
2007	9.540	264	729
2008	9.540	264	729
2009	9.540	1.225	3.277
2010	2.631	1.225	3.277
2011	1.646	564	1.397
2012	446	564	1.397
2013	446	485	1.999
2014	446	326	1.238
2015	14.229	411	1.506
2016	14.229	3.870	11.460
2017	14.229	401	902
2018	14.229	312	629
2019	14.229	1.220	2.624
2020	13.783	1.407	2.747
2021	13.783	1.433	2.780

6.8.4 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que algunas fuentes de información no poseen los datos requeridos para estimaciones de

emisiones de GEI a 2022. Sin embargo, para esta categoría se cuenta con los datos requeridos para la estimación hasta el año 2022.

6.8.5 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

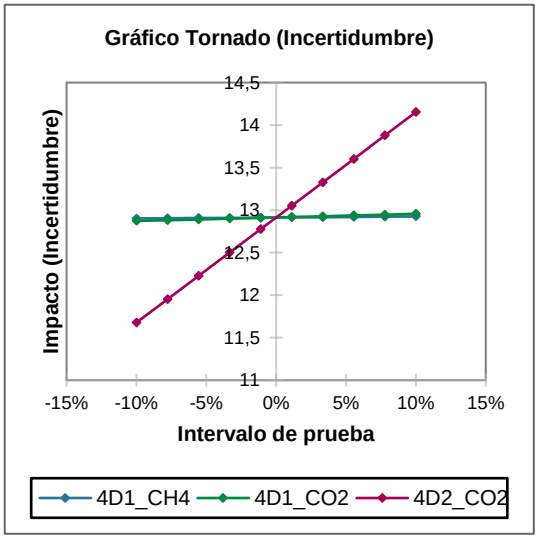
En la Tabla 258 se evidencia una reducción en la incertidumbre total y en las incertidumbres específicas de CH_4 y CO_2 a lo largo del tiempo de la categoría 4.D., lo que podría reflejar mejoras en la precisión de los datos y en los métodos de estimación de las emisiones de GEI generadas debido al uso de los humedales y a los cambios de uso relacionados con humedales, la mayor incertidumbre se observa en las emisiones de CH_4 para la categoría humedales que permanecen como tales, mientras que la incertidumbre en CO_2 es menor y presenta una reducción más estable en el tiempo. Entre 1990 y 2021 la reducción porcentual de la incertidumbre es de 65,83% y el promedio anual de la serie temporal es de 26,83%. Por tipo de GEI el CH_4 y CO_2 tienen incertidumbres promedio de 54,04% y 27,27%, respectivamente, la incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada mayoritariamente por las incertidumbres de los factores de emisión empleados. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre es la 4.D.1. con un valor de ±21,39%.

Tabla 258. Resultados de incertidumbre – Humedales (4.D.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
4.D. Humedales	TODOS	37,80	35,26	28,67	29,23	25,10	18,61	14,17	12,92	NA
	CH_4	69,32	66,09	60,96	55,07	49,37	43,63	37,21	33,69	NA
	CO_2	38,72	36,08	29,27	29,47	25,14	18,91	14,62	13,34	NA
4.D.1. Humedales que permanecen como tales	TODOS	50,63	46,10	42,02	37,85	32,52	26,34	22,18	21,39	FE
	CH_4	69,32	66,09	60,96	55,07	49,37	43,63	37,21	33,69	NA
	CO_2	60,93	55,40	49,86	44,36	38,03	32,99	27,36	26,88	NA
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	TODOS	42,53	39,45	31,87	30,59	25,36	19,50	15,77	14,42	FE
	CH_4	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
	CO_2	42,53	39,45	31,87	30,59	25,36	19,50	15,77	14,42	NA

El análisis de sensibilidad permite identificar cómo influyen las diferentes subcategorías en la incertidumbre total, destacando aquellas con mayor impacto. La Figura 214 presenta los resultados numéricos de este análisis aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, junto con el gráfico de tornado correspondiente. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 4D2_CO2 es la más sensible con una contribución del 99% a la incertidumbre total de la categoría 4.D. debido a que presenta la mayor emisión, esta subcategoría tiene un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría, contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±1,24% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±12,92%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 11,68% y 14,15%.

a)



b)

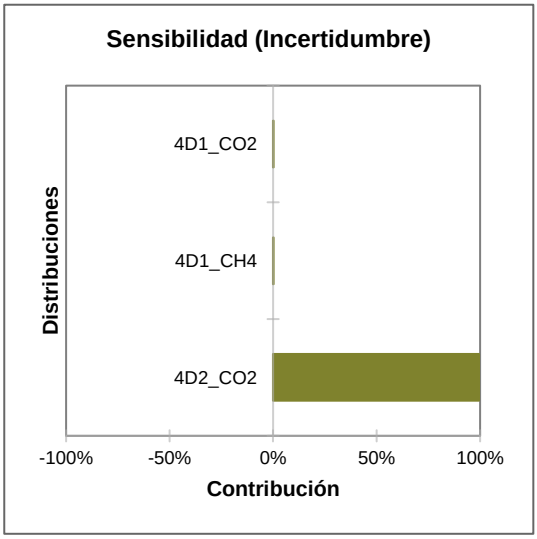


Figura 214. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Humedales (4.D.) para el 2021

6.8.6 AC/CC y verificación de la categoría

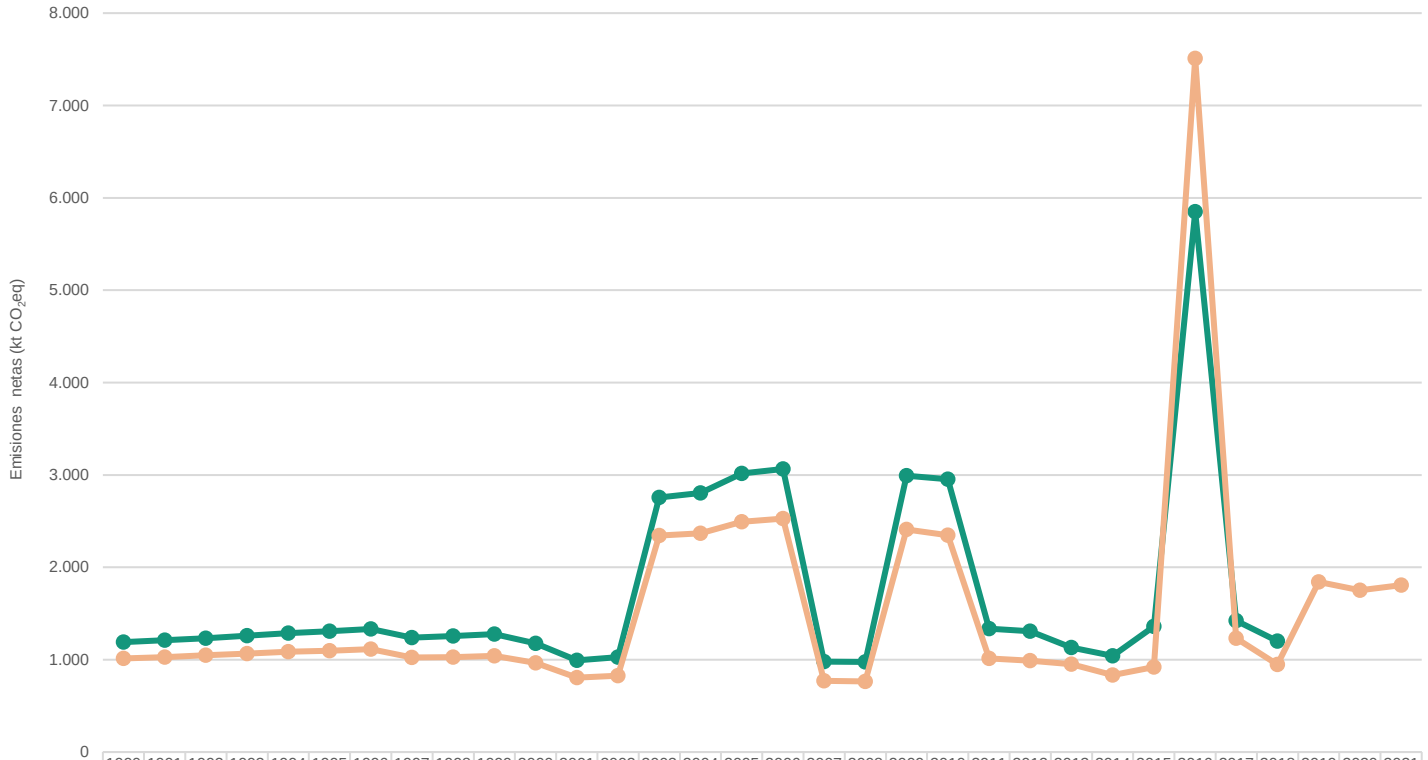
Como parte de los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario se siguieron las siguientes actividades de acuerdo con lo sugerido en el Capítulo 6, Vol.1 de las Directrices del IPCC de 2006 y el protocolo de CC/AC del INGEI:

1. Comprobación de errores de transcripción, tendencias y valores atípicos en los datos empleados en las estimaciones de las diferentes subcategorías a partir de la realización y evaluación de gráficos de tendencia de los datos de actividad y de las emisiones obtenidas para cada subcategoría y su comparación con los resultados obtenidos para informes de inventario previos.
2. Reproducción al azar de las estimaciones de emisiones y absorciones de las diferentes subcategorías para verificar que se estén aplicando adecuadamente las metodologías de estimación y las fórmulas correspondientes.
3. Verificación de unidades de reporte de datos de actividad y factores de emisión y presentación adecuada de las mismas dentro de cada una de las hojas de cálculo y de reporte de cada una de las subcategorías en todas las series temporales.
4. Como parte del sistema de archivo del inventario general se han consolidado las hojas de cálculo y formatos de datos de actividad y factores de emisión empleados para las estimaciones del sector, teniendo en cuenta el uso de nomenclatura entendible y homologada como mecanismo para garantizar la transparencia y trazabilidad de las estimaciones de GEI.
5. Comprobación de la coherencia general de las proporciones de emisiones históricas y de las emisiones por subcategorías con las estimaciones presentadas en informes de inventario previos.
6. Control de agregación correcta de las estimaciones de emisiones desde el nivel departamental y regional al nacional en la presentación del reporte del inventario nacional.
7. Se hicieron verificaciones de uso de datos comprables de suelos orgánicos con los empleados en el sector Agricultura.
8. Para garantizar la adecuada replicación y seguimiento de los cálculos, para cada subcategoría se presentan archivos Excel que incluyen los datos de actividad, factores de emisión y la relación entre los mismos para la obtención, consolidación y reporte de la estimación final.

9. Como parte de los procesos de socialización de las estimaciones de emisiones del sector LULUCF en el país se han desarrollado mesas de trabajo con los diferentes gremios y actores de relevancia a fin de discutir y validar los datos empleados y las estimaciones finales obtenidas, con entidades como Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Ministerio de Minas y Energía (MinEnergia), entre otros.

6.8.7 Recálculos de la categoría

En la Figura 215 se presenta la comparación de las emisiones netas de la categoría humedales presentadas en el reporte anterior (BUR3) con las reportadas en el BTR1, se identifica una tendencia similar en las emisiones de ambos reportes, sin embargo las emisiones reportadas en el BUR3 son mayores a las reportadas en el BTR1 en casi toda la serie histórica, excepto en el año 2016 donde las emisiones del BTR1 aumentaron respecto a las del BUR3, este comportamiento está relacionado con la actualización de la información de embalses incluyendo Hidroituango e Hidrosogamoso y los ajustes a las estimaciones por deforestación del Bosque natural desagregándolas por estratos de bosque núcleo y bosque borde y empleando los factores de contenidos de carbono en la biomasa aérea, subterránea, suelos y detritos de madera con la última actualización del IFN reportados en (MinAmbiente; IDEAM, 2024). Estos recálculos implicaron que las emisiones en el año 1990 tuvieran una reducción en el BTR1 respecto a las del BUR3 del 14,76 % y del 20,98 % en el año 2021.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3B4 - Humedales - BUR3	1189	1212	1231	1261	1286	1308	1331	1238	1256	1278	1178	994	1028	2757	2803	3014	3065	980	975	2992	2954	1335	1309	1131	1041	1360	5849	1421	1200			
4.D. Humedales - BTR1	1014	1028	1046	1064	1087	1096	1112	1024	1026	1042	963,3	804,1	827,8	2342	2367	2491	2528	771,7	764,4	2410	2348	1013	988	952,8	834,9	921,4	7511	1231	948,2	1840	1752	1808

Figura 215. Comparación BUR3 vs BTR1 para humedales

6.8.8 Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 259, se describe el plan de mejora diseñado para la categoría:

Tabla 259. Plan de mejora para 4.D. Humedales

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Dividir la categoría en dos subcategorías: Humedales gestionados (represas y embalses) que se reporta actualmente manteniendo la metodología empleada. Generar subcategoría Humedales naturales, incluye continentales, costeros, andinos y turberas	Construir una definición operativa para la categoría y las subcategorías propuestas y realizar las estimaciones correspondientes. Actualización de factores para las estimaciones de difusión de CH4 y CO2 en embalses con datos específicos de país	X	X	X	X	X	Corto	IDEAM	Ejecución
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Identificar el cambio de uso, de otros usos a asentamientos para completar la matriz de cambio a partir del mapa de coberturas CLC.	Determinar los usos y cambios de uso en áreas identificadas como humedales de acuerdo con las Directrices del IPCC, a partir del mapa de cobertura CLC		X	X	X	X	Corto	IDEAM	Ejecución
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Realizar la delimitación de Humedales naturales del país.	Obtener los datos de actividad correspondientes a las áreas de cambio en tierras definidas como humedales, según las definiciones operativas acordadas por los actores clave involucrados en la gestión y manejo de estas áreas.		X		X	X	Corto	IDEAM	Ejecución
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Recopilar información sobre contenidos de carbono en los tres depósitos en áreas de humedales definidos para el país	Consolidar información sobre FE para la subcategoría a partir de la revisión de literatura y recopilación de estudios realizados en el país hasta la fecha		X		X		Mediano	IDEAM	Planeación
4.D.(I), 4.D.(II) y 4.D.(III)	Recopilar la información necesaria de datos de actividad para incluir las estimaciones a reportar en 4.D.(I), 4.D.(II) y 4.D.(III)	Incluir las emisiones de N_2O por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, las emisiones y absorciones provenientes del drenaje y rehumedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales, y las emisiones directas de N_2O procedentes de aportes de N a suelos gestionados y recopilar los datos de actividad necesarios para la estimación de estas emisiones en tierras de cultivo.	X		X	X		Mediano	IDEAM-SEA	Planeación
4D. Humedales	Desagregación de las diferentes coberturas identificadas para humedales y desagregarlas por tipo de suelo (minerales/ orgánicos)	A partir de los mapas de suelos del país, hacer la homologación de los suelos a categorías IPCC e identificar cuales se consideran como minerales u orgánicos y su discriminación por tipo de cobertura.		X	X	X		Mediano	IDEAM-SEA-ECOPETROL	Ejecución

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

6.9 Asentamientos (CRT 4.E.)

6.9.1 Descripción de la categoría

La categoría de asentamientos busca estimar los cambios en las reservas de carbono y las absorciones y emisiones que se presentan en los depósitos de biomasa, materia orgánica muerta (MOM) y suelos tanto en las tierras que permanecen como tales, como en las tierras convertidas en asentamientos. En la primera aproximación que realiza el país se estiman las emisiones y absorciones generadas por la biomasa en el arbolado urbano dentro del perímetro identificado como asentamiento (IPCC, 2006).

Para el país los asentamientos se encuentran delimitados por el área geográfica que está definida por un perímetro urbano, cuyos límites se establecen por acuerdos del Concejo Municipal y corresponde al lugar en donde se ubica la sede administrativa de un municipio. (DANE). Se incluyen suelos, vegetación herbácea perenne como el césped y las plantas de los jardines, los jardines de las haciendas, las áreas rurales y los árboles en espacios urbanos tales como parques urbanos, avenidas y jardines (FAO, Términos y Definiciones FRA 2025, 2023).

La categoría de asentamientos como todas las categorías del sector de Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra contempla un grupo de categorías que se asocian a las tierras que permanecen y otro grupo asociado a las categorías que se convierten en asentamientos. En este caso se realizan estimaciones para las subcategorías “4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales” y “4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos”, la segunda subcategoría está asociada a la deforestación.

Al igual que en las categorías anteriores no se reportan estimaciones de emisiones de N_2O por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, las emisiones y absorciones provenientes del drenaje y rehumedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales, ni las emisiones directas de N_2O procedentes de aportes de N a suelos gestionados; como parte del plan de mejora se plantea recopilar los datos de actividad necesarios para la estimación de estas emisiones en áreas de asentamientos.

En la Figura 216 se presenta el árbol de subcategorías para la categoría 4.E. Asentamientos.

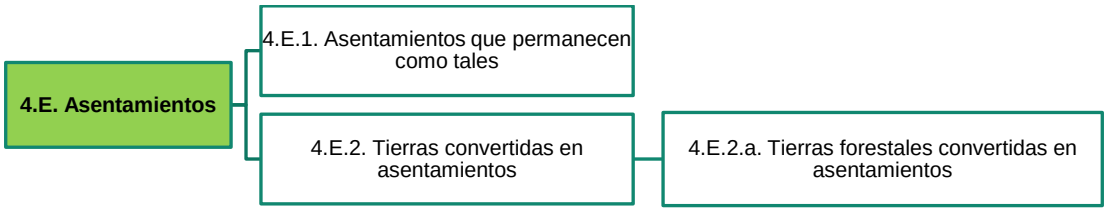


Figura 216. Categorías de reporte sector 4.E. Asentamientos

6.9.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

En la categoría 4.E. Asentamientos, las emisiones promedio históricas de 1990 a 2021 se ubicaron en 409,82 kt CO_2eq con una contribución promedio histórica de 0,37 % de las emisiones del sector y unas absorciones promedio de -9,21 kt CO_2eq que equivalen al 0,07 % de las absorciones. Las emisiones del año 1990 estuvieron en 685,93 kt CO_2eq (0,54 % del total del sector en ese año), siendo un 16,69 % mayor con respecto a las del 2021 que equivalen a 114,47 kt CO_2eq (0,10 % del total del sector para ese año). El número de árboles plantados por año no está relacionado directamente con la taza de expansión anual en las ciudades; no obstante, se ha determinado que los planes de plantación están relacionados con los periodos de gobierno de las administraciones y no con una política integral a nivel local.

Por otro lado, las absorciones del año 1990 fueron -0,56 kt CO_2eq (0,01 % del total del sector en ese año), mostrando un aumento en el año 2021 de 3139,26 % respecto a 1990 con un total de -17,64

kt CO_2eq (0,54 % del total del sector en ese año) y una tasa de crecimiento anual compuesta para el periodo 1990-2021 de -5,61 % para las emisiones y de 11,76 % para las absorciones.

Las emisiones de los últimos años son mucho más pequeñas en comparación con la primera década de reporte, en el año 1999 se presentan las mayores emisiones con 878,15 kt CO_2eq; mientras que, las menores emisiones de la categoría se presentan en el año 2021 con 71,65 kt CO_2eq. En cuanto a absorciones encontramos que el año 2021 es el más alto con -17,65 kt CO_2eq y el año 1990 es el más bajo con -0,56 kt CO_2eq.

En la Tabla 260 se presentan los datos de las estimaciones de GEI para la categoría asentamientos, donde se evidencia que, en términos de emisiones, la categoría 4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos alcanza las mayores emisiones, que corresponden a un promedio histórico de 405,43 kt CO_2 eqCO_2eq (98,93 %), la otra categoría que reporta emisiones es 4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales, que contiene las emisiones por la tala de árboles con un promedio histórico de 4,39 kt CO_2eq que corresponden al 1,07 % de las emisiones de la categoría 4.E. Asentamientos.

En canto a las absorciones, el 100 % son reportadas en la categoría 4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales, que corresponden a la acumulación de biomasa por los árboles plantados dentro de los asentamientos, con un promedio histórico de -9,21 kt CO_2eq.

En la tabla a continuación, se visualizan los resultados cada 5 años de las estimaciones de emisiones y absorciones en la categoría 4.E Asentamientos:

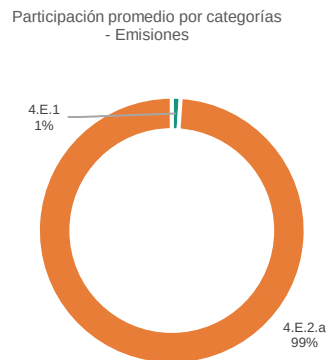
Tabla 260. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.E. Asentamientos

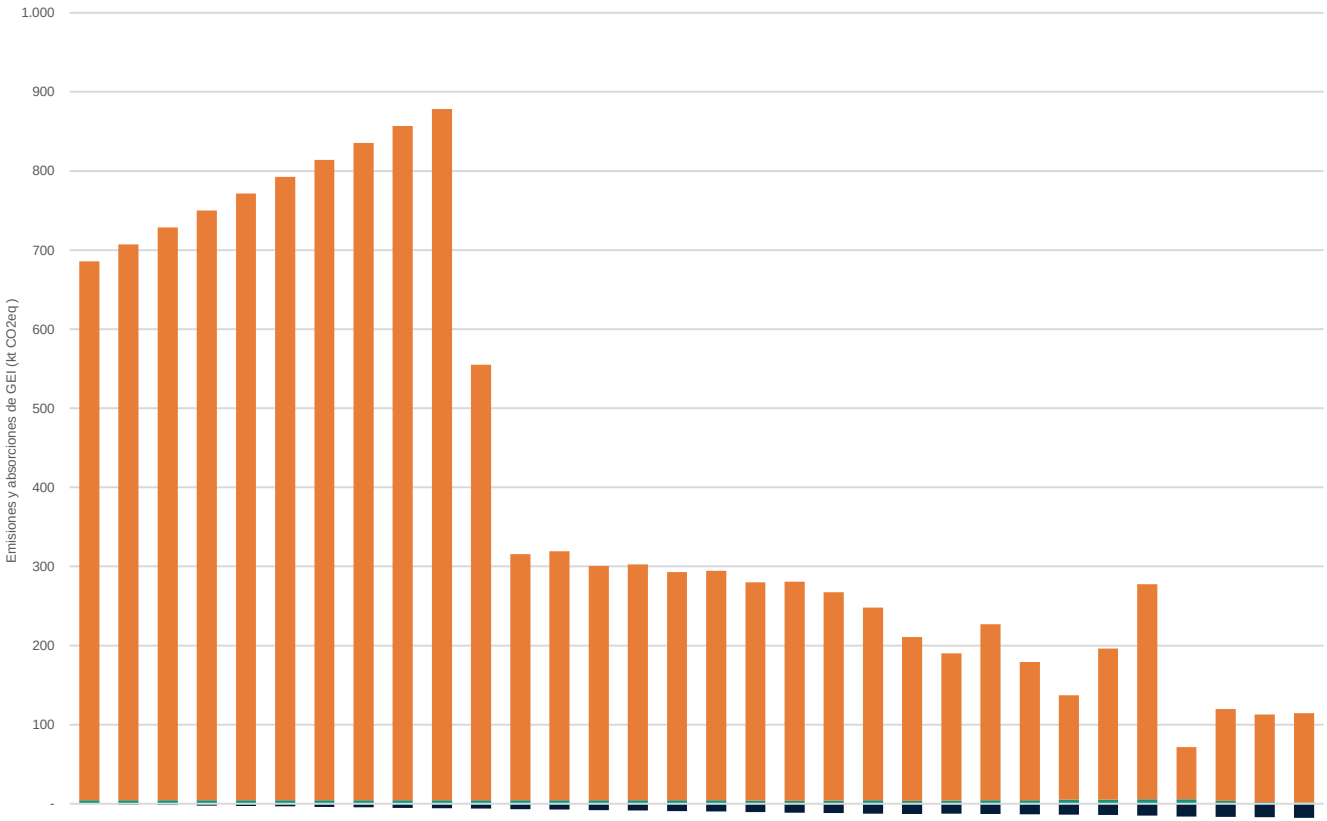
Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Emisiones								
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	**4,57**	**4,57**	**4,57**	**4,57**	**4,48**	**5,33**	**2,23**	**1,83**
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	**681,37**	**788,15**	**550,31**	**288,53**	**243,67**	**131,66**	**110,83**	**112,64**
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	681,37	788,15	550,31	288,53	243,67	131,66	110,83	112,64
Absorciones								
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	**-0,56**	**-3,38**	**-6,21**	**-9,12**	**-12,34**	**-13,73**	**-17,17**	**-17,65**
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	0	0	0	0	0	0	0	0

Las emisiones y absorciones de 4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales tienen su primera aproximación a las estimaciones en este reporte, por lo que se realizó la estimación en las ciudades que tienen información más robusta sobre el comportamiento del arbolado por medio de inventarios de árboles, normatividad que determina las funciones dentro del manejo del arbolado y seguimiento de los diferentes tratamientos silviculturales que se realizan a los árboles de la ciudad. Las ciudades que presentan datos para este reporte son Bogotá, Medellín y Cali. Los datos de árboles y plantados se reportan para estas ciudades a través de indicadores e informes de las administraciones a partir de la aproximadamente la mitad los años 2000, los años anteriores se reconstruyen por medio de las diferentes técnicas sugeridas por las directrices del IPCC 2006 según el comportamiento de los datos. Para el año 1990, el número de árboles que fueron plantados fue del orden de 30.664 individuos que equivalen a -0,56 kt CO_2eq, mientras que para el año 2021 se tiene registro de 57.238 corresponden a -17,64 kt CO_2eq, debido a que, a la biomasa que se presenta en este año se suma la acumulación que viene de años anteriores, ya que según las directrices del IPCC de 2006 los árboles en las ciudades presentan acumulación de carbono por un periodo de 20 años aproximadamente. En cuanto a las emisiones en el año 1990 se encuentran 12.466 árboles talados que representan 4,57 kt CO_2eq y para el año 2021 se reportaron 4.990 árboles talados que corresponden 1,83 kt CO_2eq. (Medellín como vamos, 2022). (Cali como vamos, 2023). (Bogotá cómo vamos, 2023).

En la Figura 217 se visualiza el comportamiento de las emisiones y absorciones para la serie 1990-2021, encontrando que las emisiones marcan un comportamiento determinado por las emisiones por deforestación de las áreas de bosque que se convierten en asentamientos, alcanzando las mayores emisiones en el periodo 1990-1999 para posteriormente registrar un descenso en el año 2000 y mantener un comportamiento regular hasta el final de la serie. En cuanto a las absorciones se visualiza un comportamiento creciente desde el comienzo de la serie hasta el año 2021.

Las emisiones más altas se presentan en el año 1999 con un total de 878,15 kt CO_2eq y las menores en el año 2021 con 71,64 kt CO_2eq, por su parte las absorciones presentan un comportamiento ascendente, reportando los menores en el año 1990 con -0,56 kt CO_2eq y los mayores valores en el año 1990 con -0,56 kt CO_2eq.





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales - Absorciones	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	(5)	(5)	(6)	(6)	(7)	(7)	(8)	(9)	(9)	(10)	(11)	(11)	(12)	(12)	(13)	(13)	(13)	(13)	(14)	(14)	(15)	(16)	(17)	(17)	(18)
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	681	703	724	745	767	788	810	831	852	874	550	311	314	296	298	289	290	276	277	263	244	207	186	223	175	132	191	272	66	116	111	113
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	4	2	2

Figura 217. Emisiones del sector 4.E. Asentamientos

6.9.3 Metodología

Para la categoría de asentamientos se emplea nivel metodológico 1 con enfoque nivel 1 para los asentamientos que permanecen y nivel metodológico 2 con enforque nivel 2 para las tierras forestales convertidas en asentamientos.

En este capítulo se describen la información necesaria utilizada para realizar la estimación de emisiones y absorciones, por medio de los métodos utilizados para la estimación, los datos de actividad y los factores de emisión.

6.9.3.1 *Método de estimación*

En el Cuadro 51 se presentan las ecuaciones desarrolladas para la estimación de emisiones y absorciones en asentamientos que permanecen y en tierras forestales que se convierten en asentamientos.

4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales

Ecuación 8.1 Cambios anuales en el carbono de los depósitos de biomasa viva en asentamientos que permanecen como tales. (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 8)

$$\Delta C_B = \Delta C_{Arboles} + \Delta C_{\text{Arbustos}} + \Delta C_{\text{Hierbas}}$$

Dónde:

ΔC_B = Acumulación anual de carbono atribuida al incremento de biomasa en Asentamientos que permanecen como tales, ton C año^{-1}

$\Delta C_{Arboles}$ = Acumulación anual de carbono atribuida al incremento de biomasa en árboles en Asentamientos que permanecen como tales, ton C año^{-1}

$\Delta C_{\text{Arbustos}}$ = Acumulación anual de carbono atribuida al incremento de biomasa en arbustos en Asentamientos que permanecen como tales, ton C año^{-1}

$\Delta C_{\text{Hierbas}}$ = Acumulación anual de carbono atribuida al incremento de la biomasa herbácea en Asentamientos que permanecen como tales, ton C año^{-1}

Ecuación 8.3 Crecimiento anual de la biomasa sobre la base de la cantidad de plantas leñosas individuales por clases generales. (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 8)

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} NT_{i,j} * C_{i,j}$$

Dónde:

ΔC_G = Acumulación anual de carbono atribuida al incremento de biomasa viva en Asentamientos que permanecen como tales, ton C año^{-1}

$NT_{i,j}$ = Cantidad de ejemplares individuales de la clase *i* del tipo perenne *j*

$C_{i,j}$ = Promedio anual de acumulación de carbono por la clase *i* del tipo perenne *j*, ton C año^{-1} por ejemplar

4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos

Ecuación 2.15 Cambio anual en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (Nivel 2) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta \text{Conversión} - \Delta C_L$$

Dónde:

$\Delta \mathbf{C_B}$ = Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

$\Delta \mathbf{C_G}$ = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

$\Delta \mathbf{C_L}$ = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

Ecuación 2.16 Cambio inicial en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas en otra categoría (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{conversión} = \Sigma \left(\left(B_{después} - B_{antes} \right) * \Delta A_{otras} \right) * CF$$

Dónde:

$B_{después=}$ Existencia de biomasa en tierra tipo i después de la conversión. t.d.m.ha^{-1}

$B_{antes=}$ Existencia de biomasa en tierra tipo i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}

$\Delta A_{otras=}$ Superficie de uso de la tierra i convertida a otra categoría de uso. ha.año^{-1}

$\mathbf{CF}$ =Fracción de carbono de la materia seca. t C (t m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.18 Cambio anual en los inventarios de carbono de la madera muerta o la hojarasca (método de pérdidas y ganancias) (IPCC – 2006, volumen 4, capítulo 2)

$$\Delta C_{DOM} = A * \left((DOM_{in} - DOM_{out}) * CF \right)$$

Donde:

ΔC_{DOM} = cambio anual en las existencias de carbono de los depósitos de madera muerta/hojarasca. t C año^{-1}

A = superficie de tierra gestionada. ha

DOM_{in} = transferencia anual promedio de biomasa al depósito de madera muerta/hojarasca debido a procesos y perturbaciones anuales. t d.m. ha^{-1} año^{-1}.

DOM_{out} = pérdida de carbono promedio anual por descomposición y perturbaciones procedente de depósitos de madera muerta o de hojarasca. t d.m. ha^{-1} año^{-1}

CF = fracción de carbono de materia seca. t.C (t d.m.)$^{-1}$

Ecuación 2.25 Cambio anual de las existencias de carbono orgánico en suelos minerales. (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{Minerales} = \left(\left(SOC_0 - SOC_{(0-T)} \right) / D \right)$$

Dónde:

$SOC_{0=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos en el último año de un periodo en el inventario. t.C

$SOC_{0\text{-}T=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos al comienzo de un periodo en el inventario. t.C

$D_{=}$ Cantidad de tiempo de un periodo dado

$$SOC = \Sigma \left(SOC_{REF} * F_{LU} * F_{MG} * F_I * A \right)$$

Dónde:

$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra.

$F_{MG=}$ Factor de cambio de existencias para regímenes de gestión.

$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica.

Cuadro 51. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones de GEI para la categoría 4E. Asentamientos

6.9.3.2 *Factor de emisión*

En la Tabla 261 se presentan los factores de emisión utilizados para las estimaciones en asentamientos. El cálculo de los asentamientos que permanecen se realiza con el método de crecimiento anual de la biomasa sobre la base de la cantidad de plantas leñosas individuales con nivel 1. Mientras que para las tierras forestales convertidas en asentamientos el cálculo se realiza con el método de pérdidas y ganancias utilizando un nivel 2 y enfoque 2 con factores diferenciados de bosque natural en cinco regiones, se utiliza la información reportada por el IFN y se asume que la biomasa es cero en la cobertura de asentamientos.

Tabla 261. Metodología y factores de emisión – 4.E. Asentamientos

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factor de emisión/absorción
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Biomasa	Método 1, Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4, Cap 4.	0,005 t.C ha^{-1}
	MOM	N/A	N/A, Nivel1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.
	Suelos	N/A	N/A, Nivel1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 4.
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Biomasa aérea	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 263,68 Andes:143,91 Caribe: 189,53 Orinoquía: 128,64 Pacífico: 251,38 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 150,51 Andes:70,51 Caribe: 68,16 Orinoquía: 81,67 Pacífico: 209,64
	Biomasa subterránea	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 58,68 Andes:33,43 Caribe: 42,64 Orinoquía: 30,10 Pacífico: 55,60 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 34,77 Andes:17,17 Caribe: 16,59 Orinoquía: 19,71 Pacífico: 46,89
	Detritos finos de madera	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 4,03 Andes: 2,34 Caribe: 5,84 Orinoquía: 0,11 Pacífico: 4,94 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,03 Andes:1,65 Caribe: 1,72 Orinoquía: 3,12 Pacífico: 0,15
	Detritos gruesos de madera	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 6,74 Andes: 1,34 Caribe: 1,43 Orinoquía: 3,31 Pacífico: 3,62

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factor de emisión/absorción
				t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 3,23 Andes: 0,62 Caribe: 0,97 Orinoquía: 3,49 Pacífico: 1,13
	Árboles muertos en pie y tocones muertos	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 9,40 Andes: 5,66 Caribe: 3,84 Orinoquía: 3,22 Pacífico: 5,87 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,87 Andes: 2,29 Caribe: 2,31 Orinoquía: 2,44 Pacífico: 3,19
	Suelos	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.C.ha en bosque núcleo Amazonía: 47,40 Andes: 124,19 Caribe: 56,94 Orinoquía: 23,43 Pacífico: 102,46 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 60,65 Andes: 84,16 Caribe: 40,29 Orinoquía: 36,53 Pacífico: 70,37
	Hojarasca	Método 2, Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 2. Tabla 2.2	Valor por defecto de bosque natural: 2.1 t.C ha^{-1}

6.9.3.3 *Datos de actividad*

Los datos de actividad de los asentamientos que permanecen como tales utilizados corresponden a la información disponible de árboles plantados y talados de las cuidades de Bogotá, Medellín y Cali, debido a que estas ciudades han implementado el tema del manejo de arbolado y poseen información disponible. Estas ciudades poseen información sobre arboles nuevos y talados desde el año 2007, por lo tanto, para completar la serie se realizó una reconstrucción de datos según la tendencia de los años 2007-2021.

En la Tabla 263 se presentan los datos de actividad reportados en las CRT para la estimación de los asentamientos que permanecen como tales y que corresponden al consolidado nacional por año, de los árboles talados y sembrados en las 3 ciudades contempladas dentro del cálculo. Para la estimación de emisiones por la conversión del bosque natural a asentamientos agregados de manera anual para el diligenciamiento de las CRT, se presenta el dato de área nacional de bosque núcleo y bosque borde que se convierte en áreas de asentamientos cuya fuente son los mapas de cambio de bosque natural del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que reportan datos de deforestación (pérdida de bosque según la definición del país (Ver definición en Tabla 231)), regeneración, bosque estable, áreas de no bosque estable y sin información para el periodo 1990-2012; a partir del año 2013 se cuenta con información desagregada de áreas de bosque estable y deforestación a nivel de bosque núcleo y bosque borde, esta última información como insumo para la última actualización del Nivel de Referencia de emisiones forestales del país sometido a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El procedimiento completo para la obtención del dato de cálculo para las estimaciones por la conversión del bosque natural a asentamientos se realiza de la misma forma en la que se reportaron

los datos para las estimaciones por la conversión del bosque natural a otras tierras forestales en el subcapítulo 6.5.3, acápite datos de actividad.

En la Tabla 262 se observan las fuentes de información de los datos de actividad para la estimación de la categoría asentamientos.

Tabla 262. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.E. Asentamientos

Categorías		Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente de datos	
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Biomasa	Árboles sembrados, árboles talados (numero)	1990-2021	Indicadores e Informes de gestión (Bogotá, Cali, Medellín)	
	MOM	No se requiere		Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
	Suelos	No se requiere		Directrices del IPCC de 2006 Vol 4, Capítulo 5	Se asume como supuesto que no hay un cambio en los contenidos de C de este depósito.
3B5bi Tierras forestales convertidas en Asentamientos	Biomasa MOM Suelos	Superficie de cambio (ha) que pasó de bosque natural a Asentamientos	Periodos: 1990-2000, 2000-2002, 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008, 2008-2010, 2010-2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021	IDEAM (SMByC)	El cálculo del depósito de suelos minerales se hace a partir del SOCref (contenido de carbono del bosque natural).

Tabla 263. Datos de actividad para la categoría 4.E. Asentamientos

	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales		4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	
Año	Árboles sembrados	Árboles talados	Bosque núcleo	Bosque borde
1990	34.217	12.466	471	1.519
1991	34.227	12.466	471	1.519
1992	34.240	12.466	471	1.519
1993	34.258	12.466	471	1.519
1994	34.280	12.466	471	1.519
1995	34.309	12.466	471	1.519
1996	34.347	12.466	471	1.519
1997	34.396	12.466	471	1.519
1998	34.460	12.466	471	1.519
1999	34.542	12.466	471	1.519
2000	34.649	12.466	219	661
2001	34.788	12.466	68	181
2002	34.967	12.466	68	181
2003	35.200	12.466	43	122
2004	35.503	12.466	43	122
2005	35.895	12.466	35	92
2006	45.242	12.466	35	92
2007	39.187	10.976	26	71
2008	36.549	10.013	26	71
2009	43.297	11.141	30	80
2010	60.038	12.214	30	80
2011	60.150	10.038	9	23
2012	25.428	11.455	9	23
2013	41.503	11.691	36	149
2014	53.347	12.346	26	99
2015	80.104	13.183	6	22
2016	52.177	14.089	71	212
2017	69.236	15.083	139	312
2018	97.304	16.006	-	-
2019	70.528	10.253	54	115
2020	53.170	6.080	62	121
2021	57.238	4.990	63	122

6.9.4 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que algunas fuentes de información no poseen los datos requeridos para estimaciones de emisiones de GEI a 2022. Sin embargo, para esta categoría se cuenta con los datos requeridos para la estimación hasta el año 2022.

6.9.5 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

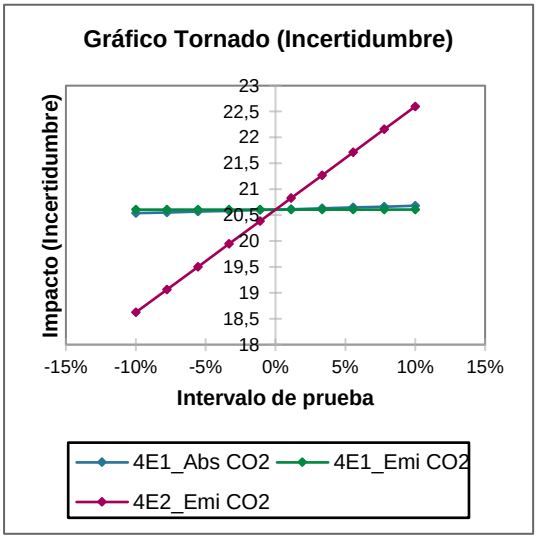
En la Tabla 264 se presentan los resultados de incertidumbre para la categoría Asentamientos (4.E), que incluye tanto las absorciones como las emisiones de CO_2. Esta categoría abarca los asentamientos que permanecen como tales y las tierras convertidas en asentamientos. Entre 1990 y 2021 el nivel de incertidumbre porcentual disminuido en un 37,43%, con un promedio anual de 30,58%, la tabla muestra una reducción en la incertidumbre total, así como en las incertidumbres específicas de las emisiones y absorciones de CO_2 a lo largo del tiempo, lo que indica mejoras en la calidad de los datos y en los métodos de estimación en los cambios en las reservas de carbono y las absorciones y emisiones que se presentan en los depósitos, junto con la influencia por las incertidumbres de los factores de emisión empleados. Cabe destacar que la reducción en la incertidumbre es más pronunciada en las absorciones de la categoría 4.E.

Tabla 264. Resultados de incertidumbre – Asentamientos (4.E.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
4.E. Asentamientos	TODOS	32,93	29,65	26,62	35,01	35,77	31,95	20,82	20,60	NA
	Abs CO_2	47,94	43,68	38,13	33,98	29,03	26,38	22,36	21,07	NA
	Emi CO_2	32,91	29,52	26,31	33,91	33,96	28,63	17,33	17,12	NA
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	TODOS	60,10	218,84	187,57	78,92	49,73	47,11	25,98	23,67	FE
	Abs CO_2	47,94	43,68	38,13	33,98	29,03	26,38	22,36	21,07	NA
	Emi CO_2	52,38	47,15	43,04	39,65	34,99	30,01	25,55	24,40	NA
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	TODOS	33,12	29,69	26,53	34,44	34,58	29,76	17,67	17,40	FE
	Abs CO_2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
	Emi CO_2	33,12	29,69	26,53	34,44	34,58	29,76	17,67	17,40	NA

El análisis de sensibilidad permite identificar cómo influyen las diferentes subcategorías en la incertidumbre total, destacando aquellas con mayor impacto. La Figura 218 presenta los resultados numéricos de este análisis aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, junto con el gráfico de tornado correspondiente. En la gráfica (b) de sensibilidad, se observa que la subcategoría 4E2_Emi CO_2 es la más sensible, contribuyendo con un 99% a la incertidumbre total, esto se debe a que esta subcategoría presentan las mayores emisiones, al mismo tiempo esta subcategoría tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 4.E., contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±1,99% en el intervalo de la incertidumbre total del 2021, que es ±20,60%, donde el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 18,62% y 22,60%.

a)



b)

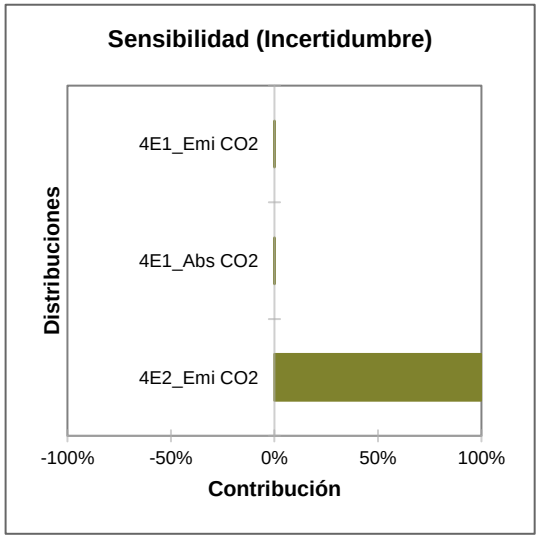


Figura 218. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Asentamientos (4.E.) para el 2021

6.9.6 AC/CC y verificación de la categoría

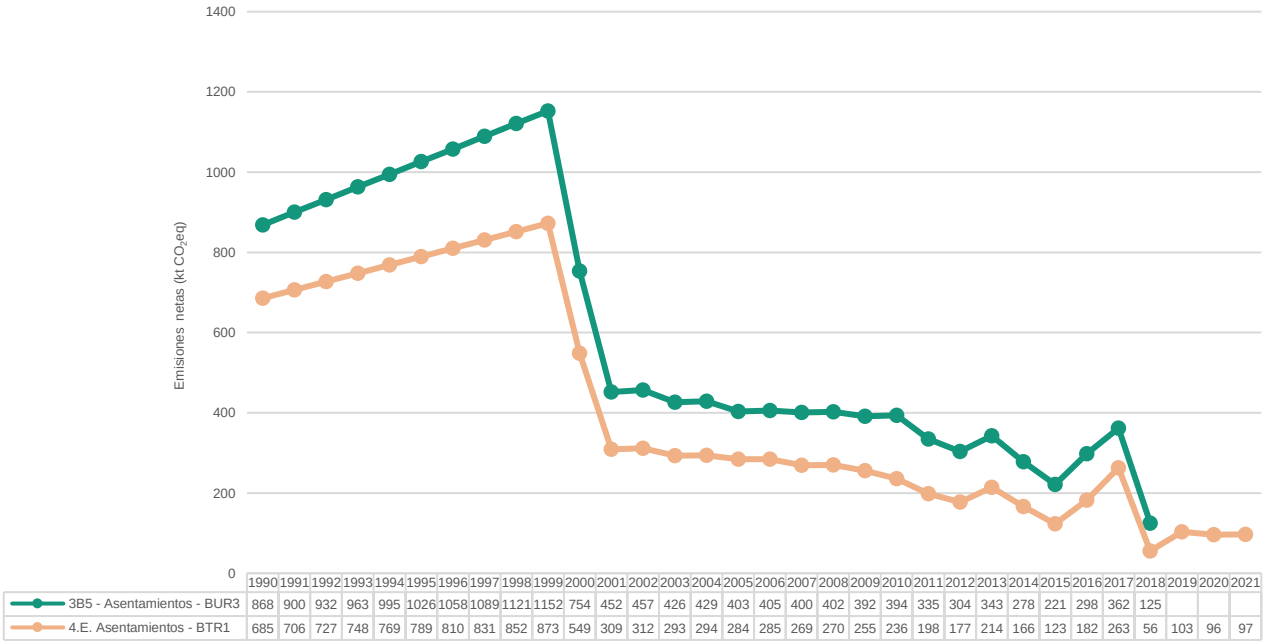
Como parte de los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario se siguieron las siguientes actividades de acuerdo con lo sugerido en el Capítulo 6, Vol.1 de las Directrices del IPCC de 2006 y el protocolo de CC/AC del INGEI:

1. Comprobación de errores de transcripción, tendencias y valores atípicos en los datos empleados en las estimaciones de las diferentes subcategorías a partir de la realización y evaluación de gráficos de tendencia de los datos de actividad y de las emisiones obtenidas para cada subcategoría y su comparación con los resultados obtenidos para informes de inventario previos.
2. Reproducción al azar de las estimaciones de emisiones y absorciones de las diferentes subcategorías para verificar que se estén aplicando adecuadamente las metodologías de estimación y las fórmulas correspondientes.
3. Verificación de unidades de reporte de datos de actividad y factores de emisión y presentación adecuada de las mismas dentro de cada una de las hojas de cálculo y de reporte de cada una de las subcategorías en todas las series temporales.
4. Como parte del sistema de archivo del inventario general se han consolidado las hojas de cálculo y formatos de datos de actividad y factores de emisión empleados para las estimaciones del sector, teniendo en cuenta el uso de nomenclatura entendible y homologada como mecanismo para garantizar la transparencia y trazabilidad de las estimaciones de GEI.
5. Comprobación de la coherencia general de las proporciones de emisiones históricas y de las emisiones por subcategorías con las estimaciones presentadas en informes de inventario previos.
6. Control de agregación correcta de las estimaciones de emisiones desde el nivel departamental y regional al nacional en la presentación del reporte del inventario nacional.
7. Para garantizar la adecuada replicación y seguimiento de los cálculos, para cada subcategoría se presentan archivos Excel que incluyen los datos de actividad, factores de emisión y la relación entre los mismos para la obtención, consolidación y reporte de la estimación final.
8. Como parte de los procesos de socialización de las estimaciones de emisiones del sector LULUCF en el país se han desarrollado mesas de trabajo con los diferentes gremios y actores de relevancia a fin de discutir y validar los datos empleados y las estimaciones finales

obtenidas, con entidades como Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Secretarías de Ambiente, entre otros

6.9.7 Recálculos de la categoría

En la Figura 219 se presenta la comparación de las emisiones netas del sector de asentamientos presentadas en el reporte anterior (BUR3) con las reportadas en el BTR1, se identifica una tendencia similar en las emisiones de ambos reportes, sin embargo las emisiones reportadas en el BUR3 son mayores a las reportadas en el BTR1 en toda la serie histórica, este comportamiento está relacionado principalmente con los ajustes realizados a las estimaciones por deforestación del Bosque natural desagregándolas por estratos de bosque núcleo y bosque borde y empleando los factores de contenidos de carbono en la biomasa aérea, subterránea, suelos y detritos de madera con la última actualización del IFN reportados en (MinAmbiente; IDEAM, 2024). Por otra parte, en esta categoría para el BTR1 se presentan estimaciones para la subcategoría la 4.E.1. asentamientos que permanecen como tales, con la estimación de los árboles plantados y talados en las tres ciudades más grandes del país y que no estaban estimadas en el BUR3. Estos recálculos implicaron que las emisiones en el año 1990 tuvieran una reducción en el BTR1 respecto a las del BUR3 del 21,08 % y del 55,49 % en el año 2021.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3B5 - Asentamientos - BUR3	868	900	932	963	995	1026	1058	1089	1121	1152	754	452	457	426	429	403	405	400	402	392	394	335	304	343	278	221	298	362	125			
4.E. Asentamientos - BTR1	685	706	727	748	769	789	810	831	852	873	549	309	312	293	294	284	285	269	270	255	236	198	177	214	166	123	182	263	56	103	96	97

Figura 219. Comparación BUR3 vs BTR1 para asentamientos

6.9.8 Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 265 se describe el plan de mejora diseñado para la categoría:

Tabla 265. Plan de mejora para 4.E. Asentamientos

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Estandarizar el proceso de captura de datos a nivel nacional para mejorar la precisión de la información relacionada con datos de actividad	Elaborar una metodología para la captura de datos de actividad en asentamientos	X	X			X	Corto	IDEAM – Secretarías de Ambiente – Corporaciones Autónomas Regionales – Alcaldías locales	Planeación
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Consolidar la información de más ciudades del país, con base en las metas y objetivos de mitigación del país en este tema.	Construir datos de actividad de más ciudades del país. Realizar la consolidación de factores específicos de país		X	X		X	Corto	IDEAM – Secretarías de Ambiente – Corporaciones Autónomas Regionales – Alcaldías locales	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Identificar el cambio de uso, de otros usos a asentamientos para completar la matriz de cambio a partir del mapa de coberturas CLC.	Determinar los usos y cambios de uso a partir del mapa de cobertura CLC		X	X	X	X	Corto	IDEAM	Ejecución
4.E.(I), 4.E.(II) y 4.E.(III)	Recopilar la información necesaria de datos de actividad para incluir las estimaciones a reportar en 4.E.(I), 4.E.(II) y 4.E.(III)	Incluir las emisiones de N_2O por mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, las emisiones y absorciones provenientes del drenaje y rehumedecimiento y otros manejos de suelos orgánicos y minerales, y las emisiones directas de N_2O procedentes de aportes de N a suelos gestionados y recopilar los datos de actividad necesarios para la estimación de estas emisiones en tierras de cultivo.	X		X	X		Medianо	IDEAM-SEA	Planeación
4.E. Asentamientos	Desagregación de las diferentes coberturas identificadas para asentamientos y desagregarlas por tipo de suelo (minerales/ orgánicos)	A partir de los mapas de suelos del país, hacer la homologación de los suelos a categorías IPCC e identificar cuales se consideran como minerales u orgánicos y su discriminación por tipo de cobertura.		X	X	X		Medianо	IDEAM-SEA-ECOPETROL	Ejecución

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

6.10 Otras tierras (CRT 4.F.)

6.10.1 Descripción de la categoría

Según las directrices del (IPCC, 2006), la categoría de otras tierras se define como el suelo desnudo, roca, hielo y todos los suelos que no estén incluidos en las otras categorías de uso del suelo y cambio de uso del suelo y silvicultura, su área permite completar el total de la superficie nacional. Generalmente se hace la estimación de los cambios de uso a otras tierras; sin embargo, en otras tierras que permanecen no se hacen cálculos debido a que no poseen cobertura es decir la biomasa es 0. (IPCC, 2006)

Para este inventario solo se cuantifican las emisiones de CO_2 causadas por el cambio de uso de tierras forestales y se convirtieron a otras tierras en la categoría 4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras. Concretamente, se estiman las emisiones en la subcategoría 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras, procedentes de los cambios entre la cobertura de bosque que paso a ser un área en suelo sin cobertura (suelo desnudo), informando los cambios en los contenidos de C de los depósitos de biomasa, MOM y suelos.

En la Figura 220 se presenta el árbol de subcategorías para la categoría 4.F. Otras tierras

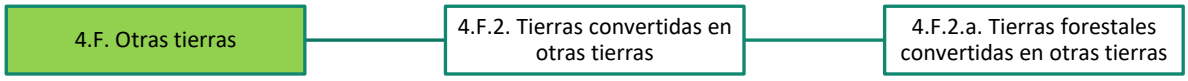


Figura 220. Categorías de reporte sector 4.F. Otras tierras

6.10.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

En la categoría 4.F. Otras tierras, las emisiones promedio históricas de 1990 a 2021 se situaron en 600,35 kt CO_2eq con una contribución promedio histórica de 0,54 % de las emisiones del sector. Las emisiones del año 1990 fueron de 551,54 kt CO_2eq (0,43 % del total del sector en ese año), siendo el 160,20 % menor con respecto a las del 2021 que equivalen a 883,57 kt CO_2eq (0,74 % del total del sector para ese año) y una tasa de crecimiento anual compuesta para el periodo 1990-2021 de 1,53 % para las emisiones.

Las emisiones de los últimos años son un poco más altas comparación con resto de la serie, en el año 2016 se presentan las mayores emisiones con 1426,98 kt CO_2eq; no obstante, las menores emisiones de la categoría se presentan en el año 2005 con 290,05 kt CO_2eq.

En la Tabla 266 se muestra la información de las estimaciones de GEI para la categoría otras tierras, donde se observa que la categoría 4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras representa las únicas emisiones de la categoría, que corresponden a un promedio histórico de 600,35 kt CO_2eq (100 %).

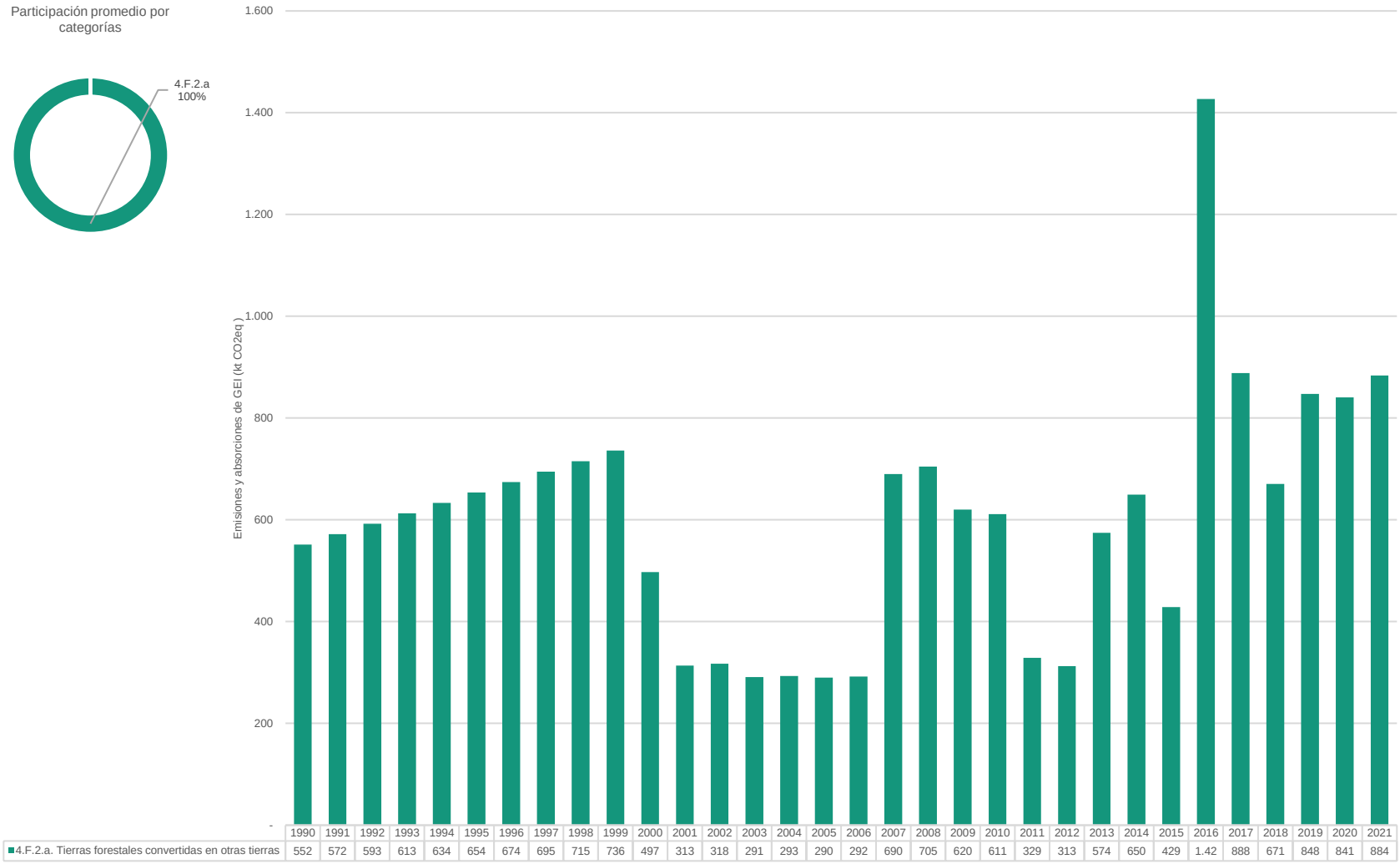
En la tabla a continuación, se visualizan los resultados cada 5 años de las estimaciones de emisiones en la categoría 4.F. Otras tierras:

Tabla 266. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.F. Otras tierras

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Emisiones								
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	**551,55**	**653,99**	**497,38**	**290,05**	**611,48**	**428,83**	**840,62**	**883,58**
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	551,55	653,99	497,38	290,05	611,48	428,83	840,62	883,58

En la Figura 221 se representa el comportamiento de las emisiones en la serie 1990-2021, cuya tendencia está determinada por la deforestación de las áreas de bosque que se convierten en otras tierras, evidenciando un comportamiento ascendente en la década de los 90's, una disminución en la primera parte de la década de los años 2000 y un comportamiento irregular alcanzando las mayores emisiones al final de la serie.

Los suelos desnudos que anteriormente tenían bosque son generados por algunas actividades como la minería, la producción de hidrocarburos o la extracción maderera; en la década de los 2000, se ha presentado un incremento en la extracción mecanizada de oro a cielo abierto, todos estos fenómenos convierten el bosque en áreas desnudas que carecen de todo tipo de vegetación (González, et al., 2018).



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	552	572	593	613	634	654	674	695	715	736	497	313	318	291	293	290	292	690	705	620	611	329	313	574	650	429	1.42	888	671	848	841	884

Figura 221. Emisiones del sector 4.F. Otras tierras

6.10.3 Metodología

Para las estimaciones de la categoría otras tierras se emplea nivel metodológico 2 con enfoque nivel 2.

En este capítulo se describe la información utilizada para realizar la estimación de emisiones y absorciones, los métodos, datos de actividad y factores de emisión.

6.10.3.1 *Método de estimación*

En el Cuadro 52 se presentan las ecuaciones utilizadas para las estimaciones de la categoría. El cálculo de las emisiones de esta categoría emplea metodología de nivel 2 para biomasa, MOM y suelos.

4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras

Ecuación 2.15 Cambio anual en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (Nivel 2) (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta \text{Conversión} - \Delta C_L$$

Dónde:
ΔC_B = Variación anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
ΔC_G = Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}
ΔC_L = Disminución anual de las reservas de carbono de la biomasa. t C año^{-1}

Ecuación 2.16 Cambio inicial en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas en otra categoría (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{\text{conversión}} = \Sigma \left(\left(B_{\text{después}} - B_{\text{antes}} \right) * \Delta A_{\text{otras}} \right) * CF$$

Dónde:
$B_{después=}$ Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}
$B_{antes=}$ Existencia de biomasa en tipo tierra i antes de la conversión. t.d.m.ha^{-1}
$\Delta A_{otras=}$ Superficie de uso de la tierra i convertida a otra categoría de uso. ha.año^{-1}
CF =Fracción de carbono de la materia seca. t C (t m.s)$^{-1}$

Ecuación 2.18 Cambio anual en los inventarios de carbono de la madera muerta o la hojarasca (método de pérdidas y ganancias) (IPCC – 2006, volumen 4, capítulo 2)

$$\Delta C_{DOM} = A * \left((DOM_{in} - DOM_{out}) * CF \right)$$

Donde:
ΔC_{DOM} = cambio anual en las existencias de carbono de los depósitos de madera muerta/hojarasca. t C año^{-1}
A = superficie de tierra gestionada. ha
DOM_{in} = transferencia anual promedio de biomasa al depósito de madera muerta/hojarasca debido a procesos y perturbaciones anuales. t d.m. ha^{-1} año^{-1}.
DOM_{out} = pérdida de carbono promedio anual por descomposición y perturbaciones procedente de depósitos de madera muerta o de hojarasca. t d.m. ha^{-1} año^{-1}
CF = fracción de carbono de materia seca. t.C (t d.m.)$^{-1}$

Ecuación 2.25 Cambio anual de las existencias de carbono orgánico en suelos minerales (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 2)

$$\Delta C_{\text{Minerales}} = \left(\left(SOC_0 - SOC_{(0-T)} \right) / D \right)$$

Dónde:
$SOC_{0=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos en el último año de un periodo en el inventario. t.C
$SOC_{0-T=}$ Existencia de carbono orgánico en suelos al comienzo de un periodo en el inventario. t.C
$D_=$ Cantidad de tiempo de un periodo dado.

$$SOC = \Sigma \left(SOC_{REF} * F_{LU} * F_{MG} * F_I * A \right)$$

Dónde:
$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra.
$F_{MG=}$ Factor de cambio de existencias para regímenes de gestión.
$F_{LU=}$ Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica.

Cuadro 52. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones de GEI para la categoría 4.F. Otras tierras

6.10.3.2 *Factor de emisión*

En Tabla 267 se presentan los factores de emisión utilizados para las estimaciones en otras tierras. El cálculo para las tierras forestales convertidas en otras tierras se realiza con el método de pérdidas y ganancias, nivel 2, enfoque 2 y factores diferenciados de bosque natural en cinco regiones reportados por el IFN y se asumiendo que la biomasa es cero en la cobertura de otras tierras.

Tabla 267. Metodología y factores de emisión – 4.F. Otras tierras

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factor de emisión
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Biomasa aérea	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 263,68 Andes:143,91 Caribe: 189,53 Orinoquía: 128,64 Pacífico: 251,38 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 150,51 Andes:70,51 Caribe: 68,16 Orinoquía: 81,67 Pacífico: 209,64
	Biomasa subterránea	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 58,68 Andes:33,43 Caribe: 42,64 Orinoquía: 30,10 Pacífico: 55,60 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 34,77 Andes:17,17 Caribe: 16,59 Orinoquía: 19,71 Pacífico: 46,89
	Detritos finos de madera	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 4,03 Andes: 2,34 Caribe: 5,84 Orinoquía: 0,11 Pacífico: 4,94 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,03 Andes:1,65 Caribe: 1,72 Orinoquía: 3,12 Pacífico: 0,15
	Detritos gruesos de madera	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 6,74 Andes: 1,34 Caribe: 1,43 Orinoquía: 3,31 Pacífico: 3,62 t.m.s.ha en bosque borde

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factor de emisión
				Amazonía: 3,23 Andes: 0,62 Caribe: 0,97 Orinoquía: 3,49 Pacífico: 1,13
	Árboles muertos en pie y tocones muertos	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.m.s.ha en bosque núcleo Amazonía: 9,40 Andes: 5,66 Caribe: 3,84 Orinoquía: 3,22 Pacífico: 5,87 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 6,87 Andes: 2,29 Caribe: 2,31 Orinoquía: 2,44 Pacífico: 3,19
	Suelos	Método 2, Nivel 2	IFN y SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)	t.C.ha en bosque núcleo Amazonía: 47,40 Andes: 124,19 Caribe: 56,94 Orinoquía: 23,43 Pacífico: 102,46 t.m.s.ha en bosque borde Amazonía: 60,65 Andes: 84,16 Caribe: 40,29 Orinoquía: 36,53 Pacífico: 70,37
	Hojarasca	Método 2, Nivel 1	IPCC (2006); Vol 4. Cap 2. Tabla 2.2	Valor por defecto de bosque natural: 2.1 t.C ha^{-1}

6.10.3.3 *Dato de actividad*

En la Tabla 269 se presentan los datos de actividad empleados para la estimación de emisiones por la conversión del bosque natural a otras tierras agregados de manera anual para el diligenciamiento de las CRT, este dato es obtenido a partir de los mapas de cambio de bosque natural del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que reportan datos de deforestación (pérdida de bosque según la definición del país (Ver definición en Tabla 231)), regeneración, bosque estable, áreas de no bosque estable y sin información para el periodo 1990-2012 y a partir del año 2013 cuenta con información desagregada de bosque estable y deforestación a nivel de bosque núcleo y bosque borde, esta última información como insumo para la última actualización del Nivel de Referencia de emisiones forestales del país sometido a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El procedimiento completo para la obtención del dato de cálculo requerido para las estimaciones por la conversión del bosque natural a otras tierras se realiza de la misma forma en la que se reportaron los datos para las estimaciones por la conversión del bosque natural a otras tierras forestales en el subcapítulo 6.5.3, acápite datos de actividad

En la Tabla 268 se observan las fuentes de información de los datos de actividad para otras tierras.

Tabla 268. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.F. Otras tierras

Categorías		Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente de datos	
	Biomasa	NA	NA	NA	NA

Categorías		Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente de datos	
4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	MOM	NA	NA	NA	NA
	Suelos	NA	NA	NA	NA
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Biomasa MOM Suelos	Superficie de cambio (ha) que paso de bosque natural a otras tierras	Periodos: 1990-2000, 2000-2002, 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008, 2008-2010, 2010-2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021	IDEAM (SMByC)	El cálculo del depósito de suelos minerales se hace a partir del SOCref (contenidos de carbono del bosque natural).

Tabla 269. Datos de actividad para la categoría 4.F. Otras tierras

	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	
Año	Bosque núcleo	Bosque borde
1990	509	1.639
1991	509	1.639
1992	509	1.639
1993	509	1.639
1994	509	1.639
1995	509	1.639
1996	509	1.639
1997	509	1.639
1998	509	1.639
1999	509	1.639
2000	282	851
2001	85	226
2002	85	226
2003	54	152
2004	54	152
2005	78	208
2006	78	208
2007	323	893
2008	323	893
2009	261	699
2010	261	699
2011	94	233
2012	94	233
2013	268	1.106
2014	222	842
2015	97	354
2016	817	2.419
2017	524	1.180
2018	371	749
2019	461	992
2020	532	1.038
2021	541	1.050

6.10.4 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que algunas fuentes de información no poseen los datos requeridos para estimaciones de emisiones de GEI a 2022. Sin embargo, para esta categoría se cuenta con los datos requeridos para la estimación hasta el año 2022.

6.10.5 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

Los resultados de la incertidumbre para la categoría Otras tierras (4.F.) toma como referencia las emisiones de CO_2 de tierras convertidas en otras tierras (4.F.2) y no considera estimaciones para otras tierras que permanecen como tales (4.F.1) debido a que no fue estimado. De acuerdo con los

resultados presentados en la Tabla 270, la incertidumbre de emisiones de CO_2 presenta una reducción entre 1990 y 2018 del 55,97% lo que refleja mejoras en la calidad de los datos y en el método de estimación en la estimación en los cambios de uso a otras tierras y el promedio anual de incertidumbre es de 25,72%. La incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada mayoritariamente por las incertidumbres de los datos de actividad.

Tabla 270. Resultados de incertidumbre – Otras tierras (4.F.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
4.F. Otras tierras	CO_2	35,66	31,20	26,51	29,80	21,76	18,79	15,83	15,70	NA
4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	CO_2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	CO_2	35,66	31,20	26,51	29,80	21,76	18,79	15,83	15,70	DA

6.10.6 AC/CC y verificación de la categoría

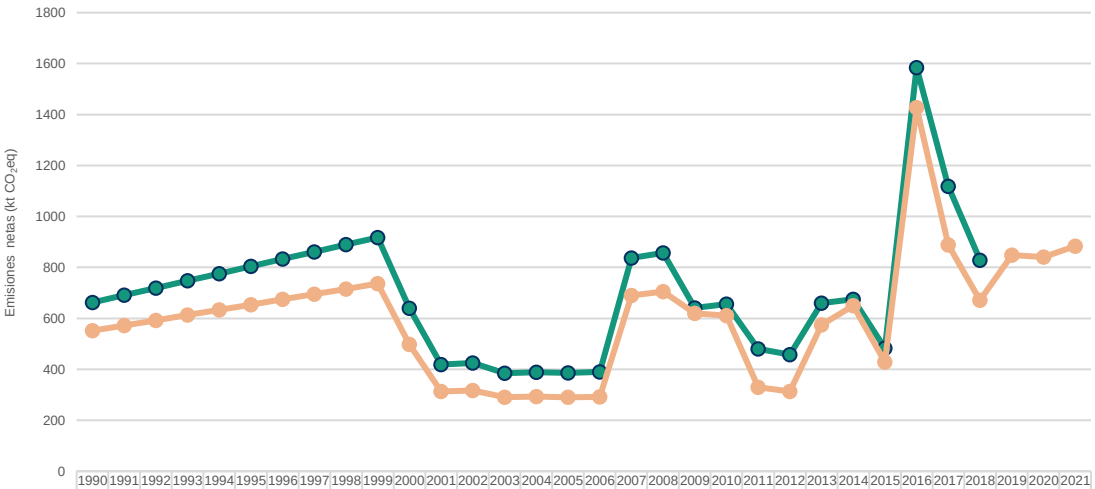
Como parte de los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario se siguieron las siguientes actividades de acuerdo con lo sugerido en el Capítulo 6, Vol.1 de las Directrices del IPCC de 2006:

1. Comprobación de errores de transcripción, tendencias y valores atípicos en los datos empleados en las estimaciones de las diferentes subcategorías a partir de la realización y evaluación de gráficos de tendencia de los datos de actividad y de las emisiones obtenidas para cada subcategoría y su comparación con los resultados obtenidos para informes de inventario previos.
2. Reproducción al azar de las estimaciones de emisiones y absorciones de las diferentes subcategorías para verificar que se estén aplicando adecuadamente las metodologías de estimación y las fórmulas correspondientes.
3. Verificación de unidades de reporte de datos de actividad y factores de emisión y presentación adecuada de las mismas dentro de cada una de las hojas de cálculo y de reporte de cada una de las subcategorías en todas las series temporales.
4. Como parte del sistema de archivo del inventario general se han consolidado las hojas de cálculo y formatos de datos de actividad y factores de emisión empleados para las estimaciones del sector, teniendo en cuenta el uso de nomenclatura entendible y homologada como mecanismo para garantizar la transparencia y trazabilidad de las estimaciones de GEI.
5. Comprobación de la coherencia general de las proporciones de emisiones históricas y de las emisiones por subcategorías con las estimaciones presentadas en informes de inventario previos.
6. Control de agregación correcta de las estimaciones de emisiones desde el nivel departamental y regional al nacional en la presentación del reporte del inventario nacional.
7. Para garantizar la adecuada replicación y seguimiento de los cálculos, para cada subcategoría se presentan archivos Excel que incluyen los datos de actividad, factores de emisión y la relación entre los mismos para la obtención, consolidación y reporte de la estimación final.
8. Como parte de los procesos de socialización de las estimaciones de emisiones del sector LULUCF en el país se han desarrollado mesas de trabajo con los diferentes gremios y actores de relevancia a fin de discutir y validar los datos empleados y las estimaciones finales obtenidas, con entidades como Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Secretarías de Ambiente, entre otros

6.10.7 Recálculos de la categoría

En la Figura 222 se presenta la comparación de las emisiones netas de la categoría otras tierras reportadas en el BUR3 con las reportadas en el BTR1, se observa una tendencia similar de las emisiones en ambos informes, sin embargo, las emisiones reportadas en el BUR3 son mayores a las del BTR1 en toda la serie histórica, este comportamiento está relacionado con las estimaciones por deforestación del Bosque natural que se convierte en otras tierras, las cuales fueron desagregadas por estratos de bosque núcleo y bosque borde y empleando los factores de contenidos de carbono en la biomasa aérea, subterránea, suelos y detritos de madera con la última actualización del IFN reportados en (MinAmbiente; IDEAM, 2024). Este ajuste en las estimaciones de emisiones implicó una reducción en las emisiones del BTR1 respecto a las del BUR3 del año 1990 en 16,75 % y del

recálculo implicaron que las emisiones en el año 1990 tuvieran una reducción en el BTR1 respecto a las del BUR3 del 21,08 % y del 18,96 % en el año 2021.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3B6 - Otras tierras - BUR3	663	691	719	748	776	804	833	861	890	918	639	419	425	385	388	386	389	837	858	641	657	480	458	659	675	483	1585	1119	828			
4.F. Otras tierras - BTR1	552	572	593	613	634	654	674	695	715	736	497	313	318	291	293	290	292	690	705	620	611	329	313	574	650	429	1427	888	671	848	841	884

Figura 222. Comparación BUR3 vs BTR1 para otras tierras

6.10.8 Plan de mejora de la categoría

En Tabla 271 se describe el plan de mejora diseñado para la subcategoría:

Tabla 271. Plan de mejora para 4.F. Otras tierras

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Identificar el cambio de uso, de otros usos a otras tierras para completar la matriz de cambio a partir del mapa de coberturas CLC.	Determinar los usos y cambios de uso a partir del mapa de cobertura CLC		X	X	X	X	Corto	IDEAM	Ejecución
4.F. Otras tierras	Desagregación de las diferentes coberturas identificadas para otras tierras y desagregarlas por tipo de suelo (minerales/ orgánicos)	A partir de los mapas de suelos del país, hacer la homologación de los suelos a categorías IPCC e identificar cuales se consideran como minerales u orgánicos y		X	X	X		Mediano	IDEAM-SEA-ECOPETROL	Ejecución

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
		su discriminación por tipo de cobertura.								

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

6.11 Productos de la madera recolectada PMR (CRT 4.G.)

6.11.1 Descripción de la categoría

Los productos de madera recolectada (PMR) son una parte importante del ciclo del carbono ya que almacenan grandes cantidades de este elemento, que se mueve a través de diferentes niveles durante su ciclo de vida. El Carbono en los productos de madera de gran vida útil pasa por diferentes períodos y niveles de acumulación hasta que finalmente se libera de nuevo a la atmósfera, con el supuesto de que las emisiones se generan en función de descomposición de primer orden, con una función logarítmica según la vida media de los productos. En las estimaciones de los PMR se pueden presentar dos comportamientos, el aumento de las reservas de carbono entre un año y el siguiente, lo que genera un balance negativo (absorciones), ya que generalmente la emisión es muy lenta por la vida útil de los productos, o un comportamiento positivo (emisiones), si las reservas de carbono van disminuyendo entre los años. Los productos de madera recolectada se pueden definir como elementos procedentes de la madera cosechada en los bosques, que se transforman en muebles, paneles de madera, o para energía y productos similares. En esta categoría se estiman las emisiones y absorciones derivadas de los productos de madera recolectada (PMR) anuales del sector LULUCF. (UNECE, s.f.). (Meeks, 2021). (Grêt Regamey, Hendrick, Hetsch, Pingoud, & Rüter, 2008)

En la Figura 223 se presenta el árbol de subcategorías para la categoría 4.G. Productos de madera recolectada

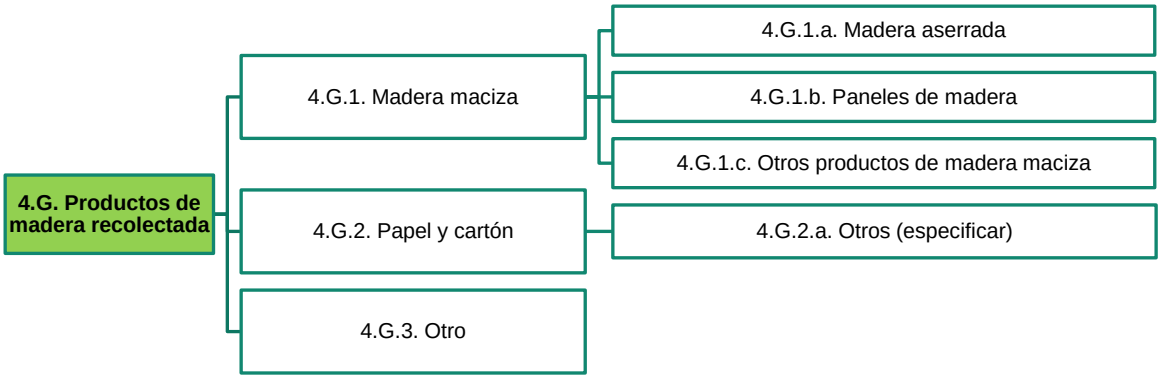


Figura 223. Categorías de reporte sector 4.G. Productos de madera recolectada

6.11.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

La categoría 4.G. Productos de madera recolectada, presenta unas emisiones promedio históricas de 1990 a 2021 de 155,72 kt CO_2eq con una participación promedio histórica poco significativa para el sector de 0,14 % y representa el 1,22 % de las absorciones correspondientes a -169,42 kt CO_2eq. Para el año 1990 las emisiones alcanzaron 65,78 kt CO_2eq (0,05 % del total del sector en ese año), representando un 560,70 % más respecto a las del 2021 que fueron 368,87 kt CO_2eq (0,31 % del total del sector para ese año).

De igual manera las absorciones del año 1990 se ubicaron en -68,72 (1,20 % del total del sector en ese año), mostrando una reducción en el año 2020 de 17,60 % respecto a 1990 con un total de -12,09 (0,06 % del total del sector en ese año), finalmente la categoría presenta una tasa de

crecimiento anual compuesta para la serie de 1990-2021 de 5,72 % para las emisiones y de -5,45 % para las absorciones.

Las emisiones en la categoría de los PMR presentan un comportamiento irregular; sin embargo, desde el 2011 hasta el 2021 presenta unas emisiones ascendentes impulsadas por la reducción de las reservas de carbono en los productos de madera aserrada, en el año 2021 se presentan las emisiones más altas con 368,87 kt CO_2eq; no obstante, se pueden observar que las menores de la categoría se presentan en el año 1992 con 12,46 kt CO_2eq. Finalmente, en las absorciones se encuentra que el año 1996 es el mayor con -344,40 kt CO_2eq y el año 2021 es el menor con 0 kt CO_2eq.

En la Tabla 272 se encuentran los datos de las estimaciones para la categoría productos de madera recolectada, donde se puede observar el reporte por subcategorías, que, en términos de emisiones, la categoría de 4.G.1.a. Madera aserrada reporta los valores más altos, equivalentes a un promedio histórico de 143,07 kt CO_2eq (91,87 %), las otras dos subcategorías que se encuentran son 4.G.1.b. Paneles de madera y 4.G.2. Papel y cartón que alcanzan emisiones promedio históricas de 5,85 kt CO_2eq (3,76 %) y 6,80 kt CO_2eq (4,37 %) respectivamente.

En cuanto a las absorciones, la categoría más representativa es 4.G.2. Papel y cartón con un promedio histórico de -73,67 kt CO_2eq que equivale a 43,48 %, las categorías de 4.G.1.b. Paneles de madera y 4.G.1.a. Madera aserrada tienen un promedio histórico de -69,20 kt CO_2eq y -26,57 kt CO_2eq que corresponden a 40,84 % y 15,68 % respectivamente.

En la siguiente tabla, se observan los resultados cada 5 años de las estimaciones de emisiones y absorciones en la categoría 4.G. Productos de madera recolectada.

Tabla 272. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.G. Productos de madera recolectada

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Emisiones								
4.G.1. Madera maciza	**-**	**82,93**	**142,02**	**277,34**	**18,36**	**208,65**	**276,78**	**361,40**
4.G.1.a. Madera aserrada	-	82,93	142,02	277,34	18,36	208,65	276,78	346,46
4.G.1.b. Paneles de madera	-	-	-	-	-	-	-	14,94
4.G.2. Papel y cartón	65,79	-	-	-	-	-	51,87	7,47
Absorciones								
4.G.1. Madera maciza	**-68,72**	**-3,81**	**-37,75**	**-59,97**	**-140,33**	**-180,36**	**-12,10**	**-**
4.G.1.a. Madera aserrada	-57,96	-	-	-	-	-	-	-
4.G.1.b. Paneles de madera	-10,76	-3,81	-37,75	-59,97	-140,33	-180,36	-12,10	-
4.G.2. Papel y cartón	-	-130,59	67,76	-128,17	-157,28	-115,85	-	-

Las emisiones y absorciones de los productos de madera recolectada se fundamentan en las cantidades de madera aserrada, panes de madera y papel y cartón; sin embargo, en el cálculo por el método de producción se tienen en cuenta materias primas previas a la transformación en los productos semiterminados mencionados anteriormente, como lo son madera rolliza industrial, palpa de madera y pape recuperado por medio de un coeficiente denominado fracción anual de materia prima. Independientemente a esto, las emisiones y absorciones en esta categoría están determinadas por la cantidad de materia prima que se va descomponiendo según la función de descomposición de primer orden que se calcula para cada tipo de producto semiterminado. (Grêt Regamey, Hendrick, Hetsch, Pingoud, & Rüter, 2008)

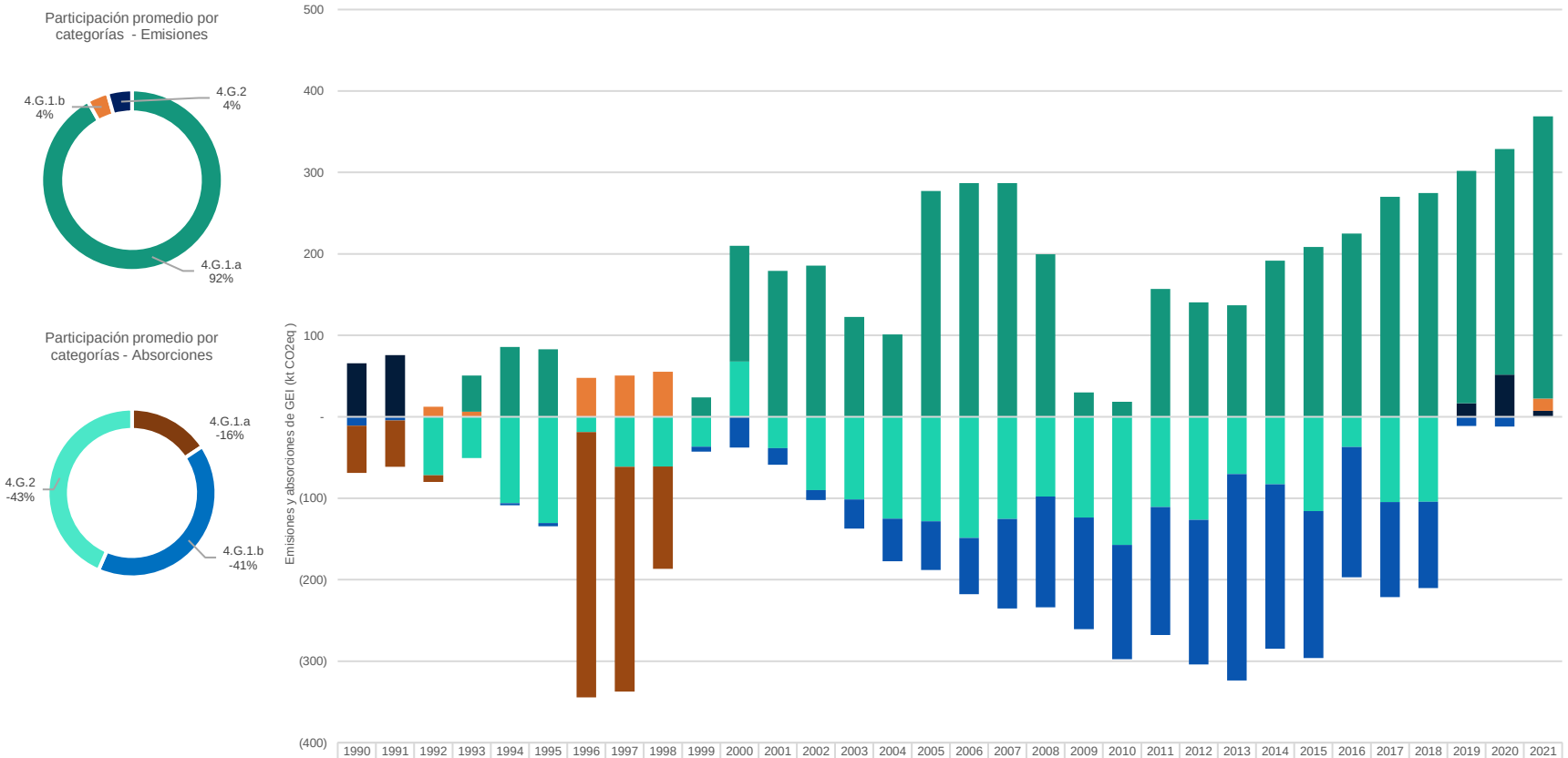
Para todos los productos de madera recolectada se van descomponiendo año a año por lo que siempre se presentan emisiones; no obstante, al comparar las reservas de carbono se pueden presentar absorciones si estas aumentan en el año siguiente, es decir si la reserva es positiva. Se puede observar que para el año 1990 la madera aserrada presenta 813.000 m^3 que equivalen a -57,95 kt CO_2eq, mientras que para el año 2021 la producción es de 247.482 m^3 que corresponden a 346,45 kt CO_2eq, como se puede observar las reservas de carbono son decrecientes en cada año lo que se ve representado en emisiones; no obstante no son significativas en comparación con la magnitud del dato de producción debido a que la vida media de este producto es de 35 años lo que genera un coeficiente de descomposición bajo.

En los paneles de madera el 1990 tiene 183.000 m^3 en producción que corresponde a -10,76 kt CO_2eq, para el año 2021 presenta 214.551 m^3 en producción que equivale a 14,94 kt CO_2eq, debido

a la disminución de la reserva de carbono en los años 2019, 2020 y 2021 donde las cantidades en producción bajaron de 334.643 m3 en 2018 a 214.551 m^3 para 2021, esto debido posiblemente a información faltante en los reportes nacionales.

Finalmente, para pulpa y papel para el año 1990 se produjeron 549.000 toneladas que equivalen a 65,79 kt CO_2eq, mientras que para el año 2021 se encontró una producción de 1.232.000 toneladas que corresponden a 7,47 kt CO_2eq debido igual que en los paneles de madera a partir del año 2018 se redujo la producción; a pesar de que en este caso la industria de papel y cartón tiene cifras oficiales debido a que estos productos particulares son producidos por grandes empresas en el país.

La Figura 224 muestra el comportamiento de las emisiones y absorciones para la serie 1990-2021, observando que las emisiones son marcadas por el producto de madera aserrada que presenta en una reducción en las reservas de carbono a través de los años lo que representa una tendencia inversamente proporcional a la producción, mientras tanto en las absorciones se visualiza la influencia de los paneles de madera y la pulpa y cartón que tiene un comportamiento creciente en los datos de producción impulsados por el crecimiento del sector hasta el año 2018 donde se presenta un decrecimiento de la producción hasta el final de la serie.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4.G.1.a. Madera aserrada	-	-	-	45	86	83	-	-	-	24	142	179	186	122	101	277	287	287	199	30	18	157	141	137	192	209	225	270	275	285	277	346
4.G.1.b. Paneles de madera	-	-	12	6	-	-	48	51	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
4.G.2. Papel y cartón	66	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	52	7
4.G.1.a. Madera aserrada - Absorciones	(58)	(57)	(8)	-	-	-	(326	(276	(126	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.G.1.b. Paneles de madera - Absorciones	(11)	(5)	-	-	(3)	(4)	-	-	-	(6)	(38)	(20)	(12)	(36)	(52)	(60)	(69)	(110	(136	(137	(140	(157	(177	(253	(202	(180	(160	(117	(106	(11)	(12)	-
4.G.2. Papel y cartón - Absorciones	-	-	(72)	(51)	(106	(131	(19)	(61)	(61)	(37)	68	(39)	(90)	(101	(125	(128	(149	(125	(98)	(123	(157	(111	(126	(70)	(83)	(116	(37)	(105	(104	-	-	-

Figura 224. Emisiones del sector 4.G. Productos de madera recolectada

6.11.3 Metodología

Para la categoría de productos de la madera recolectada se emplea el enfoque de producción que se fundamenta en el marco conceptual de cambio de existencias con el límite del sistema de país productor, es decir que tiene en cuenta las reservas de madera que se producen en el país y las exportaciones.

En este capítulo se describe la información utilizada para realizar la estimación de emisiones y absorciones de esta categoría, describiendo los métodos, datos de actividad y factores de emisión requeridos para el cálculo.

6.11.3.1 *Método de estimación*

Para realizar el cálculo de emisiones y absorciones de los Productos de madera recolectada existen cuatro enfoques diferentes, de los cuales como es determinado por la CMNNUCC se seleccionó el enfoque de producción para tener comparabilidad en los reportes nacionales, el enfoque de producción se define como límite del sistema el país productor; este enfoque implica estimar los cambios en las reservas de carbono en el conjunto de productos hechos en un país. Las existencias comprenden todos los productos hechos con madera que se cosecha en el país, que son consumidos en el mismo o que son exportados y consumidos en otros países, como se muestra en la Figura 225. (IPCC, 2019) (Brown, Lim, & Schlamadinger, 1998).

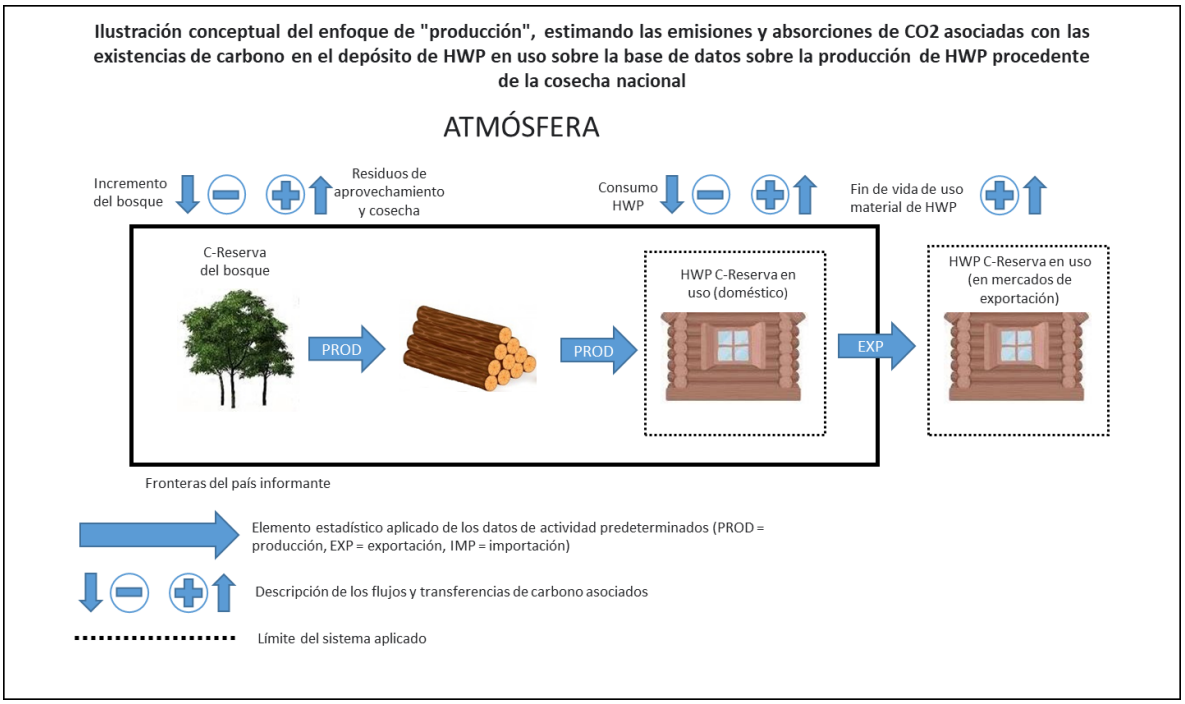


Figura 225. Diagrama de enfoque de producción

Fuente: (Rüter, 2017)

En el Cuadro 53 se presentan las ecuaciones utilizadas según el método de producción para la madera aserrada, los paneles a base de madera y el papel y cartón

4.G. Productos de la madera recolectada

Ecuación 12.1 Estimación del total de emisiones y absorciones de los depósitos de PMR en uso (IPCC – 2006. volumen 4. capítulo 12)

$$\Delta C_{2\,TOTAL}(i) = \frac{-44}{12} * \sum_{l=1}^{n} \Delta C_l(i)$$

Dónde:

i = Año

$\Delta \mathbf{C_{2\,TOTAL}(i)}$ = Emisiones y absorciones totales de CO_2 de los cambios netos de las existencias de carbono en PMR en uso durante el año i, en Mt CO_2

C = Existencias de carbono en PMR, en Mt C

$\Delta \mathbf{C_l(i)}$ = Existencias de carbono en PMR, en Mt C

l = número de índice de la clase de producto PMR semiacabado

n = número de clases de productos PMR seleccionados de los productos PMR semiacabados de madera aserrada, tableros a base de madera, papel y cartón.

Ecuación 12.2 Estimación de las existencias de carbono y su cambio anual en los depósitos de PMR del país declarante

(IPCC 2006; volume 4; capítulo 12)

$$C(i+1) = e^{-k} * C(i) + \left[\frac{1-e^{-k}}{k}\right] * Inflow_l(i)$$

$$C(i) = C(i+1) - C(i)$$

Dónde:

i = año

$\mathbf{C_l(i)}$ = la reserva de carbono en la clase particular de productos PMR *l* al comienzo del año *i*, Mt C

k = constante de desintegración de FOD para cada clase de producto PMR *l* expresada en unidades año^{-1} (= ln (2) / HL, donde HL es la vida media del producto PMR particular en el conjunto de PMR en años.

$\mathbf{Inflow_l(i)}$ = la entrada de carbono a la clase de productos básicos PMR particular *l* durante el año *i*, Mt C año^{-1}

ΔC(*i*) = variación de las existencias de carbono de la clase de productos básicos PMR *l* durante el año *i*, Mt C año^{-1}

***E*cuación 12.3 Selección del flujo de carbono para estimar las existencias de carbono en la reserva de PMR a utilizar según el enfoque elegido. (IPCC 2006; volumen 4; capítulo 12)**

$$Inflow(i) = \begin{Bmatrix} Inflow_{SCA_l}(i) \\ Inflow_{PA_l}(i) \end{Bmatrix} \quad \begin{matrix} para\ el\ enfoque\ de\ 'cambio\ de\ existencias' \\ para\ el\ enfoque\ de\ 'producción' \end{matrix}$$

Dónde:

$\mathbf{Inflow_{SCA_l}(i)}$ = Entrada de carbono en PMR a partir del consumo interno calculado de los respectivos PMR clase de producto básico *l* en el año *i*, en Mt C año^{-1}, véase la ecuación 12.6

$\mathbf{Inflow_{PA_l}(i)}$ = Entrada de carbono en PMR procedente de la producción de la respectiva clase *l* de productos PMR provenientes de la cosecha nacional en el año *i*, en Mt C año^{-1}, ver Ecuación 12.7

Ecuación 12.4 Aproximación de las existencias de carbono en el depósito PMR en uso en el tiempo inicial. (IPCC 2006; volumen 4; capítulo 12)

$$C_l(t_0) = \frac{Inflow_{l_{average}}}{k}$$

Con:

$$\text{Inflow}_{l_{average}} = \left(\sum_{i=t_0}^{t_4} \text{Inflow}_l(i) \right) / 5$$

Dónde:

k = constante de desintegración de FOD para cada clase de producto PMR *l* (véase la Ecuación 12.2).

Ecuación 12.7. Cálculo del flujo de carbono en una clase de productos HWP semiacabados en particular siguiendo el enfoque de "producción" (IPCC 2006; volumen 4; capítulo 12)

$$Inflow_{PA_l}(i) = HWP_{DP_l}(i) * cf_l$$

$$HWP_{DP_l}(i) = HWP_{p_l}(i) * f_R(i)$$

con:

$$f_R(i) = \begin{cases} f_{IRW}(i) & \text{para las categorías de HWP "madera aserrada" y "paneles a base de madera"} \} \\ \left(f_{IRW}(i) * (1-q) * f_{PULP}(i)\right) + q * f_{RecP}(i) & \text{para la categoría HWP 'papel y cartón'} \end{cases}$$

y: $f_{IRW}(i) = 0 \; si \; f_{IRW}(i) < 0; \;\; f_{PULP}(i) = 0 \; si \; f_{PULP}(i) < 0; f_{RecP}(i) < 0$

Donde:

$\mathbf{HWP_{DP_l}(i)}$ = producción de la clase de producto HWP semiacabado particular que se origina en cosecha en el año *i*, en m^3

$\boldsymbol{f_R(i)}$ = Proporción de la clase de materia prima leñosa R (IRW, PULP o RecP) para la producción de la clase de materia prima de HWP semiacabada particular que se origina en la cosecha nacional en el año *i*, calculada de acuerdo con la ecuación 12.8

IRW = Materia prima HWP clase de producto "madera en rollo industrial"

PULP = Materia prima HWP clase de producto "pulpa de madera"

RecP = Clase de materia prima HWP "papel recuperado"

q = Tasa de utilización de papel recuperado.

Ecuación 12.8. Estimación de la fracción anual del alimento pertinente de producción nacional para la producción de HWP semiacabados originados de cosecha nacional (IPCC 2006; volumen 4; capítulo 12)

$$f_R(i) = \frac{R_P(i) - R_{EX}(i)}{R_P(i) + R_{IM}(i) - R_{EX}(i)}$$

con: $R = \begin{cases} IRW & \text{para la categoría de materia prima HWP "madera en rollo industrial"} \\ PULP & \text{para la categoría de materia prima HWP "pulpa de madera"} \\ RecP & \text{para la categoría de materia prima HWP "papel recuperdo"} \end{cases}$

Donde:

$\mathbf{R_P(i)}$ = Producción de la clase particular de materia prima de HWP en el año i, en m3 o Mt

$\mathbf{R_{IM}(i)}$ = Importación de la clase de materia prima de HWP particular en el año i, en m3 o Mt

$\mathbf{R_{EX}(i)}$ = Exportación de la clase particular de materia prima HWP en el año i, en m3 o Mt.

Cuadro 53. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones de GEI para la categoría 4.G. Productos de la madera recolectada

6.11.3.2 *Factor de emisión*

Los factores de emisión manejados para la estimación de las emisiones y absorciones son de Nivel 1. Se utilizan factores y vida media para tres clases de productos, madera aserrada, paneles a base de madera y papel y cartón y para el coeficiente de materias primas se utilizan factores para madera rolliza industrial, pulpa de madera y papel recuperado. En la Tabla 273 se resume la información de la metodología y factores de emisión:

Tabla 273. Metodología y factores de emisión – 4.G. Productos de madera recolectada

Categoría		Metodología	Fuente información factor de emisión	Factor de emisión
4.G. Productos de madera recolectada	Madera aserrada	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 12.	0,000000229 [Mt C / m3] Vida media predeterminada (años) 35 Madera rolliza industrial: 0,000000229 [Mt C / m3]
	Paneles de madera	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 12.	0,000000269 [Mt C / m3] Vida media predeterminada (años) 25
	Papel y cartón	Nivel 1	IPCC (2019); Vol 4, Cap 12.	0,000000386 [Mt C / m3] Vida media predeterminada (años) 2 Pulpa de madera 0,000000417 [Mt C / m3] Papel recuperado 0,000000386 [Mt C / m3]

6.11.3.3 *Dato de actividad*

Los datos para las estimaciones de los productos de madera recolectada se obtienen de la plataforma FAOSTAT. (FAO, 2023), donde se obtienen datos disponibles para producción, importaciones y exportaciones de 54 productos diferentes que se consolidad en diferentes categorías necesarias para estimar los PMR, según la metodología IPCC, 2019.

En la Tabla 275, se presentan los datos de actividad para cada subcategoría dentro de la categoría de PMR con información de producción, importaciones y exportaciones para los productos semiterminados Madera aserrada, Paneles de madera y Papel y cartón para tener el dato de referencia en el diligenciamiento de las CRT.

En la Tabla 274 se observan las fuentes de información de los datos de actividad para productos de madera recolectada.

Tabla 274. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.G. Productos de la madera recolectada

Categorías	Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
		Periodo	Fuente de datos	
4.G. Productos de la madera recolectada	Cantidad de PMR por tipo en m^3	1990-2021	FAOSTAT	

Tabla 275. Datos de actividad para la categoría 4.G. Productos de la madera recolectada

	4.G.1.a. Madera aserrada			4.G.1.b. Paneles de madera			4.G.2. Papel y cartón		
Año	Producción	Importaciones	Exportaciones	Producción	Importaciones	Exportaciones	Producción	Importaciones	Exportaciones
1990	813.000	3.800	9.600	183.000	12.100	7.600	549.000	180.900	15.000
1991	813.000	3.800	18.700	177.000	12.100	9.600	521.000	192.800	19.900
1992	758.000	6.475	22.632	160.000	10.915	11.371	629.000	224.702	34.929
1993	694.000	31.548	1.578	166.000	8.606	3.518	595.000	265.777	16.564
1994	644.000	10.627	1.685	175.000	27.347	5.307	672.000	296.038	24.210
1995	644.000	15.000	9.700	176.000	51.200	10.400	690.000	332.300	62.200
1996	1.134.000	4.600	3.000	123.000	37.600	11.000	693.000	349.300	63.800
1997	1.085.000	15.500	5.900	119.000	40.500	16.400	704.000	392.400	80.800
1998	910.000	6.400	2.500	113.000	36.400	23.800	712.000	369.000	75.900
1999	730.000	6.400	8.700	174.050	38.700	71.300	733.000	362.800	84.600
2000	587.000	2.100	4.505	206.700	41.100	78.142	771.000	509.700	129.800
2001	539.000	500	3.827	189.600	33.300	43.314	771.000	334.000	110.400
2002	527.000	19.500	18.500	182.000	49.800	39.903	847.000	337.100	142.350
2003	599.000	13.503	15.734	207.000	90.156	61.237	864.000	382.934	165.161
2004	622.000	14.084	2.373	225.000	175.772	69.574	899.000	412.790	174.121
2005	407.000	13.369	3.218	234.000	179.892	66.601	919.000	412.790	169.521
2006	389.000	8.665	7.050	245.000	173.851	36.872	990.000	510.514	169.644
2007	382.000	5.366	45.414	289.000	180.465	29.889	1.013.000	573.010	216.913
2008	481.000	16.863	13.396	319.000	237.919	20.526	1.025.000	525.300	199.731
2009	680.000	14.754	13.749	324.000	183.027	16.633	1.076.000	464.827	167.538
2010	693.000	24.609	20.341	331.000	217.533	16.235	1.145.000	416.875	185.574
2011	526.000	32.633	10.598	352.056	250.336	22.300	1.137.575	502.904	173.770
2012	542.000	51.359	8.848	377.589	228.821	16.782	1.153.277	466.712	165.019
2013	544.000	37.077	3.642	461.303	268.763	16.279	1.160.416	469.005	160.039
2014	474.850	62.830	10.060	415.400	388.414	20.888	1.203.289	512.300	133.071
2015	449.233	40.770	3.898	398.562	371.093	20.526	1.218.948	438.514	123.314
2016	424.615	40.838	5.377	382.589	377.290	22.577	1.212.254	433.048	107.100
2017	365.169	29.919	12.462	342.576	385.945	17.390	1.252.903	458.801	132.481
2018	353.228	29.555	17.490	334.643	549.651	12.968	1.313.109	482.356	130.728
2019	334.260	31.687	19.734	240.621	395.486	3.223	1.250.177	496.177	132.891
2020	337.167	29.899	19.281	241.437	423.627	3.168	1.188.194	451.336	110.985
2021	247.482	45.793	13.591	214.551	552.989	3.550	1.232.000	526.293	104.583

6.11.4 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que algunas fuentes de información no poseen los datos requeridos para estimaciones de emisiones de GEI a 2022. Sin embargo, para esta categoría se cuenta con los datos requeridos para la estimación hasta el año 2022.

6.11.5 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

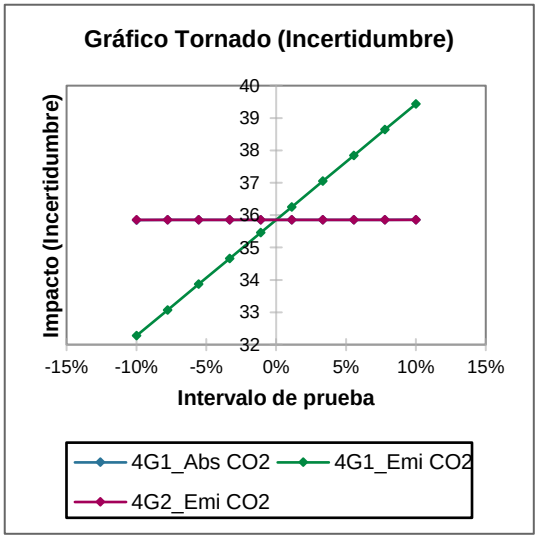
La categoría de Productos de madera recolectada (4.G.) considera tanto las absorciones como las emisiones de CO_2 en la estimación de GEI para las subcategorías de madera maciza y papel y cartón. Sin embargo, estas emisiones y absorciones no ocurren simultáneamente en un mismo año, y las absorciones muestran una tendencia a la disminución con leves variaciones a lo largo del tiempo. Según los resultados de la Tabla 276, entre 1990 y 2021 se registra una reducción porcentual del 97,77 %, lo que indica una tendencia clara a la baja en la incertidumbre de las estimaciones de CO_2 en todas las subcategorías, esto evidencia mejoras en los métodos de evaluación de las emisiones y absorciones derivadas de los productos de madera recolectada junto con la influencia de las incertidumbres de los datos de actividad. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre es la 4.G.1. con un valor promedio de ±36,67%.

Tabla 276. Resultados de incertidumbre – Productos de la madera recolectada (4.G.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
4.G. Productos de la madera recolectada	TODOS	1609,01	179,77	242,51	176,74	30,91	132,00	32,19	35,87	NA
	Abs CO_2	57,69	57,62	38,46	34,89	28,86	26,17	31,96	30,37	NA
	Emi CO_2	38,98	61,06	55,40	51,69	47,09	41,08	30,98	34,33	NA
4.G.1. Madera maciza	TODOS	57,69	64,00	78,33	67,41	52,30	390,40	37,93	36,67	DA
	Abs CO_2	57,69	NE	58,14	50,68	45,04	38,63	31,96	30,37	NA
	Emi CO_2	NE	61,06	55,40	51,69	47,09	41,08	36,24	35,07	NA
4.G.2. Papel y cartón	TODOS	38,98	59,30	50,37	45,40	36,98	29,35	33,63	32,09	DA
	Abs CO_2	NE	59,30	50,37	45,40	36,98	29,35	NE	NE	NA
	Emi CO_2	38,98	NE	NE	NE	NE	NE	33,63	32,09	NA

El análisis de sensibilidad permite determinar cómo diferentes subcategorías afectan la incertidumbre total, resaltando aquellas que tienen un mayor impacto. La Figura 226 muestra los resultados numéricos de este análisis aplicado a los datos de incertidumbre del año 2021, junto con el gráfico de tornado correspondiente. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 4G1_Emi CO2 es la más sensible con una contribución del 99% a la incertidumbre total, esto se debe a que esta subcategoría presentan las mayores emisiones, al mismo tiempo esta subcategoría tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 4.G., contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±3,58% en el intervalo de la incertidumbre total del 2021, que es ±35,87%, donde el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 32,27% y 39,43%.

a)



b)

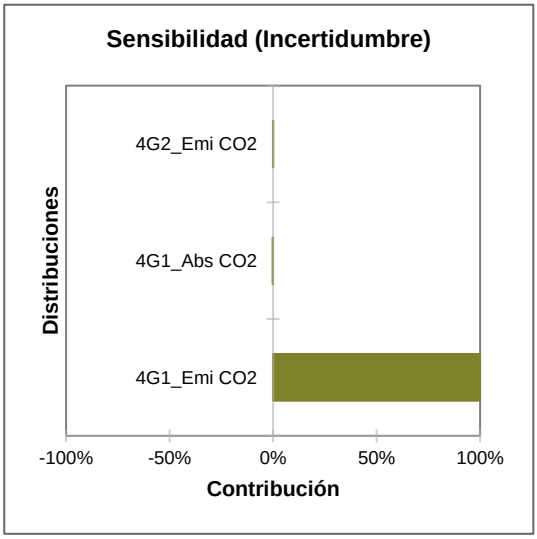


Figura 226. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Productos de la madera recolectada (4.G.) para el 2021

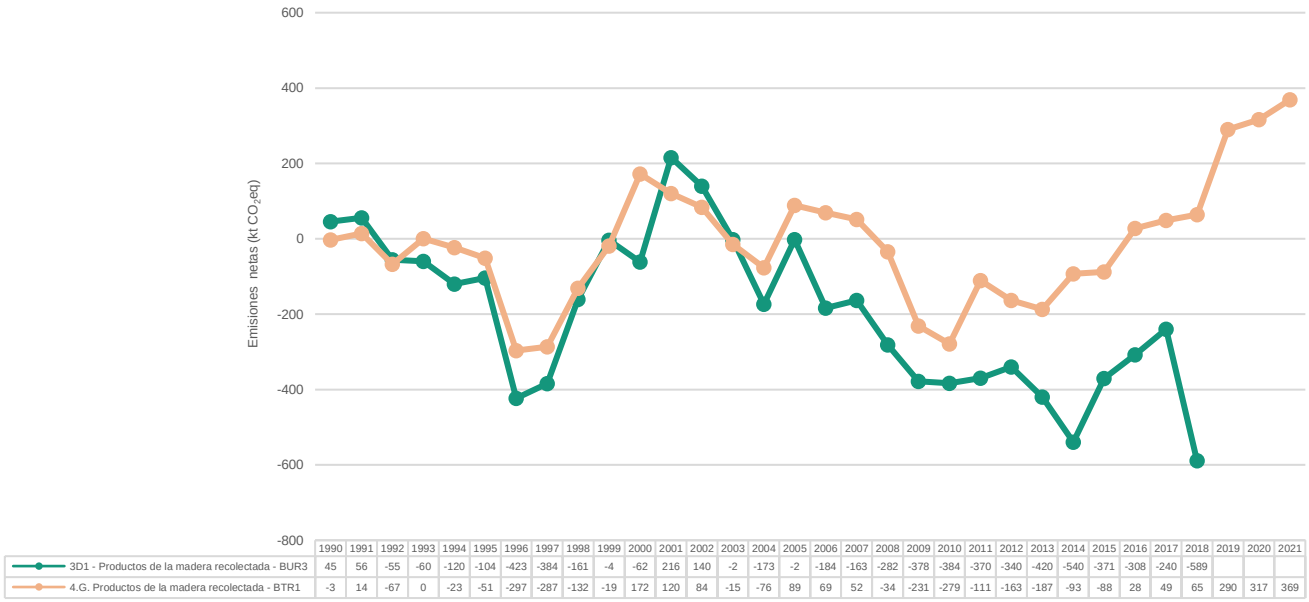
6.11.6 AC/CC y verificación de la categoría

Como parte de los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario se siguieron las siguientes actividades de acuerdo con lo sugerido en el Capítulo 6, Vol.1 de las Directrices del IPCC de 2006 y el protocolo de CC/AC del INGEI:

1. Comprobación de errores de transcripción, tendencias y valores atípicos en los datos empleados en las estimaciones de las diferentes subcategorías a partir de la realización y evaluación de gráficos de tendencia de los datos de actividad y de las emisiones obtenidas y su comparación con los resultados de informes de inventario previos.
2. Verificación de unidades de reporte de datos de actividad y factores de emisión y presentación adecuada de las mismas dentro de cada una de las hojas de cálculo y de reporte de cada una de las subcategorías en todas las series temporales.
3. Como parte del sistema de archivo del inventario general se han consolidado las hojas de cálculo y formatos de datos de actividad y factores de emisión empleados para las estimaciones del sector, teniendo en cuenta el uso de nomenclatura entendible y homologada como mecanismo para garantizar la transparencia y trazabilidad de las estimaciones de GEI.
4. Comprobación de la coherencia general de las proporciones de emisiones históricas con las estimaciones presentadas en informes de inventario previos.
5. Control de agregación correcta de las estimaciones de emisiones desde el nivel regional al nacional en la presentación del reporte del inventario nacional.
6. Para garantizar la adecuada replicación y seguimiento de los cálculos, para cada subcategoría se presentan archivos Excel que incluyen los datos de actividad, factores de emisión y la relación entre los mismos para la obtención, consolidación y reporte de la estimación final.
7. Como parte de los procesos de socialización de las estimaciones de emisiones del sector LULUCF en el país se han desarrollado mesas de trabajo con los diferentes gremios y actores de relevancia a fin de discutir y validar los datos empleados y las estimaciones finales obtenidas, con entidades como Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Secretarías de Ambiente, entre otros.

6.11.7 Recálculos de la categoría

En la Figura 227 se presenta la comparación de las emisiones netas de productos de madera recolectada, entre el reporte anterior (BUR3) con el BTR1, donde se observa una tendencia similar de las emisiones en ambos reportes, sin embargo las emisiones del BTR en general son mayores que las reportadas en el BUR3, estas diferencias están relacionadas con el cambio en el método de cálculo, pasando de utilizar en el BUR3 el enforque de cambio de existencias al enfoque de producción en el BTR, a fin de lograr la comparabilidad con otros inventarios y en cumplimiento de las MPG´s; adicionalmente, se calcula toda la serie nuevamente debido a que se presentan cambios en algunos datos de actividad recientes que generan pequeñas variaciones. El recalculo implicó una reducción de las emisiones reportadas en el año 1990 del BTR1 respecto a las del BUR3 en un 93,53 % pasando de tener un balance positivo a negativo reportando absorciones, por su parte en el año 2018 que corresponde al último año de inventario del BUR3 se pasó de tener un balance neto negativo a un balance positivo reportando emisiones para este año, este aumento de las emisiones corresponde a un 89,04%.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3D1 - Productos de la madera recolectada - BUR3	45	56	-55	-60	-120	-104	-423	-384	-161	-4	-62	216	140	-2	-173	-2	-184	-163	-282	-378	-384	-370	-340	-420	-540	-371	-308	-240	-589			
4.G. Productos de la madera recolectada - BTR1	-3	14	-67	0	-23	-51	-297	-287	-132	-19	172	120	84	-15	-76	89	69	52	-34	-231	-279	-111	-163	-187	-93	-88	28	49	65	290	317	369

Figura 227. Comparación BUR3 vs BTR1 para productos de madera recolectada

6.11.8 Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 277 se describe el plan de mejora diseñado para la categoría:

Tabla 277. Plan de mejora para 4.G. Productos de madera recolectada

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
4.G. Productos de madera recolectada	Relacionar la información de las emisiones que se producen por la tala de bosque natural y plantaciones forestales comerciales con los datos de PMR	Determinar las emisiones procedentes de madera procedente de bosque natural y plantaciones forestales comerciales y reportarlas en PMR	x		x	x	x	Mediano	IDEAM, Universidades	Planeación
4.G. Productos de	Alcanzar Tier 2 en los productos de madera	Consolidar información de factores de emisión		X			X	Corto	IDEAM	Planeación

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
madera recolectada	recolectada, por medio de la consolidación de información de factores de emisión con datos específicos del país	propios del país para los PMR								

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

6.12 Quema de biomasa (CRT 4.(IV).)

6.12.1 Descripción de la categoría

En esta categoría se estiman las emisiones de GEI que son causadas por el fuego (gases CO_2 como distintos del CO_2) generados por causas antrópicas. Dentro de los gases producidos se encuentran el monóxido de Carbono (CO), CH_4, N_2O y óxidos de nitrógeno (NO_x). Con la información disponible, los gases mencionados anteriormente se estiman en tres tipos de uso de la tierra: Tierras forestales, Tierras de Cultivo y Pastizales

En la Figura 228 se presenta el árbol de subcategorías para la categoría 4(IV). Quema de biomasa.

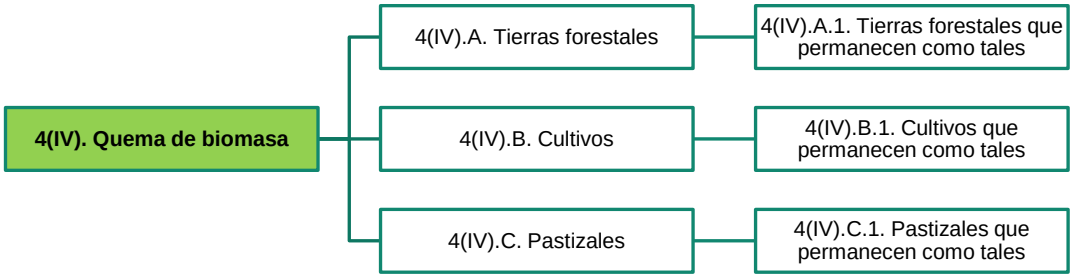


Figura 228. Categorías de reporte sector 4(IV). Quema de biomasa

6.12.2 Tendencia de las emisiones de la categoría (1990-2021)

En la categoría 4(IV). Quema de biomasa, las emisiones promedio históricas de 1990 a 2021 se situaron en 719,04 kt CO_2eq con un aporte promedio histórico de 0,64 % de las emisiones del sector. Las emisiones del año 1990 fueron de 712,34 kt CO_2eq (0,56 % del total del sector en ese año), estando el 74,12 % más altas con relación a las del 2021 que equivalen a 527,99 kt CO_2eq (0,44 % del total del sector para ese año) y una tasa de crecimiento anual compuesta para el periodo 1990-2021 de -0,96 para las emisiones.

Las emisiones no presentan una tendencia uniforme para esta categoría, en el año 2007 se muestran las mayores emisiones con 1.581,52 kt CO_2eq; de igual manera, las menores emisiones de la categoría se presentan en el año 2006 con 389,50 kt CO_2eq.

En la Tabla 278 se observan los datos de las estimaciones de GEI para la categoría de quema de biomasa, donde se encuentra que, la categoría 4(IV).A. Tierras forestales consigue las mayores emisiones, que corresponden a un promedio histórico de 352,52 kt CO_2eq (49,03 %), la siguiente categoría es 4(IV).B. Cultivos con un promedio histórico de 338,38 kt CO_2eq que corresponden al 47,06 % de las emisiones; finalmente, la categoría de 4(IV).C. Pastizales con un promedio histórico de 28,13 kt CO_2eq que equivalen al 3,91 % de la categoría de 4(IV). Quema de biomasa.

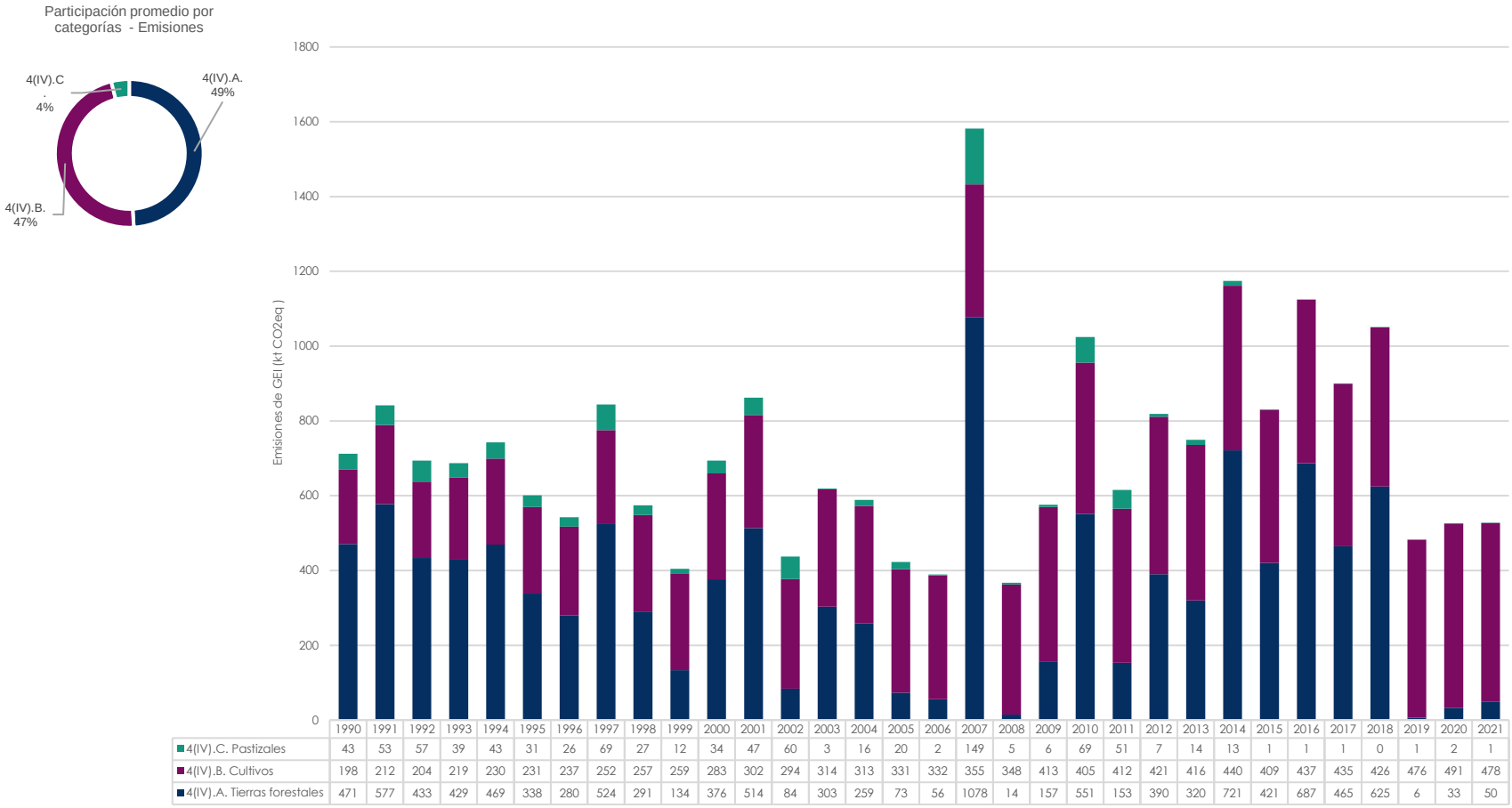
A continuación, se visualizan los resultados cada 5 años de las estimaciones de emisiones en la categoría 4(IV). Quema de biomasa:

Tabla 278. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4(IV). Quema de biomasa

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Emisiones								
4(IV). Quema de biomasa	**712,35**	**600,79**	**694,06**	**423,11**	**1.024,50**	**831,01**	**526,47**	**528,00**
4(IV).A. Tierras forestales	470,95	338,41	376,49	72,90	551,26	420,52	32,72	49,88
4(IV).B. Cultivos	198,38	231,47	283,17	330,68	404,57	409,16	491,26	477,56
4(IV).C. Pastizales	43,02	30,91	34,39	19,52	68,67	1,32	2,49	0,55

En la Figura 229 se representa el comportamiento de las emisiones para la serie 1990-2021, encontrando que las emisiones marcan un comportamiento determinado por las emisiones en la quema de biomasa en las tierras forestales, que da el comportamiento irregular a la serie; sin embargo, la quema de biomasa en cultivos se presenta de manera más uniforme en toda la serie y la quema de biomasa en pastizales no es muy representativa para esta categoría.

Esta categoría se relaciona estrechamente con el tipo de cobertura que posee el suelo al momento del evento debido al potencial de cada cobertura a sufrir un incendio. Cabe señalar que más del 99 % de los incendios reportados en Colombia son causados por el hombre (Armenteras, et al., 2018). Dentro de los análisis de causas y agentes de la deforestación se ha determinado que una de las causas son las quemas de bosques con el objeto de la expansión de la frontera agropecuaria. (González, et al., 2018)



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
4(IV).C. Pastizales	43	53	57	39	43	31	26	69	27	12	34	47	60	3	16	20	2	149	5	6	69	51	7	14	13	1	1	1	0	1	2	1
4(IV).B. Cultivos	198	212	204	219	230	231	237	252	257	259	283	302	294	314	313	331	332	355	348	413	405	412	421	416	440	409	437	435	426	476	491	478
4(IV).A. Tierras forestales	471	577	433	429	469	338	280	524	291	134	376	514	84	303	259	73	56	1078	14	157	551	153	390	320	721	421	687	465	625	6	33	50

Figura 229. Emisiones del sector 4(IV). Quema de biomasa

6.12.3 Metodología

Para la categoría de quema de biomasa se emplea el enfoque nivel 1 avanzado.

En este capítulo se describe la información requerida para las estimaciones, métodos, datos de actividad y factores de emisión.

6.12.3.1 *Método de estimación*

El abordaje metodológico para la estimación de las emisiones producidas por el fuego se realizó a partir de nivel 1 avanzado. A continuación, en el Cuadro 54, se describe la ecuación empleada.

4(IV). Quema de biomasa
Ecuación 2.27 Estimación de emisiones de GEI a causa del fuego (IPCC – 2006, volumen 4, capítulo 2)
$$L_{fuego} = \{A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}\}$$
Dónde:
L_{fuego} = cantidad de emisiones GEI provocada por el fuego. t de cada GEI año^{-1}
M_B= masa de combustible disponible para la combustión, t.ha^{-1}
A = superficie quemada. ha.
C_f = factor de combustión, sin dimensión (valores por defecto del cuadro 2.6 de IPCC, capítulo 2)
G_{ef} = factor de emisión, g kg^{-1} de materia seca quemada. (valores por defecto del cuadro 2.5 de IPCC, capítulo 2)

Cuadro 54. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones de GEI para la categoría 4.IV. Quema de biomasa

6.12.3.2 Factor de emisión

Para el cálculo de la quema de biomasa se aplican factores de emisión por defecto presentados en Tabla 279, en el único caso que se utilizan factores propios, son los valores de biomasa reportados por el IFN en las cinco regiones naturales. Los valores de biomasa para para tierras de cultivo, pastizales y plantaciones son tomados del estudio de (Yepes, Duque, Navarrete, & Phillips, 2011).

Tabla 279. Metodología y factores de emisión – 4(IV). Quema de biomasa

Subcategoría	GEI	Metodología	Fuente información factor de emisión	Factor de emisión
4(iv).a.1.b. Incendios forestales en tierras forestales que permanecen como tales	CH_4	Método 1, nivel 1c	IDEAM	Ver Anexo 6-3
	N_2O		IPCC (2006)	
4(iv).b.1.b. Incendios forestales en cultivos que permanecen como tales	CH_4		IDEAM	
	N_2O		IPCC (2006)	
4(iv).c.1.b incendio forestales en pastizales que permanecen como tales	CH_4		IDEAM	
	N_2O		IPCC (2006)	

*Se emplean factores de emisión por defecto del IPCC de 2006 para la conversión a gases no CO_2, y factores propios de país para la masa disponible para la combustión.

6.12.3.3 *Dato de actividad*

En la Tabla 281 se presentan los datos de actividad para esta categoría, que corresponde al área anual incendiada por tipo de cobertura, esta información es aportada por las Corporaciones autónomas regionales y consolidada en el sector de incendios del SNIF. Posteriormente la información se depura y se categoriza en los tres usos del suelo de tierras forestales, tierras de cultivos y pastizales. Dentro de la categoría 4(IV).B. Cultivos, se contemplan las superficies quemadas en el cultivo de caña, debido a la importancia de este tipo de cultivo en la agricultura del país. Los datos son generados por departamento para el periodo 1990-2021; sin embargo, la información que se presenta a continuación se consolida por año para área incendiada, con el objetivo de diligenciar las CRT.

En la Tabla 280 se observan las fuentes de información de los datos de actividad para quema de biomasa.

Tabla 280. Fuente de datos de actividad para la categoría 4(IV). Quema de biomasa

Categoría		Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad		Comentarios
			Periodo	Fuente de datos	
4(IV). Quema de biomasa	Incendios	Superficie anual (ha) incendiada de tierras forestales, tierras de cultivo y pastizales.	2002-2021	IDEAM (SNIF)	La superficie anual incendiada entre el año 1990 a 2001 se ajustó a partir de un modelo logarítmico que tiene en cuenta los fenómenos extremos de precipitación y sequía (IDEAM 2018).
4(IV). Quema de biomasa	Incendios	Superficie anual (ha) incendiada de tierras de cultivo (caña)	1990-2021	MADR	Anuario Estadístico del Sector Agropecuario y Evaluaciones Agropecuarias Municipales.

Tabla 281. Datos de actividad para la categoría 4(IV). Quema de biomasa

	4(IV). Quema de biomasa		
Año	Tierras forestales	Tierras de cultivo	Pastizales
1990	40.667	106.523	22.087
1991	49.862	111.905	27.081
1992	42.418	113.915	28.385
1993	37.029	120.001	20.111
1994	40.534	125.425	22.015
1995	29.222	129.500	15.871
1996	24.148	134.453	13.115
1997	51.266	140.826	34.306
1998	25.096	146.170	13.630
1999	11.529	150.841	6.262
2000	32.511	159.348	17.657
2001	44.358	167.046	24.092
2002	8.611	171.012	31.585
2003	19.589	178.436	1.390
2004	32.284	183.297	7.439
2005	9.649	193.122	8.973
2006	7.880	196.271	4.604
2007	117.498	206.768	66.395
2008	2.083	206.891	2.103
2009	16.436	220.610	4.006
2010	48.077	224.760	38.143
2011	16.517	231.010	23.311
2012	53.403	239.778	4.854
2013	47.331	237.604	7.704
2014	86.734	243.821	5.764
2015	64.108	243.481	871
2016	71.875	258.067	677
2017	100.861	257.320	433
2018	99.495	253.534	31
2019	620	277.450	659
2020	3.805	286.478	1.754
2021	7.103	284.260	235

6.12.4 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que algunas fuentes de información no poseen los datos requeridos para estimaciones de emisiones de GEI a 2022. Sin embargo, para esta categoría se cuenta con los datos requeridos para la estimación hasta el año 2022.

6.12.5 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

La Tabla 282 presenta la incertidumbre asociada a los totales y emisiones de quema de biomasa para los gases de efecto invernadero (CH_4 y N_2O) desde 1990 hasta 2021, abarcando diversas categorías relacionadas con tierras forestales, cultivos y pastizales. Se observa una disminución en la incertidumbre, que pasa del 37,39% en 1990 a 18,14% en 2021, lo que indica una mejora en la precisión de las estimaciones. El promedio de incertidumbre anual entre 1990 y 2021 se sitúa en el 26,29%, con una reducción porcentual de 51,50% y la incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada por las

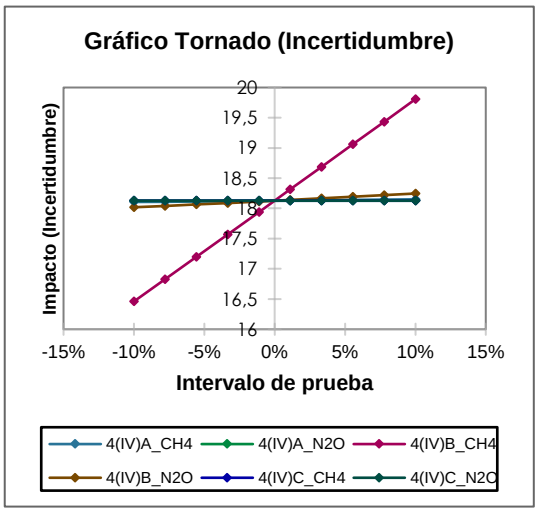
incertidumbres de los datos de actividad. En cuanto a los tipos de gases de efecto invernadero, para el año 2021, las incertidumbres del CH_4 y del N_2O son del 22,49% y del 20,91% respectivamente. Dentro de las subcategorías la que presenta la mayor incertidumbre en 2021 es la 4(IV).C. Pastizales, con un valor promedio de ±23,40%.

Tabla 282. Resultados de incertidumbre – Quema de biomasa (4(IV))

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
4(IV). Quema de biomasa	TODOS	37,39	31,84	28,20	26,85	21,55	19,55	19,56	18,14	NA
	CH_4	46,77	39,72	35,16	33,55	27,37	23,53	24,22	22,49	NA
	N_2O	44,69	38,33	34,14	31,51	24,74	23,67	22,72	20,91	NA
4(IV).A. Tierras forestales	TODOS	52,85	48,56	43,69	38,82	33,75	30,45	25,27	22,48	FE
	CH_4	64,12	58,93	53,00	46,03	40,63	35,69	29,14	27,69	NA
	N_2O	69,01	63,05	57,10	51,97	44,02	38,65	33,63	32,07	NA
4(IV).B. Cultivos	TODOS	46,66	41,89	37,15	33,20	28,79	24,44	20,89	19,91	FE
	CH_4	58,35	52,04	46,12	40,98	36,10	30,13	25,97	24,64	NA
	N_2O	57,96	52,37	46,30	40,33	34,64	29,65	23,98	23,04	NA
4(IV).C. Pastizales	TODOS	48,21	44,21	40,17	36,42	34,23	27,73	24,49	23,40	FE
	CH_4	66,30	61,08	55,95	50,22	44,10	38,24	33,63	32,68	NA
	N_2O	70,05	63,98	57,67	51,24	45,92	40,26	34,99	33,36	NA

El análisis de sensibilidad permite identificar cómo distintas subcategorías influyen en la incertidumbre total, destacando aquellas que tienen un mayor efecto. La Figura 230 presenta los resultados numéricos de este análisis aplicado a los datos de incertidumbre del año 2021, junto con el gráfico de tornado correspondiente. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 4(IV)B_CH4 es la más sensible con una contribución del 99% a la incertidumbre total, esto se debe a que esta subcategoría presentan las mayores emisiones, al mismo tiempo esta subcategoría tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 4(IV), contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±1,67% en el intervalo de la incertidumbre total del 2021, que es ±18,14%, donde el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 16,46% y 19,81%.

a)



b)

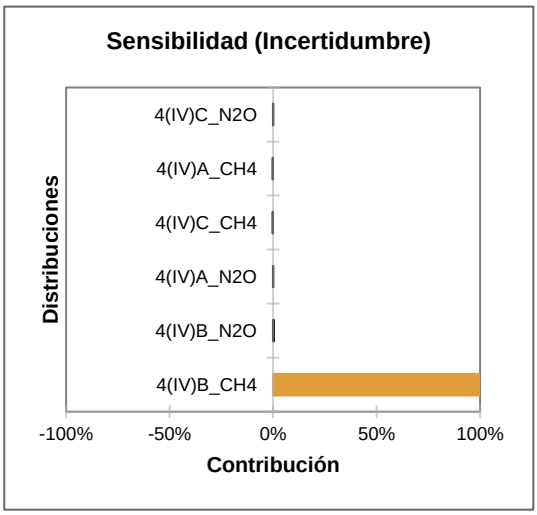


Figura 230. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Quema de biomasa 4(IV) para el 2021.

6.12.6 AC/CC y verificación de la categoría

Como parte de los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad del inventario se siguieron las siguientes actividades de acuerdo con lo sugerido en el Capítulo 6, Vol.1 de las Directrices del IPCC de 2006 y el protocolo de CC/AC del INGEI:

1. Comprobación de errores de transcripción, tendencias y valores atípicos en los datos empleados en las estimaciones de las diferentes subcategorías a partir de la realización y evaluación de gráficos de tendencia de los datos de actividad y de las emisiones obtenidas y su comparación con los resultados de informes de inventario previos.
2. Verificación de unidades de reporte de datos de actividad y factores de emisión y presentación adecuada de las mismas dentro de cada una de las hojas de cálculo y de reporte de cada una de las subcategorías en todas las series temporales.
3. Como parte del sistema de archivo del inventario general se han consolidado las hojas de cálculo y formatos de datos de actividad y factores de emisión empleados para las estimaciones del sector, teniendo en cuenta el uso de nomenclatura entendible y homologada como mecanismo para garantizar la transparencia y trazabilidad de las estimaciones de GEI.
4. Comprobación de la coherencia general de las proporciones de emisiones históricas con las estimaciones presentadas en informes de inventario previos.
5. Control de agregación correcta de las estimaciones de emisiones desde el nivel departamental al nacional en la presentación del reporte del inventario nacional.
6. Para garantizar la adecuada replicación y seguimiento de los cálculos, para cada subcategoría se presentan archivos Excel que incluyen los datos de actividad, factores de emisión y la relación entre los mismos para la obtención, consolidación y reporte de la estimación final.
7. Como parte de los procesos de socialización de las estimaciones de emisiones del sector LULUCF en el país se han desarrollado mesas de trabajo con los diferentes gremios y actores de relevancia a fin de discutir y validar los datos empleados y las estimaciones finales obtenidas, con entidades como Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MinAgricultura), Secretarías de Ambiente, entre otros.

6.12.7 Recálculos de la categoría

En la Figura 231 se presenta la comparación de las emisiones netas de quema de biomasa, entre el reporte anterior (BUR3) con el BTR1, se observa una tendencia similar en las emisiones de ambos reportes, sin embargo las emisiones del BTR1 son mayores a las del BUR3 en toda la serie histórica, esto se encuentra relacionado con la actualización de los contenidos de carbono en la biomasa aérea teniendo en cuenta la actualización del IFN, que agrego información de más conglomerados en comparación con reportes anteriores y el supuesto de área incendiada en el cultivo de caña de azúcar, pasando del 10 % al 30 %; estos recálculos generaron un aumento de las emisiones del BTR1 respecto a las del BUR3 en el año 1990 del 223,37 % y de 13,90% en el año 2018, que es el último año de reporte del BUR3.

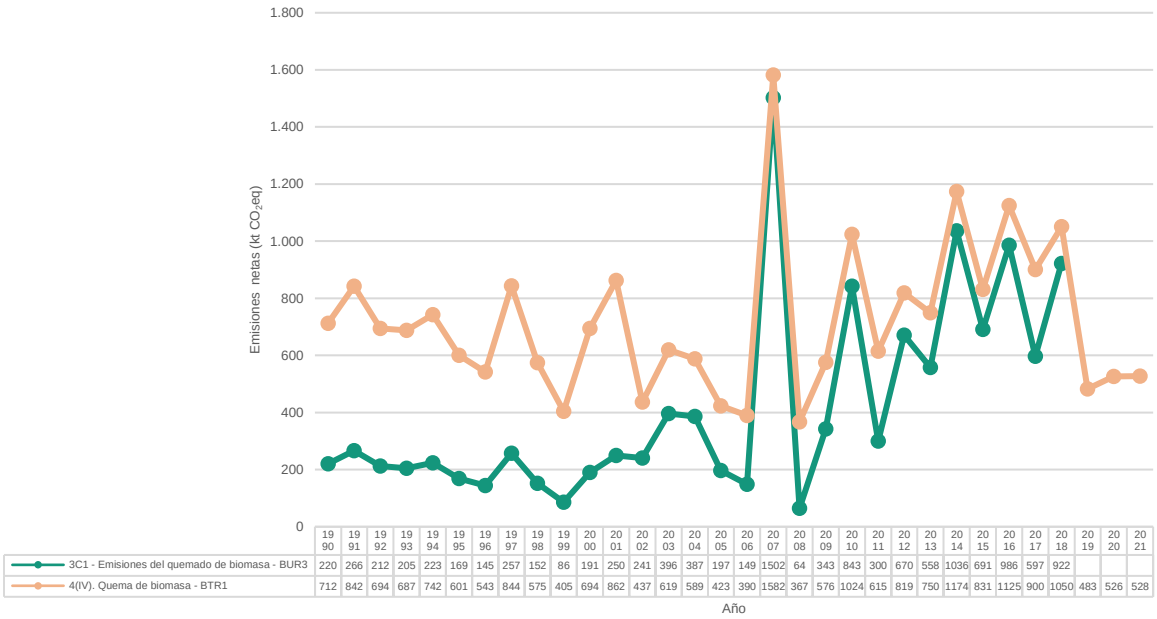


Figura 231. Comparación BUR3 vs BTR1 para quema de biomasa

6.12.8 Plan de mejora de la categoría

En la Tabla 283 se describe el plan de mejora diseñado para la categoría:

Tabla 283. Plan de mejora para 4(IV). Quema de biomasa

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
4(IV). Quema de biomasa	La fuente de información actual no permite la desagregación de tipos de cultivos	Fortalecimiento institucional y trabajo conjunto con las entidades que reportan en el SNIF para incluir información por tipo de cultivo	X	X			X	Mediano	IDEAM – CAR's	Planeación
	Refinar la estimación por incendios en cultivo de caña de azúcar y reportarlo en el sector agricultura	Se requiere la revisión del supuesto del área quemada en el cultivo de caña a partir de estudios realizados por la academia u otras entidades, así mismo se reportarán estas emisiones dentro del sector agricultura en la subcategoría 3.F. Quema de residuos agrícolas	X		X	X		Corto	IDEAM	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia. Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

7. Residuos (CRT. 5)

Autores:

Carlos Andrés Pinzón Correa – Profesional incertidumbre (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Daniela María Bernal Escobar – Líder INGEI y Profesional sectorial industria (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Laura Natalia Solano - Profesional Sectorial Residuos (IDEAM – PNUD - Fundación Natura).

Agradecimientos:

DANE: Iván Ernesto Piraquive López - Profesional especializado Encuesta de Calidad de Vida 2019, Diana Marcela Castillo Cruz - Contratista Encuesta de Calidad de Vida 2019, Javier Sebastián Ruiz Santacruz - Dirección de Censos y Demografía, Mariana Francisca Ospina Bohórquez - Dirección de Censos y Demografía, Alexander Ernesto Páez Almonacid - Dirección de Censos y Demografía. **Ministerio de Vivienda y Saneamiento Básico:** Catalina Castañeda Ramírez, David Ricardo Ocampo Suarez, Fabian Ricardo rincón Calvo. **Biogás Colombia:** Prof. Dr. Jur. Helmuth M Gallego S. – Presidente. **Empresa Pública de Alcantarillado de Santander S.A.E.S.P (EMPAS):** Cesar Camilo Hernández - Gerencia General. **Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB):** Natasha Avendaño – Gerente. **Empresas Públicas de Medellín (EMP):** John Alberto Maya – Gerente. **Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios:** Sistema Único de Información.

En este capítulo se abordan las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O derivadas del tratamiento y eliminación de residuos sólidos y líquidos. El sector se encuentra dividido en cinco (5) categorías, como se presenta en la Figura 232, sin embargo, para el caso de Colombia son estimadas las categorías 5.A Eliminación de residuos sólidos, 5.C Incineración e incineración abierta de residuos y 5.D Tratamiento y eliminación de aguas residuales.

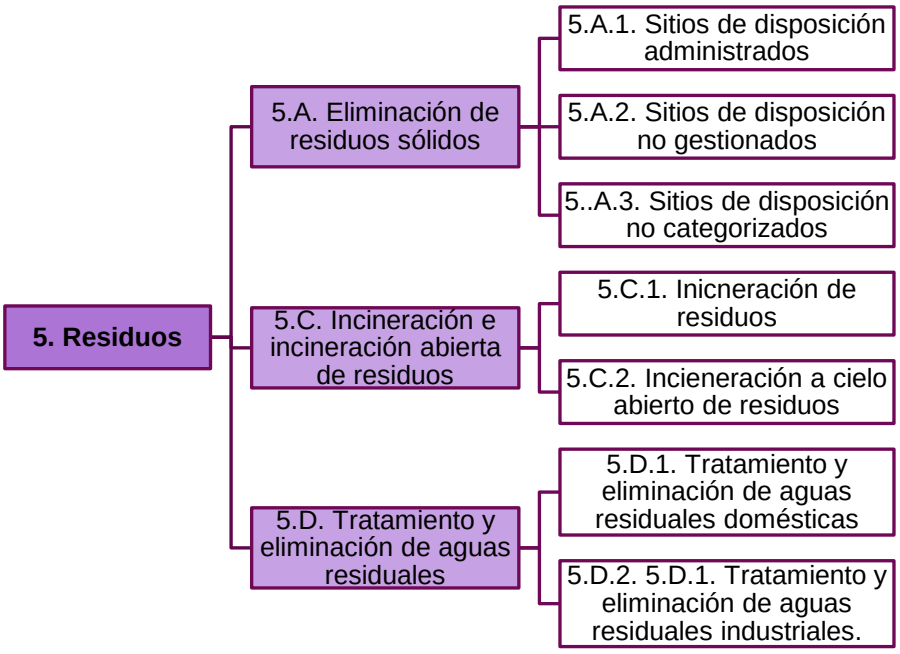


Figura 232. Categorías estimadas en el sector de Residuos

Desde la Ley 142 de 1994, Colombia se ha esmerado en establecer mecanismos regulatorios que buscan garantizar una adecuada gestión y disposición de los residuos en rellenos sanitarios (Congreso de Colombia), así como en ampliar la cobertura de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Actualmente, en Colombia, la gestión integral de los residuos es un problema relevante debido a la separación y manejo inadecuado de los residuos sólidos y el acceso a servicios públicos domiciliarios.

En 2018, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Min. Ambiente) formuló la Estrategia Nacional de Economía Circular, cuyo objetivo es acelerar la transición de modelos productivos tradicionales a modelos de economía circular, para reducir, reutilizar y reciclar residuos y materiales (MADS, 2021). Además, se está consolidando el Programa de Basura Cero, cuyo objetivo es reconocer los residuos como materia prima y reducir considerablemente la cantidad de residuos enviados a disposición final (MinVivienda, sf).

Respecto a la estimación de la categoría 5.B. Tratamiento Biológico de Residuos, se tiene una limitación para incluir las emisiones de generadas por falta de consolidación de la información asociada a cantidad de residuos tratados biológicamente en Colombia.

Es importante resaltar que dentro del sector Residuos, la subcategoría Sitios de eliminación de residuos gestionados (5.A.1), Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5.D.1) y Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales. (5.D.2), son categorías clave de acuerdo con los métodos 1 y 2 tanto en evaluación de nivel como de tendencia.

Así mismo, las categorías que aportan en mayor medida a la incertidumbre del sector son: 5.A con la incertidumbre de la subcategoría 5.A.1. Sitios de eliminación de residuos gestionados (±22,92% en promedio), principalmente por la incertidumbre asociada a los datos de actividad; la categoría 5.D, que posee una incertidumbre promedio de ±12,24%, relacionada principalmente con las estimaciones de CH_4 de la subcategoría 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales, relacionada con la incertidumbre asociada al factor de emisión.

En general, el sector ha experimentado una reducción en la incertidumbre, principalmente debido a una mejora en la calidad de los datos de actividad. Por ejemplo, los datos de Sitios de eliminación de residuos gestionados (Anaeróbico) pasaron de tener 50% de incertidumbre para el periodo 1990-2004 a 25% en 2005-2021 por confiabilidad del método de reporte. Al mismo tiempo, la incertidumbre del sector está mayormente influenciada por la incertidumbre de los fatores de emisión, que es mayor que la incertidumbre de los datos de actividad.

En relación con la incertidumbre del inventario nacional para el año 2021, considerando las emisiones netas, el sector Residuos contribuye con un 3,12% a la incertidumbre total, generando además en este un rango de variación de ±0,03%.

A continuación, se presentan la estimación de emisiones de GEI del sector de residuos para el INGEI de Colombia.

De acuerdo con los lineamientos y directrices establecidos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) para la elaboración de inventarios nacionales de GEI. Para el sector de residuos, se establecen cinco (5) categorías donde se calculan las emisiones de GEI de acuerdo con los diferentes mecanismos para la disposición final de los residuos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales.

Para el caso de Colombia contamos con eliminación de residuos sólidos en sitios gestionados y no categorizados (categoría 5.A), tratamiento biológico de residuos (categoría 5.B), incineración e incineración abierta de residuos (categoría 5.C) y tratamiento y eliminación de aguas residuales (categoría 5.D). Sin embargo, como se puede observar en la Tabla 284, dentro del inventario solo se incluyen las categorías 5.A, 5.C y 5.D.

Tabla 284. Subcategorías, GEI estimados y nivel metodológico en el sector residuos

Categoría	Subcategoría	GEI estimados	Nivel metodológico
5.A. Eliminación de residuos sólidos	5.A.1. Sitios gestionados de eliminación de residuos	CH_4	Nivel 2
	5.A.3. Sitios no categorizados de eliminación de residuos	CH_4	Nivel 2
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	5.C.1. Incineración de residuos	CO_2	Nivel 2a
	5.C.2. Incineración abierta de residuos	CO_2	Nivel 2a
		CH_4, N_2O	Nivel 1
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH_4, N_2O	Nivel 1
	5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH_4, N_2O	Nivel 1

La mayoría de las subcategorías son calculadas con un nivel metodológico 2, que obedece principalmente al uso de información del país frente a la generación de residuos sólidos. Sin embargo, pese a los esfuerzos realizados aún contamos con limitaciones en la disponibilidad de la información específica que restringe la estimación de algunos GEI y el incremento en los respectivos niveles metodológicos.

Como se evidencia en la Tabla 284, la categoría 5.B. Tratamiento biológico de residuos no es estimada dentro del inventario nacional, esto obedece principalmente a que no se cuenta con la información consolidada, por la dispersión de las entidades que realizan dicho tratamiento. Adicional, en Colombia no se han identificado otros mecanismos de disposición de residuos adicionales a los establecidos en las categorías 5.A, 5.B, 5.C y 5.D, por lo tanto, la categoría 5.E no es estimada.

Respecto a los factores de emisión, a lo largo de este capítulo se describen los usados en cada una de las subcategorías. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los factores de emisión mencionados son diferentes al reportados en la Tablas de Reporte Común (CRT por sus siglas en inglés); dado que el factor de emisión de las tablas CRT, corresponden a la operación numérica del dato de actividad dividido en la emisión reportada. De esta manera, todas las variables que son usadas para la estimación de las emisiones se encuentran de manera implícita dentro de dichos factores de emisión.

7.1 Emisiones del sector Residuos año 2021

Las emisiones para el sector de residuos en el año 2021 corresponden a 22.209,05 kt CO_2eq. La Tabla 285 presenta las emisiones por cada GEI y subcategoría.

Tabla 285. Emisiones de GEI del sector residuos en el año 2021

Sectores, categorías, subcategorías	CO_2	CH_4	N_2O	HFC	PFC	SF_6	Emisiones totales
5. Residuos	**377.37**	**21.079.79**	**751.89**	**NA**	**NA**	**NA**	**22.209,05**
5.A. Eliminación de residuos sólidos	**NA**	**11.682.54**	**NE**	**NA**	**NA**	**NA**	**11.682,54**
5.A.1. Sitios gestionados de eliminación de residuos	NA	11.372,72	NE	NA	NA	NA	11.372,72
5.A.1.a. Anaeróbico	NA	11.372,72	NE	NA	NA	NA	11.372,72
5.A.1.b. Semi-Anaeróbico	NA	IE	NE	NA	NA	NA	IE
5.A.1.c. Aireación activa	NA	IE	NE	NA	NA	NA	IE
5.A.2. Sitios no gestionados de eliminación de residuos	NA	IE	NE	NA	NA	NA	IE
5.A.3. Sitios no categorizados de eliminación de residuos	NA	309,82	NE	NA	NA	NA	309,82
Residuos altamente degradables	NA	IE	NE	NA	NA	NA	IE
Residuos moderadamente degradables	NA	IE	NE	NA	NA	NA	IE
Residuos menos degradables	NA	IE	NE	NA	NA	NA	IE
Bulk waste (Granel – Sin fracciones de residuos)	NA	309,82	NE	NA	NA	NA	309,82
5.B. Tratamiento biológico de residuos	**NE**	**NE**	**NE**	**NA**	**NA**	**NA**	**NE**
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	**377.37**	**182,99**	**22,95**	**NA**	**NA**	**NA**	**583,31**
5.C.1. Incineración de residuos	54,23	NE	NA	NA	NA	NA	54,23
5.C.1.a Biogénicos	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NO
5.C.1.b No biogénicos	54,23	NE	NA	NA	NA	NA	54,23
5.C.2. Incineración abierta de residuos	323,14	182,99	22,95	NA	NA	NA	529,08
5.C.2.a Biogénicos	IE	IE	NA	NA	NA	NA	IE
5.C.2.b No biogénicos	323,14	182,99	22,95	NA	NA	NA	529,08
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	**NA**	**9.214,25**	**728,94**	**NA**	**NA**	**NA**	**9.943,20**
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	3.188,83	623,05	NA	NA	NA	3.811,88
5.D.1.a. Población cabecera municipal	NA	2.177,20	473,53	NA	NA	NA	2.650,74
5.D.1.b. Población rural (sin alcantarillado)	NA	1.011,63	149,52	NA	NA	NA	1.161,14
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	6.025,42	105,90	NA	NA	NA	6.131,32
5.H. Otros	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**	**NO**

En la Figura 233, se observan las categorías que más generan emisiones para el sector de residuos. El 52,60% de las emisiones son aportadas por la categoría 5.A. Eliminación de residuos sólidos, el 44,77% por la categoría 5.D. Tratamiento de aguas residuos y el 2,62% restante de la categoría 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos. Esto obedece principalmente a que en Colombia la mayoría de los residuos son llevados a sitios de eliminación, principalmente rellenos sanitarios.

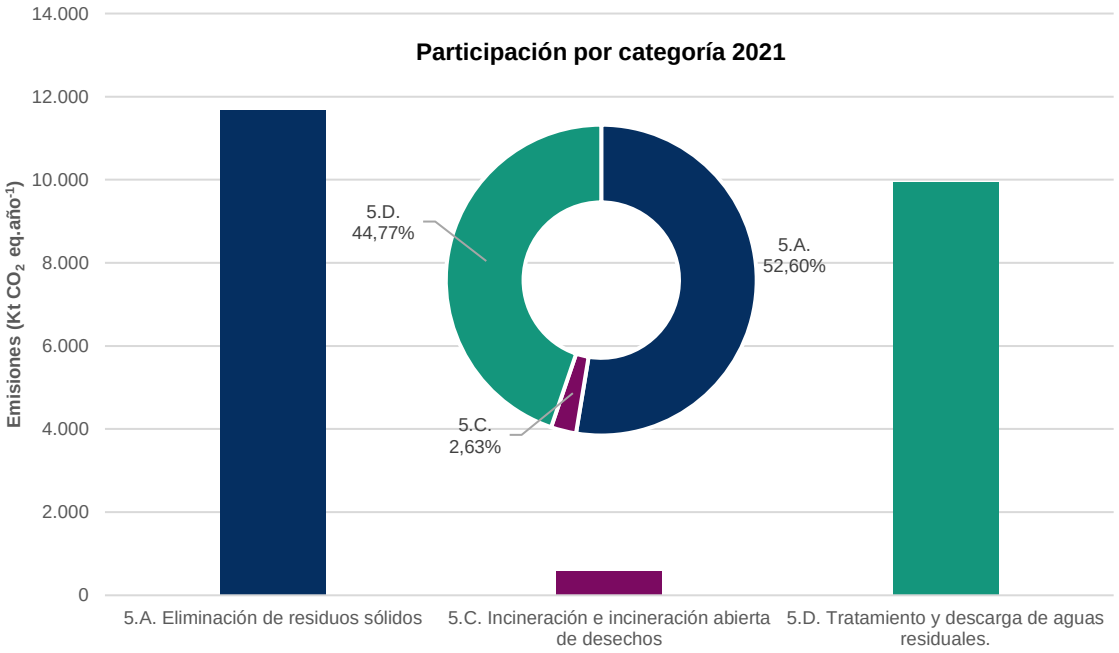


Figura 233. Emisiones del sector residuos por categorías para el año 2021

En la Figura 234, se puede observar la participación para las emisiones del 2021 por subcategoría del sector de residuos. Siendo la subcategoría 5.A.1 Sitios de eliminación de residuos gestionados la subcategoría más relevante en términos de emisiones con un aporte del 51,20% de las emisiones, seguida por la subcategoría 5.D.2 Tratamiento de aguas residuales industriales con un aporte del 27,60% de las emisiones, el 17,16% es aportado por la categoría 5.D.1 Tratamiento de aguas residuales domésticas y el 4,02% restante lo ocasiona las subcategorías 5.C.2. Incineración abierta de residuos y 5.C.1 Incineración de residuos con el 2,38% y 0,24% respectivamente.

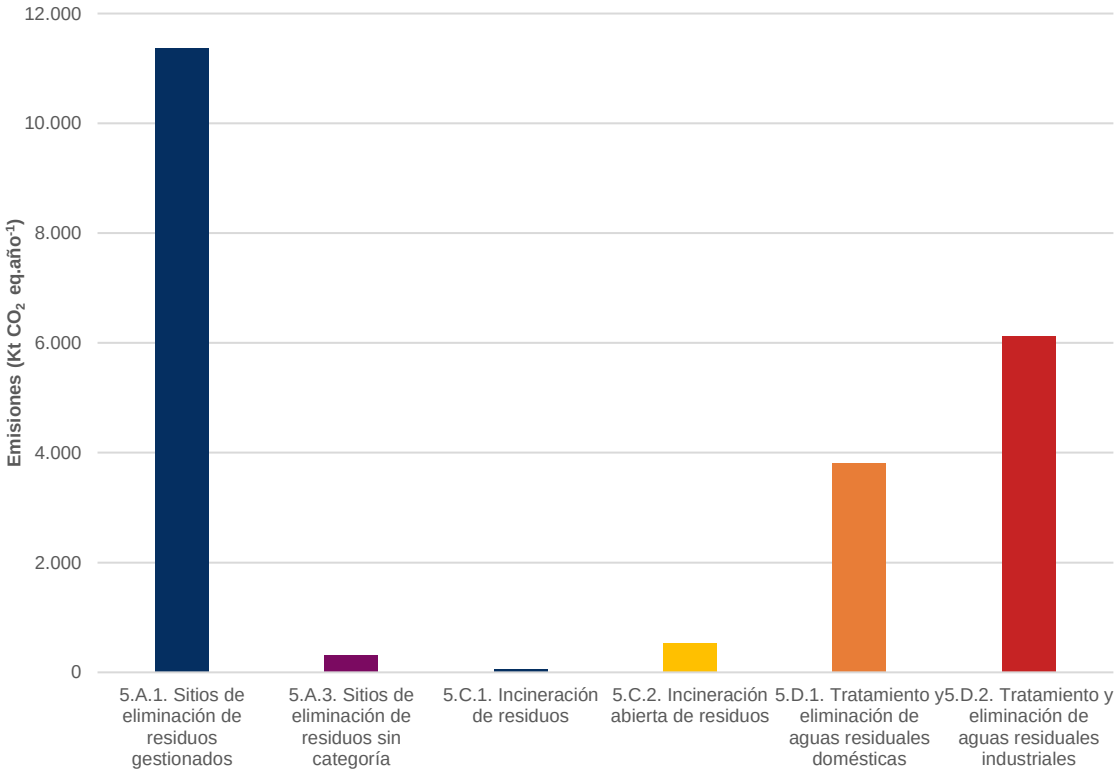


Figura 234. Emisiones del sector residuos por subcategorías y grupos de subcategorías para el año 2021

En el sector de residuos, el GEI más relevante es el CH_4 con un aporte del 95% de las emisiones, el 3% de N_2O y el 2% restante de CO_2, como se puede visualizar en la Figura 235.

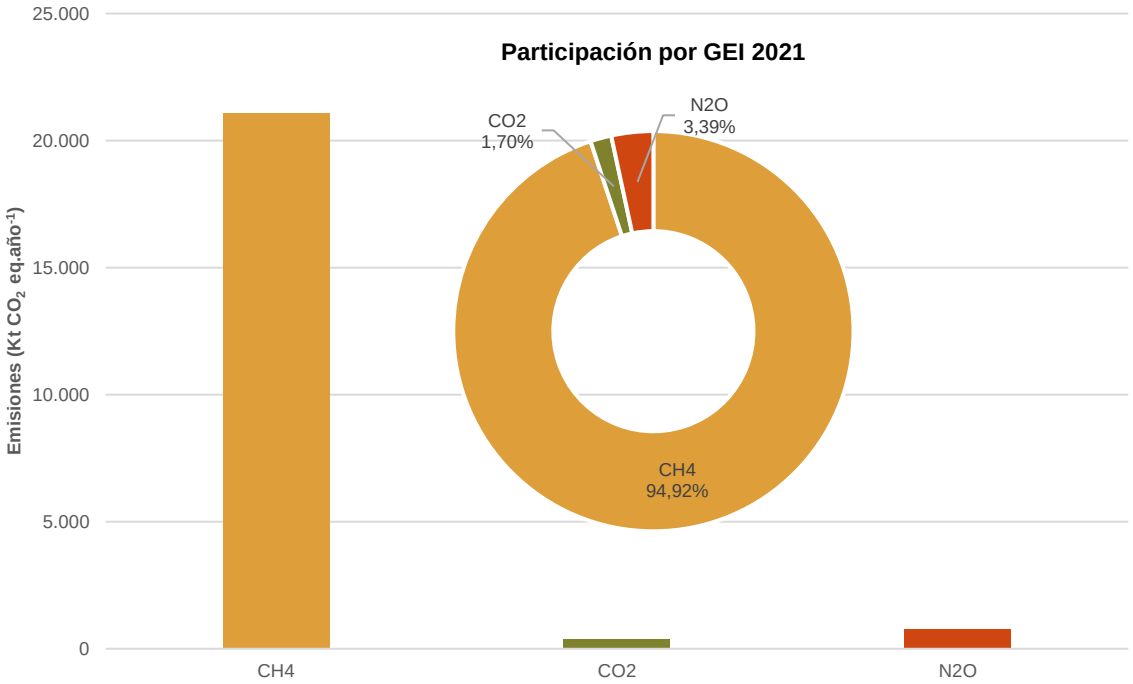


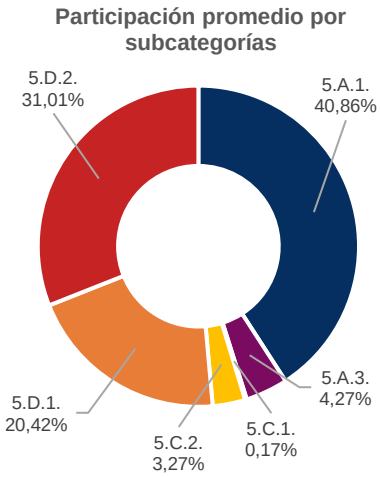
Figura 235. Emisiones del sector residuos por tipo de GEI en el año 2021

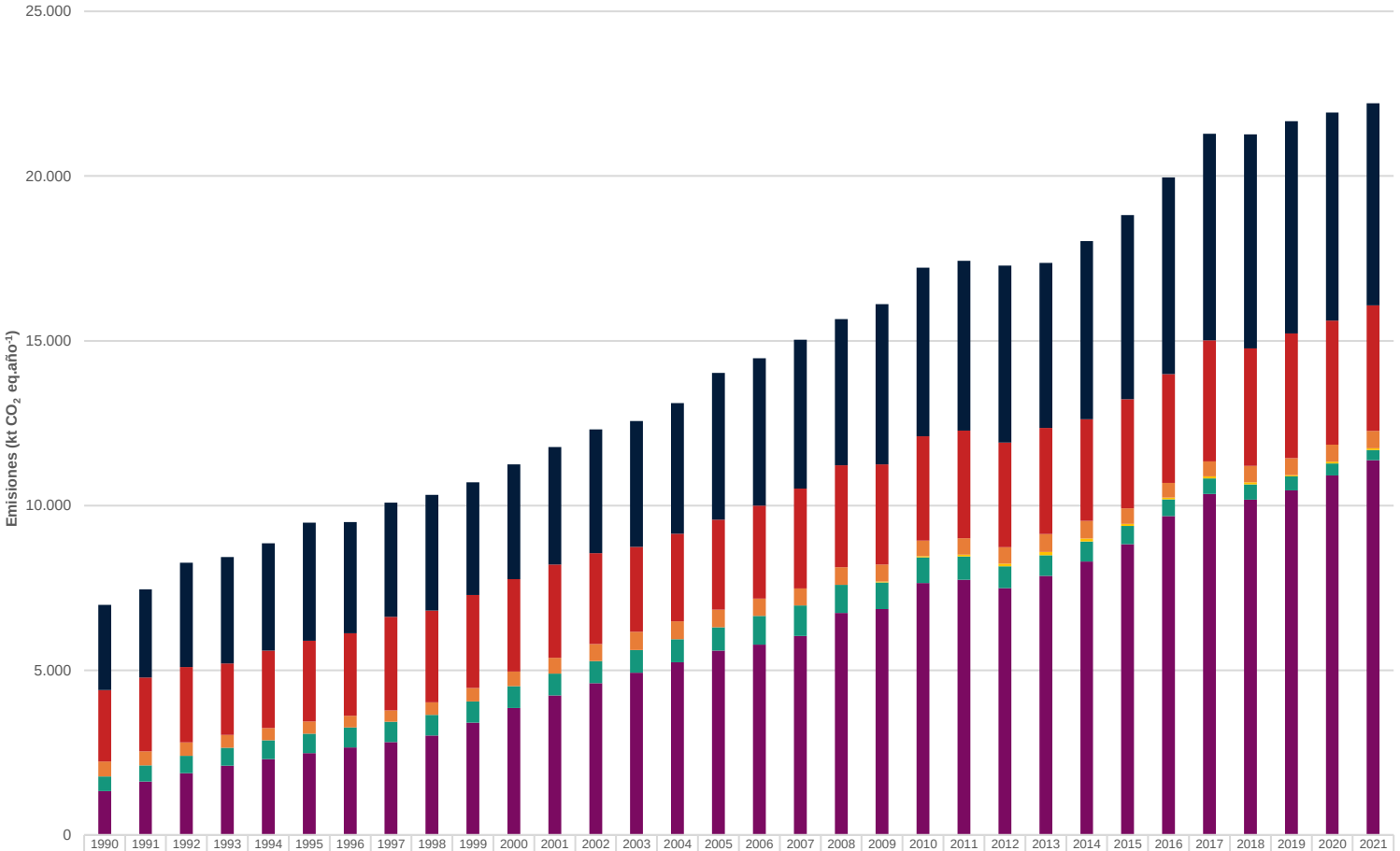
7.2 Tendencia de las emisiones del sector residuos (1990-2021)

Para el sector de residuos la tendencia de las emisiones de la serie de tiempo 1990-2021 es creciente, como se evidencia en la Figura 236. Esto obedece al aumento de población y generación de residuos. En promedio, las emisiones históricas anuales corresponden a 14.402,45 kt CO_2eq, con un valor de 6.987,13 kt CO_2eq para 1990 y 22.209,05 kt CO_2eq para el 2021, lo cual representa un crecimiento del 217,86% de las emisiones y una tasa de crecimiento anual del 3,80%.

El comportamiento creciente de las emisiones obedece al crecimiento exponencial de variables como la población y la generación de residuos. Dada la implementación de regulación que exige que los residuos sean gestionados y dejaran de ser llevados a botaderos a cielo abierto e incinerados, ocasiona que a partir del 1994 las emisiones derivadas de los sitios gestionados (subcategoría 5.A.1) incrementen y las emisiones de sitios no caracterizadas (subcategoría 5.A.3) disminuya.

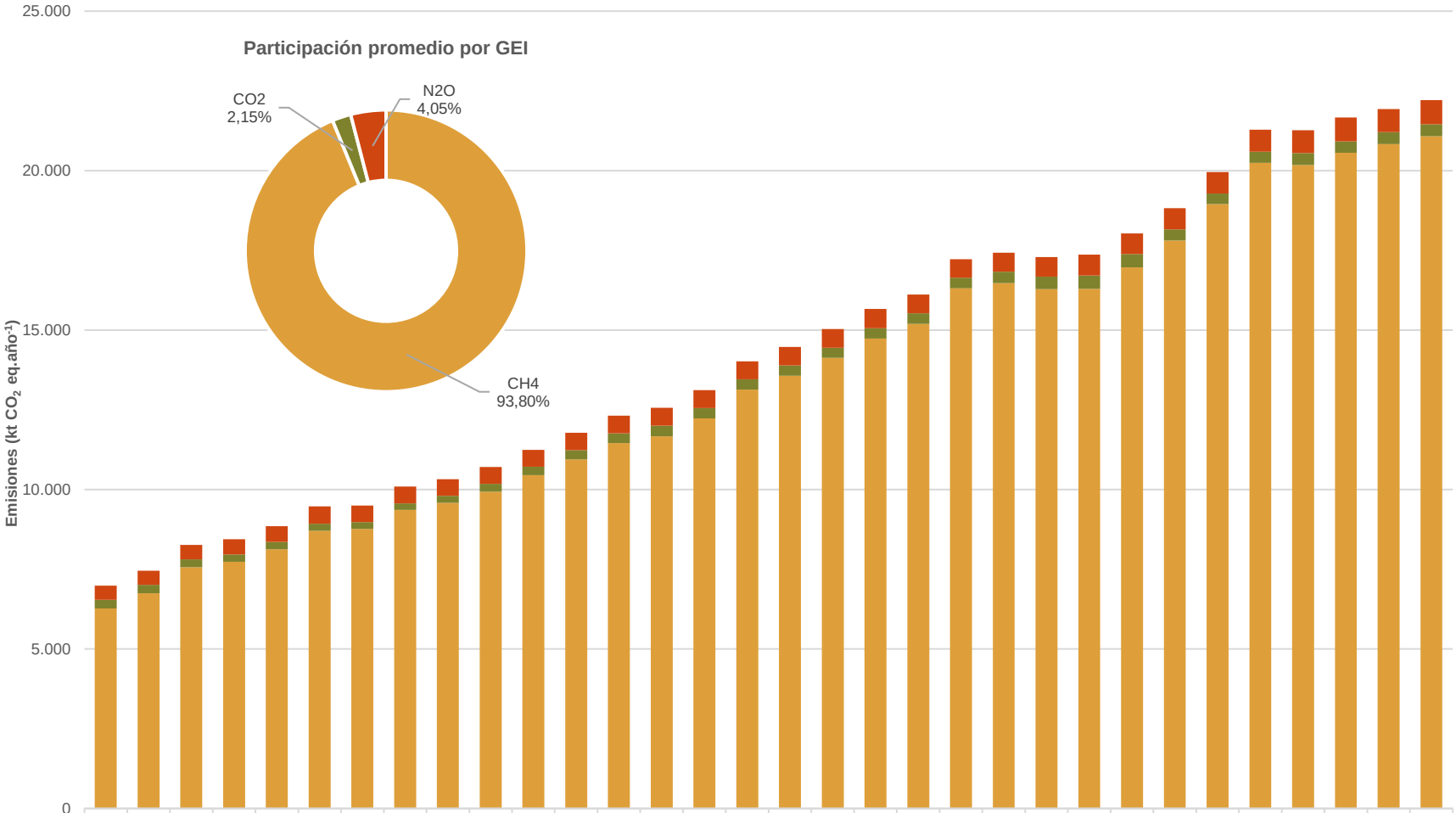
El metano es el principal GEI emitido a lo largo de la serie, con una participación del 93,80% en promedio para el sector. Este alto porcentaje se presenta porque los procesos de descomposición de la materia orgánica, presente en los residuos sólidos y en las aguas residuales, se dan principalmente en condiciones anaeróbicas. En segunda posición dentro de los gases mayormente emitidos está el N_2O con 4,04% y finalmente se encuentra el CO_2 con 2,15% (Ver Figura 237).





	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	2593	2677	3167	3234	3257	3583	3373	3470	3510	3418	3482	3566	3757	3815	3967	4449	4478	4525	4438	4866	5122	5148	5377	5006	5413	5591	5970	6267	6496	6443	6312	6131
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	2168	2236	2293	2167	2347	2451	2510	2842	2791	2824	2808	2832	2757	2582	2659	2735	2816	3024	3097	3043	3164	3272	3177	3219	3085	3311	3299	3674	3563	3788	3768	3812
5.C.2. Incineración abierta de residuos	449,95	430	409	388	377	366	355	343	376	409	444	479	518	553	547	539	527	522	531	517	473	498	497	546	536	473	448	462	499	511	521	529,08
5.C.1. Incineración de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	38	50	81	105	90	62	57	60	72	44	56	54
5.A.3. Sitios de eliminación de residuos sin categoría	448	487	519	545	568	587	605	620	634	646	657	668	677	686	694	701	872	924	858	812	779	711	658	626	601	558	506	474	457	426	359	310
5.A.1. Sitios de eliminación de residuos gestionados	1328	1623	1880	2105	2305	2488	2656	2816	3015	3408	3857	4232	4604	4926	5247	5599	5777	6041	6737	6854	7647	7746	7497	7862	8304	8825	9677	10348	10180	10457	10913	11373

Figura 236. Tendencia de emisiones de GEI del sector Residuos por subcategoría (1990-2021)



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	443	444	457	473	496	551	519	524	520	523	532	544	546	557	555	567	581	588	603	585	580	592	612	651	642	662	672	694	717	750	724	752
CO2	270	258	246	233	227	220	213	206	226	246	267	288	311	333	329	324	317	314	319	335	330	359	389	420	422	351	330	348	377	356	374	377
CH4	6274	6751	7565	7733	8131	8705	8767	9362	9580	9936	1044	1094	1145	1167	1222	1313	1357	1413	1473	1519	1631	1647	1628	1629	1696	1780	1895	2024	2017	2056	2083	2108

Figura 237. Tendencia de emisiones del sector Residuos por GEI (1990-2021)

Las principales fuentes de emisión de GEI para el sector de residuos son las categorías de eliminación de residuos sólidos (5.A.) y de tratamiento y eliminación de aguas residuales (5.D.), las cuales aportan, en promedio, un 52,60% y 44,77% a lo largo del tiempo. Dentro de estas categorías, las subcategorías con mayor contribución son la 5.A.1, que representa el 51,21% y se refiere a la disposición de residuos sólidos en sitios controlados, y la 5.D.2, que con un 27,60% está vinculada al tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial.

Existen varios factores que influyen en las emisiones de GEI para el sector de residuos, como el tipo de residuos, la infraestructura y tecnología utilizada para la disposición final, la formulación de políticas y regulaciones, y la educación y conciencia pública en torno a la gestión de residuos (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016). Sin embargo, hay dos factores que influyen directamente en la tendencia de estas emisiones: el crecimiento de la población y el crecimiento económico del país. Estos factores inciden en todas las categorías del sector, pero se observa una mayor incidencia en las categorías 5.A. y 5.D., entendiendo que la cantidad y calidad de residuos sólidos y líquidos generados tiene una relación directa con la población y sus hábitos.

Se puede observar que, en 2011, cuando se comenzaron a implementar los proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), se presentó una reducción en las emisiones de GEI. Estos proyectos reducen las emisiones de GEI a través de la captura y aprovechamiento de biogás y bioetanol generados en los sitios de eliminación de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, esta tendencia no se mantuvo en el tiempo, dado que no se realizó un seguimiento permanente de la implementación de estos proyectos y el país no cuenta con un instrumento que consolide esta información a nivel nacional, lo que hace que la recopilación de esta información sea exhaustiva.

Es importante mencionar que, para este sector, no se evidencia una incidencia de la pandemia de COVID-19, ya que los residuos continuaron generándose y los procesos de gestión de residuos se mantuvieron en su totalidad. Se resalta que hubo un aumento en la generación de residuos hospitalarios y sus respectivas emisiones.

7.3 Eliminación de residuos sólidos (CRT. 5.A)

De acuerdo con las directrices y lineamientos establecidos en el Capítulo 3, del Volumen 4 de las guías metodológicas del IPCC, para esta categoría de consideran las emisiones generadas en los sitios de eliminación de residuos sólidos, principalmente emisiones de metano (CH_4), asociado a la degradación de materia orgánica presente en los residuos sólidos una vez son destinados a disposición final.

En Colombia se cuenta con varios sitios de eliminación de residuos sólidos, entre ellos: rellenos sanitarios, plantas de tratamiento integral, celdas de contingencia, celdas transitorias, botaderos a cielo abierto y disposición de residuos sobre el suelo o cuerpos de agua (Ministerio de Vivienda y Saneamiento Básico, 2022).

7.3.1 Descripción de la categoría

Para esta categoría se incluyen las emisiones generadas por la disposición de residuos en sitios gestionados, no gestionados y no categorizados. Teniendo en cuenta la clasificación propuesta por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) en su primer informe de generación de residuos sólidos (SSPD, 2019) y las guías del IPCC (IPCC, 2006), en Colombia se consideran las emisiones ocasionadas por las categorías 5.A.1 y 5.A.3, tal como se puede observar en la Figura 238. Y las emisiones de la subcategoría 5.A.2 (Sitios de eliminación de residuos no gestionados) se incluyen en la subcategoría 5.A.1.

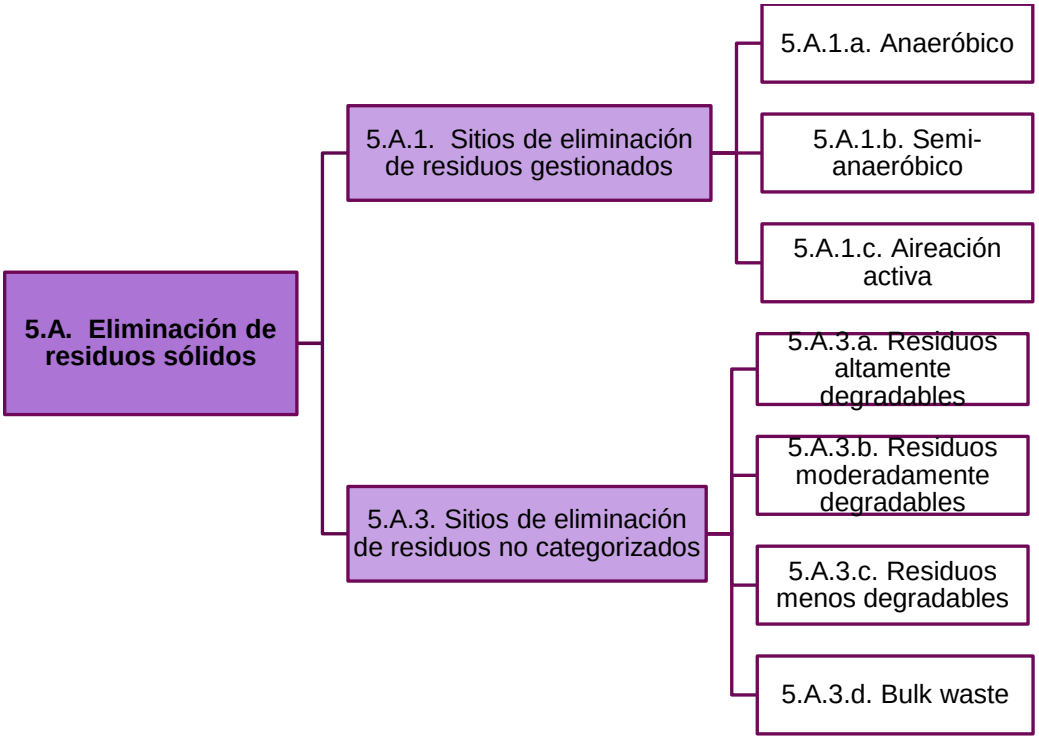


Figura 238. Subcategorías estimadas en 5A-Eliminación de residuos sólidos

En el caso particular de Colombia, no es posible diferenciar las emisiones por tipo de tecnología del sitio de disposición final de residuos (Anaeróbico, Semi-Anaeróbico y aireación activa) debido a limitaciones en la información disponible. Por esta razón, las emisiones son registradas en la subcategoría 5.A.1.a Anaeróbico, sin embargo, este reporte también incluye las emisiones de las subcategorías 5.A.1.b Semi anaeróbico y 5.A.1.c Aireación activada.

Es importante resaltar que de acuerdo con los lineamientos establecidos en la decisión 18/CMA.1: Modalidades, procedimientos y directrices (MPD) para el marco reforzado de transparencia (MRT) (Convención Marco Sobre el Cambio Climático, 2019), se establece la necesidad de homologar las tablas de reporte y por esta razón la distribución de las emisiones para esta categoría cambia dando mayor relevancia al tipo de tecnología utilizado en los sitios de disposición final y la clasificación de los residuos de acuerdo con su grado de degradación.

7.3.2 Tendencia de las emisiones de la categoría

Para las subcategorías 5.A.1 y 5.A.3 se presenta una tendencia creciente en las emisiones, lo cual se debe principalmente al crecimiento constante de la población. En contraste, mientras que la subcategoría 5.A.1 aumenta sus emisiones, la subcategoría 5.A.3 las disminuye. Esto se debe principalmente a la ampliación de la cobertura de los sitios de eliminación de residuos gestionados (adecuados y regionales, de acuerdo con la clasificación de la SSPD), como se puede observar en la Tabla 286.

Tabla 286. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 5.A. Eliminación de residuos sólidos y sus subcategorías

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
5.A. Eliminación de residuos sólidos	**1.776,16**	**3.0754,84**	**4.514,22**	**6.300,24**	**8.426,63**	**9.383,08**	**11.271,99**	**11.682,54**
5.A.1. Sitios de eliminación de residuos gestionados	1.327,88	2.488,42	3.856,91	5.598,87	7.647,28	8.825,11	10.913	11.372,72
5.A.1.a Anaeróbico	1.327,88	2.488,42	3.856,91	5.598,87	7.647,28	8.825,11	10.913	11.372,72
5.A.1.b Semi - Anaeróbico	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
5.A.1.c Aireación activada	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
5.A.3. Sitios de eliminación de residuos no categorizados	448,28	587,43	657,31	701,37	779,34	557,97	358,99	309,82

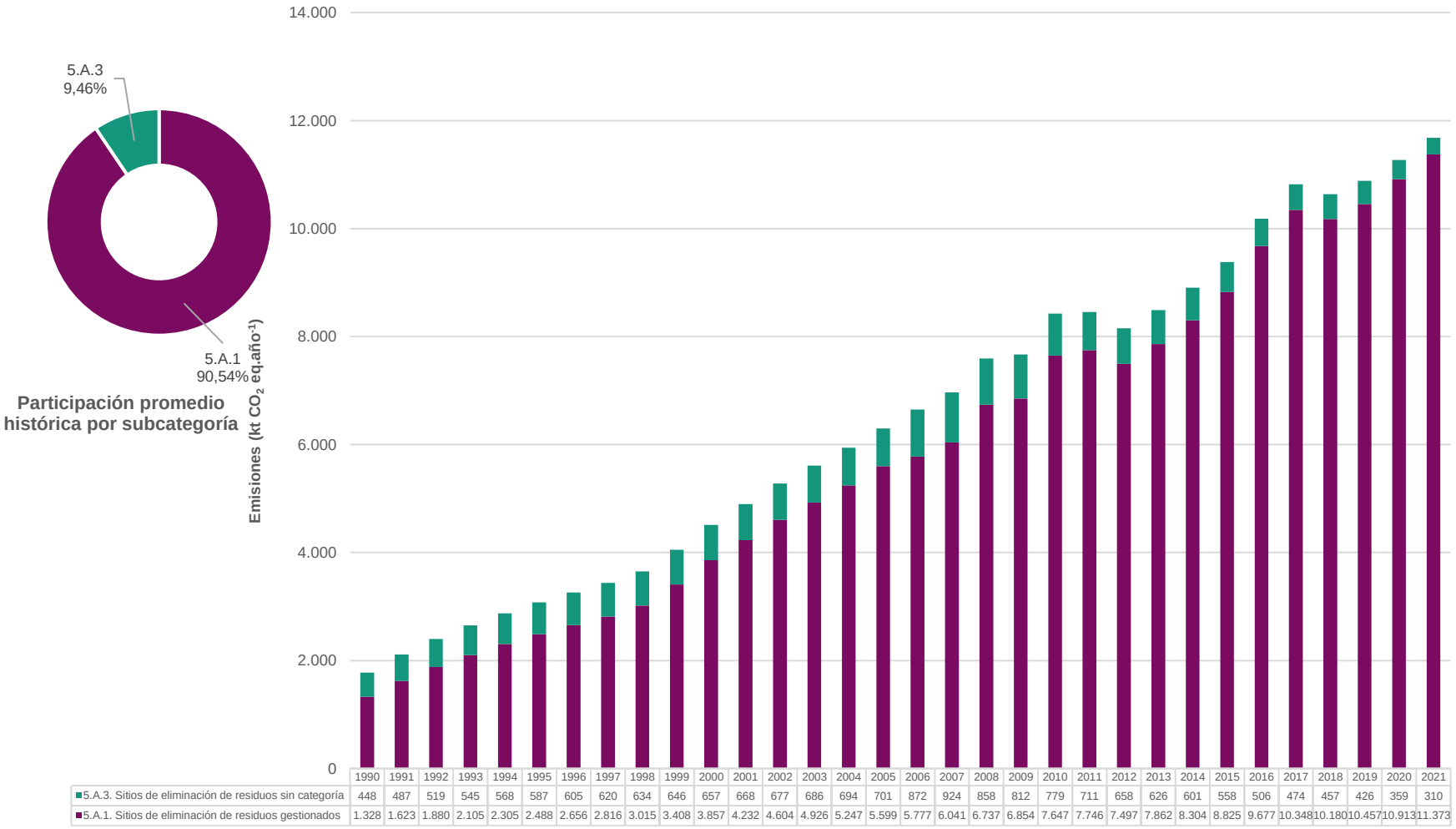
Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Residuos altamente degradables	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
Residuos moderadamente degradables	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
Residuos menos degradables	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
Bulk waste	448,28	587,43	657,31	701,37	779,34	557,97	358,99	309,82

Una vez los residuos son conducidos a estos sitios de disposición final, se generan emisiones principalmente de metano (CH_4) producidas por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica contenida en estos. Esto se debe a que la generación de emisiones está relacionada con el nivel de gestión de estos sitios. Por lo tanto, los rellenos sanitarios, al contar con mejores condiciones de operación y mantenimiento, tienen condiciones predominantemente anaerobias, lo que incrementa el potencial de producción de metano en comparación con los sitios no categorizados o no gestionados.

Se puede evidenciar en la Figura 239, que el comportamiento de las emisiones de la categoría 5.A. y sus subcategorías, para el periodo de tiempo 1990-2021, presenta una tendencia creciente, con una variación promedio del 6,35%. La mayor variación se presenta entre los años 1990-1991, con un incremento del 18,82%, debido principalmente al cambio en la forma de gestión de los residuos. Por otra parte, la menor variación se observa entre los años 2010-2011, con un aumento del 0,36%.

Las variaciones que se evidencia en la serie de tiempo corresponden a la disminución de residuos enviados a disposición final en sitios de eliminación no categorizados, obedeciendo principalmente a la transición de sitios no categorizados a gestionados propuestos por la regulación colombiana.

Para el año 2021, se tuvieron en cuenta 266 sitios de disposición final, de los cuales 165 correspondieron a rellenos sanitarios, 77 a botaderos a cielo abierto, 12 a celdas de contingencia y 12 a celdas transitorias (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2022). De acuerdo con la primera publicación del Informe Nacional de Disposición Final de Residuos Sólidos, presentado en 2008, la SSPD clasifica los sitios de disposición en adecuados e inadecuados, de acuerdo con los requerimientos técnicos y permisos necesarios para su operación. Los sitios considerados adecuados (gestionados) son los rellenos sanitarios, plantas integrales y celdas de contingencia, mientras que los sitios considerados inadecuados (no categorizados) son las celdas transitorias, botaderos a cielo abierto, enterramientos, vertimientos a cuerpos de agua y cualquier otro que no cumpla con las definiciones y autorizaciones establecidas y requeridas por las normas y autoridades competentes.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.A.3. Sitios de eliminación de residuos sin categoría	448	487	519	545	568	587	605	620	634	646	657	668	677	686	694	701	872	924	858	812	779	711	658	626	601	558	506	474	457	426	359	310
5.A.1. Sitios de eliminación de residuos gestionados	1.328	1.623	1.880	2.105	2.305	2.488	2.656	2.816	3.015	3.408	3.857	4.232	4.604	4.926	5.247	5.599	5.777	6.041	6.737	6.854	7.647	7.746	7.497	7.862	8.304	8.825	9.677	10.348	10.180	10.457	10.913	11.373

Figura 239. Tendencia de emisiones de GEI 5.A. Eliminación de residuos sólidos por subcategoría, 1990-2021

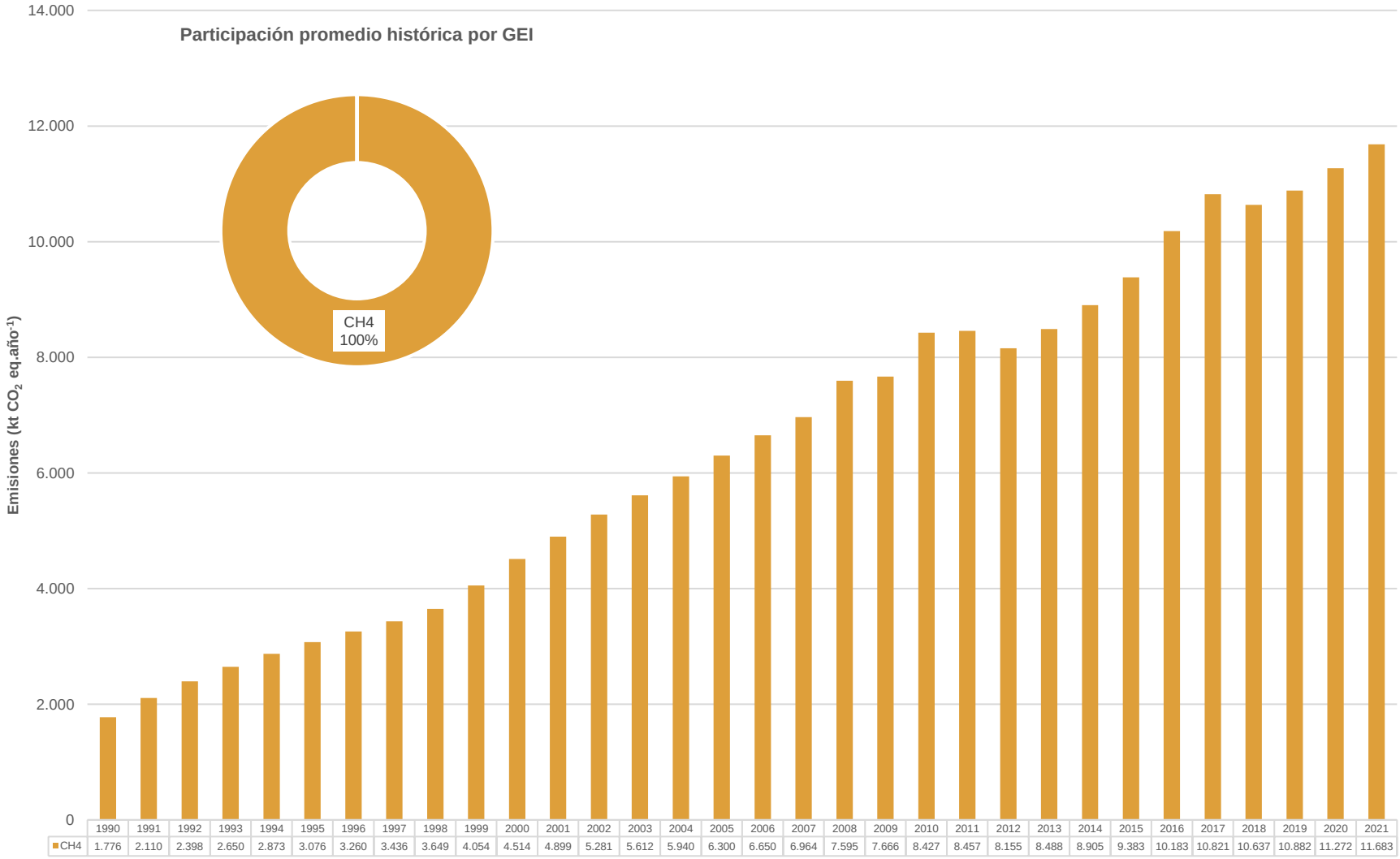


Figura 240. Tendencia de emisiones de GEI 5.A. Eliminación de residuos sólidos por GEI, 1990-2021

El 92,65% de los municipios, durante el 2021, dispusieron sus residuos en sitios autorizados, gestionando adecuadamente el 98,74% de los residuos generados en el país. Según el Informe Nacional de Disposición Final de Residuos Sólidos 2021, ese año se dispusieron 33.938,58 toneladas diarias de residuos sólidos en el servicio público de aseo en el territorio nacional, lo que representa un aumento del 4,16% respecto al año 2020. Del total de toneladas diarias dispuestas, el 42,52% corresponde a las ocho ciudades con mayor población: Bogotá D.C., Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, San José de Cúcuta, Soacha y Soledad (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2022).

7.3.3 Descripción de flexibilidades aplicadas

Siguiendo lo establecido en el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París para esta categoría no se acoge ninguna flexibilidad. Sin embargo, por decisión general del equipo del Inventario Nacional de Colombia, se acoge la flexibilidad de la serie de tiempo dado que para otros sectores no se cuenta con información para el año 2022.

7.3.4 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

En la Tabla 287 se muestran los resultados de incertidumbre para la categoría 5.A. Durante el periodo de 1990 a 2021, la incertidumbre promedio es de ±24,56% con una reducción de 31,64%, principalmente por la mejora en la calidad de la información de los datos de actividad. Por ejemplo, los datos de Sitios de eliminación de residuos gestionados (Anaeróbico) pasaron de tener 50% de incertidumbre para el periodo 1990-2004 a 25% en 2005-2021 por confiabilidad del método de reporte. En la categoría 5.A. únicamente existen emisiones de CH_4, por lo cual no se presenta un análisis de incertidumbre segregado por GEI.

Para esta categoría la incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada por las incertidumbres de los datos de actividad empleados. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre es la 5.A.1. con un valor promedio de ±22,92%.

Tabla 287. Resultados de incertidumbre - Eliminación de residuos sólidos (5A)

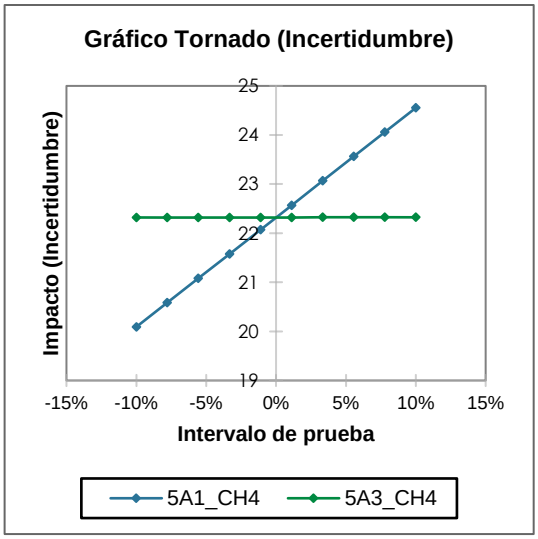
Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
5.A. Eliminación de residuos sólidos	CH_4	32,65	30,57	29,47	23,13	23,81	20,64	22,02	22,32	NA[25]
5.A.1. Sitios de eliminación de residuos gestionados	CH_4	40,78	36,76	33,85	25,70	26,02	21,88	22,73	22,92	DA
5.A.3. Sitios de eliminación de residuos sin categoría	CH_4	46,29	36,96	38,83	32,92	32,92	24,70	24,73	22,52	DA

En la Figura 241 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías y su estimación por GEI, sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 5A1_CH_4 es la más sensible con una contribución del 99% a la incertidumbre total de la categoría 5.A, debido a que presenta las mayores emisiones. Esta subcategoría contribuye en un aumento o disminución de hasta ±2,23%, en los

[25] Para determinar la influencia del DA (Dato de Actividad) o FE (Factor de Emisión) en la incertidumbre, se consideran sus rangos de incertidumbre para cada subcategoría. Por esta razón, se coloca "NA" (No Aplica) cuando el rango del gas ya ha sido tomado en cuenta.

intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±22,32%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 20,09% y 24,55%.

a)



b)

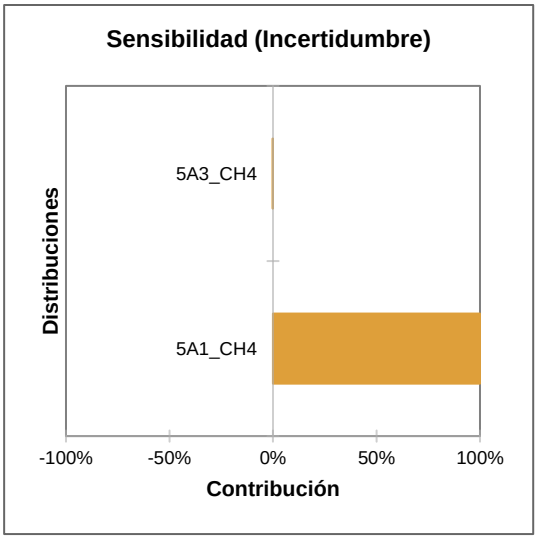


Figura 241. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Eliminación de desechos sólidos (5A) para el 2021.

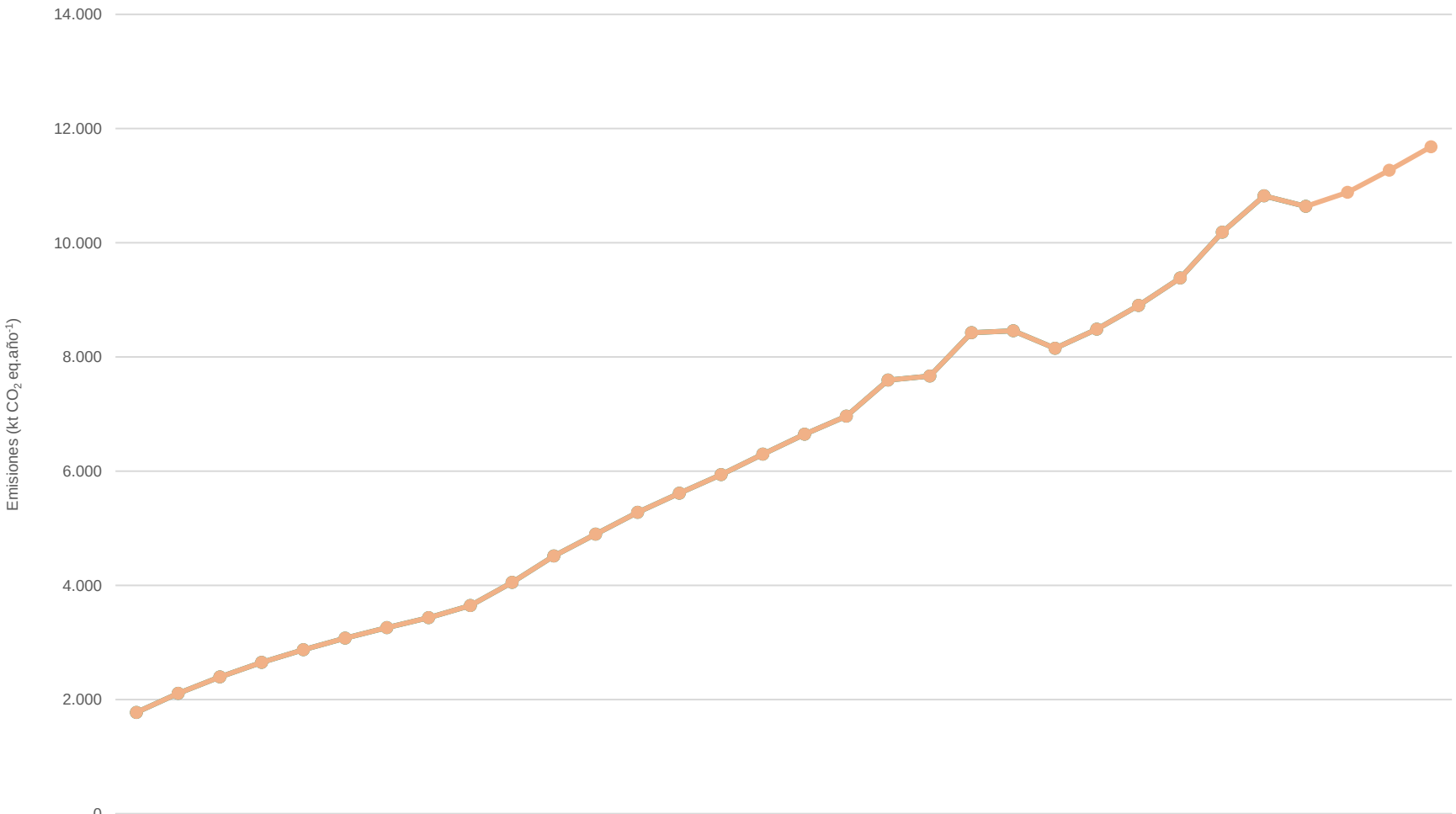
7.3.5 AC/CC y verificación de la categoría

Con el objetivo de validar la calidad de las estimaciones para esta categoría se realizaron las siguientes actividades:

- Se compararon las estimaciones actuales con las estimaciones realizadas por el BUR3 y se identificaron las razones de las variaciones existentes.
- Se realizó la verificación cruzada de los datos de actividad respecto a los reportes públicos de las entidades administradoras de la información.
- Se controló que las emisiones sean reportadas de la misma manera en todos los reportes correspondiente a la Inventario Nacional de GEI.
- Identificación de valores atípicos de los datos de entrada y el resultado de la emisión, verificando su procedencia y realizando los ajustes pertinentes, incluyendo la revisión de conversión de unidades.
- Comparación de resultados con otros reportes como el Tercer Informe Bienal de Actualización de cambio climático (BUR3) para identificar variaciones que pueden estar asociadas a recálculos, ajustes metodológicos, factores de emisión, supuestos, entre otros.
- Validación de los resultados con los actores involucrados, a través de un taller participativo donde se contó con representantes del Ministerio de Vivienda y Saneamiento Básico, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), entre otras entidades de relevancia para el sector.

7.3.6 Recálculos de la categoría

En el caso de la categoría 5.A. no se realizan recálculos y se continua con la metodología utilizada en la elaboración del BUR3. Tal y como se puede evidenciar en la Figura 242.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	1776	2110	2398	2650	2873	3076	3260	3436	3649	4054	4514	4899	5281	5612	5940	6300	6650	6964	7595	7666	8427	8457	8155	8488	8905	9383	1018	1082	1063			
BTR1	1776	2110	2398	2650	2873	3076	3260	3436	3649	4054	4514	4899	5281	5612	5940	6300	6650	6964	7595	7666	8427	8457	8155	8488	8905	9383	1018	1082	1063	1088	1127	1168

Figura 242. Recálculo categoría 5. A

7.3.7 Plan de mejora de la categoría

Con el objetivo de mejorar la calidad de la información y estimación de emisiones, en acuerdo con los diferentes actores se establecen las siguientes actividades:

Tabla 288. Plan de mejora para 5.A. Eliminación de residuos sólidos

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
5.A. Eliminación de residuos sólidos	Mejorar la calidad de la información necesaria para estimar las emisiones derivadas de la disposición final de residuos.	1. Identificar el tipo tratamiento utilizado el sitio de eliminación de residuos sólidos (anaeróbico, semi-aeróbico, aireación activa).	x			x		Corto	MinVivienda SSPD	Planeación
		2. Completar la serie de tiempo para la estimación de emisiones de acuerdo con los requerimientos del modelo FOD.			x	x		Corto	IDEAM	Planeación
		3. Apoyar la consolidación de la información relacionada con la caracterización de los residuos sólidos que son llevados a los sitios de eliminación de acuerdo con su grado de degradación		x			x	Mediano	Min. Vivienda SSPD CAR	Planeación
		4. Fomentar la consolidación de la información relacionada con generación y aprovechamiento de Biogás.	x	x	x			Mediano	Min. Vivienda Min. Ambiente	Planeación
		5. Realizar mesas técnicas con las entidades del sector de residuos con el objetivo de validar la información recopilada e identificar oportunidades de mejora de esta.	x	x	x	x	x	Corto	MinVivienda MinAmbiente IDEAM	Planeación
		6. Utilizar técnicas de empalme adecuadas para la completitud de la información faltante.		x	x	x		Corto	IDEAM	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia.

Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

7.3.8 Sitios de eliminación gestionados y Sitios de eliminación no categorizados (CRT. 5.A)

En Colombia se cuenta con la Resolución 1890 del 2011[26], en ella se especifican las condiciones técnicas del funcionamiento de los sitios de eliminación. Con esta información se realiza la homologación con las subcategorías establecidas en el volumen 5, capitulo 3, cuadro 3.1 clasificación de los SEDS y factores de corrección de metano (MCF), como se puede ver a continuación:

Tabla 289. Homologación de sitios de eliminación

Resolución 1890 de 2011	*IPCC*
Sistemas autorizados En Colombia se consideran sitios autorizados para la disposición de residuos sólidos domiciliarios aquellos que se encuentren adaptados técnicamente para mitigar los impactos de la disposición y cuenten con un permiso ambiental vigente expedido por la autoridad ambiental competente. De acuerdo con esto los sitios de eliminación considerados son: rellenos sanitarios y celdas (contingencia y transitoria).	**Sitios gestionados** Deben implementar la colocación controlada de los desechos (o sea: los desechos son dirigidos a áreas específicas de deposición donde se ejerce un cierto control sobre la recuperación informal de residuos reciclables y la quema de basuras) e incluir por lo menos uno de los siguientes elementos: (i) material protector de la cubierta; (ii) compactación mecánica o (iii) nivelación de los desechos.
En Colombia no se cuenta con la información para desagregar los sistemas autorizados de acuerdo con la profundidad. Por esta razón se consideran estos sitios como autorizados.	**Sitios no gestionados** Todos los SEDS que no cumplen con los criterios de los SEDS gestionados y que tienen profundidades mayores o iguales a 5 metros y/o una capa freática elevada cercana al nivel del suelo.
Sitios no autorizados Corresponde a sitios que no cuentan con instrumentos de seguimiento ambiental y no están adaptados técnicamente. Teniendo presente esto corresponde a los botaderos a cielo abierto, enterramientos y disposición sobre cuerpos de agua.	**Sitios no categorizados** Sitios que no pueden ser incluidos en las anteriores tipificaciones.

Fuente: Elaborado a partir de la información disponible en la Res. 1890 de 2011 y las Directrices del IPCC

De acuerdo con la información plasmada en la Tabla 289, la subcategoría 5.A.2 Sitios de eliminación gestionados, es calculado dentro de la categoría 5.A.3 Sitios de eliminación no categorizados, debido a que no se conoce la profundidad de los botaderos a cielo abierto.

7.3.8.1 *Descripción de las subcategorías*

Para la estimación de las emisiones derivadas de la disposición de residuos sólidos se contemplan los residuos que son llevados a los sitios de eliminación administrados por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), estos residuos corresponden a lo generados en los domicilios y algunos residuos industriales. Estos residuos corresponden a residuos que no requieren algún tratamiento especial de acuerdo con lo reglamentado en Colombia.

Las emisiones estimadas en esta categoría corresponden a CH_4, derivado de la degradación de los residuos en los sitios de eliminación y son calculados de acuerdo con las directrices del IPCC 2006.

[26] Resolución 1890 de 2011: Por la cual se enuncian alternativas para la disposición final de los residuos sólidos en los municipios y distritos que dieron aplicación a los dispuesto en la Resoluciones 1390 de 2005, 1684 de 2008, 1822 de 2009 y 1529 de 2010.

7.3.8.2 *Metodología*

Las emisiones de metano (CH_4) provenientes de los sitios de disposición de residuos, tanto gestionados como no categorizados. Se calculan utilizando la metodología de descomposición de primer orden (FOD, por sus siglas en inglés First Order Decay), recomendada en las directrices del IPCC de 2006. Este método de cálculo corresponde a nivel 2, dado que se utilizan datos específicos sobre la cantidad de residuos enviados a sitios de eliminación, la composición de los residuos y otros parámetros utilizados en los sitios de eliminación de residuos sólidos. A continuación, se presentan las ecuaciones y parámetros requeridos.

5.A. Eliminación de residuos sólidos
El modelo simple, se encuentra desarrollado sobre la base de las siguientes ecuaciones: **Ecuación 3.4: DDOCm acumulado en los SEDS al término del año T (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 3)** $$DDOCma_T = DDOCmd_T + (DDOCma_{T-1} * e^{-k})$$ **Ecuación 3.5: DDOCm acumulado en los SEDS al término del año T (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 3)** $$DDOCm\ descomp_T = DDOCma_{T-1} * (1 - e^{-k})$$ Donde: ***T*** = Año del inventario ***DDOCmaT*** = DDOCm acumulado en los SEDS27 al final del año T. [Gg] ***DDOCmaT-1*** = DDOCm acumulado en el SEDS al final del año (T-1). [Gg] ***DDOCmdT*** = DDOCm depositado en los SEDS durante el año T. [Gg] ***DDOCm descompT*** = DDOCm descompuesto en los SEDS durante el año T. [Gg] ***k*** = Constante de reacción, k = ln (2)/t1/2. [años-1] ***t1/2*** = Vida media. [años]

Cuadro 55. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la eliminación de residuos sólidos (5.A.)

7.3.8.2.1 Método de estimación

Para el cálculo de las emisiones de esta categoría se utiliza el modelo FOD que fue desarrollado por el IPCC (Excel) y donde se introduce como datos de actividad la cantidad de residuos que han sido dispuestos año a año en un relleno específico. Se utiliza información sobre la localización del relleno (Zona climática), la caracterización de los residuos que fueron llevados al sitio de disposición, y basándose en aspectos técnicos sobre la operación del relleno, se asignan valores a variables específicas, que son tomadas de lo establecido en los lineamientos para el sector residuos del IPCC (2006). Se emplean los parámetros y factores de emisión establecidos por el IPCC, como el factor de oxidación, la vida media y la fracción de carbono orgánico degradable. Asimismo, se utilizan datos específicos de Colombia, como la cantidad de residuos dispuestos en cada sitio, las características de las zonas bioclimáticas y la composición de los residuos, de acuerdo con el Modelo Colombiano de Biogás (MCB) desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU (US EPA, 2009).

Es importante tener la cuenta que, para el INGEI de Colombia, este método de estimación se hace con una desagregación adicional a la propuesta por las directrices del IPCC y las tablas CRT. Tal y como se puede observar a continuación:

Tabla 290. Aplicación del modelo FOD por tipo de sitio de eliminación

Subcategoría	División*	Uso del modelo FOD
5.A.1.	Regional	Se realiza un modelo para cada sitio de eliminación con información desde el año en el que el sitio inicio operación
	Departamental	Se realiza un modelamiento para todos los sitios ubicados en cada departamento y se cuenta con información desde 1985.

[27] Sitios de Eliminación de Desechos (residuos) Sólidos (SEDS)

Subcategoría	División*	Uso del modelo FOD
5.A.3	Departamental	Se realiza un modelamiento para todos los sitios no categorizados ubicados en cada departamento y se cuenta con información desde 1985.

Esta desagregación se realiza, buscando realizar una estimación más exhaustiva de las emisiones. Buscando diferenciar las condiciones del funcionamiento de los sitios de eliminación.

7.3.8.2.2 Factores de emisión

Las emisiones para la categoría 5.A. y sus subcategorías son calculadas a través del modelo FOD. Este modelo no cuenta con factores de emisión específicos, sin embargo, cuenta con variables que permiten estimar las emisiones de GEI. A continuación, se describen las variables que se tienen en consideración:

- **Carbono orgánico degradable (DOC):** Es el carbono orgánico degradable durante el año de disposición de los desechos, que puede acceder a la descomposición bioquímica y se expresa en de C por Gg de desechos. El modelo FOD establece la posibilidad de introducir valores para el Carbono Orgánico Degradable (DOC) para cada corriente de residuos (Orgánicos, Jardín, Papel, etc.) dependiendo de si se tienen valores específicos para el país. En el caso colombiano, se toman los valores por defecto.

Tabla 291. Valores de carbono orgánico degradable (DOC)

Carbono orgánico degradable (DOC)	IPCC Rango predeterminado	Parámetros para el país
Residuos alimentarios	0,08 – 0,20	0,15
Jardín	0,18 – 0,22	0,2
Papel	0,36 – 0,45	0,4
Madera y paja	0,39 – 0,46	0,43
Textiles	0,20 – 0,40	0,24
Pañales desechables	0,18 – 0,32	0,24
Lodos de depuradora	0,04 – 0,05	0,05
Residuos industriales	0,00 – 0,54	0,15

- **Fracción de carbono orgánico que se descompone (DOCf):** Es una estimación de la fracción de carbono que se degrada en el relleno y que se libera en forma de emisiones. Considera que existe una parte del carbono que no se degrada o lo hace lentamente. En los cálculos del inventario de Colombia se asumen los valores por defecto.

Tabla 292. Valores de fracción de carbono orgánico que se descompone (DOCf)

DOCf (fracción de DOC que se descompone)	IPCC Rango predeterminado	Parámetros para el país
Residuos menos descomponibles, por ejemplo, madera, productos de madera, ramas.	0,1	0,1
Residuos moderadamente descomponibles, por ejemplo, papel, textiles, pañales.	0,5	0,5
Residuos altamente descomponibles, por ejemplo, residuos de alimentos, césped (residuos de jardines y parques, excluidas las ramas de árboles)	0,7	0,7

- **Vida media y constante de la tasa de generación de metano (k):** Es el tiempo necesario para que el Carbono Orgánico Degradable (DOC) de los residuos se descomponga hasta la mitad de su masa inicial. De acuerdo con la zona climática donde se ubica cada sitio de disposición final (localización geográfica del relleno), se define un valor por defecto para la constante de la tasa de generación de metano (K), dependiendo del tipo de residuos dispuestos (papel/textiles, madera, jardín, orgánicos, etc.).

Tabla 293. Valores Vida media y constante de la tasa de generación de metano (k)

Tipo de residuo		Templado				Tropical			
		Seco		Húmedo		Seco		Húmedo	
		Valor predeterminado	Rango	Valor predeterminado	Rango	Valor predeterminado	Rango	Valor predeterminado	Rango
Residuos de	Papel / Textiles	0,04	0,03 – 0,05	0,06	0,05 – 0,07	0,045	0,04 – 0,06	0,07	0,06 –

Tipo de residuo		Templado				Tropical			
		Seco		Húmedo		Seco		Húmedo	
		Valor predeterminado	Rango	Valor predeterminado	Rango	Valor predeterminado	Rango	Valor predeterminado	Rango
degradación lenta									0,0085
	Madera / Paja / Caucho	0,02	0,01 – 0,03	0,03	0,02 – 0,04	0,025	0,02 – 0,04	0,035	0,03 – 0,05
Residuos de degradación moderada	Residuos de jardines y parques	0,05	0,04 – 0,06	0,1	0,06 – 0,1	0,065	0,05 – 0,08	0,17	0,15 – 0,2
Residuos de degradación rápida	Residuos de alimentos	0,06	0,05 – 0,08	0,185	0,1 – 0,2	0,085	0,07 – 0,1	0,4	0,17 – 0,7
Residuos sólidos urbanos a granel o residuos industriales	Composición mixta	0,05	0,04 – 0,06+	0,09	0,08 – 0,1	0,065	0,05 – 0,08	0,17	0,15 – 0,2

- **Tiempo de retardo:** Periodo en el cual, luego de la disposición de residuos en los sitios de disposición se genera el metano, esta variable puede variar según la composición de los residuos y las condiciones climáticas.
- **Fracción de metano en el gas (F):** Contenido de metano en el biogás producido en el sitio de disposición.
- **Factor de Oxidación (OX):** Corresponde a la oxidación del metano en la superficie del relleno por el suelo u otro material que cubra a los residuos.
- **Parámetros para almacenamiento de carbono:** Hace referencia a una parte del carbono que permanece almacenada por largos periodos de tiempo en los sitios de disposición. La madera y el papel se descomponen muy lentamente y se acumulan en los sitios de disposición (almacenamiento a largo plazo), sin embargo, las fracciones de carbono de otros tipos de desechos se descomponen en periodos variados de tiempo. Los parámetros para almacenamiento de carbono se asumen igual a cero de acuerdo con los valores predefinidos por el modelo FOD.

  En la siguiente tabla, se presentan los valores predefinidos por el modelo FOD para el tiempo de retardo, la fracción de metano en el gas, el factor de oxidación y los parámetros para el almacenamiento de carbono. La mayoría de estos parámetros se toman por defecto.

Tabla 294. Valores de tiempo de retardo, fracción de metano en el gas, factor de oxidación y almacenamiento de carbono

Parámetros	IPCC Rango predeterminado	Parámetros para el país
Tiempo de retardo (meses)	6	6
Fracción de metano (F) en gas desarrollado	0,5	0,5
Factor de conversión, C en CH4	1,33	1,33
Factor de oxidación	0	0
Parámetros para el almacenamiento de carbono (% papel en residuos industriales)	0%	0%
Parámetros para el almacenamiento de carbono (% madera en residuos industriales)	0%	0%

- **Factor de Corrección de Metano (MCF):** Este factor se establece para considerar que dependiendo de las condiciones técnicas y de operación de los sitios de disposición.

Tabla 295. Valores de Factor de Corrección de Metano (MCF)

Subcategoría	MCF
5.A.1. Sitios de eliminación gestionados	1
5.A.3 Sitios de eliminación no categorizados	0,6

7.3.8.2.3 Datos de actividad

De acuerdo con el Artículo 3 de la Ley 142 del año 1994, la SSPD tiene asignadas las competencias de inspección, vigilancia y control (IVC) sobre las empresas de servicios públicos que prestan el servicio de aseo. Además, en los artículos 53 y 70 de la precitada ley le facultan para mantener un sistema de información para desarrollar su labor de IVC.

En el ámbito de la prestación del servicio público de aseo, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) gestiona los datos sobre la cantidad de residuos sólidos recolectados, transportados y dispuestos por los proveedores del servicio a través del Sistema Único de Información (SUI). En el sector de residuos, los sitios de disposición regional tienen una relevancia particular debido a su impacto, ya que representan la mayoría de los lugares, atienden a un número significativo de municipios y manejan grandes volúmenes de residuos (SSPD, 2019).

Tabla 296. Fuentes de información datos de actividad - 5.A. Eliminación de residuos sólidos

Subcategorías	Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad	
		Periodo	Fuente de datos
5.A. Sitios de eliminación de residuos sólidos	Cantidad de residuos enviados a los sitios de eliminación.	2006 - 2021	Sistema Unido de Información (SUI) – Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)
	Caracterización de residuos sólidos	1990 - 2021	Modelo Colombiano de Biogás
	Biogás quemado y aprovechado	2009 - 2021	Administrador relleno sanitario Doña Juana

En la plataforma del SUI, se cuenta con el reporte de la cantidad de residuos que son llevados a cada uno se los sitios de eliminación registrados antes la SSPD, además se cuenta con información sobre la ubicación del sitio de eliminación y el nombre del gestor.

Esta información está disponible desde julio del 2006, es importante tener en cuenta que esta información se encuentre pública. Sin embargo, es una información que es consolidada directamente por lo operarios de los sitios de eliminación y presenta algunos errores en la consolidación.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, en esta categoría se tiene en cuenta dos (02) tipos de sitios de eliminación, descritos a continuación:

5.A.1. Sitios de eliminación gestionados:

Para esta categoría se consideran los sitios de eliminación clasificados por la SSPD como adecuados, entre ellos los rellenos sanitarios, celdas de contingencia y plantas integrales de tratamiento.

Es relevante tener en cuenta que para esta subcategoría se subdividen los sitios de eliminación de residuos en regionales y departamentales, teniendo en cuenta el número de municipios a los que el sitio de eliminación presta sus servicios. En los casos en los que un sitio de eliminación de residuos atiende a más de cinco (05) municipios, son considerados un sitio de eliminación regional.

Para los sitios de eliminación de residuos que prestan servicio a menos de cinco (5) municipios, se realiza la sumatoria de los residuos dispuestos por departamento, en la Tabla 297, se presenta el consolidado de las toneladas dispuestas en las dos subclasificaciones mencionadas.

5.A.3. Sitios de eliminación no categorizados:

Los datos tenidos en cuenta para esta subcategoría corresponden a la cantidad de residuos dispuestos en sitios de eliminación no categorizados (no adecuados – de acuerdo con la clasificación de la SSPD). Estos sitios de eliminación corresponden a botaderos a cielo abierto, celdas transitoria y disposición sobre suelo y/o cuerpos de agua.

El procesamiento realizado a los datos de actividad, corresponden a una consolidación de la información de acuerdo con la desagregación mencionada anteriormente y adicional se realiza una conversión de toneladas a giga gramos, en el caso de la información disponible del 2005 en adelante (información disponible en SUI), para la información de 1985 a 2005 se utilizan técnicas de empalme.

Los datos de actividad utilizados se pueden observar en la Tabla 297.

Tabla 297. Datos de actividad para la categoría 5.A. Eliminación de residuos sólidos

Año	Toneladas dispuestas	
	5.A.1 Sitios de eliminación gestionados	5.A.3 Sitios de eliminación no categorizados
1990	2.711,45	52,08
1991	2.751,85	52,08
1992	2.793,45	52,08
1993	2.836,25	52,08
1994	2.898,68	52,08
1995	2.944,34	52,08
1996	3.061,72	52,08
1997	3.274,98	52,08
1998	4.272,58	52,08
1999	4.806,18	52,08
2000	4.922,47	52,08
2001	5.233,91	52,08
2002	5.357,57	52,08
2003	5.623,23	52,08
2004	5.954,28	52,08
2005	5.804,74	133,40
2006	6.385,36	122,06
2007	8.331,92	53,57
2008	8.435,41	53,57
2009	11.111,35	33,44
2010	8.394,49	25,11
2011	9.158,23	28,33
2012	9.232,67	21,89
2013	10.061,59	52,77
2014	10.058,54	20,77
2015	11.008,08	14,47
2016	11.071,79	23,30
2017	10.543,64	32,87
2018	11.043,29	30,86
2019	10.974,77	0,18
2020	11.278,48	2,56
2021	16.570,48	2,81

Frente a los datos relacionados con la quema y aprovechamiento de Biogás dentro del inventario de tiene en cuenta los datos suministrados por el Relleno Doña Juana. Sin embargo, se sabe que en el país existen otros sitios de disposición final que están adelantando una gestión frente al aprovechamiento de estos subproductos, pero debido a limitaciones frente a la consolidación de esta información no es posible incluirlo dentro del inventario, por esta razón es una de las medidas de acción propuestas dentro del plan de mejora.

7.4 Tratamiento biológico de residuos (CRT. 5.B)

En Colombia, las emisiones asociadas a esta categoría no son calculadas debido a una limitación en la consolidación de la información. La limitación obedece a que, en el país, este tipo de tratamiento es realizado por gestores privados en su mayoría y no existe ninguna regulación o entidad que se encuentre a cargo de realizar algún seguimiento. Excepto, los gestores que realicen el tratamiento de más de 20.000 ton/año, deben realizar el proceso de licenciamiento ambiental, de acuerdo con los requerimientos establecidos por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA),y serán supervisadas por las diferentes autoridades ambientales de acuerdo con su ubicación, se debe tener en cuenta que hasta la fecha no existe ninguna regulación que obligue a esto gestores a realizar el reporte de la cantidad de residuos tratados, es por esto que se hace más complejo la consolidación de dicha información (ANLA, s.f).

Desde el equipo del INGEI, se han realizado algunos esfuerzos que permitan realizar la cuantificación de estas emisiones. Entre ellos se realizó un piloto con la solicitud a los gestores ubicados en la zona de Bogotá para el año 2018, pero sin embargo no fue posible garantizar la información suficiente para completar toda la serie temporal. De acuerdo con esto, se consideró que para el próximo BTR si no es posible consolidar la información, se realizara la estimación a partir de la metodología por defecto y es una de las acciones propuestas en el plan de mejora.

7.5 Incineración y quema a cielo abierto de residuos (CRT. 5.C)

En esta categoría son contempladas las emisiones derivadas de la incineración y quema a cielo abierto de residuos, estas actividades generan principalmente emisiones de dióxido de carbono (CO_2), sin embargo, también se presentan emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) en menor cantidad.

La incineración de residuos en Colombia es un tema relevante dentro del manejo de residuos sólidos, especialmente en un país que enfrenta desafíos significativos en cuanto a la disposición adecuada de sus desechos. Esta práctica, aunque disminuye significativamente el volumen de residuos que son enviados a sitios de eliminación de residuos, plantea desafíos ambientales adicionales entre los que se destaca las emisiones de gases contaminantes (dioxinas, furanos, metales pesados, entre otros) y la gestión de las cenizas tóxicas (Ministerio de Vivienda y Saneamiento Básico, 2022).

7.5.1 Descripción de la categoría

Siguiendo las directrices y lineamientos de las guías metodologías del IPCC, para esta categoría se tienen en cuenta las emisiones generadas por la incineración de residuos peligrosos, hospitalarios, líquidos fósiles y solventes, estas emisiones son reportadas en la subcategoría 5.C.1. Para la subcategoría 5.C.2 Incineración abierta de residuos, se contemplan las emisiones derivadas de la quema a cielo abierto de residuos municipales que se da principalmente en zonas rurales, donde no se cuenta con la cobertura del sistema de recolección de residuos. A continuación, se presenta la estructura de las emisiones cuantificadas y reportadas para esta categoría.

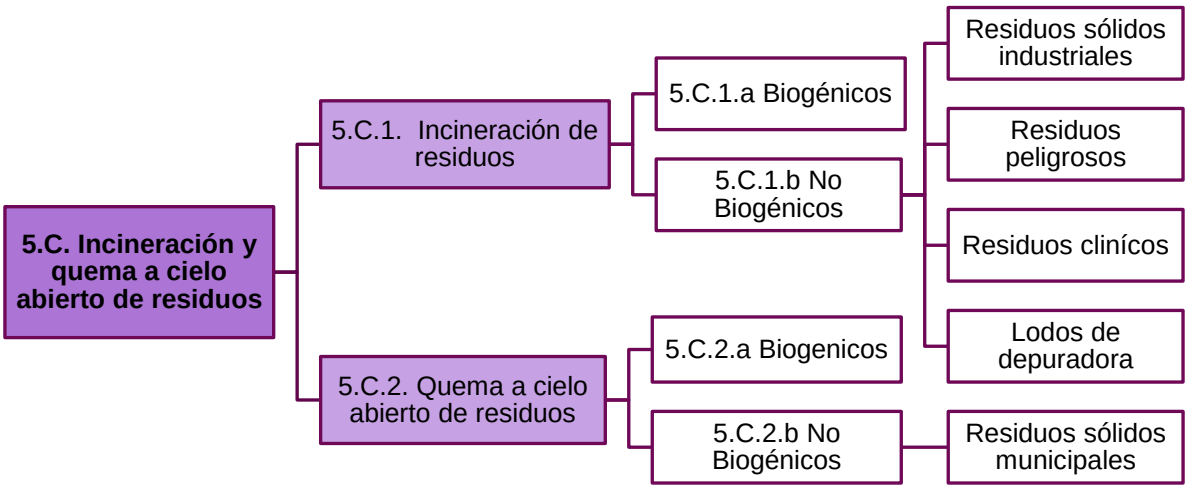


Figura 243. Subcategorías estimadas en 5.C Incineración y quema abierta de residuos

En Colombia, el manejo de residuos sólidos está regulado por varias leyes y decretos. Entre ellos, el Decreto 838 de 2005[28] el cual regula la gestión integral de residuos sólidos, mientras que la Ley 1259 de 2008[29] y la Ley 1549 de 2012[30] abordan aspectos relacionados con la gestión y manejo de residuos. Ahora bien, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el encargado de formular y adoptar políticas, planes y programas para el manejo adecuado de los residuos en Colombia y fue el encargado de la construcción de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS), donde se establecen directrices para la gestión adecuada de residuos sólidos, promoviendo prácticas sostenibles y la minimización de residuos (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

7.5.2 Tendencia de las emisiones de la categoría

Para la categoría 5.C las emisiones promedio corresponden a 583,61 kt de CO_2eq, con una participación histórica promedio del 2,63% de las emisiones del sector de residuos.

En la Tabla 298, la subcategoría que aporta más emisiones corresponde a la subcategoría 5.C.2 Quema a cielo abierto de residuos, con una participación histórica promedio del 95,65% de las emisiones, estableciendo la tendencia creciente de las emisiones para la categoría 5.C., este comportamiento obedece principalmente al crecimiento de la población y por ende la cantidad de residuos generados en áreas rurales de Colombia, donde se realiza la quema a cielo abierto como método de disposición final.

[28] El Decreto 838 de 2005, establece disposiciones para promover y facilitar l planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos mediante la tecnología de relleno sanitario.

[29] La Ley 1259 de 2008 en Colombia, establece la aplicación del comparendo ambiental a quienes infrinjan las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros.

[30] La Ley 1549 de 2012 es una ley colombiana que busca fortalecer la institucionalización de la Política Nacional de Educación Ambiental.

Tabla 298. Emisiones de GEI kt CO_2 eq) – 5.C. Incineración y quema a cielo abierto de residuos

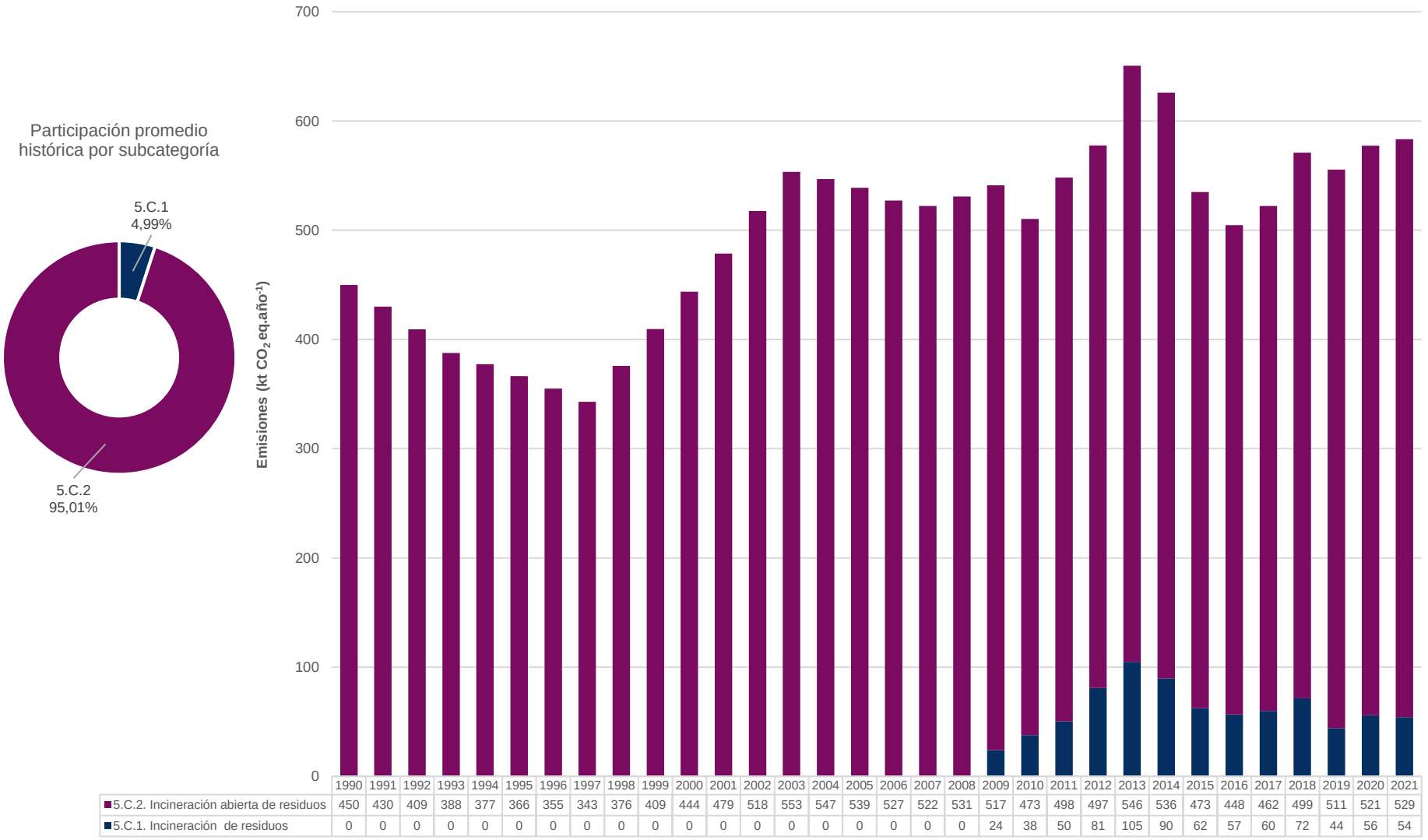
Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
5.C. Incineración y quema a cielo abierto de residuos	**449,94**	**366,45**	**443,75**	**538,81**	**510,28**	**534,96**	**577,36**	**583,30**
5.C.1. Incineración de residuos	NE	NE	NE	NE	7.647,28	8.825,11	10.913	11.372,72
5.C.1.a Biogénico	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.2.b No biogénico	NO	NO	NO	NO	37,73	62,28	55,99	54,23
5.C.2. Quema a cielo abierto de residuos	449,94	366,45	443,75	527,81	472,54	472,67	521,37	529,07
5.C.1.a Biogénico	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
5.C.2.b No biogénico	449,94	366,45	443,75	527,81	472,54	472,67	521,37	529,07

La variación de las emisiones del año 2021, respecto al año 1990 corresponde a un aumento de 29,64% de las emisiones y frente al 2018 (año del último inventario nacional de GEI) corresponde a un 2,15% de las emisiones (Ver Figura 244).

Como se puede evidenciar en la Figura 244, la tendencia de las emisiones para esta categoría presenta un comportamiento creciente, esto obedece principalmente al aumento de la población. En el año 2013 se identifica el mayor aporte al sector de residuos de esta categoría con la emisión de 650,52 kt de CO_2 eq, este incremento se debe a un aumento en la generación de los residuos peligrosos en el sector de hidrocarburos, específicamente de las corrientes Y8[31] y Y9[32] y el año en que las emisiones presentan el menor aporte corresponde al año 1997 con la emisión de 342,90 kt de CO_2 eq. La tasa de crecimiento anual compuesta para esta categoría corresponde a 0,52%. En la Figura 245, se puede evidenciar que el GEI más relevante en términos de emisiones corresponde al dióxido de carbono (CO_2) con una participación histórica promedio de 62,50% de las emisiones de esta categoría.

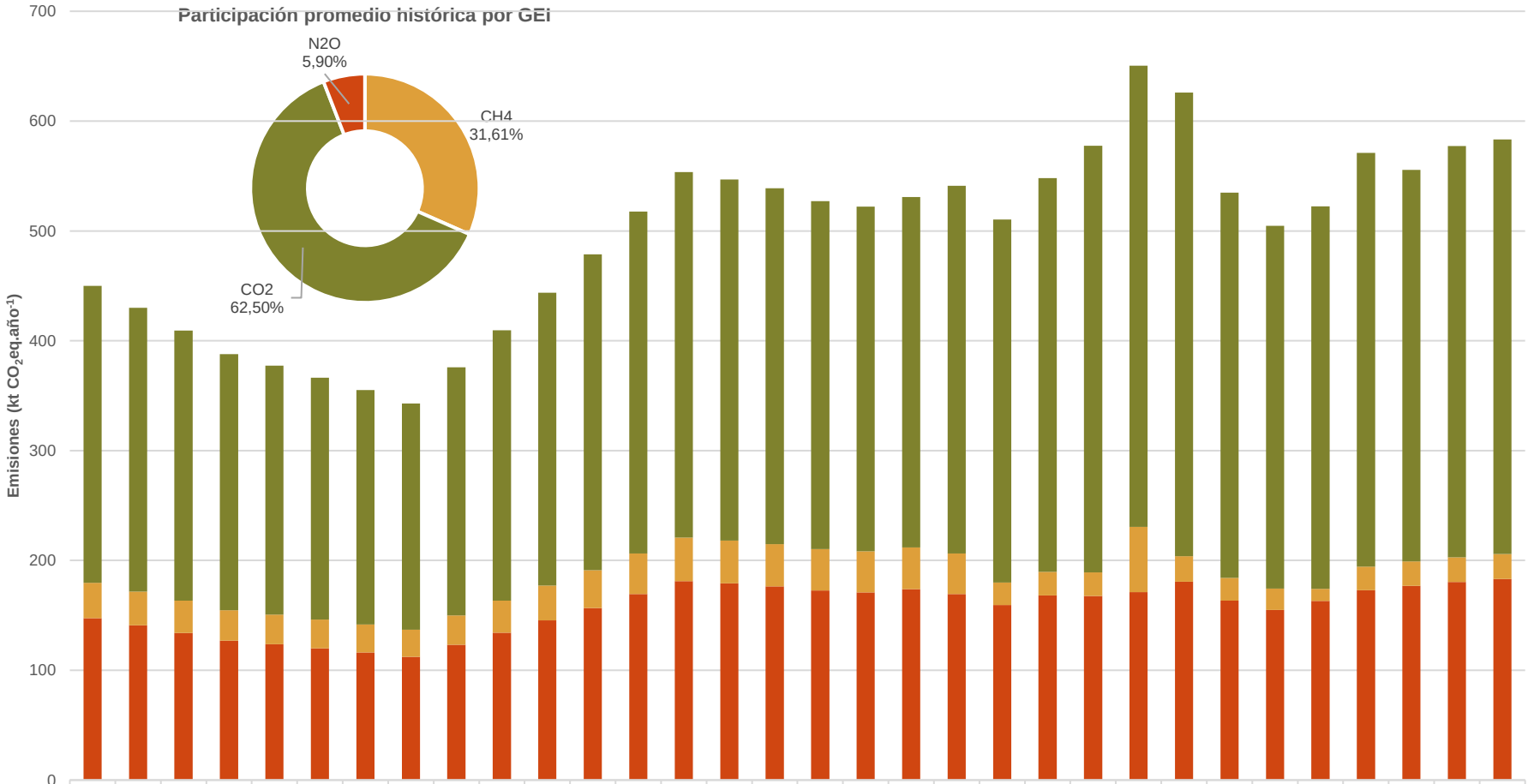
[31] Y8 +A3020: Desechos de aceites minerales no aptos para el uso para el que estaban destinados. (Aceites lubricantes usados, Aceites minerales usados, filtros de aceite usados, material contaminado con aceites lubricantes)

[32] Y9+ A4060: Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o hidrocarburos y agua (Borras, lodos aceitosos, lodos con presencia de hidrocarburos, mezclas de hidrocarburos con agua)



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.C.2. Incineración abierta de residuos	450	430	409	388	377	366	355	343	376	409	444	479	518	553	547	539	527	522	531	517	473	498	497	546	536	473	448	462	499	511	521	529
5.C.1. Incineración de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	38	50	81	105	90	62	57	60	72	44	56	54

Figura 244. Tendencia de las emisiones de GEI 5.C. Incineración y quema a cielo abierto de residuos por subcategoría, 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO2	270	258	246	233	227	220	213	206	226	246	267	288	311	333	329	324	317	314	319	335	330	359	389	420	422	351	330	348	377	356	374	377
N2O	32	31	29	28	27	26	25	25	27	29	32	34	37	40	39	39	38	37	38	37	20	21	21	59	23	21	19	11	22	22	23	23
CH4	147	141	134	127	124	120	116	112	123	134	145	157	169	181	179	176	173	171	174	169	159	168	168	171	181	163	155	163	173	177	180	183

Figura 245. Tendencia de las emisiones de GEI 5.C. Incineración y quema a cielo abierto de residuos por GEI, 1990-2021

7.5.3 Descripción de flexibilidades aplicadas

Siguiendo lo establecido en el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París para esta categoría no se acoge ninguna flexibilidad. Sin embargo, por decisión general del equipo del Inventario Nacional de Colombia, se acoge la flexibilidad de la serie de tiempo dado que para otros sectores no se cuenta con información para el año 2022.

7.5.4 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

En la Tabla 299 se muestran los resultados de incertidumbre para la categoría 5.C. Durante el periodo de 1990 a 2021, la incertidumbre promedio es de ±22,32%, Entre el año 1990 y 2021 se observó una ligera reducción de 10,50 puntos porcentuales en la incertidumbre de la categoría. Las incertidumbres relacionadas con los datos de actividad y los factores de emisión no cambiaron a lo largo de este periodo. Por lo tanto, los cambios anuales en la incertidumbre se deben exclusivamente a las variaciones en las emisiones de las subcategorías.

Por tipo de GEI el CO_2, CH_4 y N_2O tienen incertidumbres promedio de 32,66%, 29,40% y 30,44%, respectivamente.

Para la categoría 5.C. la incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada por las incertidumbres de los factores de emisión empleados. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre fue 5.C.1 con un valor de ±42,84%.

Tabla 299. Resultados de incertidumbre - Incineración e incineración abierta de desechos (5.C.)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
5.C. Incineración e incineración abierta de desechos	TODOS	25,71	25,07	31,84	20,61	19,93	13,92	15,05	15,22	NA
5.C. Incineración e incineración abierta de desechos	CO_2	38,38	36,49	47,46	30,14	27,27	19,38	21,43	21,47	NA
5.C. Incineración e incineración abierta de desechos	CH_4	33,80	35,83	42,12	29,32	29,32	18,32	18,32	19,69	NA
5.C. Incineración e incineración abierta de desechos	N_2O	35,83	43,80	43,80	29,32	29,32	19,69	19,69	18,32	NA
5.C.1. Incineración de residuos	CO_2	NE	NE	NE	NE	48,58	42,23	43,45	42,84	FE
5.C.2. Incineración abierta de residuos	TODOS	25,71	25,07	31,84	20,61	21,17	14,73	16,00	16,19	FE
5.C.2. Incineración abierta de residuos	CO_2	38,38	36,49	47,46	30,14	30,14	21,73	24,02	24,02	NA
5.C.2. Incineración abierta de residuos	CH_4	33,80	35,83	42,12	29,32	29,32	18,32	18,32	19,69	NA
5.C.2. Incineración abierta de residuos	N_2O	35,83	43,80	43,80	29,32	29,32	19,69	19,69	18,32	NA

En la Figura 246 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías y su estimación por GEI sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 5C2_CO_2 es la más sensible, con una contribución del 95%, le sigue la subcategoría 5C2_CH_4, que contribuye en un 4% a la incertidumbre total de la categoría 5.C. Esto se debe a que estas subcategorías presentan las mayores emisiones. La subcategoría 5C2_CO_2 tiene un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría contribuyendo a un aumento o disminución de hasta ±1,16% en el intervalo de la incertidumbre total del 2021, que es ±15,22%, donde en el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 14,07% y 16,40%.

a) b)

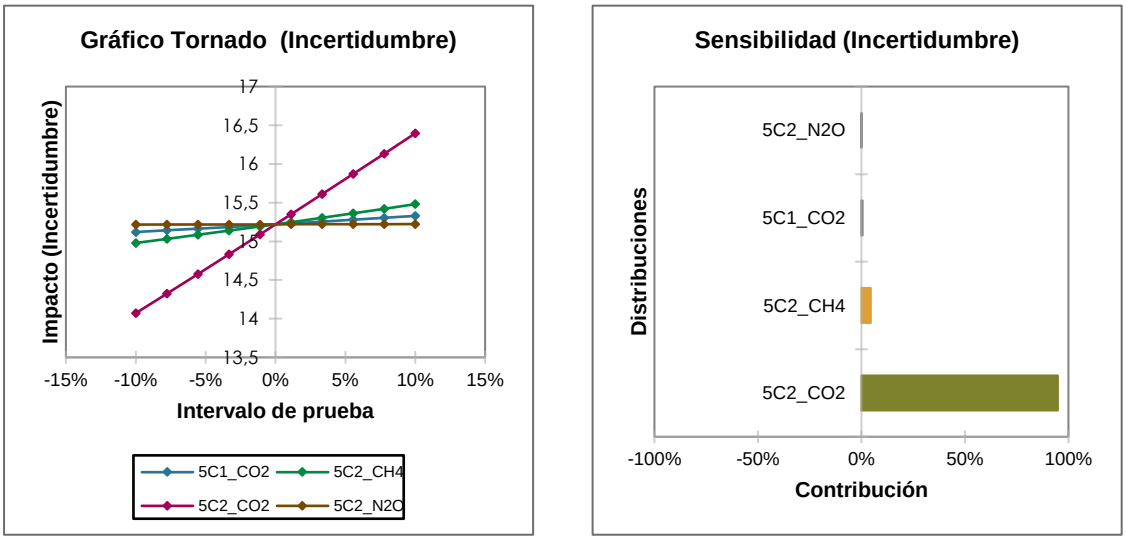


Figura 246. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Incineración e incineración abierta de desechos (5C) para el 2021

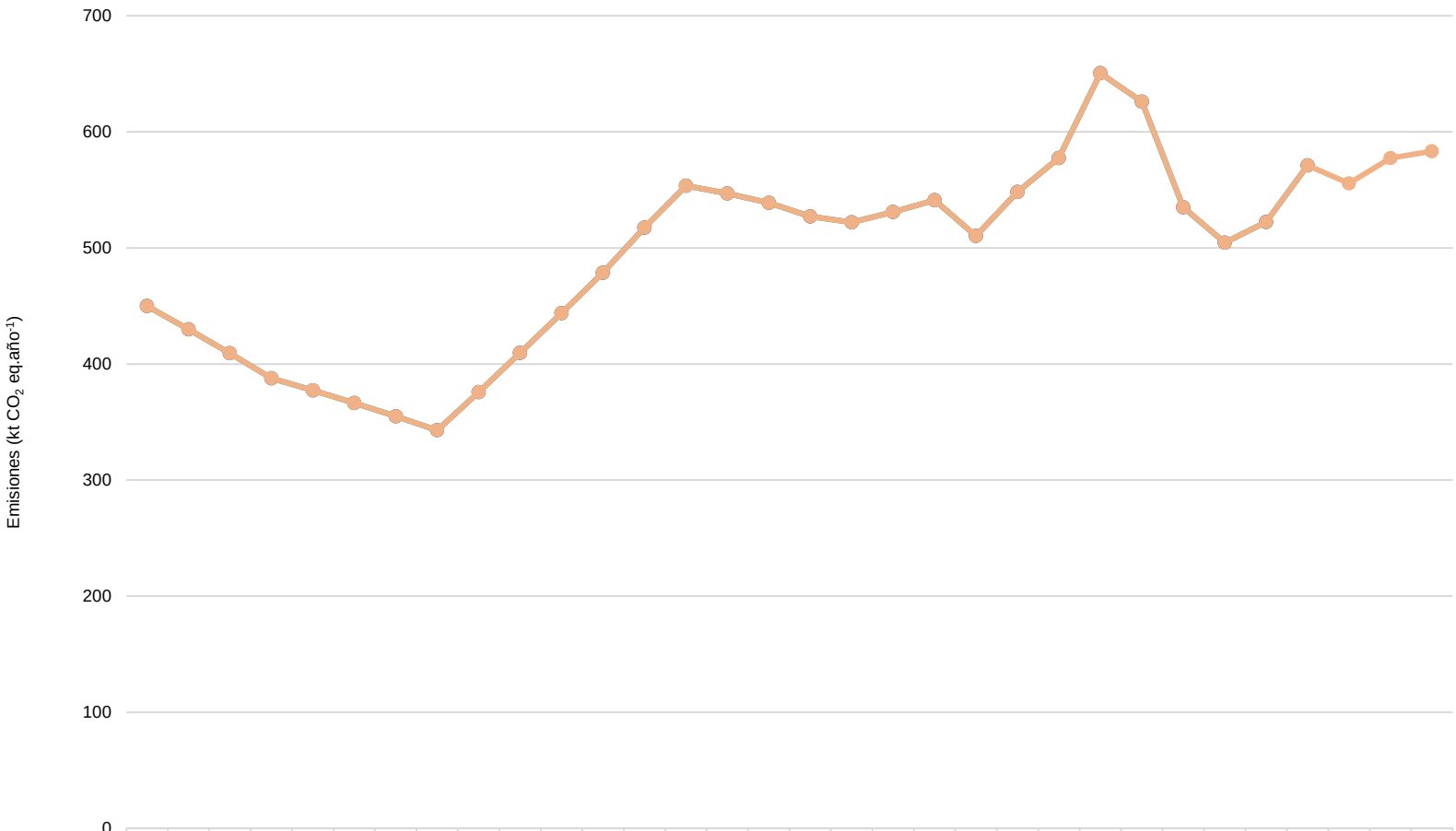
7.5.5 AC/CC y verificación de la categoría

Para atender las directrices establecidas en el Capítulo 6, Volumen 1 de las Guías IPCC 2006 y lo establecido en el protocolo de control y aseguramiento de calidad y verificación del INGEI, fueron realizadas las siguientes acciones para garantizar la calidad de la información empleada en esta categoría:

- Reproducir los cálculos de acuerdo con la metodología de cálculo utilizada en el BUR3 y se realizó el control de los datos de actividad y emisiones reportadas bajo esta categoría.
- Verificación cruzada de los datos de actividad, factores de emisión y otros parámetros necesarios para la estimación de las emisiones asociadas a la disposición de residuos sólidos y líquidos en Colombia.
- Identificación de valores atípicos de los datos de entrada y el resultado de la emisión, verificando su procedencia y realizando los ajustes pertinentes, incluyendo la revisión de conversión de unidades.
- Análisis de tendencia de los datos de actividad y los resultados de las emisiones reportados durante la serie temporal (1990-2021) en las respectivas fases de ejecución del ciclo de elaboración del inventario.
- Se confirma que se estén incluyendo las estimaciones para todas las categorías del sector y para todos los años, a partir del año base.

7.5.6 Recálculos de la categoría

En el caso de la categoría 5.C. no se realizan recálculos y se continua con la metodología utilizada en la elaboración del BUR3, como se observa en la siguiente figura:



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	450	430	409	388	377	366	355	343	376	409	444	479	518	553	547	539	527	522	531	541	510	548	578	651	626	535	505	522	571			
BTR1	450	430	409	388	377	366	355	343	376	409	444	479	518	553	547	539	527	522	531	541	510	548	578	651	626	535	505	522	571	555	577	583

Figura 247. Recálculo subcategoría 5.C.

7.5.7 Plan de mejora de la subcategoría

Con el fin de mejorar la calidad de la información y la estimación de las emisiones, y de acuerdo con los actores vinculados, se establecen las siguientes actividades:

Tabla 300. Plan de mejora para 5.C. Incineración de residuos e incineración a cielo abierto de residuos

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
5.C.1 Incineración de residuos	Reducir la incertidumbre y mejorar la calidad de la información a través de la articulación entre la información necesaria para realizar la estimación de emisiones y registro de generación de RESPEL.	1. Establecer mesas de trabajo con el IDEAM y la Superintendencia de Salud, con el objetivo de consolidar la cantidad de residuos biogénicos que son incinerados.	x			x		Corto	MinAmbiente Superintendencia de Salud IDEAM	Planeación
		2. Identificar las iniciativas para aprovechamiento energético a partir de la incineración de residuos.	x	x	x			Largo	MinAmbiente MinVivienda	Planeación
5.C.2 Quema a cielo abierto de residuos	Identificar y/o mejorar las fuentes de información de la información necesaria para estimar las emisiones de GEI.	1. Identificar y validar la pertinencia de nuevas fuentes de información.	x			x		Corto	Min. Vivienda Min.Ambiente SSPD IDEAM	Ejecución
		2. Validar la coherencia y fiabilidad de la información utilizada dentro del cálculo de las emisiones de GEI, provenientes de las nuevas fuentes de información.		x			x	Corto	Min. Vivienda IDEAM	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia.

Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

7.5.8 Incineración de residuos (CRT. 5.C.1)

De acuerdo con las directrices del IPCC, la incineración se define como "*La combustión de los desechos sólidos y líquidos en instalaciones bajo condiciones controladas*" (Guendehou, Koch, Hockstad, Pipatti , & Yamada, 2006). Teniendo en cuenta lo anterior, en el Inventario Nacional de GEI (INGEI) de Colombia, en esta subcategoría se tienen en cuenta las emisiones provenientes de la incineración de residuos peligrosos, hospitalarios e inflamables resultantes de la utilización de líquidos fósiles (solventes y aceites usados).La infraestructura para la incineración de residuos en Colombia es limitada; existen algunas plantas de incineración, las cuales en su mayoría son de orden privado, y desde el sector público se ha inaugurado el plan de valorización energética de residuos sólidos para la producción de energía a partir del material dispuesto en el relleno sanitario Magic Garden (Ministerio de Vivienda, 2021). Sin embargo, la mayoría de los residuos aún se manejan a través de rellenos sanitarios, que presentan problemas de capacidad y manejo inadecuado.

La incineración de residuos es un tema controvertido en Colombia. Por un lado, ofrece una solución para reducir la cantidad de residuos que llegan a los rellenos sanitarios y, por otro lado, existe preocupación por los posibles efectos negativos en la salud pública y el medio ambiente debido a las emisiones tóxicas (World Health Organization, 2022). Lo que ocasiona grandes esfuerzos para

lograr reducir estos impactos en términos de financiación de infraestructura e investigación; que permitan mantener la tecnología actualizada para cumplir con los estándares ambientales (Ministerio de Vivienda y Sanemiento básico, 2024).

7.5.8.1 *Descripción de la subcategoría*

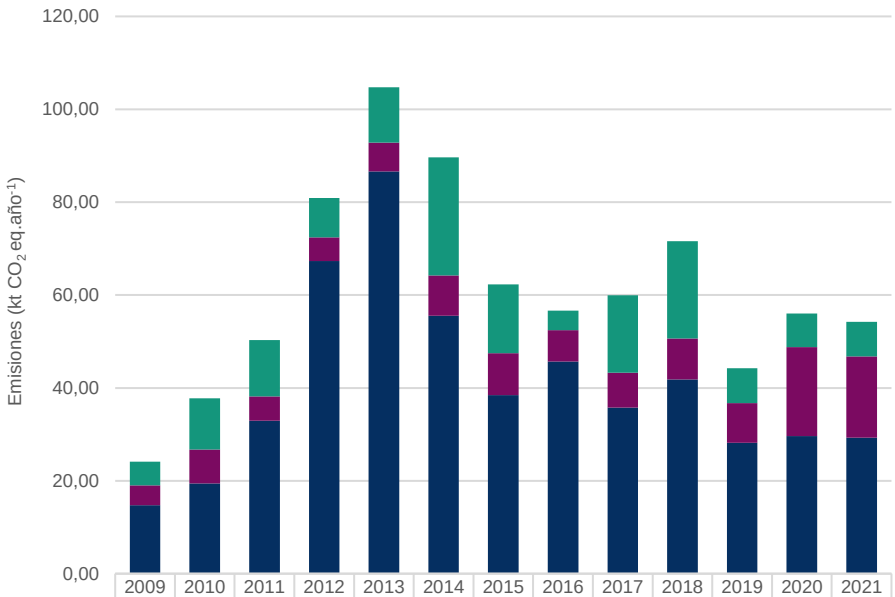
Para el contexto colombiano se delimitan los residuos peligrosos, como uno de los residuos que pueden ser dispuestos con un tratamiento térmico. De acuerdo con el marco legal colombiano y según el Decreto 1076 de 2015[33], en su Artículo 2.2.6.1.1.3 se define un residuo peligroso como "*aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso a los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos*", sin embargo, es importante resaltar que no todos los residuos peligrosos en Colombia son tratados por medio de tratamiento térmico, ya que existen otros tipos de tratamientos que son utilizados de acuerdo con las características de los residuos, como son los tratamientos biológicos, fisicoquímicos, tecnologías avanzadas, entre otros. Para efectos del INGEI de Colombia, en la subcategoría de incineración de residuos (5.C.1), solo se incluyen las emisiones asociadas al tratamiento térmico de los residuos peligrosos.

Tabla 301. Emisiones de GEI (kt CO2eq) – 5.C.1 Incineración de residuos

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
5.C.1. Incineración de residuos	NE	NE	NE	NE	7.647,28	8.825,11	10.913	11.372,72
5.C.1.a Biogénico	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.1.b No biogénico	NO	NO	NO	NO	37,73	62,28	55,99	54,23
5.C.1.b.i Residuos sólidos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.C.1.b.ii Otros	NO	NO	NO	NO	37,73	62,29	55,99	54,23
5.C.1.b.ii.1 Residuos sólidos industriales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
5.C.1.b.ii.2 Residuos peligrosos	NO	NO	NO	NO	19,42	38,46	29,64	29,31
5.C.1.b.ii.3 Residuos hospitalarios	NO	NO	NO	NO	7,28	9,04	19,12	17,44
5.C.1.b.ii.4 Lodos de depuradora	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.1.b.ii.5 Residuos líquidos fósil	NO	NO	NO	NO	11,03	14,78	7,22	7,47
5.C.1.b.ii.6 Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Las emisiones de la subcategoría 5.C.1 no presentan una tendencia clara del comportamiento en las mismas, es importante tener en cuenta que las emisiones para esta subcategoría son calculadas a partir del 2009, de acuerdo con la disponibilidad de información (Ver Tabla 301, Figura 248). El promedio de emisiones para esta subcategoría corresponde a 60,95 kt CO_2 eq, el 100% de las emisiones corresponde a CO_2. En la Tabla 301, se puede observar este comportamiento. Esta subcategoría, aporta en promedio el 0,17% al total de las emisiones del sector de residuos. Por otra parte, la subcategoría 5.C.1 representa el 4,99% del total de emisiones de la subcategoría de incineración y quema a cielo abierto de residuos (5.C).

[33] Decreto 1076 de 2015: Por medio del cual se expide el Decreto Reglamentario Único del Sector Ambiente. Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente).



	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.C.1.b.ii.5 Residuos líquidos fósil	5,10	11,03	12,09	8,50	11,90	25,47	14,78	4,18	16,68	20,91	7,54	7,23	7,47
5.C.1.b.ii.3 Residuos hospitalarios	4,31	7,28	5,27	5,11	6,18	8,65	9,04	6,78	7,53	8,84	8,48	19,12	17,45
5.C.1.b.ii.2 Residuos peligrosos	14,72	19,42	32,93	67,32	86,63	55,54	38,46	45,67	35,75	41,82	28,22	29,64	29,31

Figura 248. Tendencia de las emisiones de GEI 5.C.1 Incineración residuos por subcategoría, 1990-2021

Las emisiones producidas por la incineración de residuos están estrechamente relacionadas con la cantidad de desechos procesados. La tendencia general es variable, presentando picos, uno de esto picos se presenta en el año 2013 con un aumento notable en comparación con 2012 y 2014. Ese año se incineraron 72,61 kt de residuos, lo cual se debe al incremento en la producción de residuos peligrosos en el sector de hidrocarburos, especialmente en las corrientesY8[34]y Y9[35]. Adicional, se evidencia picos para los años 2020 y 2021, esta variación obedece a un aumento en las emisiones derivadas de la incineración de residuos hospitalarios, obedeciendo a los efectos ocasionados por la pandemia del COVID-19.

7.5.8.2 *Metodología*

Para la categoría 5.C.1 las emisiones que se estiman corresponden solamente al dióxido de carbono (CO_2), ya que la metodología del IPCC no proporciona factores de emisión para metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) provenientes de la incineración de residuos peligrosos, hospitalarios o líquidos fósiles.

7.5.8.2.1 Método de estimación

Para estimar las emisiones asociadas a la incineración de residuos, se debe contar con información sobre el tipo de incinerador y las características técnicas del proceso de incineración; esto permite

[34] Y8 +A3020: Desechos de aceites minerales no aptos para el uso para el que estaban destinados. (Aceites lubricantes usados, Aceites minerales usados, filtros de aceite usados, material contaminado con aceites lubricantes)

[35] Y9+ A4060: Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o hidrocarburos y agua (Borras, lodos aceitosos, lodos con presencia de hidrocarburos, mezclas de hidrocarburos con agua)

determinar los factores de emisión que se utilizan en el cálculo. Para el INGEI de Colombia, no se cuenta con esta información, por esta razón se asume que los incineradores operan bajo condiciones controlados, lo que evita la generación de emisiones de CH_4 y N_2O. De acuerdo con esta premisa en el Cuadro 56, se identifican las ecuaciones utilizadas para calcular las emisiones relacionadas con la subcategoría 5.C.1.

5.C.1. Incineración de residuos

Ecuación 5.1: Estimación de las emisiones de CO2 basada en la cantidad total de desechos quemados (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 5)

$$Emisiones\ CO_2 = \sum_i \left(SW_i * dm_i * CF_i * FCF_i * OF_i * \frac{44}{12} \right)$$

Donde:

- Emisiones de CO_2 = Emisiones de CO_2 durante el inventario, [Gg/año]
- SW_i = Cantidad total de desechos sólidos de tipo i (peso húmedo) incinerados. [Gg/año]
- dm_i = Contenido de materia seca en los desechos (peso húmedo) incinerados. [fracción]
- CF_i = Fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total). [fracción]
- FCF_i = fracción de carbono fósil en el carbono total. [fracción]
- OF_i = factor de oxidación. [fracción]
- 44/12 = factor de conversión de C en CO_2
- i = Tipo de desecho incinerado

Para el caso específico de la incineración de residuos peligrosos inflamables (líquidos fósiles), la ecuación empleada es la siguiente:

Ecuación 5.3: Emisiones de CO2 provenientes de la incineración de desechos fósiles líquidos (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 5)

$$Emisiones\ CO_2 = \sum_i \left(AL_i * CL_i * OF_i * \frac{44}{12} \right)$$

Donde:

- Emisiones de CO_2 = Emisiones de CO_2 proveniente de la incineración de desechos fósiles líquidos. [Gg]
- AL_i = Cantidad de desechos fósiles líquidos de tipo i incinerados. [Gg/año]
- CL_i = Contenido de carbono de los desechos fósiles líquidos de tipo i. [fracción]
- OF_i = factor de oxidación para los desechos fósiles líquidos de tipo i. [fracción]
- 44/12 = factor de conversión de C en CO_2
- i = Tipo de desecho incinerado

Cuadro 56. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la Incineración de residuos (5.C.1)

La metodología aplicada para la estimación de emisiones en la subcategoría 5.C.1 es de Nivel 2a, ya que se cuenta con las cantidades de residuos, según su tipo, que son destinados a la incineración. Para los otros parámetros requeridos en el cálculo, se emplearon valores por defecto, establecidos por las guías del IPCC.

7.5.8.2.2 Factor de emisión

Las emisiones de CO_2 derivadas de la incineración de residuos estimadas a partir de los valores predeterminados en las directrices del IPCC 2006, junto con parámetros específicos del país. A continuación, se indican los factores empleados en la subcategoría 5.C.1.

Tabla 302. Factores de emisión – Incineración de residuos (5.C.1.)

Categoría	Factor empleado	Valor	Fuente de información
5.C.1. Incineración de residuos	Fracción de carbono para residuos peligrosos	0.5	Guías IPCC de buenas prácticas y gestión de la incertidumbre en los inventarios de gases efecto invernadero (Tabla 5.6, Página 5.31) (Desechos Peligrosos)
	Fracción de carbono para residuos hospitalarios	0.4	Tabla 2.6, p. 2.16 en Guías 2006 IPCC (hospitalario)
	Fracción de carbono fósil para residuos peligrosos	0.9	Guías IPCC de buenas prácticas y gestión de la incertidumbre en los inventarios de gases efecto invernadero (Tabla 5.6, Página 5.31) (Desechos Peligrosos)
	Fracción de carbono fósil para residuos hospitalarios	0.25	Tabla 2.6, p. 2.16 en Guías 2006 IPCC (hospitalarios)

Categoría	Factor empleado	Valor	Fuente de información
	Fracción de carbono fósil para residuos fósiles	1	Directrices IPCC 2006. Sección 5.4.1, Cap 5. Cuadro 5.2
	Factor de oxidación (peligrosos, hospitalarios, líquidos fósiles)	1	Directrices IPCC 2006. Sección 5.4.1, Cap 5. Cuadro 5.2

7.5.8.2.3 Dato de actividad

El Registro de Generadores de Residuos Peligrosos (RESPEL) es la principal fuente de información de la subcategoría 5.C.1, ya que captura la información por cada corriente de residuo[36] o desecho peligroso sobre las cantidades que fueron gestionadas durante el período de balance declarado[37], ya sea mediante alternativas de almacenamiento, aprovechamiento o valorización, tratamiento o disposición final. Los generadores de residuos peligrosos reportan la cantidad de residuos generados y tipo de disposición realizado a los mismos, este registro es administrado por el IDEAM.

Tabla 303. Fuentes de información datos de actividad - 5.C.1. Incineración de residuos

Subcategorías	Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad	
		Periodo	Fuente de datos
5.C.1. Incineración de residuos	Cantidad de residuos tratados térmicamente	2009-2021	Registro de Generadores de Residuos Peligrosos (RESPEL) - IDEAM
	Caracterización de residuos	2009-2021	Modelo Colombiano de Biogás

Cabe mencionar que al momento de realizar el reporte de la información se pueden reportar residuos generados y dispuestos en periodos diferentes al actual, por esta razón, las cantidades gestionadas de un residuo o desecho peligroso durante un año determinado pueden o no coincidir con las cantidades generadas durante ese mismo año.

Tabla 304. Datos de actividad - Incineración de residuos (5.C.1.)

Año	Gg Residuos		
	5.C.1.b.ii.2 Residuos peligrosos	5.C.1.b.ii.3 Residuos hospitalarios	5.C.1.b.ii.5 Residuos líquidos fósil
2009	11,77	19,86	3,01
2010	19,96	14,38	3,30
2011	40,80	13,92	2,32
2012	52,51	16,85	3,22
2013	52,51	16,85	3,25
2014	33,66	23,59	6,94
2015	23,31	24,67	4,03
2016	27,68	18,51	1,14
2017	21,67	20,53	4,55
2018	25,35	24,10	5,70
2019	17,10	23,13	2,06
2020	17,96	52,16	1,97
2021	17,76	47,59	2,04

[36] "Corriente de residuo" aquellos tipos de residuos listados en los Anexos I y II del artículo 2.2.6.2.3.6, Título 6 del Decreto 1076 de 2015 Decreto 1076 de 2015, considerados como peligrosos, de acuerdo con los criterios establecidos en el Anexo III del mismo Decreto

[37] "Período de balance" es el período comprendido entre el 01 de enero y el 31 de diciembre de un año determinado, el cual es reportado por los generadores en el año inmediatamente posterior.

7.5.9 Quema a cielo abierto de residuos (CRT. 5.C.2)

Para esta categoría se estiman las emisiones de GEI derivados de la combustión de residuos sólidos municipales quemados a cielo abierto en los lugares donde no existe cobertura del servicio de recolección de residuos, y se estiman emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O).

En Colombia el manejo de residuos sólidos por medio de quema (o incineración abierta) es una actividad que se encuentra prohibida por el Decreto 1076 de 2015[38], sin embargo, en el contexto urbano y rural aún se presenta en algunas zonas donde no se cuenta con acceso al servicio de recolección de residuos (especialmente en zonas rurales) o por aspectos propios de la cultura de los habitantes.

7.5.9.1 *Descripción de la subcategoría*

La incineración a cielo abierto se refiere a la quema de materiales de desechos como papel, madera, plásticos, textiles, caucho, residuos de aceites y otros desechos en espacios al aire libre o sitios destinados a la disposición de residuos, donde los subproductos de la combustión, como el humo y otras emisiones, se liberan directamente a la atmósfera sin pasar por una chimenea o sistema de tratamiento (IPCC, 2006). Teniendo en cuenta que, en Colombia, esta práctica está regulada; para esta subcategoría dentro del INGEI, se consideran la incineración a cielo abierto de residuos sólidos municipales dispuestos en zonas rurales donde no sé cuenta con cobertura de los servicios de recolección de residuos. A continuación, se presentan los resultados para estas emisiones:

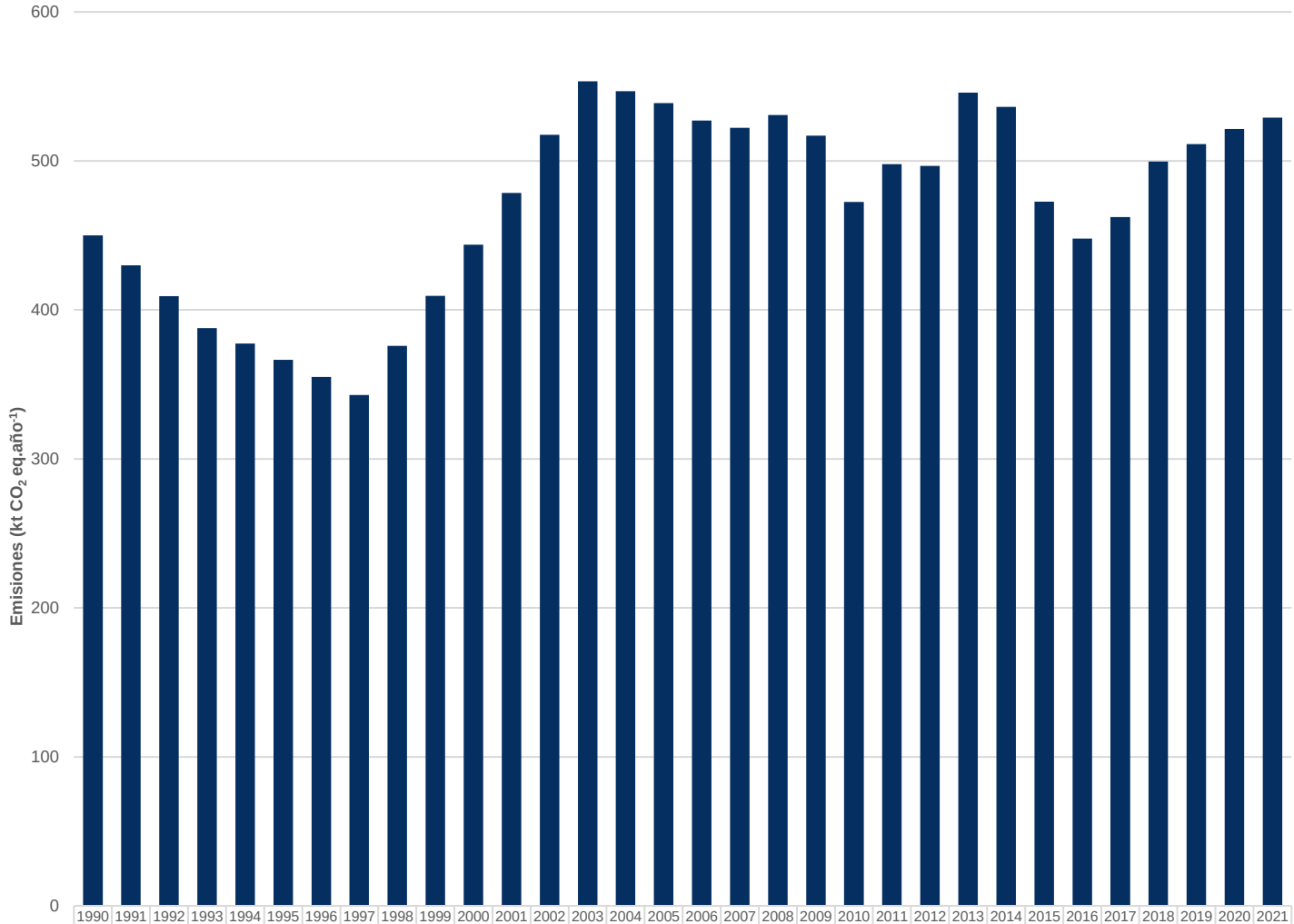
Tabla 305. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 5.C.2 Quema a cielo abierto de residuos

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
5.C.2. Quema a cielo abierto de residuos	449,94	366,45	443,75	527,81	472,54	472,67	521,37	529,07
5.C.2.a Biogénico	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
5.C.2.b No biogénico	449,94	366,45	443,75	527,81	472,54	472,67	521,37	529,07
5.C.2.b.i Residuos sólidos municipales	449,94	366,45	443,75	527,81	472,54	472,67	521,37	529,07

Ahora bien, como se puede observar en la Figura 249, la tendencia de las emisiones para esta categoría presenta una amplia variabilidad, esto obedece principalmente al comportamiento de la información suministrada por la Encuesta de Calidad e Vida (ECV) (), sobre el número de hogares que realizan la quema de residuos a cielo abierto, como una estrategia para la disposición de residuos sólidos. La emisión promedio histórica de esta categoría corresponde a 471 kt de CO_2eq, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 0,52%, una variación de 17,59% respecto a 1990 y 5,92% frente al 2018 (último año donde se presentó el INGEI). Cabe mencionar que, aunque frente a estos años las emisiones presentan un aumento, de acuerdo con toda la serie histórica se puede evidenciar varias reducciones como en los años 1997 y 2009, se podría decir que estas reducciones obedecen a aumentos en la cobertura de los servicios públicos. Sin embargo, como se ha mencionado, la tendencia de las emisiones se encuentra relacionada directamente con los resultados de la ECV, y este instrumento ha presentado varios cambios tanto en su periodicidad como en el tamaño de muestra, presentando amplias diferencias en la cantidad de hogares y la localización geográfica de los encuestados. Por otro lado, se puede evidenciar en la Figura 250, que la participación histórica promedio corresponde al 60,53% de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), el 33,27% a metano (CH_4) y el 6,21% restante a óxido nitroso (N_2O). Estas emisiones

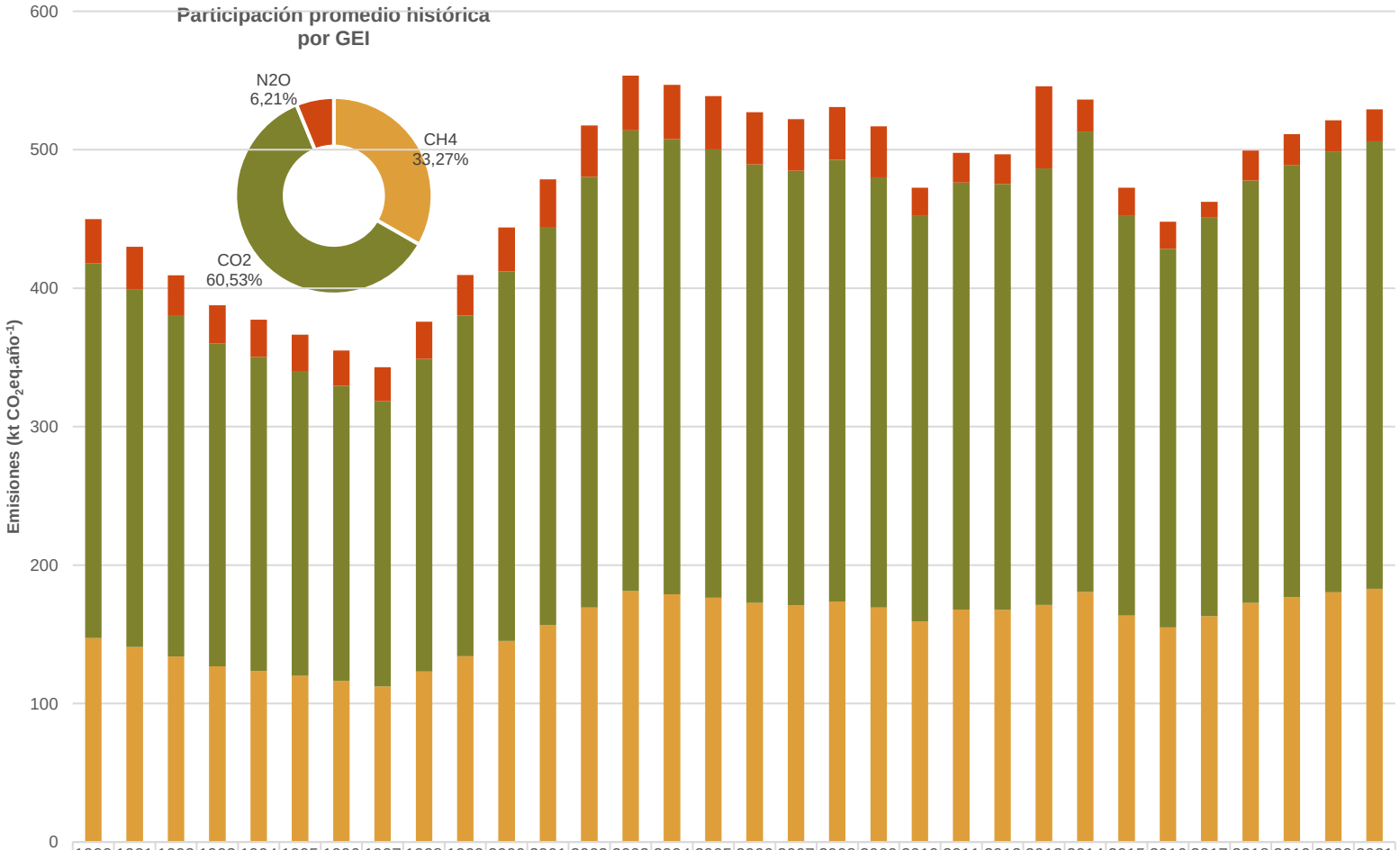
[38] Decreto 1076 de 2015, Título 5, capitulo 1, sección 3, el Artículo 2.2.5.1.3.13 "*Quemas abiertas: Queda prohibido dentro del perímetro urbano de ciudades, poblados y asentamientos humanos, y en las zonas aledañas que fije la autoridad competente, la práctica de quemas abiertas*" y el Artículo 2.2.5.1.3.14 "*Quemas abiertas en áreas rurales. Queda prohibida la práctica de quemas abiertas rurales, salvo las quemas controladas en actividades agrícolas y mineras*"

presentan la misma tendencia de comportamiento, dado que solo se tiene en cuenta una única variable.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.C.2.b.i Residuos sólidos municipales	450	430	409	388	377	366	355	343	376	409	444	479	518	553	547	539	527	522	531	517	473	498	497	546	536	473	448	462	499	511	521	529

Figura 249. Tendencia de las emisiones de GEI 5.C.2 Quema a cielo abierto de residuos, 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	32	31	29	28	27	26	25	25	27	29	32	34	37	40	39	39	38	37	38	37	20	21	21	59	23	21	19	11	22	22	23	23
CO2	270	258	246	233	227	220	213	206	226	246	267	288	311	333	329	324	317	314	319	311	293	308	308	315	333	289	274	288	305	312	318	323
CH4	147	141	134	127	124	120	116	112	123	134	145	157	169	181	179	176	173	171	174	169	159	168	168	171	181	163	155	163	173	177	180	183

Figura 250. Tendencia de las emisiones de GEI 5.C.2 Quema a cielo abierto de residuos, por GEI 1990-2021

7.5.9.2 *Metodología*

Para la estimación de emisiones de CO_2 en la subcategoría 5.C.2 se utiliza un nivel metodológico 2a, ya que se cuenta con datos específicos para el país sobre la cantidad de residuos que son quemados a cielo abierto. Respecto a las emisiones de CH_4 y N_2O el nivel metodológico corresponde al nivel 1.

7.5.9.2.1 Método de estimación

De acuerdo los criterios metodológicos mencionados anteriormente y la información disponible, las ecuaciones empleadas para la estimación de emisiones de la subcategoría 5.C.2 se describen en el Cuadro 57.

5.C.2. Quema a cielo abierto de residuos

Ecuación 5.7: Cantidad total de desechos sólidos municipales quemados por incineración abierta (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 5)

$$\boldsymbol{Cantidad\ de\ residuos = P \times P_{fracc} \times PPC \times B_{fracc} \times 365 \times 10^{-6}}$$

Donde:

- P = Población [habitantes]
- P_{fracc} = Fracción de la población que quema residuos. [fracción]
- PPC = Generación per cápita de residuos sólidos. [kg/hab/día]
- B_{fracc} = Fracción de la cantidad de residuos que se queman con respecto a la cantidad total de residuos. Valor por defecto = 0.6. [fracción]
- 365 = Días del año.
- 10^{-6} = Factor de conversión de kilogramos en gigagramos.

Ecuación 5.2: Estimación de las emisiones de CO2 basada en la composición de los desechos sólidos municipales (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 5)

$$\boldsymbol{Emisiones\ CO_2 = Cantidad\ de\ residuos \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF_j \times FCF_j \times OF_j) \times \left(\frac{44}{12}\right)}$$

Donde:

- Emisiones de CO_2 = Emisiones de CO_2 durante el inventario. [Gg/año]
- Cantidad de residuos= Cantidad total de residuos sólidos municipales quemados por incineración abierta. [Gg/año]
- WF_i = Fracción de tipo/material de residuo del componente *j* en los residuos sólidos. (En peso húmedo incinerados o quemados por incineración abierta) [Fracción]
- dm_j = contenido de materia seca en el componente *j* de los residuos sólidos quemados por incineración abierta. [Fracción]
- CF_i = fracción de carbono en la materia seca (es decir, contenido de carbono) del componente *j*. [Fracción]
- FCF_i = fracción de carbono fósil en el carbono total del componente *j*. [Fracción]
- OF_i = factor de oxidación. [Fracción]
- 44/12 = factor de conversión de C en CO_2
- j = Componente de los residuos sólidos incinerados/sometidos a incineración abierta, como papel/cartón, textiles, desechos de alimentos, madera, desechos de jardines y parques, pañales desechables, caucho y cuero, plásticos, metal, vidrio, otros desechos inertes.
-

Ecuación 5.4: Estimación de las emisiones de metano basada en la cantidad total de desechos quemados (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 5)

$$\boldsymbol{Emisiones\ CH_4 = \sum_j (IW_j \times EF_j) \times 10^{-6}}$$

Donde:

- Emisiones de CH_4 = Emisiones de CH_4 durante el año del inventario. [Gg/año]
- IW_i = Cantidad de desechos sólidos de tipo i quemados o incinerados por quema abierta. [Gg/año]
- EF_i = Factor de emisión de CH_4 agregado [kg. de CH_4/Gg de desechos]
- 10^{-6} = Factor de conversión de kilogramos en gigagramos
- i = Categoría o tipo de desecho quemado al aire libre

Ecuación 5.5: Estimación de las emisiones de N_2O basada en la entrada de desechos a los incineradores (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 5)

$$\boldsymbol{Emisiones\ N_2O = \sum_j (IW_j \times EF_j) \times 10^{-6}}$$

Donde:

- Emisiones de N_2O = Emisiones de N_2O durante el año del inventario. [Gg/año]
- IW_i = cantidad de residuos de tipo i quemados por incineración abierta. [Gg/año]
- EF_i = Factor de emisión de N_2O para desechos de tipo i. [kg. de N_2O/Gg de residuos]
- 10^{-6} = Factor de conversión de kilogramos en Gigagramos

- i = Categoría o tipo de desecho quemado al aire libre.

Cuadro 57. Ecuación de estimación de emisiones de GEI para la quema a cielo abierto de residuos (5.C.2.)

7.5.9.2.2 Factor de emisión

Las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O, son calculadas de acuerdo con los factores de emisión y variables especificadas en la Tabla 306. Es necesario tener en cuenta que el nivel metodológico para las emisiones de CO_2, corresponde a los niveles 2a y las de CH_4 y N_2O a nivel 1.

Tabla 306. Factores de emisión – Quema a cielo abierta de residuos (5.C.2.)

Subcategoría	GEI	Factor empleado	Valor	Fuente de información
5.C.2. Quema a cielo abierto de residuos	CO_2	Contenido de materia seca:		Cuadro 2.4. Volumen 5. Capítulo 2. p.2.15. IPCC 2006
		Comida	0,4	
		Jardín	0,4	
		Papel	0,9	
		Madera	0,85	
		Textiles	0,8	
		Pañales	0,4	
		Plásticos y otros inertes	1	
		Fracción de carbono en la materia seca:		Cuadro 2.4. Volumen 5. Capítulo 2. p.2.15. IPCC 2006
		Comida	0,38	
		Jardín	0,49	
		Papel	0,46	
		Madera	0,5	
		Textiles	0,5	
		Pañales	0,7	
		Plásticos y otros inertes	0,75	
		Fracción de carbono fósil en él % del carbono total:		Cuadro 2.4. Volumen 5. Capítulo 2. p.2.15. IPCC 2006
		Comida	1	
		Jardín	1	
		Papel	0,01	
		Madera	1	
		Textiles	0,2	
		Pañales	0,1	
		Plásticos y otros inertes	1	
		Factor de oxidación	0,58	Cuadro 5.2, Volumen 5. Capítulo 5. p.5.20. IPCC 2006
		Fracción de la cantidad de residuos que se queman con respecto a la cantidad total de residuos	0,6	Recuadro 5.1. Volumen 5. Capítulo 5. p.5.18. IPCC 2006
		Generación per cápita de residuos sólidos	0,26 t.per cápita^{-1}. año^{-1}	Cuadro 2.1, Volumen 5, Capítulo 2, p2.6. IPCC 2006
	CH_4	Factor de emisión - kg/Gg base húmeda	6.500	Sección 5.4.2. Volumen 5. Capítulo 5. p.5.22. IPCC 2006
	N2O	Factor de emisión - kg/Gg peso seco	150	Cuadro 5.6. Volumen 5. Capítulo 5. p.5.24. IPCC 2006
		Fracción de carbono en la materia seca		Cuadro 2.4. Volumen 5. Capítulo 2. p.2.15. IPCC 2006
		Comida	0,38	
		Jardín	0,49	
		Papel	0,46	
		Madera	0,5	
		Textiles	0,5	
		Pañales	0,7	
		Plásticos y otros inertes	0,75	

7.5.9.2.3 Dato de actividad

Con el objetivo de determinar la cantidad de residuos sólidos municipales sometidos a quema abierta como método de eliminación, se consultaron dos fuentes de información principales: la SSPD y el DANE.

La información proporcionada por la SSPD reporta la cantidad de residuos que son incinerados a cielo abierto, ya sea por los operadores o por los municipios como una alternativa de manejo. Estos datos se identifican durante el procesamiento de las bases de datos de disposición final de residuos del Sistema Único de Información (SUI).

Tabla 307. Fuentes de información datos de actividad - 5.C.2. Incineración a cielo abierto de residuos

Subcategorías	Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad	
		Periodo	Fuente de datos
5.C.2. Incineración a residuos a cielo abierto	Población	1990 - 2021	Proyecciones de población - DANE
	Fracción de la población que quema residuos	1997 - 2021	Encuesta de Calidad Vida (ECV) - DANE

Por otro lado, el DANE, a través de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV), proporciona el número de hogares a escala nacional que utilizan la quema como método de manejo de residuos. Los datos de esta encuesta provienen de una muestra de la población, por lo que, al procesar la información, es necesario aplicar los factores de expansión proporcionados por el DANE para extrapolar los resultados a toda la población nacional y sus departamentos.

En el pasado, la ECV se realizaba de manera puntual en ciertos años, como 1993, 1997, 2003, 2008 y 2010. Por esta razón, para los propósitos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), fue necesario ajustar la serie temporal utilizando interpolación para los periodos en los que no se disponía de información. No obstante, para los años posteriores, la ECV ofrece datos de manera anual.

Finalmente, para estimar la cantidad de residuos quemados, se utilizó la ecuación 5.7 descrita en el Cuadro 57, ingresando como dato de actividad la cantidad de población que practica la quema de residuos y, en algunos casos, la cantidad de residuos quemados según la información del SUI. Con base a esta información se estima la información reportada en la Tabla 308.

Tabla 308. Residuos quemados a cielo abierto (kt base húmeda)

Año	Kilotoneladas (kt)	Año	Kilotoneladas (kt)	Año	Kilotoneladas (kt)
1990	0,810	2001	0,861	2012	0,921
1991	0,774	2002	0,931	2013	0,941
1992	0,736	2003	0,996	2014	0,992
1993	0,698	2004	0,984	2015	0,898
1994	0,679	2005	0,969	2016	0,851
1995	0,659	2006	0,948	2017	0,897
1996	0,639	2007	0,939	2018	0,949
1997	0,617	2008	0,955	2019	0,971
1998	0,676	2009	0,930	2020	0,991
1999	0,737	2010	0,876	2021	1,005
2000	0,798	2011	0,923	2022	-

7.6 Tratamiento y eliminación de aguas residuales (CRT. 5.D)

En la categoría de tratamiento y eliminación de aguas residuales se tiene en cuenta las emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) derivadas del tratamiento y eliminación en medio anaeróbico. Las aguas residuales consideradas dentro del INGEI, son de origen doméstico e industrial, teniendo en cuenta que las domésticas son todas las aguas residuales que ingresan al servicio de alcantarillado y son posteriormente tratadas y las aguas que son vertidas a cuerpos de agua; ahora bien, para las aguas industriales se tiene en cuenta los vertimientos que resultan de las diferentes

industrias y se clasifican de acuerdo a su origen teniendo en cuenta que son vertimientos con unas composiciones diferentes.

Es importante mencionar que Colombia ha sido un país pionero frente a la expedición de normatividad ambiental, desde la 1974 con la expedición del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección del medio ambiente bajo el Decreto 2811 de 1974, se ha originado la implementación de medidas que promueven la preservación del recurso hídrico y da lineamiento en relación con el derecho de uso y manejo de vertimientos

7.6.1 Descripción de la categoría

Siguiendo las directrices y lineamientos de las guías metodologías del IPCC, para esta categoría se tienen en cuenta las emisiones generadas por el tratamiento de aguas residuales domésticas (subcategoría 5.d.1) y tratamiento y eliminación de agua industriales (5.D.2.), tal y cómo se puede observar en la Figura 251.

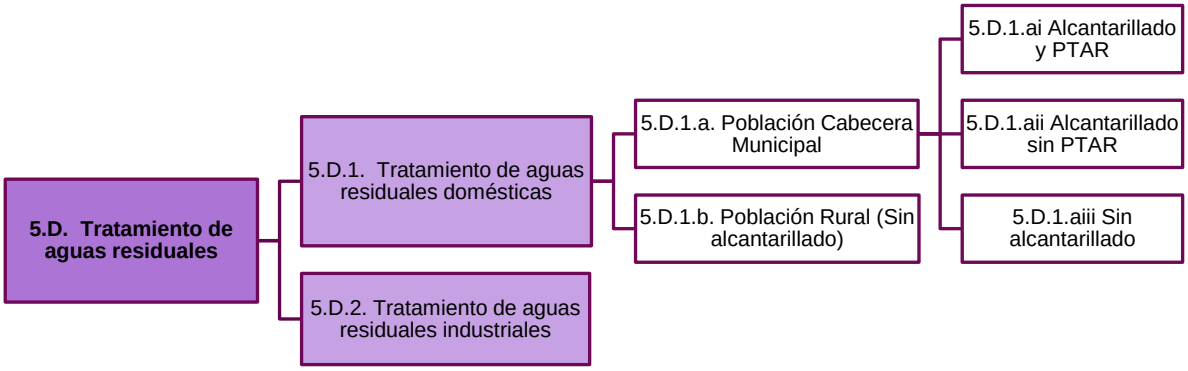


Figura 251. Subcategorías estimadas en 5.D. Tratamiento de Aguas Residuales

Colombia ha logrado avances importantes en el tratamiento de aguas residuales pasando de un 8% de aguas residuales urbanas tratadas en 2002 a un 52,02% en el 2020 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2022). Este avance ha sido obtenido en gran medida con la formulación e implementación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales PMAR 2204, cuyo objetivo principal fue el de estructurar estrategias de gestión sectorial y ambiental, orientadas a resolver la problemática de contaminación hídrica generada por lo vertimientos de aguas residuales municipales.

Además, en los últimos años el país ha definido una serie de políticas que buscan orientar el manejo de aguas residuales, entre ellas: la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, Política de Crecimiento Verde, Política Nacional de Cambio Climático, Estrategia de Economía Circular, Política de Ciudades Sostenibles, Conpes 4004 de economía circular, entre otras, que buscan mejorar el manejo de las aguas residuales municipales.

7.6.2 Tendencia de las emisiones de la categoría

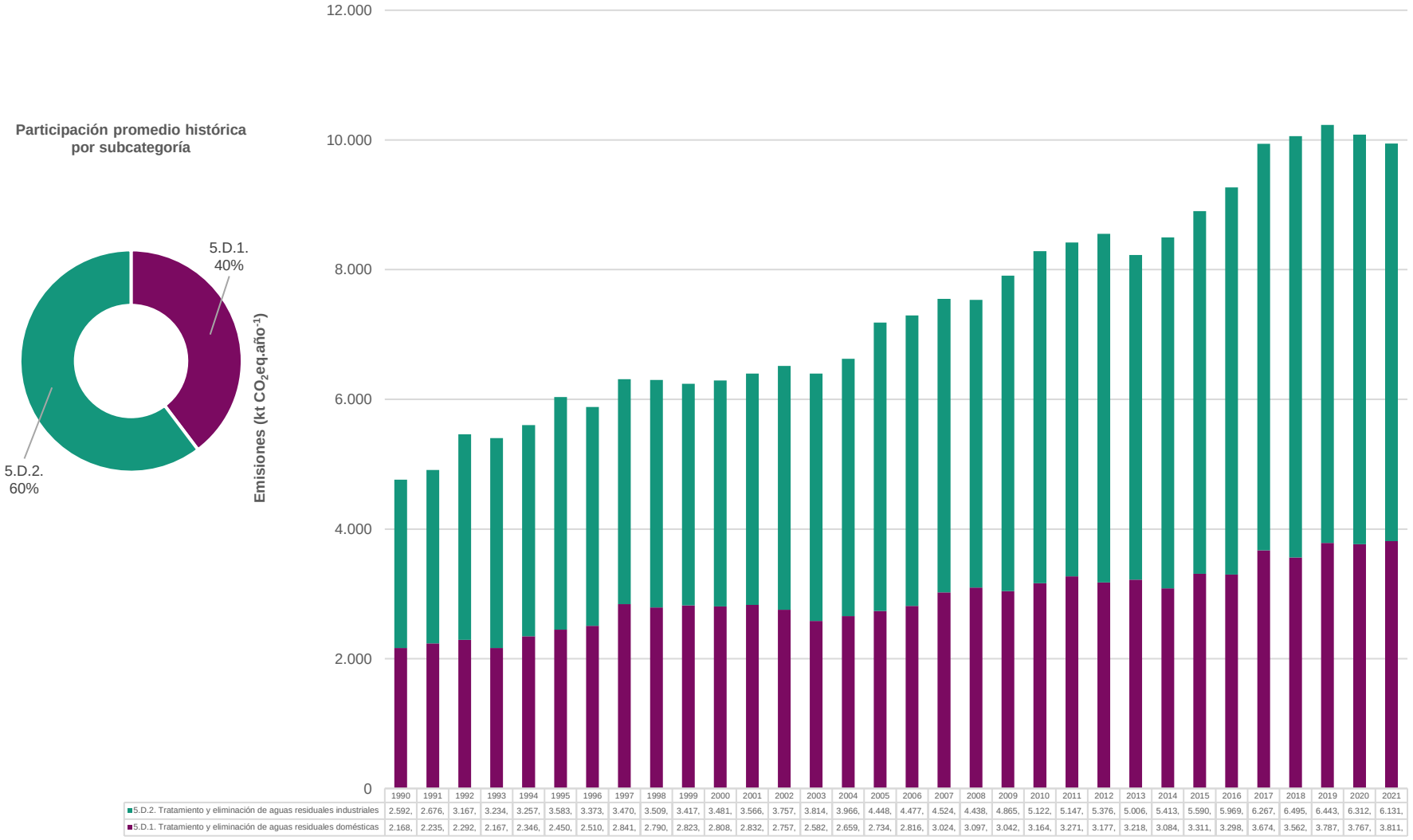
En la categoría 5.D, de acuerdo con la información suministrada por la Tabla 309 las emisiones promedio corresponden a 7.406,72 kt de CO_2eq, con una participación histórica promedio del 44,77% de las emisiones del sector de residuos. Con una tasa de crecimiento compuesta del 2,40% y una variación de las emisiones del 2021 del 108,85% respecto al año 1990’ y del -1,15% respecto al 2018.

Tabla 309. Emisiones de GEI (kt CO2eq) – 5.D. Tratamiento de aguas residuales

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
5.D. Tratamiento de aguas residuales	**4.761,02**	**6.034,04**	**6.289,90**	**7.183,42**	**8.286,26**	**8.902,11**	**10.080,00**	**9.943,19**
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas	2.168,07	2.450,83	2.808,20	2.734,55	3.164,01	3.311,37	3.767,72	3.811,88
5.D.1.a. Población Cabecera Municipal	1.684,8	1.889,1	2.204,7	2.035,3	2.300,8	2.243,8	2.624,42	2.650,74
5.D.1.b. Población Rural (Sin alcantarillado)	483,3	561,7	603,5	699,2	863,2	1.076,6	1.143,31	1.161,14
5.D.2. Tratamiento de aguas residuales industriales	2.592,94	3.583,20	3.481,70	4.448,87	5.122,25	5.590,73	6.312,27	6.131,32

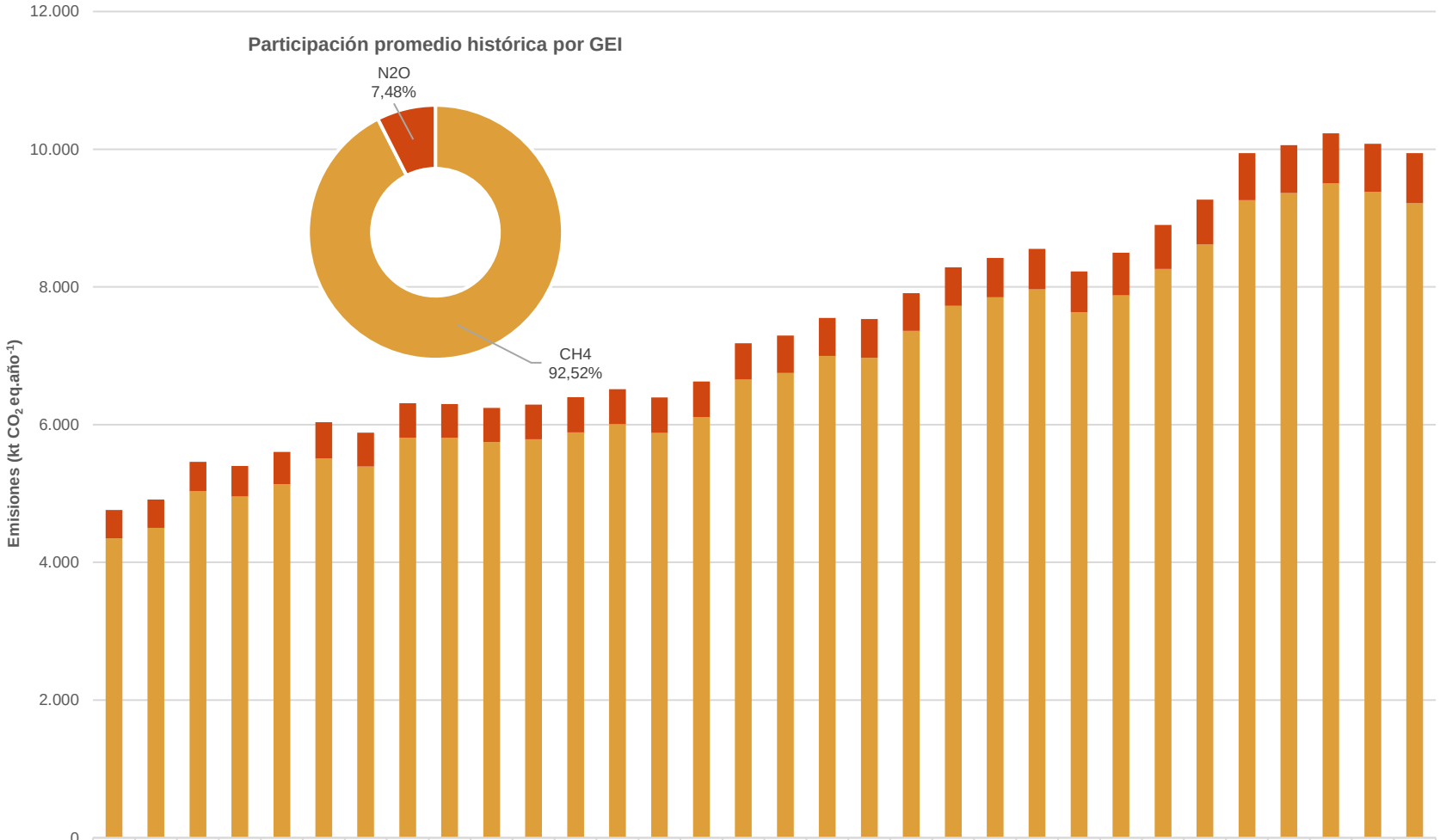
En concordancia con la tabla anterior, en la Figura 252 se observa una tendencia creciente de las emisiones por tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas. Esto obedece principalmente a la relación de las emisiones con la población, una variable que se encuentra en constante crecimiento, adicional a la incidencia del desarrollo económico en la generación de aguas residuales industriales.

En la Figura 253, se puede evidenciar que para esta categoría la mayor parte de las emisiones corresponde al metano (CH_4) aportando el 92,52% de las emisiones y el 7,48% restante corresponde a óxido nitroso (N_2O).



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	2.592,	2.676,	3.167,	3.234,	3.257,	3.583,	3.373,	3.470,	3.509,	3.417,	3.481,	3.566,	3.757,	3.814,	3.966,	4.448,	4.477,	4.524,	4.438,	4.865,	5.122,	5.147,	5.376,	5.006,	5.413,	5.590,	5.969,	6.267,	6.495,	6.443,	6.312,	6.131,
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	2.168,	2.235,	2.292,	2.167,	2.346,	2.450,	2.510,	2.841,	2.790,	2.823,	2.808,	2.832,	2.757,	2.582,	2.659,	2.734,	2.816,	3.024,	3.097,	3.042,	3.164,	3.271,	3.177,	3.218,	3.084,	3.311,	3.298,	3.674,	3.562,	3.787,	3.767,	3.811,

Figura 252. Tendencia de las emisiones de GEI 5.D. Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, por subcategoría, 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	411	413	427	446	469	525	493	499	493	494	500	510	509	517	516	528	544	551	566	548	559	571	590	591	619	641	653	683	695	727	702	729
CH4	4351	4499	5033	4956	5134	5509	5390	5813	5808	5748	5790	5889	6006	5879	6110	6655	6750	6998	6970	7360	7727	7849	7964	7634	7879	8261	8615	9258	9363	9504	9378	9214

Figura 253. Tendencia de las emisiones de GEI 5.D. Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, por GEI, 1990-2021

7.6.3 Descripción de flexibilidades aplicadas

De acuerdo con el párrafo 58 de la Decisión 18/CMA.1 de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, el país se acoge a la flexibilidad de la serie de tiempo para reportar el inventario nacional de GEI de 1990 a 2021 ya que algunas fuentes de información no poseen los datos requeridos para estimaciones de emisiones de GEI a 2022. Sin embargo, para el caso de la subcategoría 5.D.2, la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del Departamento Administrativo Nacional de estadística (DANE) que en su anexo 6.2, provee los datos de fabricación para diferentes tipos de productos dentro de los grupos industriales que se contemplan en la estimación de emisiones por tratamiento de aguas residuales industriales, que para la fecha de cierre de estimaciones no se encontraba actualizado al 2022.

7.6.4 Análisis de incertidumbre y consistencia de la serie temporal

En la Tabla 310 se presentan los resultados de incertidumbre para la subcategoría 5.D. para el período 1990-2021 la incertidumbre promedio es de ±16,62%. En el año 1990 la incertidumbre fue de ±23,33% y en el año 2021 fue de ±12,24%, con una reducción porcentual de 47,52% en la incertidumbre de esta categoría. Esta reducción en la incertidumbre se atribuye principalmente a una mejora en la calidad de los datos de actividad, esto se refleja especialmente con la representatividad de la encuesta anual manufacturera, por ejemplo, los datos de café (Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales) pasaron de tener 25% de incertidumbre para el periodo 1990-2018 a 20% en el periodo 2019-2021. Por tipo de GEI el CH_4 y N_2O tienen incertidumbres promedio de 17,88% y 25,50%, respectivamente. Para la categoría 5.D. la incertidumbre del año 2021 está asociada o influenciada por las incertidumbres de los factores de emisión empleados. Para el año 2021 la subcategoría con mayor incertidumbre fue la 5.D.1. con un valor de ±25,46%.

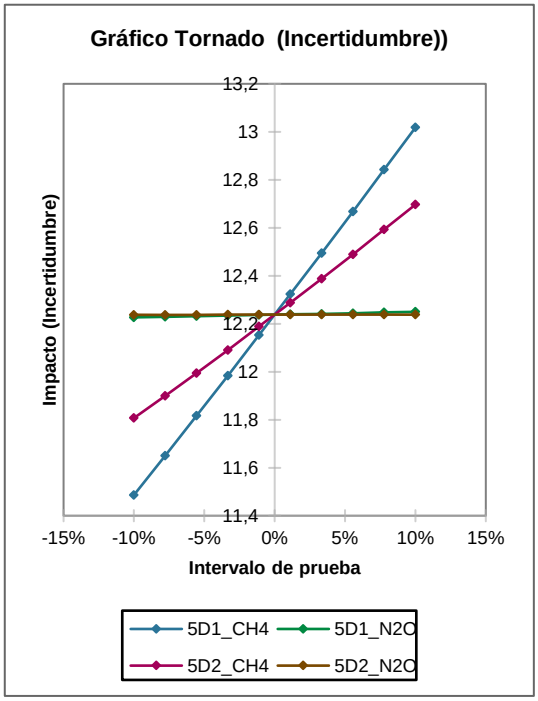
Tabla 310. Resultados de incertidumbre - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D)

Categoría	GEI	1990 (±%)	1995 (±%)	2000 (±%)	2005 (±%)	2010 (±%)	2015 (±%)	2020 (±%)	2021 (±%)	Influencia del DA o FE en la incertidumbre
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales.	TODOS	23,33	22,36	24,34	14,77	15,60	12,05	12,12	12,24	NA
	CH_4	25,30	24,36	26,33	15,84	16,63	12,93	12,98	13,15	NA
	N_2O	36,01	26,56	28,84	22,64	24,32	16,28	15,38	16,31	NA
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	TODOS	44,02	48,22	48,73	29,99	32,17	24,68	24,72	25,46	FE
	CH_4	50,87	56,87	56,87	35,28	37,21	29,33	29,33	30,21	NA
	N_2O	45,65	34,11	34,11	27,21	29,68	18,88	17,45	18,88	NA
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	TODOS	21,90	18,18	19,72	15,12	15,55	12,43	12,53	11,98	FE
	CH_4	22,70	18,87	20,20	15,44	15,87	12,64	12,70	12,19	NA
	N_2O	38,50	33,13	33,28	20,71	19,41	15,55	15,26	16,40	NA

En la Figura 254 se presentan los resultados numéricos del análisis de sensibilidad aplicado a los datos de incertidumbre para el año 2021, complementados por el gráfico de tornado asociado. Este análisis permite visualizar la influencia de diferentes subcategorías y su estimación por GEI, sobre la incertidumbre total, destacando aquellos que tienen un mayor impacto. En la gráfica (b) de sensibilidad, los resultados indican que la subcategoría 5D1_CH_4 es la más sensible con una contribución del 74%, seguido por la subcategoría 5D2_CH_4 que contribuye en un 25% a la incertidumbre total de la categoría 5.D. debido a que presentan las mayores emisiones e incertidumbres.

La subcategoría 5D1_CH_4 tienen un impacto significativo en la incertidumbre de la categoría 5.D., contribuyendo en un aumento o disminución de hasta ±0,77% en los intervalos de incertidumbre total del 2021 que es ±12,24%. En el gráfico (a) de tornado se ilustra este rango de variación, que oscila entre 11,49% y 13,02%.

a)



b)

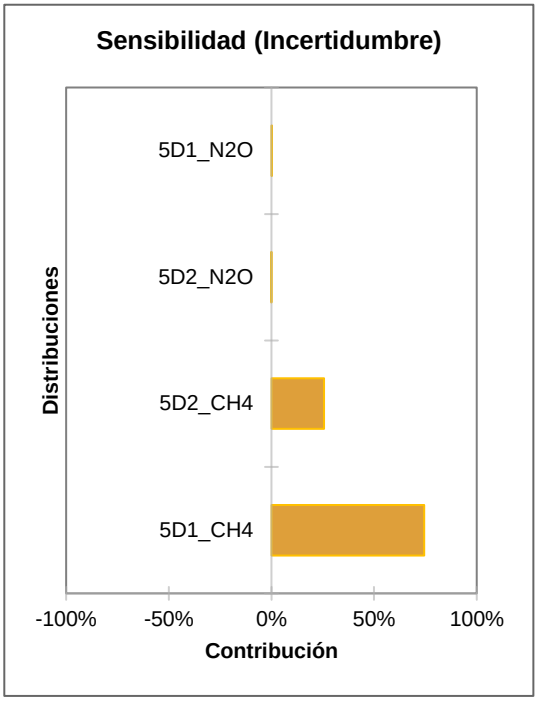


Figura 254. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5.D.) para 2021

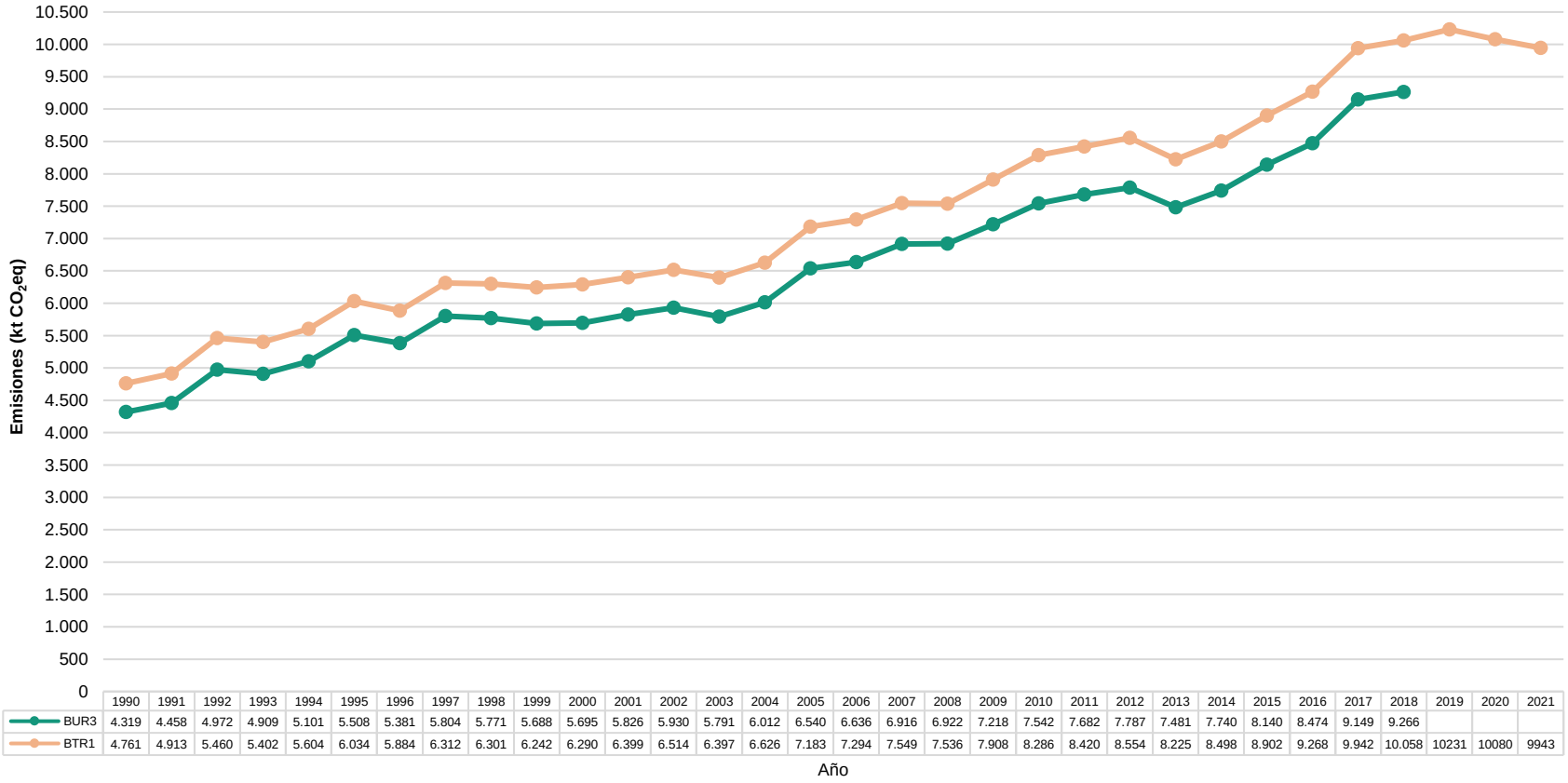
7.6.5 AC/CC y verificación de la categoría

Con el objetivo de realizar el control y aseguramiento de los datos. De acuerdo con las directrices establecidas en el Capítulo 6, Volumen 1 de las Guías IPCC 2006, se realizaron las siguientes acciones:

- Verificación cruzada de los datos de actividad, factores de emisión y otros parámetros necesarios para la estimación de las emisiones asociadas a la disposición de residuos sólidos y líquidos en Colombia.
- Identificación de valores atípicos de los datos de entrada y el resultado de la emisión, verificando su procedencia y realizando los ajustes pertinentes, incluyendo la revisión de conversión de unidades.
- Análisis de tendencia de los datos de actividad y los resultados de las emisiones reportados durante la serie temporal (1990-2021) en las respectivas fases de ejecución del ciclo de elaboración del inventario.
- Comparación de resultados con otros reportes como el Tercer Informe Bienal de Actualización de cambio climático (BUR3) para identificar variaciones que pueden estar asociadas a recálculos, ajustes metodológicos, factores de emisión, supuestos, entre otros.
- Se controla que se mantengan la coherencia de las unidades y la metodología de cálculo para toda la serie de tiempo.

7.6.6 Recálculos de la categoría

Aunque para la subcategoría 5.D.1, no se realizan recálculos, para la subcategoría 5.D.2, se realiza el proceso de ponderación del factor de emisión para CH_4 y N_2O contemplando la influencia de los datos del RUA manufacturero desde 2015 a 2021. Esto conlleva a una variación promedio histórica de 9,56% respecto al reporte de BUR3, con una participación de 3,12% en el inventario nacional en promedio.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	4.319	4.458	4.972	4.909	5.101	5.508	5.381	5.804	5.771	5.688	5.695	5.826	5.930	5.791	6.012	6.540	6.636	6.916	6.922	7.218	7.542	7.682	7.787	7.481	7.740	8.140	8.474	9.149	9.266			
BTR1	4.761	4.913	5.460	5.402	5.604	6.034	5.884	6.312	6.301	6.242	6.290	6.399	6.514	6.397	6.626	7.183	7.294	7.549	7.536	7.908	8.286	8.420	8.554	8.225	8.498	8.902	9.268	9.942	10.058	10231	10080	9943

Figura 255. Recálculos 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales

7.6.7 Plan de mejora de la categoría

Con el objetivo de mejorar la calidad de la información y estimación de emisiones, en acuerdo con los diferentes actores se establecen las siguientes actividades.

Tabla 311. Plan de mejora para 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales

Subcategoría	Propuesta de mejora	Posibles acciones	T	Ex	Exh	C	Ch	Plazo	Actores involucrados	Estado
5.D.1. Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas	Mejorar la calidad de la información necesaria para estimar las emisiones derivadas del tratamiento de agua residual doméstica.	Identificar el tipo tratamiento utilizado por las PTAR municipales.	x			x		Mediano	Min. Vivienda SSPD	Planeación
		Reconocer la caracterización (DBO) de los vertimientos generados en las PTAR municipales.		x			x	Corto	MinAmbiente Min. Vivienda	Planeación
		Asociar y consolidar la información relacionada con generación y aprovechamiento de Biogás.	x	x	x			Mediano	CAR Min. Vivienda Min. Ambiente	Planeación
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Reducir la incertidumbre de la información requerida para el cálculo de la emisión con el fortalecimiento del RUA manufacturero como fuente de información y la identificación de nuevas fuentes de información con el apoyo de MINCIT y MinAmbiente	Fortalecimiento del RUA manufacturero como fuente de información para la estimación del caudal vertido, los tratamientos y la carga orgánica de los mismos en establecimientos industriales Establecer acuerdos interinstitucionales con el apoyo de MinAmbiente y MINCIT con las Autoridades Ambientales, para identificar las empresas que cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales industriales y así, desarrollar espacios de trabajo que permitan reducir la incertidumbre de la información en esta subcategoría accediendo a data específica sobre caudales de vertimiento, tratamientos y carga contaminante (DQO). Asi mismo, con esta vinculación del sector industrial a la construcción del inventario, identificar aquellas plantas que realizan captura, almacenamiento y aprovechamiento de biogás para contemplar su influencia dentro del inventario	x	x	x			Largo	IDEAM - MINCIT - MinAmbiente - Autoridades ambientales - Empresas con PTARind	Planeación
		Lograr reducir la incertidumbre de la emisión accediendo a la información detallada y fortaleciendo la interoperabilidad con las empresas que cuentan con PTARind o aquellas dedicadas a tratar sus aguas. Capacitar a los sectores en la importancia y forma de estimar la incertidumbre y alentarlos a incluirla en el reporte de información.		x	x		x	Largo	IDEAM - MinComercio - MinAmbiente - Autoridades ambientales - Empresas con PTARind	Planeación

	Identificar las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales del pais o en su defecto las principales y realizar acercamientos para acceder a la información relacionada con sus vertimientos, tratamientos empleados y reportes de DQO, además de la identificación de aquellas que realizan aprovechamiento de biogás.	Fortalecer la articulación entre el sector privado, la academia, el sector público y el IDEAM para la construcción conjunta del inventario de acuerdo con las MPG.	x	x	x	x	x	Mediano	IDEAM - DANE	Planeación

Nota: T: Transparencia, Ex: Exactitud, Exh: Exhaustividad, C: Comparabilidad, Ch: Coherencia.

Plazo corto: Se espera ejecución en BTR2, Plazo mediano: Se espera ejecución en BTR3, Plazo largo: Se espera ejecución en BTR4.

7.6.8 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (CRT. 5.D.1)

En esta subcategoría se estiman las emisiones generadas por el tratamiento de aguas residuales domésticas en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), pozos sépticos, letrinas y descargas directas a cuerpos de agua y/o suelo. Se contabilizan tanto las emisiones de metano (CH_4) como las emisiones indirectas de óxido nitroso (N_2O), estas últimas derivadas del consumo de proteína por parte de la población.

En Colombia, se ha avanzado considerablemente en el tratamiento de aguas residuales urbanas, gracias a la ejecución de las acciones del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales (PMAR), el programa Saver (Saneamiento y Vertimiento) y al desarrollo de normativas asociadas; se ha logrado aumentar el porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas, iniciando con un 8,00% en el año 2002 y logrando un 53,12% para el año 2021[39] (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2021).

Cabe mencionar que de acuerdo con la Ley 142 de 1994, en la zona rural donde los predio y viviendas están ubicados de manera dispersa no se considera la prestación del servicio público de acueducto y alcantarillado. Razón por la que aún se siguen presentando vertimientos sobre el suelo y cuerpos de agua, o la implementación de algunos sistemas alternativos como pozo sépticos y letrinas.

[39] Información disponible en: https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/saneamiento-de-vertimientos

7.6.8.1 *Descripción de la subcategoría*

En Colombia, las aguas residuales, son aguas utilizadas y servidas. En el caso particular de las aguas residuales domésticas son aquellas que provienen de las actividades diarias en los hogares (Subdirección de Salud Ambiental, 2022). Este tipo de aguas son tratadas principalmente en PTAR municipales en las zonas urbanas y con acceso a servicios públicos domiciliarios; en zonas urbanas y rurales donde no se cuenta con este acceso, también son tratadas por medio a tratamiento alternativos como pozos sépticos y letrinas y/o vertidas a cuerpo de agua y suelo (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2021).

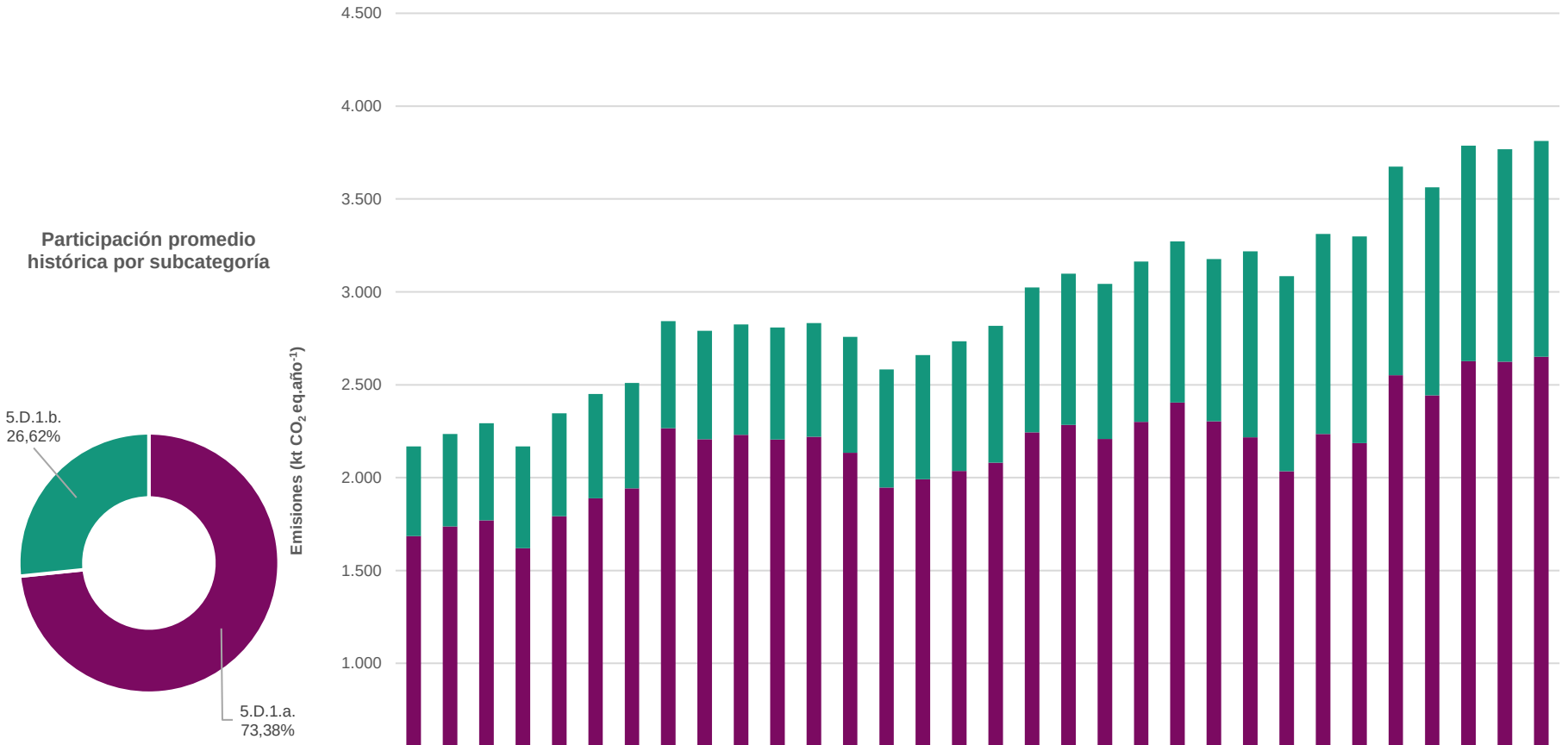
Para la actividad de tratamiento de aguas residuales correspondiente a la subcategoría 5.D.1 en el inventario nacional de GEI, se presenta un promedio de 2.941,05 kt CO_2eq, que equivale en promedio a un 40% de las emisiones de categoría 5.D. Tratamiento de aguas residuales. Como se puede evidenciar en la Tabla 312:

Tabla 312. Emisiones de GEI (kt CO2eq) – 5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas	2.168,07	2.450,83	2.808,20	2.734,55	3.164,01	3.311,37	3.767,72	3.811,88
5.D.1.a. Población Cabecera Municipal	1.684,8	1.889,1	2.204,7	2.035,3	2.300,8	2.243,8	2.624,42	2.650,74
5.D.1.ai Alcantarillado y PTAR	1.024,9	1.097,5	1.393,8	1.192,7	1.276,4	1.039,9	1.431,56	1.431,56
5.D.1.aii Alcantarillado sin PTAR	469,9	528,9	535,3	558,5	511,6	749,4	889,04	910,95
5.D.1.aiii Sin alcantarillado	190,0	262,7	275,7	284,1	512,8	445,5	303,81	308,22
5.D.1.b. Población Rural (Sin alcantarillado)	483,3	561,7	603,5	699,2	863,2	1.076,6	1.143,31	1.161,14

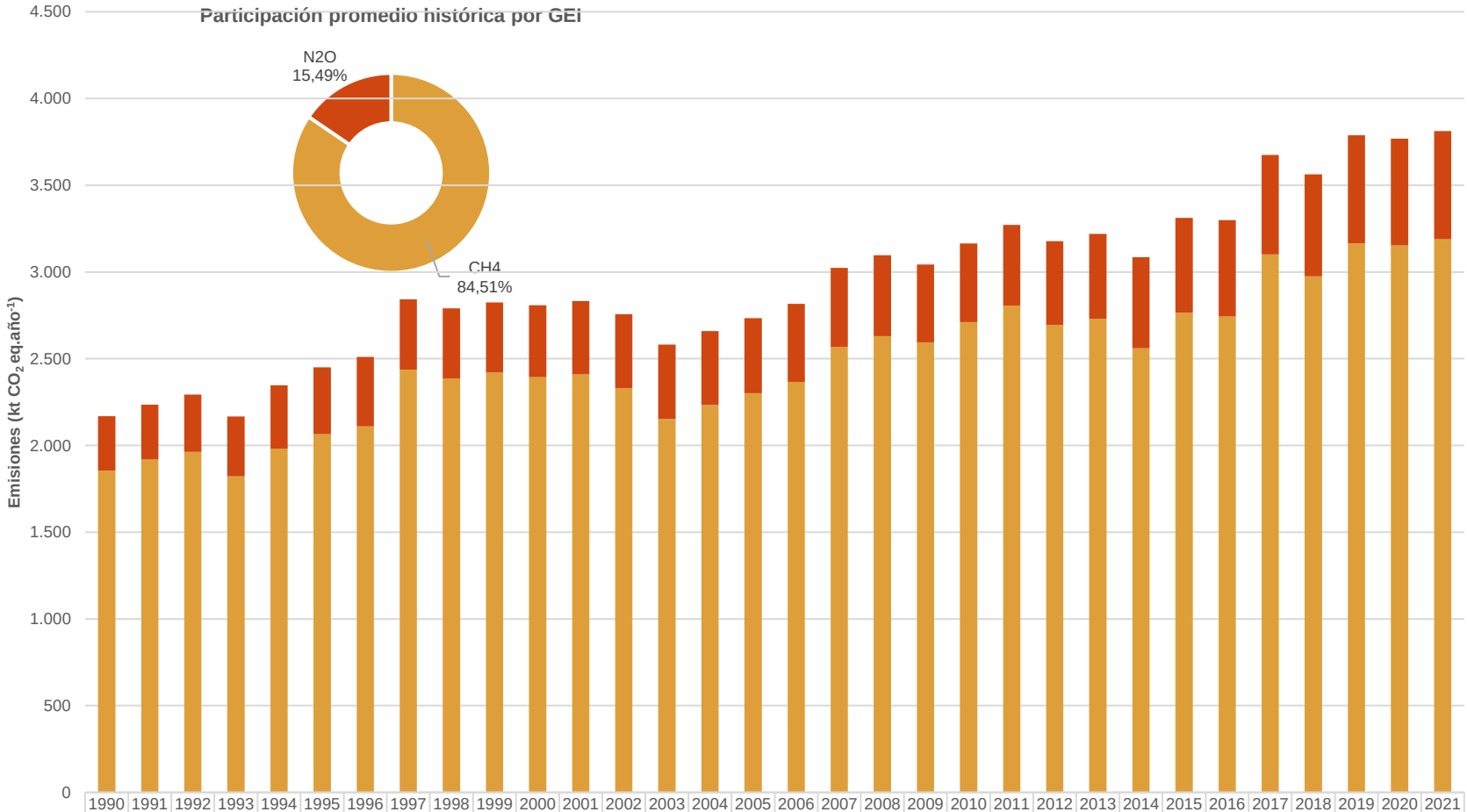
Como se evidencia en la Tabla 312, la tendencia de las emisiones durante la serie de tiempo 1990 – 2021 es creciente, la tasa de crecimiento anual compuesta del 1,84% y una variación del 7,00% respecto al 2018 y de 358,62% respecto al 1990 (Ver Figura 256).

El tratamiento de aguas residuales por medio de PTAR es la actividad que más aporta a la generación de emisiones de la subcategoría 5.D.1. a lo largo de la serie temporal, seguida de las emisiones ocasionadas por la población rural (sin servicio de alcantarillado). Los gases de efecto invernadero estimados para esta subcategoría corresponden al 84,51% de metano (CH_4) y el 15,49% a óxido nitroso (N_2O), esté último generado de manera indirecta y asociado al consumo de proteína de la población (Ver Figura 257).



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.D.1.b. Población Rural (Sin alcantarillado)	483,3	497,7	523,3	548,3	554,5	561,7	568,5	575,9	584,6	593,9	603,4	612,5	623,6	635,3	668,5	699,2	736,2	780,9	812,9	833,9	863,1	867,5	873,8	1.001	1.051	1.076	1.112	1.122	1.120	1.161	1.143	1.161
5.D.1.a. Población Cabecera Municipal	1.684	1.737	1.769	1.619	1.792	1.889	1.941	2.265	2.206	2.230	2.204	2.219	2.133	1.946	1.990	2.035	2.080	2.243	2.284	2.208	2.300	2.404	2.303	2.217	2.033	2.234	2.185	2.551	2.442	2.626	2.624	2.650

Figura 256. Tendencia de las emisiones de GEI 5.D.1 Tratamiento de aguas residuales domésticas, por subcategoría, 1990-2021



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
N2O	313	317	330	345	366	386	400	404	405	403	415	423	426	429	426	434	450	457	467	449	453	466	483	489	525	547	555	573	588	622	614	623
CH4	1855	1919	1963	1823	1981	2065	2111	2437	2386	2421	2393	2409	2331	2153	2233	2301	2366	2567	2630	2594	2711	2806	2695	2730	2560	2764	2744	3101	2974	3166	3154	3189

Figura 257. Tendencia de las emisiones de GEI 5.D.1 Tratamiento de aguas residuales domésticas, por GEI, 1990-2021

7.6.8.2 *Metodología*

Para la estimación de las emisiones de la subcategoría 5.D.1, se tuvo en cuenta las directrices establecidas en el capítulo 6. Tratamiento y eliminación de aguas residuales de las guías de IPPC.

7.6.8.2.1 Método de estimación

De acuerdo con la información disponible, la metodología utilizada para estimar las emisiones generadas por el tratamiento de aguas residuales domésticas se clasifica como Nivel 1, ya que se basó en factores de emisión estándar de las guías del IPCC y se cuenta con información para el país relacionado con la actividad, más no la actividad que genera las emisiones de GEI. Este enfoque fue aplicado para la estimación de emisiones tanto al metano (CH_4) como al óxido nitroso (N_2O).

Las ecuaciones utilizadas para las estimaciones de la subcategoría 5.D.1 se presentan en el cuadro a continuación.

5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas

A continuación, se presenta la ecuación empleada para la estimación de emisiones de metano por tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas, atendidas por las PTAR.

Ecuación ajustada basada en la Ecuación 6.1 de las directrices del IPCC: Emisiones totales de CH_4 procedentes de las aguas residuales domésticas tratadas en las PTAR (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6)

$$\boldsymbol{Emisión\ CH_4 = \left[\left(\left(P_J * DBO * I\right) - S\right)\right) * EF_J\right] - R}$$

Donde:

- Emisiones de CH_4 = Emisiones de CH_4 durante el año del inventario. [kg. de CH_4/año]
- DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno - Materia orgánica per cápita (Valor por defecto[40] = 14.6). [kg. de DBO/persona/año]
- S = Componente orgánico separado como lodo (Valor por defecto = 0). [kg. de DBO/año]
- Pj = Población que utiliza cada sistema
- j = Cada vía o sistema de tratamiento/eliminación
- EFj = Factor de emisión. [kg. de CH_4/kg. de DBO]
- R = cantidad de CH_4 recuperada durante el año del inventario. [kg. de CH_4/año]
- I = factor de corrección para DBO industrial adicional eliminado en alcantarillado (si es recolectado el valor por defecto es 1.25, si no es recolectado el valor por defecto es 1).

La siguiente ecuación contempla las emisiones generadas por el uso de otros medios de disposición de aguas residuales domésticas diferentes a las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Ecuación ajustada basada en la Ecuación 6.1: Emisiones totales de CH_4 procedentes de las aguas residuales domésticas eliminadas por otros medios de disposición (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6)

$$\boldsymbol{Emisión\ CH_4 = \left[\left(P_J * DBO\right) * EF_J\right]}$$

Donde:

- Emisiones de CH_4 = Emisiones de CH_4 durante el año del inventario. [kg. de CH_4/año]
- DBO = Materia orgánica per cápita (Valor por defecto[41] = 14.6). [kg. de DBO/persona/año]
- Pj = Población que utiliza cada sistema
- j = Cada vía o sistema de tratamiento/eliminación
- EFj = Factor de emisión. [kg. de CH_4/kg. de DBO]

Ecuación 6.2: Factor de emisión de CH_4 para cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación de aguas residuales domésticas (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6)

[40] Valor defecto IPCC = 40 g DBO /persona/día, cambio de unidades a 14.6 kg/persona/año.

5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas

$$EF_i = B_0 * MCF_I$$

Donde:

- EF_j = factor de emisión. [kg de CH_4/kg de DBO]
- j = cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación
- B_o = capacidad máxima de producción de CH_4, (Valor por defecto=0.6). [kg de CH_4/kg. de DBO]
- MCFj = factor corrector para el metano. [Fracción]

Por último, las emisiones indirectas de óxido nitroso (N_2O) provenientes de los efluentes de tratamiento de aguas servidas que se eliminan en medios acuáticos, se estimaron por medio de las siguientes ecuaciones:

Ecuación 6.7: Emisiones de N_2O provenientes de las aguas residuales efluentes (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6)

$$Emisiones\ N_2O = N_{Efluentes} * EF_{Efluentes} * \left(\frac{44}{28}\right)$$

Donde:

- Emisiones de N_2O = Emisiones de N_2O durante el año del inventario. [kg. de N_2O/año]
- $N_{EFLUENTE}$ = nitrógeno en el efluente eliminado en medios acuáticos. [kg. de N/ año]
- $EF_{EFLUENTE}$ = factor de emisión para las emisiones de N_2O provenientes de la eliminación en aguas servidas, (Valor por defecto: 0.005). [kg. de N_2O/kg. de N]
- El factor 44/28 corresponde a la conversión. [kg. de N_2O-N en kg. de N_2O]

Ecuación 6.8: Nitrógeno total en los efluentes (IPCC – 2006, volumen 5, capítulo 6)

$$N_{Efluente} = (P * Proteína * F_{NPR} * F_{NON-CON} * F_{IND-COM}) - N_{LODO}$$

- NEFLUENTE = cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales. [kg. de N/año]
- P = población humana
- Proteína = consumo per cápita anual de proteínas. [kg/persona/año]
- FNPR = fracción de nitrógeno en las proteínas, (Valor por defecto: 0.16). [kg de N/kg. de proteína]
- FNON-CON = factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales. (Países en desarrollo esta fracción es de 1.1)
- FIND-COM = factor para las proteínas industriales y comerciales coeliminadas en los sistemas de alcantarillado (por defecto: 1.25)
- NLODO = nitrógeno separado con el lodo residual (por defecto = 0) [kg. de N/año]

Cuadro 58. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por el tratamiento de aguas residuales domésticas (5.D.1.)

7.6.8.2.2 Factor de emisión

El cálculo de las emisiones relacionadas con aguas residuales domésticas se realizó utilizando factores de emisión por defecto del IPCC 2006. Se realizó una homologación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en el país y los sistemas de manejo de vertimientos, con los parámetros del IPCC, con el fin de utilizar los factores de emisión correspondientes.

En la Tabla 313, se puede evidenciar los factores de emisión y correlación utilizados para calcular las emisiones de metano de esta subcategoría.

Tabla 313. Factores de emisión, nivel 1 para emisiones de metano - 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas

Subcategoría	Factor empleado	Valor	Fuente de información
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas	Capacidad máxima de producción de metano	0.6 kg CH_4.kg DBO^{-1}	Sección 6.2.2.2. Capítulo 6. Volumen 5. p.6.12. IPCC 2006.
	Factor de corrección para DBO industrial descargado en alcantarillado	1,25	Sección 6.2.2.3. Volumen 5. Capítulo 6. p.6.14. IPCC 2006
	Factor de corrección de metano para Digestor anaeróbico de lodos	0,8	Cuadro 6.3. Capítulo 6. Volumen 5. p.6.13. IPCC 2006
	Factor de corrección de metano para Laguna anaeróbica profunda	0,8	
	Factor de corrección de metano para Laguna anaeróbica poco profunda	0,2	
	Factor de corrección de metano para Sistema séptico	0,5	
	Factor de corrección de metano para Río-mar-lago	0,1	
	Factor de corrección de metano para Letrina	0,1	

Subcategoría	Factor empleado	Valor	Fuente de información
	Factor de corrección de metano para Tratamiento centralizado aeróbico:	0	
	Componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario	1,25	Ecuación 6.3 Volumen 5. Capítulo 6. p.6.14. IPCC 2006
	DBO per cápita específico del país en el año del inventario	40 g.persona^{-1}.dia^{-1}	Cuadro 6.4, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.14. IPCC 2006

Para el cálculo de las emisiones de óxido nitroso (N_2O), se utilizan los factores mostrados en la Tabla 314.

Tabla 314. Factores de emisión, nivel 1 para emisiones de óxido nitroso - 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas

Subcategoría	Factor empleado	Valor	Fuente de información
5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas	Factor de emisión para las emisiones de N_2O	0.005 kg de N_2O.kg de N^{-1}	Cuadro 6.11, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.30. IPCC 2006.
	Fracción de nitrógeno en las proteínas, por defecto	0.16 kg de N.kg. de proteína^{-1}	Cuadro 6.11, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.30. IPCC 2006
	Factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales	1,1	Cuadro 6.11, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.30. IPCC 2006
	Factor para las proteínas industriales y comerciales eliminadas en los sistemas de alcantarillado	1,25	Cuadro 6.11, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.30. IPCC 2006
	Nitrógeno separado con el lodo residual	0 kg de N. año^{-1}	Ecuación 6.8. Volumen 5. Capítulo 6. p.6.28. IPCC 2006

Adicional, a la información mencionada anteriormente. Se contempla el consumo de proteína per cápita, este dato es tomado de la herramienta FAOFAST[42], en la Figura 258, se representan los datos utilizados para el INGEI 1990 – 2021.

[42] Más información: https://www.fao.org/faostat/en/#home

Figura 258. Consumo de proteína per cápita (kg. person^{-1}. año^{-1})

Con este dato, y la población, fracción de nitrógeno en la proteína, fracción de proteína no consumida, fracción de la proteína co-descargada industrial y comercial y el nitrógeno removido en el lodo. Se cálculo el total de nitrógeno en el efluente, este dato es reportado en kg de N al año y los datos utilizados en el INGEI, son presentados en la Figura 259.

Figura 259. Nitrógeno total en el efluente (kt N. año^{-1})

7.6.8.2.3 Dato de actividad

Para el desarrollo del cálculo de las emisiones de la categoría 5.D.1. son necesarias varias fuentes de información. Las dos (2) fuentes de información principales correspondientes a la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) y la proyección de la población del DANE. Adicional, a esta información se tiene en cuenta información de la Superintendencia de Servicios Públicos y Domiciliarios (SSPD), Autoridades Ambientales Regionales y de las plantas de tratamiento en ciudades como Bogotá, Cali y Medellín, entre otros.

Teniendo en cuenta que la población es el dato principal y de acuerdo con el contexto colombiano y la cobertura de la prestación de los servicios públicos domiciliarios, se realiza la clasificación de la población de acuerdo con el acceso a los servicios de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales de la siguiente manera:

1. Población urbana con servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.
2. Población urbana conectada al servicio de alcantarillado, sin tratamiento del vertimiento.
3. Población rural, con acceso al servicio del alcantarillado. Pero, sin tratamiento de aguas residuales.
4. Población urbana, sin servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales o tratamientos alternativos.
5. Población rural, sin cobertura de servicios públicos (alcantarillado y tratamiento de aguas residuales).

De esta forma se logra hacer una estimación de las emisiones de GEI, de acuerdo con el tipo de tratamiento realizado al vertimiento. En Colombia, la resolución 0699 del 2021, establece los parámetros y valores límites máximos permisibles de los vertimientos puntuales de Aguas Residuales Domésticas, incluido la DQO. Sin embargo, aún no se cuenta con la exhaustividad necesaria para incluir este valor en la estimación de las emisiones razón por la que se siguen tomando los valores predeterminados en el volumen 5, capitulo 6 de las directrices del IPCC. En la Tabla 315, se describen cada una de las fuentes de información utilizadas.

Tabla 315. Fuentes de información datos de actividad - 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas

Subcategorías	Dato de actividad	Fuente de información del dato de actividad	
		Periodo	Fuente de datos
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	Población cuyas aguas residuales son llevadas a las plantas de tratamiento de aguas residuales	1990-2021	Encuesta Nacional de Calidad de Vida. Departamento Nacional de Estadística (DANE)
	Fracción de población que cuenta con servicio de alcantarillado	1990-2021	Encuesta Nacional de Calidad de Vida. Departamento Nacional de Estadística (DANE)
	Fracción de la población que realiza descarga de aguas residuales en cuerpos de agua.	1990-2021	Encuesta Nacional de Calidad de Vida. Departamento Nacional de Estadística (DANE)
	Fracción de la población que utiliza sistemas alternativos de disposición de aguas residuales domésticas.	1990-2021	Encuesta Nacional de Calidad de Vida. Departamento Nacional de Estadística (DANE)
	Población	1990-2021	Proyecciones de Población. Departamento Nacional de Estadística (DANE)
	DBO per cápita específico del país	1990-2021	Cuadro 6.4, Volumen 5. Capítulo 6. p.6.14. IPCC 2006
	Descripción de la cantidad, ubicación y tecnología de las PTAR.	1990-2021	Superintendencia de Servicios Públicos y Domiciliarios (SSPD). Sistemas de Alcantarillado en Colombia. Visión del Servicio Público. SSPD 2008 y Sistema Único de Información SUI.
	Cobertura de tratamiento de aguas residuales domésticas y Generación y uso de biogás	1990-2021	- Empresas Municipales de Cali (EMCALI) - Empresa Pública de Alcantarillado de Santander S.A. E.S.P. (EMPAS) - Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) - Empresas Públicas de Medellín (EPM) - Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM)
	Consumo de proteína per cápita	1990-2021	Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO

En Colombia no existe una base de datos centralizada y pública que recopile información sobre el tipo, cantidad, ubicación y detalles técnicos-operativos de las plantas de tratamiento de aguas

residuales domésticas. Como se ha mencionado anteriormente, la información utilizada para el inventario fue obtenida de diversas fuentes, esto ocasiona que se deban realizar procesamiento en dicha información.

7.6.9 Tratamiento y eliminación de agua residuales industriales (CRT. 5.D.2)

A continuación, se presenta la estimación de emisiones causadas por el tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

7.6.9.1 *Descripción de la subcategoría*

Las aguas residuales provienen de fuentes domésticas, comerciales e industriales y pueden ser tratadas en el sitio (no recolectadas), transferirse por alcantarillado a una instalación central (recolectadas) o eliminarse sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües. Por su parte, las aguas residuales industriales derivan exclusivamente de las actividades industriales (R. J. Doorn et al., 2006).

Los métodos de tratamiento más comunes en los países desarrollados son las instalaciones centralizadas para el tratamiento aeróbico y las lagunas para aguas domésticas e industriales. En algunos casos, las aguas residuales industriales se eliminan directamente en masas de agua, mientras que en las plantas industriales pueden disponer de un tratamiento completo in situ (R. J. Doorn et al., 2006).

En los métodos centralizados, los tratamientos de aguas residuales pueden clasificarse como:

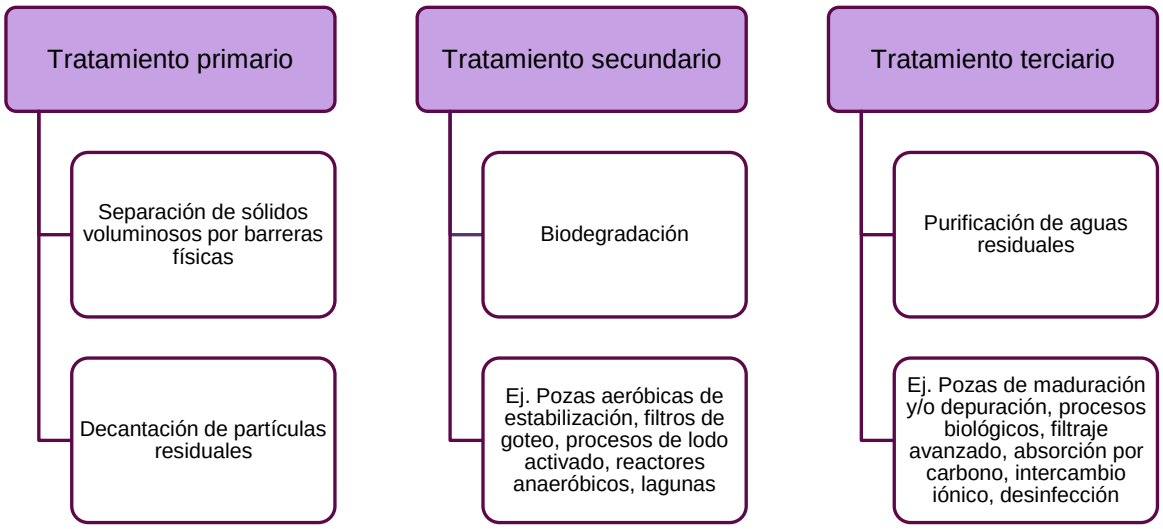


Figura 260. Tipos de tratamiento en método centralizado para tratar aguas residuales

Adaptado de: (R. J. Doorn et al., 2006)

El tratamiento y eliminación de aguas residuales es fuente de emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O). Las emisiones de CO_2 no son consideradas dentro de las Directrices IPCC por su origen biogénico (R. J. Doorn et al., 2006).

El CH_4 se produce por degradación anaeróbica de la materia orgánica, de acuerdo con la temperatura y el tipo de sistema de tratamiento. El contenido de materia orgánica se parametriza con la demanda biológica de oxígeno (DBO o BOD, por sus siglas en inglés) y la demanda química de oxígeno (DQO o COD, por sus siglas en inglés). Usualmente la DQO se emplea de preferencia para las aguas residuales industriales (R. J. Doorn et al., 2006).

Por su parte las emisiones de N_2O se asocian a la degradación de componentes nitrogenados presentes en las aguas residuales, durante los procesos de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno presente, provenientes principalmente de tratamientos aeróbicos (R. J. Doorn et al., 2006).

En la subcategoría 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales, no se contemplan las emisiones causadas por vertimientos industriales al alcantarillado ya que éstas deben declararse en las emisiones de aguas servidas domésticas. Las Directrices IPCC instan a identificar los grupos industriales con mayor potencial de generación de emisiones de CH4, el contenido de materia orgánica degradable en el agua residual y su flujo de salida. Para el caso colombiano los grupos industriales identificados son:

- Aceites vegetales
- Alimentos para animales
- Café
- Carnes y aves
- Fertilizantes nitrogenados
- Jabón y detergentes
- Malta y cerveza
- Manufactura de hierro y acero
- Medicamentos
- Otras bebidas
- Otros alimentos
- Pinturas
- Plásticos y resinas
- Procesamiento del pescado
- Producción de almidón
- Productos lácteos
- Pulpa y papel (combinados)
- Refinación del azúcar
- Refinado de alcohol
- Refinerías de petróleo
- Sustancias químicas orgánicas
- Textiles (naturales)
- Verduras, frutas y zumos
- Vino y vinagre

De acuerdo con el Informe Nacional del Registro Único Ambiental de Colombia del año 2020, las actividades industriales que consumen mayor cantidad de agua son la Fabricación de pulpas celulósicas, papel y cartón con 50,9 millones de m^3 que corresponde al 18% del consumo nacional, la Elaboración y refinación de azúcar con 30,66 millones de m^3 (10,84% del consumo nacional) y la Elaboración de otros productos alimenticios con 24,66 millones de m^3 (8,72% del consumo nacional). De ellas, las actividades industriales que reportan mayor volumen de agua vertida para el año 2020 son: Fabricación de pulpas celulósicas, papel y cartón (47,48 millones de m^3 – 36,6%), la Elaboración y refinación de azúcar (11,84 millones de m^3 – 9,13%) y la Fabricación de abonos y compuestos orgánicos nitrogenados (8,2 millones de m^3 – 6,32%). La mayor parte de los vertidos se da en los ríos con un 61.92% y en segundo lugar al alcantarillado con el 14,66% (IDEAM, 2021).

Por su parte, de acuerdo con el mismo informe del RUA para el año 2021, la actividad industrial de Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal (62,08 millones de m^3 – 18%), ocupa el mayor lugar de demanda de agua, desplazando al segundo lugar a la Fabricación de pulpas celulósicas, papel y cartón (48,7 millones de m^3 – 14%), seguida por la actividad de Elaboración y refinación de azúcar (32,56 millones de m^3 – 10%). Las actividades industriales abarcan el 72,51% del volumen vertido nacional, siendo las principales: Fabricación de pulpas celulósicas, papel y cartón (45,23 millones de m^3 – 33,09%), la Elaboración y refinación de azúcar (9,74 millones de m^3 – 7,13%) y Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos (8,48 millones de m^3 – 6,20%). Como ocurrió en 2020, son los ríos y el alcantarillado los principales receptores de estos vertimientos (IDEAM, 2022).

Para esta subcategoría se emplea información sobre el Registro Único Ambiental Manufacturero (RUA) del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), cuyo objetivo es capturar información del sector manufacturero para el análisis y consulta de indicadores e

información sobre el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables en el desarrollo de sus actividades.

Con este instrumento, se obtiene información sobre el tipo de efluente, el tipo de tratamiento empleado para los efluentes industriales y el tipo de descarga, sin embargo, no suministra información precisa sobre la carga contaminante, razón por la que la estimación de emisiones en esta subcategoría presenta un alto grado de incertidumbre, que requiere ser refinada.

En la siguiente tabla se evidencian las emisiones por grupo industrial en algunos años de la serie temporal de 1990 a 2021 para 5.D.2.:

Tabla 316. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales por grupo industrial

Subcategoría/Grupo industrial	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	**2.592,95**	**3.583,21**	**3.481,70**	**4.448,88**	**5.122,25**	**5.590,73**	**6.312,28**	**6.131,32**
Aceites vegetales	3,48	6,70	6,49	7,65	10,04	13,61	15,02	16,72
Alimentos para animales	231,15	410,90	441,01	825,15	688,71	920,49	1.157,23	1.212,43
Café	507,69	474,16	431,33	588,75	448,36	658,06	700,33	731,29
Carnes y aves	12,55	64,73	73,48	106,20	176,53	222,09	255,51	253,30
Fertilizantes nitrogenados	9,39	8,59	8,79	12,94	13,29	6,86	7,18	7,98
Jabón y detergentes	1,57	2,35	2,69	2,74	3,67	4,69	6,96	7,47
Malta y cerveza	163,81	241,21	163,28	191,24	212,79	251,74	255,00	311,72
Manufactura de hierro y acero	7,24	7,37	6,82	8,70	12,53	12,51	11,87	13,82
Medicamentos	0,84	3,93	4,46	5,79	10,29	16,82	13,30	13,62
Otros alimentos	201,77	338,76	441,76	596,52	694,53	770,35	862,65	901,80
Otras bebidas	1,22	1,67	1,50	2,06	2,18	2,89	3,32	3,27
Pinturas	1,86	12,57	15,27	19,21	25,24	49,72	47,21	58,48
Plásticos y resinas	1,14	2,04	1,81	2,69	2,66	3,78	3,77	4,06
Procesamiento del pescado	0,00	3,45	5,82	6,55	4,23	3,22	3,54	3,45
Producción de almidón	16,43	16,12	15,51	22,19	26,98	26,56	12,00	7,92
Productos lácteos	69,34	96,17	109,69	117,13	143,13	177,62	174,67	169,20
Pulpa y papel (combinados)	638,89	748,87	870,34	914,60	1.086,92	1.066,79	1.103,04	998,84
Refinación del azúcar	392,54	436,06	334,45	381,06	280,64	382,37	291,95	276,59
Refinado de alcohol	245,66	360,69	182,84	175,06	173,09	133,17	108,75	158,07
Refinerías de petróleo	50,37	48,20	44,19	49,00	58,12	30,84	27,33	43,45
Sustancias químicas orgánicas	0,00	264,86	258,32	358,33	1.011,48	756,48	1.167,15	845,24
Textiles (naturales)	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verduras, frutas y zumos	31,03	28,71	57,40	51,35	33,08	75,62	79,41	87,35
Vino y vinagre	5,00	5,06	4,46	3,97	3,74	4,46	5,10	5,23

En concordancia con la tabla anterior, en la Figura 261 se observa una tendencia creciente de las emisiones por tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales con una variación de 136,46% entre 1990 y 2021, es decir que durante dichos 31 años prestamente se ha duplicado la emisión, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 2,73%.

En la Figura 262, se aprecia que el 20,27% de las emisiones provienen del tratamiento y eliminación de aguas residuales en la industria de pulpa y papel, el 14,39% de la industria de alimentos para animales, el 12,99% en la industria de otros alimentos, el 12,67% de la industria de sustancias químicas y el 12,56% de la industria del café. También se destacan las emisiones por el tratamiento de aguas en la industria del refinado del azúcar, la elaboración de malta y cerveza, el refinado del

alcohol y la industria de cárnicos y aves. De ellas, el 97,8% de las emisiones corresponden a metano por la degradación de la materia orgánica y el restante 2,2% corresponde a emisiones de óxido nitroso por descomposición de compuestos nitrogenados presentes en el agua residual.

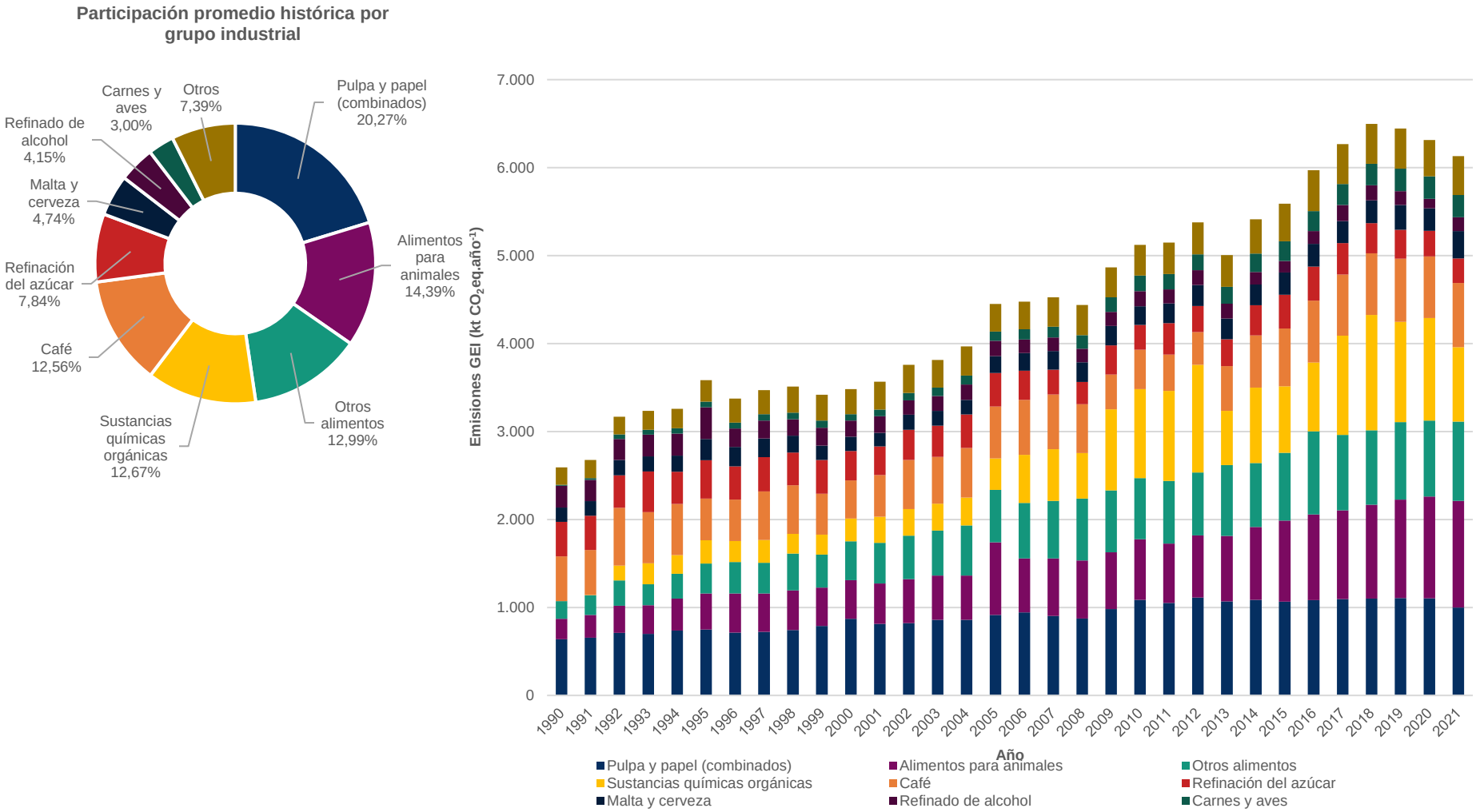


Figura 261. Tendencia de emisiones de la subcategoría 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales por grupo industrial, 1990-2021

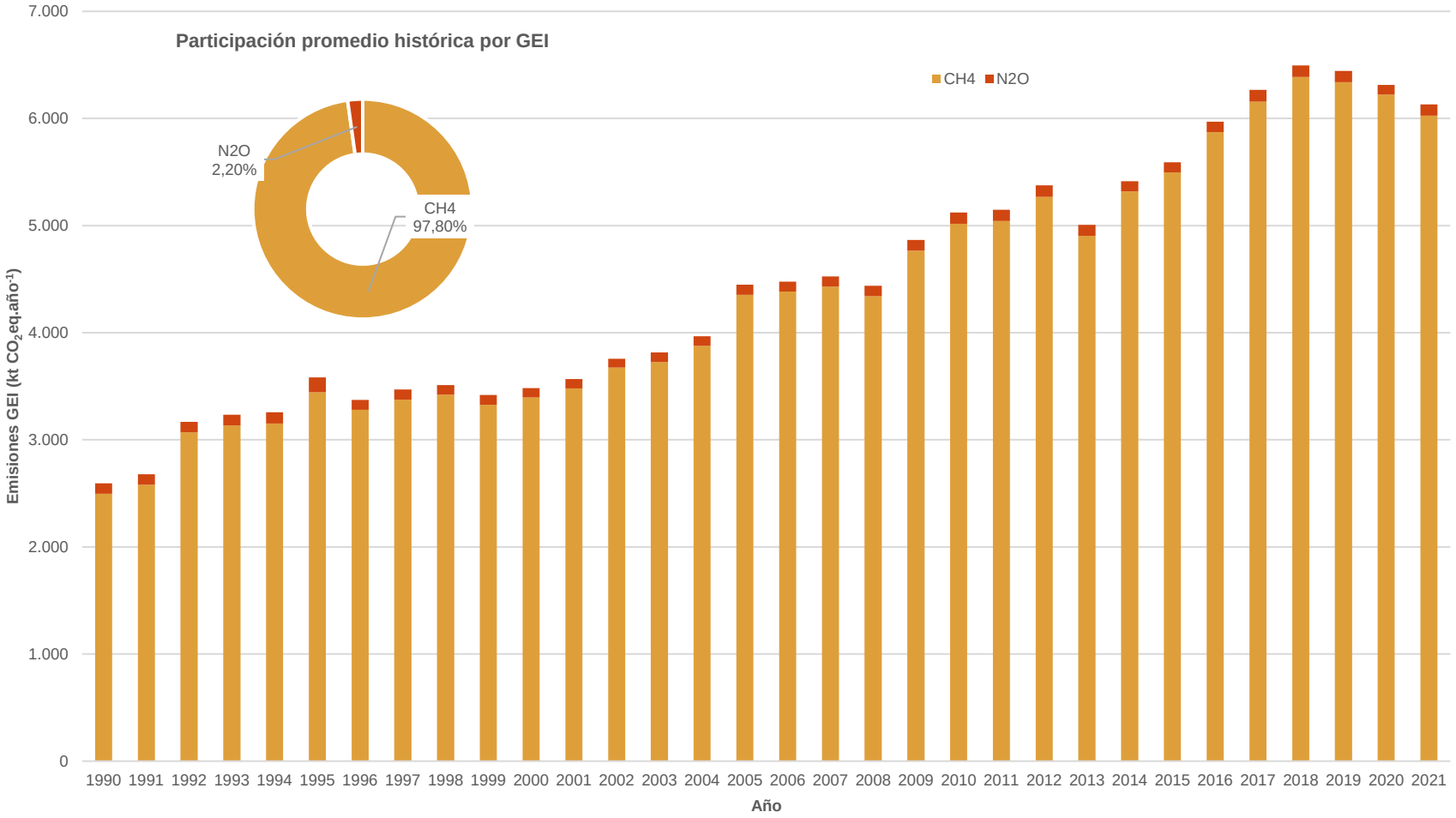


Figura 262. Tendencia de emisiones de subcategorías por GEI de 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (1990-2021).

7.6.9.2 *Metodología*

7.6.9.2.1 Método de estimación

El Cuadro 59, muestra la ecuación empleada para estimar la emisión de la subcategoría siguiendo las Directrices IPCC 2006.

5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Emisiones de metano (CH_4)

Ecuación 6.4. Emisiones de CH_4 procedentes de las aguas residuales industriales. (IPCC – 2006, Volumen 5, Capítulo 6)

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) * EF_i - R_i]$$

Donde:
- $\boldsymbol{TOW_i}$**:** Total de la materia degradable de manera orgánica en las aguas residuales de la industria i, en [kg de DQO/año]
- $\boldsymbol{i}$**:** Sector industrial
- $\boldsymbol{S_i}$**:** Componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, en [kg de DQO/año]
- $\boldsymbol{EF_i}$**:** Factor de emisión para la industria i, en [kg de CH_4/kg de DQO], por vía o sistema(s) de tratamiento y/o eliminación utilizada(s) en el año del inventario. Si en una industria se utiliza más de una práctica de tratamiento, este factor debe corresponder a un promedio ponderado
- $\boldsymbol{R_i}$**:** Cantidad de CH_4 recuperada durante el año del inventario, en [kg de CH_4/año]

La ecuación anterior se puede simplificar a los siguientes términos, ya que se puede suponer que la cantidad de lodos removidos y la recuperación de CH_4 en las plantas de tratamiento de aguas residuales de las industrias manufactureras es insignificante:

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i (TOW_i * EF_i)$$

Donde el dato de actividad corresponde a la materia orgánica degradable total en las aguas residuales de determinada industria (TOW_i), y el factor de emisión corresponde a un promedio ponderado según los tipos de tratamiento y/o eliminación utilizados en dicha industria. Las siguientes ecuaciones permiten el cálculo del factor de emisión y del dato de actividad.

Ecuación 6.5. Factor de emisión de CH_4 para de las aguas residuales industriales. (IPCC – 2006, Volumen 5, Capítulo 6)

$$EF_j = B_0 * MCF_j$$

Donde:
- $\boldsymbol{EF_j}$**:** Factor de emisión para cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación, en [kg de CH_4/kg de DQO]
- $\boldsymbol{j}$**:** Cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación
- $\boldsymbol{B_0}$**:** Capacidad máxima de producción de CH_4, en [kg de CH_4/kg de DQO]
- $\boldsymbol{MCF_j}$**:** Factor de corrección para el metano (fracción)

Debido a que en los diferentes grupos industriales no se maneja una única vía o un único sistema de tratamiento y/o eliminación, es necesario calcular un factor de emisión ponderado.

Ecuación 6.6. Materia orgánica degradable en las aguas residuales industriales. (IPCC – 2006, Volumen 5, Capítulo 6)

$$TOW_i = P_i * W_i * COD_i$$

Donde:
- $\boldsymbol{P_i}$**:** Producción industrial total anual del sector industrial i, en [t/año]
- $\boldsymbol{W_i}$**:** Caudal de aguas residuales generadas en el sector industrial i por unidad de producto, en [$m^3/t_{producto}$]
- $\boldsymbol{COD_i}$**:** Demanda química de oxígeno (componente industrial orgánico degradable en las aguas residuales) en los vertimientos del sector industrial i, en [kg de DQO/m^3].

Emisiones de óxido nitroso (N_2O)

En los Refinamientos de 2019 se plantean dos ecuaciones para la estimación de las emisiones de N_2O. La primera hace referencia a las emisiones provenientes de las plantas de tratamiento:

Ecuación 6.11. Emisiones de N_2O provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales. (Refinamientos IPCC – 2019, Volumen 5, Capítulo 6)

$$Emisiones\ de\ N_2O_{Plantas_{IND}} = \left[\sum_i \left(T_{i,j} * EF_i * TN_{IND_i}\right)\right] * \frac{44}{28}$$

Donde:
- $\boldsymbol{Emisiones\ de\ N_2O_{Plantas_{IND}}}$**:** Emisiones de N_2O provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en el año de inventario, en [kg de N_2O/año]
- $\boldsymbol{TNTN_{INDi}}$: Nitrógeno total en aguas residuales de la industria i en el año del inventario, en [kg N/año].
- $\boldsymbol{i}$**:** Sector industrial
- $\boldsymbol{j}$**:** Vía de eliminación o sistema de tratamiento
- $\boldsymbol{T_{i,j}}$**:** Grado de uso de una vía de eliminación o de un sistema de tratamiento j, por cada industria i, en el año de inventario
- $\boldsymbol{EF_i}$**:** Factor de emisión por vía de eliminación o sistema de tratamiento, en [kg de N_2O-N/kg de N].

5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

- El término 44/28 corresponde al factor de conversión de N_2O-N a N_2O

La segunda hace referencia a las emisiones provenientes de los efluentes como tal, hayan pasado o no por un proceso de tratamiento:

Ecuación 6.12. Emisiones de N_2O provenientes de efluentes industriales. (Refinamientos IPCC – 2019, Volumen 5, Capítulo 6)

$$Emisiones\ de\ N_2O_{Efluente_{IND}} = N_{Efluente,IND} * EF_{Efluente} * \frac{44}{28}$$

Donde:

- $\boldsymbol{Emisiones\ de\ N_2O_{Efluente_{IND}}}$: Emisiones de N_2O provenientes de los efluentes de aguas residuales industriales en el año de inventario, en kg de N_2O/año
- $\boldsymbol{N_{Efluente,IND}}$: Nitrógeno en el efluente de aguas residuales industriales vertido a cuerpos de agua, en kg de N/año
- $\boldsymbol{EF_{Efluente}}$: Factor de emisión de N_2O por descarga de aguas residuales a cuerpos de agua, en kg de N_2O-N/kg de N.
- El término 44/28 corresponde al factor de conversión de N_2O-N a N_2O

Para el cálculo de las emisiones provenientes de las plantas de tratamiento, el dato de actividad corresponde al nitrógeno total en las aguas residuales. Esta variable se estima con la siguiente ecuación:

Ecuación 6.13. Nitrógeno total en aguas residuales industriales. (Refinamientos IPCC – 2019, Volumen 5, Capítulo 6)

$$TN_{IND_i} = P_i * W_i * TN_i$$

Donde:

- $\boldsymbol{TN_{IND_i}}$: Nitrógeno total en las aguas residuales de la industria i, en [kg de TN/año]
- $\boldsymbol{i}$: Sector industrial
- $\boldsymbol{P_i}$: Producción industrial total anual del sector industrial i, en [t/año]
- $\boldsymbol{W_i}$: Caudal de aguas residuales generadas en el sector industrial i por unidad de producto, en [$m^3/t_{producto}$]
- $\boldsymbol{TN_i}$: Nitrógeno por unidad de volumen en los vertimientos del sector industrial i, en kg de [TN/m^3].

Ahora, para el cálculo de las emisiones provenientes de los efluentes, el dato de actividad corresponde al nitrógeno en el efluente, valor que se estima a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 6.14. Nitrógeno total en efluentes industriales. (Refinamientos IPCC – 2019, Volumen 5, Capítulo 6)

$$N_{Efluente,IND} = \sum_j [TN_{IND_i} * T_j * (1 - N_{REM,j})]$$

Donde:

- $\boldsymbol{TN_{IND_i}}$: Nitrógeno total en las aguas residuales de la industria i, en kg de TN/año
- $\boldsymbol{i}$: Sector industrial
- $\boldsymbol{j}$: Tipo de tratamiento
- $\boldsymbol{T_j}$: Grado de uso de una vía de eliminación o de un sistema de tratamiento j en el año de inventario
- $\boldsymbol{N_{REM,j}}$: Fracción de nitrógeno total removido por el tratamiento de aguas residuales, por tipo de tratamiento j.

Cuadro 59. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5.D.2.)

7.6.9.2.2 Factor de emisión

La siguiente tabla resume los factores de emisión empleados de las Directrices IPCC 2006 o sus Refinamientos al 2019, para calcular el factor de emisión por GEI por tipo de tratamiento y el tipo de cuerpo receptor del vertimiento:

Tabla 317. Metodología y factores de emisión – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5.D.2)

Subcategoría	GEI	Metodología	Fuente de información	Unidad	Valor
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH_4	Nivel 1	IPCC 2006 – Volumen 5, Capítulo 6, Cuadro 6.8, actualizado en Refinamiento	kg CH_4.kg DQO^{-1}	Con un valor de B_0 = 0,25 [kg CH_4.kg DQO^{-1}] (valor por defecto recomendado de la página 6.23): • Descarga a reservorios, lagos y estuarios: 0,0475 • Descarga a otros ambientes acuáticos: 0,00875 • Planta de tratamiento aeróbico, centralizada: 0 • Reactor anaeróbico: 0,2 • Laguna anaeróbica superficial y facultativa: 0,05 • Laguna anaeróbica profunda: 0,2 Tanque séptico: 0,125

			s IPCC 2019[43]		
	N_2O	Nivel 1	Refinamientos IPCC 2019. Volumen 5. Capítulo 6. Cuadros 6.8A y 6.12	Kg N_2O-N.kg N^{-1}	• Descarga a ambientes acuáticos: 0,005 • Planta de tratamiento aeróbico, centralizada: 0,016 • Reactor anaeróbico: 0 • Lagunas anaeróbicas: 0 • Tanque séptico: 0

Tal como ocurrió en el Tercer informe bienal de actualización (1990-2018), de acuerdo con el contexto nacional y teniendo en cuenta que cada sector industrial aplica una variedad de prácticas de eliminación y tecnologías de tratamiento de aguas residuales industriales, fue necesario realizar un proceso de ponderación del factor de emisión con base en la información registrada en el RUA del IDEAM, asociada únicamente a los registros de tratamiento o vertimientos de aguas residuales industriales, obviando los registros de tratamientos o vertimientos de aguas residuales domésticas. A continuación, se describe el proceso realizado para cada GEI:

Para CH_4: Ecuación 6.4

1. Para cada registro seleccionado, se determina el caudal de descarga con y sin tratamiento
2. Dependiendo del lugar en el que se realiza la descarga, se determina el tipo de receptor (cuerpo de agua, alcantarillado o suelo) y si el receptor corresponde a cuerpo de agua se identifica su tipo (reservorio, lago, estuario u otro tipo de cuerpo acuático).
3. Luego para cada registro se clasifican los tipos de tratamiento de acuerdo con las Directrices IPCC (Pretratamiento, sedimentación primaria, tratamiento aeróbico, reactor anaeróbico, laguna anaeróbica superficial y facultativa, laguna anaeróbica profunda, y tanque séptico).

   En los registros en los que ocurre mas de un tratamiento, se prioriza el tratamiento que favorece en mayor medida la descomposición anaeróbica de la materia orgánica y por ende las emisiones de metano. La priorización seleccionada es como sigue: reactor anaeróbico, laguna anaeróbica profunda, tanque séptico, laguna anaeróbica superficial y facultativa. Se considera que no existen emisiones de metano en la sedimentación primaria y en los tratamientos aeróbicos.

   En los registros en los que existe una descarga posterior a un pretratamiento, se considera como un vertimiento sin tratamiento, puesto que no se elimina la totalidad de la carga orgánica del efluente lo que aun ocasiona emisiones de metano.
4. Para cada registro se toma el caudal de descarga y se multiplica por el factor de emisión por defecto descrito en las Directrices IPCC, acorde con el tipo de tratamiento o el tipo de cuerpo receptor de los efluentes.
5. De acuerdo con el código de clasificación industrial Internacional Uniforme (CIIU) presente en cada registro, se agrupan los resultados por los grupos industriales de interés y éste se divide en el caudal considerado por grupo industrial.

Para N_2O: Ecuación 6.11

1. Para cada registro seleccionado, se determina el caudal de descarga con y sin tratamiento y se clasifican los tipos de tratamiento en las siguientes categorías: tratamiento aeróbico, reactor anaeróbico, lagunas anaeróbicas, y tanque séptico.
2. Para los registros que cuentan con múltiples tratamientos, se selecciona aquel que contribuye en mayor medida a la generación de óxido nitroso, que refieren a tratamientos aeróbicos y no los anaeróbicos.
3. Para cada registro se toma el caudal de descarga y se multiplica por el factor de emisión por defecto descrito en las Directrices IPCC, acorde con el tipo de tratamiento o el tipo de cuerpo receptor de los efluentes.
4. De acuerdo con el código de clasificación industrial Internacional Uniforme (CIIU) presente en cada registro, se agrupan los resultados por los grupos industriales de interés y éste se divide en el caudal considerado por grupo industrial.

Figura 263. Procesamiento de establecimiento de Factor de Emisión Ponderado por GEI para 5.D.2. Adaptado de (IDEAM et al., 2022)

Para estimar la fracción de nitrógeno total removido por el tratamiento de aguas residuales por tipo de tratamiento j – $N_{REM,j}$, se realiza un proceso similar al de la ponderación de los factores de emisión,

[43] En sus Directrices de 2006, el IPCC provee factores de emisión de CH_4 por defecto para un único caso de vertimiento de aguas residuales sin tratamiento; en los Refinamientos de 2019, el IPCC es más específico y provee factores de emisión para dos casos de vertimiento según el tipo de cuerpo receptor.

empleando los valores por defecto de la Tabla 319 y los caudales de vertimiento del RUA manufacturero como factor de ponderación. (IDEAM et al., 2022).

Los factores de emisión empleados en el cálculo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 318. Factores de emisión ponderados empleados en el cálculo de emisión de 5.D.2.

Tipo de industria	CH_4	N_2O	
	FE (kg CH_4.kg DQO^{-1})	FE PLANTAS (kg N_2O-N.kg N^{-1})	FE EFLUENTE (kg N_2O-N.kg N^{-1})
Aceites vegetales	0,17		
Alimentos para animales	0,14		
Café	0,20		
Carnes y aves	0,08	0,01	0,79
Fertilizantes nitrogenados		0,02	0,62
Jabón y detergentes	0,08		
Malta y cerveza	0,20	0,01	0,64
Manufactura de hierro y acero		0,02	0,96
Medicamentos	0,07		
Otras bebidas	0,14		
Otros alimentos	0,14		
Pinturas	0,11		
Plásticos y resinas	0,03	0,01	1,00
Procesamiento del pescado	0,20	0,02	0,88
Producción de almidón	0,05	0,00	0,60
Productos lácteos	0,13		
Pulpa y papel (combinados)	0,11		
Refinación del azúcar	0,12		
Refinado de alcohol	0,16	0,02	1,00
Refinerías de petróleo	0,20		
Sustancias químicas orgánicas	0,18		
Textiles (naturales)	0,00		
Verduras, frutas y zumos	0,09		
Vino y vinagre	0,20		

Respecto al factor de emisión implícito, descrito en la CRT titulado Table 5.D., éste se calcula con el cociente entre la emisión y el dato de actividad registrado anualmente. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el dato de actividad y la emisión reportados son totalizados anualmente, es decir, se registran sin la desagregación por grupo industrial. Para más información consulte la sección de dato de actividad a continuación.

7.6.9.2.3 Dato de actividad

Para obtener la agregación por grupo industrial de acuerdo con las Directrices IPCC, se toman los datos de producción en toneladas provenientes de diferentes artículos de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del DANE de su Anexo 6.2 (Producción y ventas de artículos durante el año y existencias de productos terminados a 31 de diciembre por código CPC (Clasificación central de productos)) y de la Asociación Mundial del Acero (WSA, por sus siglas en inglés).

Esta información consolidada de datos de producción por grupo industrial corresponde a una de las variables requeridas para determinar los datos de actividad para 5.D.2. En la siguiente tabla se observa que dicha variable corresponde al término P_i, empleado tanto para metano como para óxido nitroso:

Tabla 319. Datos de actividad y factores empleados para el cálculo de emisiones de 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

GEI	Dato de actividad	Factor	Fuente de información	Comentarios
CH_4	Total de la materia degradable de	Producción industrial total anual del sector industrial i – P_i (ton/año)	EAM – DANE	-

GEI	Dato de actividad	Factor	Fuente de información	Comentarios
	manera orgánica en las aguas residuales de la industria i – TOW_i (kg DQO/año)	Caudal de aguas residuales generadas en el sector industrial i por unidad de producto – W_i ($m^3/t_{producto}$)	IPCC 2006 – Volumen 5, Capítulo 6, Cuadro 6.9. Complemento: Guía de Buenas Prácticas, Capítulo 5, Cuadro 5.4	En los casos en los que el IPCC provee rangos de valores, se tomó un promedio entre los límites del rango.
		Demanda química de oxígeno en los vertimientos del sector industrial i – DQO_i (kg de DQO/m^3)		
N_2O	Nitrógeno total en las aguas residuales de la industria i – TN_{IND_i} (kg de TN/año)	Producción industrial total anual del sector industrial i – P_i (ton/año)	EAM – DANE WSA	El único grupo industrial para el cual no se toma información de la EAM es el de manufactura de hierro y acero. En este caso, la fuente de información es la Asociación Mundial del Acero (WSA por sus siglas en inglés).
		Caudal de aguas residuales generadas en el sector industrial i por unidad de producto – W_i ($m^3/t_{producto}$)	Refinamientos IPCC 2019 – Volumen 5, Capítulo 6, Cuadro 6.12	-
		Nitrógeno por unidad de volumen en los vertimientos del sector industrial i – TN_i (kg de TN/m^3)		
	Nitrógeno en el efluente de aguas residuales industriales vertido a cuerpos de agua – $N_{Efluente,IND}$ (kg de N/año)	Fracción de nitrógeno total removido por el tratamiento de aguas residuales, por tipo de tratamiento j – $N_{REM,j}$	Refinamientos IPCC 2019 – Volumen 5, Capítulo 6, Cuadro 6.10c	Valores por defecto según tipo de tratamiento: - Sin tratamiento: 0 - Primario (mecánico): 0,10 - Secundario (biológico): 0,40 - Terciario (biológico avanzado): 0,80 - Tanque séptico: 0,15

El proceso general consiste en tomar los datos de producción por grupo industrial, calcular el caudal de las aguas residuales generadas en cada uno de dichos grupos con el factor W_i, para luego determinar por un lado la carga químicamente degradable con el factor DQO_i y por el otro los contenidos de nitrógeno con el factor TN_i.

Tomando en consideración que los factores W_i , DQO_i y TN_i, son tomados por defecto de las Directrices IPCC 2006 o sus refinamientos en 2019, en la siguiente tabla se resumen los valores empleados:

Tabla 320. Factores W, DQO y TN por defecto empleados para el cálculo del dato de actividad de 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Grupo industrial	W ($m^3.ton^{-1}$)	DQO ($kg.(m^3)^{-1}$)	TN ($kg.(m^3)^{-1}$)	Observaciones	Informe del IPCC – Fuente de información
Aceites vegetales	3,1	0,85	NA	-	Directrices de 2006
Alimentos para animales	13	3,3	NA	Los valores corresponden a un promedio entre los de los grupos Carnes y aves y Procesamiento del pescado	Guía sobre las buenas prácticas de 2003
Café	24,75	9	NA	El valor de W se tomó del reportado en un estudio de beneficio del café en Colombia (FNC - Cenicafé, 2015)	Directrices de 2006
Carnes y aves	13	4,1	0,19	-	Directrices de 2006 Refinamientos de 2019
Fertilizantes nitrogenados	2,89	NA	0,5	-	Refinamientos de 2019
Jabón y detergentes	3	0,85	NA	-	Directrices de 2006
Malta y cerveza	6,3	2,9	0,055	-	Directrices de 2006 Refinamientos de 2019

Grupo industrial	W ($m^3.ton^{-1}$)	DQO ($kg.(m^3)^{-1}$)	TN ($kg.(m^3)^{-1}$)	Observaciones	Informe del IPCC – Fuente de información
Manufactura de hierro y acero	5	NA	0,25	-	Refinamientos de 2019
Medicamentos	67	5,1	NA	Los valores corresponden a los del grupo Sustancias químicas orgánicas	Guía sobre las buenas prácticas de 2003
Otras bebidas	1,5	0,1	NA	Los valores corresponden a los del grupo designado como “Coke” en la fuente de información	Guía sobre las buenas prácticas de 2003
Otros alimentos	20	5	NA	Los valores corresponden a los del grupo Frutas y Verduras	Guía sobre las buenas prácticas de 2003
Pinturas	5,5	5,5	NA	-	Guía sobre las buenas prácticas de 2003
Plásticos y resinas	0,6	3,7	0,25	-	Directrices de 2006 Refinamientos de 2019
Procesamiento del pescado	5	2,5	0,6	El valor de W fue actualizado en los Refinamientos de 2019	Directrices de 2006 Refinamientos de 2019
Producción de almidón	9	10	0,9	-	Directrices de 2006 Refinamientos de 2019
Productos lácteos	7	2,7	NA	-	Directrices de 2006
Pulpa y papel (combinados)	162	9	NA	-	Directrices de 2006
Refinación del azúcar	11	3,2	NA	-	Directrices de 2006
Refinado de alcohol	24	11	2,4	-	Directrices de 2006 Refinamientos de 2019
Refinerías de petróleo	0,6	1	NA	-	Directrices de 2006
Sustancias químicas orgánicas	67	3	NA	-	Directrices de 2006
Textiles (naturales)	172	0,9	NA	-	Guía sobre las buenas prácticas de 20013
Verduras, frutas y zumos	20	5	NA	-	Directrices de 2006
Vino y vinagre	23	1,5	NA	-	Directrices de 2006

Para el registro de las tablas de reporte común (CRT), específicamente en relación con la información descrita en Table5.D, los datos de actividad reportados en dicha tabla corresponden por un lado al total de la carga orgánica degradable en kt/año (Total organic product) y por el otro al nitrógeno en efluentes (N in effluent) en kt/año. No se tiene reporte de lodo removido en las plantas industriales.

Para determinar el producto total orgánico (Total organic product), se toma el valor producido por grupo industrial, se calcula el caudal emitido por cada grupo industrial con el factor W y su carga contaminante con el factor DQO. Posteriormente se realiza la sumatoria de dichos valores por grupo industrial para obtener un único dato de actividad en referencia al producto total orgánico anual.

De forma similar para el nitrógeno en efluentes se determina el caudal por grupo industrial y se multiplica por el factor TN. Seguidamente también se realiza la sumatoria de los valores por grupo industrial para obtener un único dato de nitrógeno en efluentes anual.

Por su parte, las emisiones se registran en su totalidad anual para metano, nitrógeno en plantas y nitrógeno en efluentes en kt y no por grupo industrial. De esta forma, el dato de actividad y la emisión permiten determinar los factores de emisión implícitos, como se describe en el item de factor de emisión de la presente subcategoría.

8. Otros sectores - Inventario de carbono negro y contaminantes criterio

Autores:

David Alejandro Buitrago Mesa - Profesional de Contaminantes Criterio (IDEAM), Luis Carlos Garzón Franco - Profesional Sectorial carbono negro y contaminantes criterio (IDEAM – PNUD - Fundación Natura).

Agradecimientos:

Leonardo Alfredo Pineda Pardo, Coordinador del Grupo de Cambio Global, SEA (IDEAM), Lady Mateus Fontecha – Consultora, Sandra Mireya Fajardo – Consultora.

Para efectos del párrafo 52 de la Decisión 18/CMA.1, Colombia no reporta información de emisiones indirectas de N_2O y CO_2 derivadas de fuentes distintas de los sectores de Agricultura y Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra - LULUCF.

En el siguiente capítulo se presenta el Inventario de carbono negro (CN) y contaminantes criterio[44] para la serie de tiempo contemplada entre 2010 y 2021, siguiendo la Guía de Inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA 2019.

En Colombia, el Ideam es el responsable de la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) y del Inventario Nacional de Carbono Negro y Contaminantes Criterio. La actualización de estos inventarios se lleva a cabo en colaboración con varias entidades, incluyendo ministerios, autoridades ambientales, gremios sectoriales, y organizaciones públicas y privadas que proporcionen estadísticas nacionales.

Este inventario abarca el período de 2010 a 2021 y proporciona estimaciones sobre las emisiones de contaminantes atmosféricos. Es importante señalar que no se trata de una de una contabilidad exacta, ya que las cifras reflejan estimaciones de emisiones y absorciones, en lugar de valores completamente conocidos.

Ahora bien, el cambio climático sigue siendo uno de los retos más importantes, y es allí donde el carbono negro (CN) ha ganado relevancia. Para este inventario se reportan emisiones nacionales de 28,97 kt CN en el año 2021, con una leve disminución del 0,3% respecto a 2018.

Además del CN, el inventario también incluye estimaciones de gases precursores, que facilitan la formación de contaminantes secundarios como el ozono troposférico. Entre estos gases se encuentran el monóxido de carbono (CO), un gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión incompleta de combustibles fósiles y que afecta la capacidad del cuerpo para transportar oxígeno (Ideam, 2024); los óxidos de nitrógeno (NO_x), que comprenden óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2), y que provienen principalmente de vehículos y procesos industriales, contribuyendo al smog y a problemas respiratorios (Ideam, 2024); y los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM), que afectan la calidad del aire y contribuyen a la formación de smog y lluvia ácida (Ideam, 2024). En 2021, las emisiones nacionales de CO fueron de 1.927,67 kt, las emisiones de NO_x alcanzaron 388,25 kt y las emisiones de COVDM llegaron a 659,80 kt.

El material particulado también plantea un problema importante para la salud pública. Este incluye las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$. El PM_{10}, con un diámetro menor a 10 micrómetros, provienen de diversas fuentes como incendios, erupciones volcánicas, y la quema de biomasa, y pueden irritar las vías respiratorias superiores. Por su parte, el $PM_{2.5}$, con un diámetro menor a 2,5 micrómetros, puede penetrar en los alvéolos pulmonares y causar afecciones cardiovasculares (Ideam, 2024). En 2021, las emisiones nacionales de PM_{10} fueron de 223,56 kt, y las de $PM_{2.5}$ de 194,93 kt.

8.1 Descripción metodológica, fuentes de datos y exhaustividad.

La elaboración del Inventario de Emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterio se lleva a cabo de acuerdo con la "*Guía técnica para la elaboración de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos conjunta EMEP/EEA 2019".* Este inventario sigue una estructura basada en formato para el reporte de datos nacionales NFR. (por sus siglas en inglés, Nomenclature for Reporting).

[44] Para fines del presente documento se entiende por contaminantes criterio a la inclusión de gases precursores (CO, NO_x, SO_2, COVDM) y material particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$)

La estructura NFR se establece en tres niveles jerárquicos, que son sector, categoría y subcategoría. Las emisiones se calculan inicialmente a nivel de subcategoría, para luego consolidarse en los niveles superiores. Los cinco sectores en los que se reportan las emisiones son:

1. Energía.
2. Procesos Industriales Y Uso De Productos (IPPU).
3. Agricultura.
4. Residuos.
5. Fuentes Naturales. El NFR 11, se cataloga como un elemento informativo y se asocia con el sector LULUCF del INGEI.

El Inventario Nacional realiza una estimación anual de las emisiones atmosféricas de PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN, SO_2, NO_X, CO) y COVDM.

En cuanto a la metodología, se utilizaron los enfoques metodológicos de nivel 1 y nivel 2 para estimar las emisiones. El enfoque de nivel 1, conforme a la Guía EMEP/EEA 2019, aplica una ecuación a escala nacional que incorpora datos de actividad, como el consumo o la producción, junto con factores de emisión que representan implementaciones promedio o típicas de tecnología y medidas de reducción.

Ecuación Metodología NIVEL 1
$E_{contaminante} = TA \; x \; FE_{contaminante}$ $E_{contaminante}$ = Emisión anual por contaminante $FE_{contaminante}$ = Factor de emisión por contaminante TA = Tasa de actividad / Dato de actividad

Cuadro 60. Ecuaciones de estimaciones de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro – Nivel 1

Por otro lado, el enfoque de nivel 2 emplea la misma ecuación, pero con un mayor grado de detalle. En lugar de calcular emisiones basándose en datos promedio nacionales, el nivel 2 estima las emisiones considerando tipos específicos de tecnología. Por ejemplo, para el sector de transporte en lugar de usar un factor de emisión promedio para todos los vehículos, se utilizan factores específicos para cada tipo: automóviles a gasolina, diésel, motocicletas, camiones, buses, etc. Incluso se puede diferenciar por antigüedad del vehículo (Euro II vs. Euro VI). Esto implica el uso de datos de actividad y factores de emisión que se ajustan a cada proceso o tecnología específica.

Por lo tanto, este nivel permite un análisis más alto al tener en cuenta las variaciones en los procesos y tecnologías empleadas. En el Cuadro 61 se detallan las subcategorías para las cuales se aplicaron ecuaciones específicas, proporcionando una descripción de cada variable y su fuente de información. Además, las ecuaciones están detalladas en las secciones sectoriales correspondientes.

Subcategorías	Fuente	Ecuación
1.A.2.g.vii. Otras industrias: móviles – Combustión móvil en industrias manufactureras y construcción 1.A.4.cii. Agricultura/Silvicultura /Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	Inventario de emisiones de fuentes móviles de uso fuera de carretera en Colombia – 2021. Swisscontact – CALAC+	**CO, NO_X,** PM_{10} $E_i = \sum_{sub}[N_{sub} \cdot NA_{sub} \cdot Pot_{sub} \cdot FC_{sub} \cdot$ $(FE_{sub,i} \cdot FAT_{sub,i} \cdot FD_{sub,i} - SMP_{sub,i})]$ Donde: E_i: Emisiones del segmento *sub* de la población para el contaminante *i* en el año de evaluación [g/año]. N_{sub}: Cantidad de maquinaria del segmento *sub* de la población. NA_{sub}: Nivel de Actividad al año [h/año] para el segmento *sub* de la población. Pot_{sub}: Potencia nominal del motor en [kW] para el segmento *sub* de la población. FC_{sub}: Factor de carga representativo de las condiciones de operación para el segmento *sub* de la población (adimensional). $FE_{sub,i}$: Factor de emisión del contaminante *i* en estado estacionario del motor como si fuera nuevo para la maquinaria del segmento *sub* de la población [g/kWh]. $FAT_{sub,i}$: Factor para ajustar las emisiones del contaminante *i* obtenidas en ciclo en estado estacionario a ciclo en estado transitorio, (adimensional).

Subcategorías	Fuente	Ecuación
		$FD_{sub,i}$: Factor de deterioro que representa el ajuste del factor de emisiones del contaminante *i* por el envejecimiento o deterioro del motor y los sistemas de control de emisiones (adimensional). $SMP_{sub,i}$: Ajuste de masa de PM_{10} por variación del contenido de azufre en el combustible respecto de los valores de azufre del combustible de certificación utilizado para la medición de $FE_{sub,i}$. [g/kWh].
		SO_2 $$E_{SO2} = \sum_{sb}[W_{sub} \cdot (BSFC_{sub} \cdot FAT_{sub,BSFC} \cdot (1 - soxcnv)$$ $$-FE_{sub,HC} \cdot FAT_{sub,HC} \cdot FD_{sub,HC}) \cdot 0{,}01 \cdot soxdsl \cdot 2]$$ Donde: ESO_2: Emisión de SO_2 en [g/año]. $soxcnv$: Fracción de azufre convertida en MP. Para aquellos motores con un estándar de emisiones Tier 4 Intermedio y Tier 4 Final que cumplan con un valor máximo permisible de PM_{10} de 0,1341 g/kWh, el valor de $soxcnv$ es 0,3. Para los demás motores, el valor es 0,02247. 0,01 : Factor de conversión de fracción porcentual a fracción por peso. $soxdsl$: Fracción porcentual del azufre en el diésel con el que funciona la maquinaria. 2 : Proporción entre la masa del SO_2 y del azufre.
		$$Factor\ Edad_{sub} = \frac{Edad \cdot NA_{sub} \cdot FC_{sub}}{Vida\ Media_{sub}}$$
		Si Factor Edad$_{sub}$<1 $$FD_{sub,i} = 1 + A_{sub,i} \cdot (Factor\ Edad_{sub})^b$$ **Si Factor Edad$_{sub}$≥1** $$FD_{sub,i} = 1 + A_{sub,i}$$ Donde: $A_{sub,i}$: Para cada contaminante *i* es una constante definida según el tipo de maquinaria y el estándar de emisiones. Al momento en que la maquinaria cumple su vida útil, el factor de deterioro toma su máximo valor que es $1 + A_{sub,i}$. *b* : Constante e igual a 1 para motores diésel, ya que se considera un deterioro lineal en función de la edad.
		$$SMP = BSFC \cdot FAT_{BSFC} \cdot 7 \cdot soxcnv \cdot 0{,}01 \cdot (soxbas - soxdsl)$$ Donde: 7: Gramos de sulfato de PM_{10} / gramos de azufre en PM_{10} 0,01: Conversión de porcentaje a fracción. $soxbas$: Contenido porcentual de azufre usado en el combustible de certificación del motor [%]. $soxdsl$: Contenido porcentual de azufre en el combustible que utiliza la maquinaria [%]. Para el caso de este inventario, se utilizó un valor de 50 ppm, de acuerdo con el contenido máximo que se permite en el país.
1.A.3.bi. Vehículos de pasajeros 1.A.3.bii. Vehículos ligeros 1.A.3.biii. Vehículos pesados y buses 1.A.3.biv. Motocicletas	EMEP/EEA 2019 PART B CH 1.A.3.b.i-iv Road transport	$$E_{i,j} = \sum_k (N_{j,k}\ x\ M_{j,k}\ x\ EF_{i,j,k})$$ Donde: $E_{i,j}$: Emisión del contaminante *i* en la categoría vehicular *j* $N_{j,k}$: Número de vehículos en la flota nacional de categoría vehicular *j* y tecnología *k* [veh] $M_{j,k}$: Distancia media anual recorrida por vehículo de la categoría vehicular *j* y tecnología *k* [km/veh] $EF_{i,j,k}$: Factor de emisión específico para el contaminante *i* en la categoría vehicular *j* y la tecnología *k* [g/veh-km]

Subcategorías	Fuente	Ecuación
1.A.3.bv. Emisiones por evaporación de gasolina procedentes de vehículos	EMEP/EEA 2019 PART B CH 1.A.3.b.v Gasoline evaporation	$E_{COVDM} = \sum_j N_j \; x \; EF_{COVDM,j} \; x \; 365$ Donde: E_{COVDM}: Emisiones de COVDM N_j: Número de vehículos en la categoría *j* [veh] $EF_{COVDM,j}$: Factor de emisión de COVDM en la categoría vehicular *j* [g/veh/día] 365 : Número de días del año [días]
1.A.3.bvi-vii. Desgaste de neumáticos, frenos y vías	EMEP/EEA 2019 PART B CH 1.A.3.b.i-iv Road transport	$E_i = \sum_j N_j \; x \; M_j \; x \; EF_{i,j}$ Donde: E_i: Emisión del contaminante *i* N_i: Número de vehículos de categoría vehicular *j* dentro del límite espacial definido [veh] M_j: Distancia media anual recorrida por vehículo de la categoría vehicular *j* durante el periodo de tiempo definido [km/veh] $EF_{i,j,k}$: Factor de emisión para el contaminante *i* en la categoría vehicular *j* [g/km]
3.F. Quema de residuos agrícolas en cultivos	EMEP/EEA 2019 PART B CH 3.F. Field burning of agricultural residues	$AR_{residue_burnt} = A \cdot M_b \cdot C_f$ Donde: $AR_{residue_burnt}$: Tasa de actividad (AR), masa de residuo quemado [t materia seca] A: Área quemada [ha] M_b: Masa del combustible disponible para combustión [t/ha] C_f : Factor de combustión (adimensional)

Cuadro 61. Ecuaciones específicas para el cálculo del Inventario de Carbono Negro y Contaminantes criterio – Nivel 2.

Siendo así, para el cálculo de las emisiones, se utilizaron principalmente enfoques metodológicos de nivel 1 en la mayoría de las categorías, empleando factores de emisión estándar y datos de actividad generados por instituciones colombianas. Sin embargo, se hizo un esfuerzo adicional para aplicar un enfoque metodológico de nivel 2 en algunas subcategorías relevantes, aprovechando la información detallada disponible sobre tecnologías y procesos específicos.

La Tabla 321 detalla las categorías y subcategorías de emisiones calculadas en cada sector, basada en datos de actividad y factores de emisión e incluyen el análisis metodológico utilizado y las fuentes de información. Las emisiones se estiman conforme a las metodologías, con el objetivo de asegurar que tanto la información como las tendencias de las emisiones sean consistentes a lo largo de toda la serie temporal analizada (2010 – 2021).

Tabla 321. Exhaustividad, metodología y fuente de datos del Inventario de Carbono negro y Contaminantes criterio.

Categorías y subcategorías incluidas en el inventario de Contaminantes criterio y carbono negro (serie 2010 – 2021)		Contaminantes	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
1. ENERGÍA					
1.A.1. Industrias de la energía	1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal 1.A.1.b. Refinación de petróleo	NO_x, CO, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.1 Tablas 3-2 a 3-7, 4-2 y 5-1	UPME – BECO UPME – SICOM ECOPETROL SUI
	1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	SO_2	Nivel 1	UPME - FECOC 2016	

Categorías y subcategorías incluidas en el inventario de Contaminantes criterio y carbono negro (serie 2010 – 2021)		Contaminantes	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	1.A.2.a. Hierro y acero 1.A.2.b. Metales no ferrosos 1.A.2.c. Productos químicos 1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta 1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco 1.A.2.f. Minerales no metálicos 1.A.2.gviii. Otras industrias: estacionarias	NO_x, CO, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.2 Tablas 3-2 a 3-5	UPME-BECO UPME - SICOM
		SO_2	Nivel 1	UPME - FECOC 2016	
	1.A.2.gvii. Otras industrias: móviles Combustión móvil en industrias manufactureras y construcción	NO_x, CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 3	Swisscontact - CALAC+	RNMA - MinTransporte, EPA, DIAN, UPME - BECO, UPME - SIPG, Swisscontact - CALAC+
		COVDM	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.4 Non-Road mobile machinery Tabla 3-1	UPME-BECO
1.A.3. Transporte	1.A.3.aii. Aviación Civil Ciclo LTO (de cabotaje e internacional)	NO_x, CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	Combustible Jet A1 Ciclo LTO: Annex 5 - Master emissions calculator 2019	UPME-BECO AEROCIVIL ECOPETROL IPCC 2006
		COVDM	Nivel 1	Combustible Jet A1 Ciclo LTO: EMEP/EEA 2013 PART B CH1.A.3a Tabla 3-3	UPME-BECO
		NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	Combustible Avgas EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3a Tabla 3-3	UPME-BECO
	1.A.3.bi. Automóviles 1.A.3.bii. Camiones para servicio ligero 1.A.3.biii. Camiones para servicio pesado y autobuses 1.A.3.biv. Motocicletas	NO_x, CO, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3.B.i-iv Tablas 3-17 a 3-26	RUNT LEAP – NDC 2020
		SO_2	Nivel 1	Balance de masa (contenido de azufre de los combustibles) Ecopetrol Ley 1205 de 2008	UPME-BECO Ecopetrol
	1.A.3.bv. Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	COVDM	Nivel 1	EMEP/EEA PART B CH1.A.3.B.v Tablas 3-1 a 3-4	RUNT IDEAM – OSPA Atlas climatológico
	1.A.3.bvi. Desgaste de neumáticos y frenos	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3.B.vi-vii Tabla 3-1	RUNT LEAP – NDC 2020
	1.A.3.bvii. Desgaste de vías	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3.B.vi-vii Tabla 3-2	RUNT LEAP – NDC 2020
	1.A.3.c. Ferrocarriles	NO_x, CO, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3c Tabla 3-1	UPME - BECO
		SO_2	Nivel 1	Balance de masa (contenido de azufre de los combustibles) Ecopetrol Ley 1205 de 2008	UPME-BECO Ecopetrol
	1.A.3.dii. Navegación marítima y fluvial nacional	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3d Tabla 3-1 to 3-3	UPME – BECO Ecopetrol

Categorías y subcategorías incluidas en el inventario de Contaminantes criterio y carbono negro (serie 2010 – 2021)		Contaminantes	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
1.A.4. Otros sectores	1.A.4.ai. Comercial/Institucional: Estacionaria 1.A.4.bi. Residencial: Estacionaria 1.A.4.ci. Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	NO_x, CO, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.4 Small combustion Tabla 3-3 a 3-10	UPME-BECO PERS Ecopetrol
		SO_2	Nivel 1	UPME - FECOC 2016	
	1.A.4.cii. Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	NO_x, CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 3	Swisscontact - CALAC+	RNMA - MinTransporte, EPA, DIAN, UPME - BECO, UPME - SIPG, Swisscontact - CALAC+
		COVDM	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.4 Non-Road mobile machinery Tabla 3-1	UPME-BECO
1.B.1. Combustibles sólidos	1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón	COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.B.1a Tabla 3-1	UPME - SIMCO
	1.B.1.b. Transformación de combustibles sólidos	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.B.1b Tabla 3-1	UPME - BECO
1.B.2. Petróleo y gas natural	1.B.2.ai. Exploración, producción y transporte 1.B.2.b. Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	COVDM	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.B.2.A.i, 1.B2.B. Tablas 3-1 y 3-2	ANH UPME – BECO
	1.B.2.aiv. Refinación y almacenamiento	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.B.2.A.iv Tabla 3-1	UPME – BECO
	1.B.2.c. Ventilación y quema	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.B.2c Tabla 3-1	UPME – BECO
2. IPPU					
2.A. Industria de los minerales	2.A.1. Producción de cemento 2.A.2. Producción de cal	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.1 Tabla 3-1 CH2.A.2 Tabla 3-1	Empresas cementeras PROCEMCO DANE – EAM
	2.A.3. Producción de vidrio	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.3 Tabla 3-2 a 3-4	DANE - EAM
	2.A.5.a. Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.5a Tabla 3-1	DANE - CSM
	2.A.5.b. Construcciones y demoliciones	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.5b Tabla 3-1 a 3-4	DANE - CEED
2.B. Industria química	2.B.1. Producción de amoniaco	NO_x, CO	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.B Tabla 3-2	ANDI – Cámara procultivos Empresas del sector
	2.B.2. Producción de ácido nítrico	NO_x	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.B Tabla 3-3	ANDI – Cámara procultivos Empresas del sector
	2.B.10.a. Otra industria química	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.B Tablas 3-21 a 3-61	DANE – EAM Ecopetrol
2.C. Industria de los metales	2.C.1. Producción de hierro y acero	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.C.1 Tabla 3-2, 3-8, 3-14 y 3-15	UPME-SIMCO WSA

Categorías y subcategorías incluidas en el inventario de Contaminantes criterio y carbono negro (serie 2010 – 2021)		Contaminantes	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
	2.C.2. Producción Ferroaleaciones	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.C.2 Tablas 3-1	DANE - EAM CERROMATOSO UPME-SIMCO
	2.C.5. Producción de plomo	SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.C.5 Tablas 3-1	Empresas del sector
2.D. Uso de solventes y productos	2.D.3.a. Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas 2.D.3.e. Desengrasantes 2.D.3.h. Impresión 2.D.3.i. Otro uso de solventes y productos	COVDM	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.D.3.a, CH2.D.3.e, CH2.D.3.h y CH2.D.3.i	DANE - EAM
2.H. Otras industrias	2.H.1. Industria de pulpa y papel	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.H.1 Tablas 3-2	DANE - EAM
	2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas	COVDM	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.H.2 Tablas 3-2 a 3-32	DANE - EAM
3. AGRICULTURA					
3.B. Gestión del estiércol	3.B.1.a. Ganado bovino lechero 3.B.1.b. Ganado bovino no lechero 3.B.2. Ovinos 3.B.3. Porcinos 3.B.4.a. Búfalos 3.B.4.d. Caprinos 3.B.4.e. Caballos 3.B.4.f. Mulas y asnos 3.B.4.gi. Gallinas ponedoras 3.B.4.gii. Pollos engorde	NO_x, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH3.B Tablas 3-3 a 3-5	ICA, PORKCOLOMBIA, FENAVI, IPCC 2006, DANE – ENA, consulta expertos Consolidación INGEI Sector Agricultura IDEAM
3.D. Producción de cultivos y suelos agrícolas	3.D.a.1. Fertilizantes inorgánicos 3.D.a.2.A. Estiércol de ganado aplicado a suelos 3.D.a.3. . Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	NO_x	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH 3.D Tablas 3-1	Estimación Sector Agricultura Categorías IPCC: 3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos, 3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N y 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.
	3.D.c. . Operaciones agrícolas	PM_{10}, $PM_{2.5}$			MinAgricultura – Agronet-UPRA Evaluaciones agropecuarias municipales - EVA
	3.D.e. . Cultivos en pie	COVDM			
3.F. Quema de residuos agrícolas en cultivos		NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH3.F Tabla 3-1	MinAgricultura – Agronet-UPRA Evaluaciones agropecuarias municipales – EVA IPCC 2006 Homologación/ Refinamiento Sector Agricultura - IDEAM
5. RESIDUOS					
5.A. Eliminación de desechos sólidos		COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH5.A Tabla 3-1	SSPD
5.C. Incineración de desechos	5.C.1.b. Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH5.C.1.b - CH5.C.1.b.iii Tabla 3-1	IDEAM - RESPEL

Categorías y subcategorías incluidas en el inventario de Contaminantes criterio y carbono negro (serie 2010 – 2021)		Contaminantes	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
	5.C.2.a. Incineración abierta de desechos domésticos	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EPA AP-42 CH 2.5 Solid Waste Disposal - Open Burning Akagi et al (2011)	SSPD DANE – ECV DANE – Censo nacional de población y vivienda 2018
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales		COVDM	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH5.D Tabla 3-3	DANE – EAM RUA – IDEAM

El Inventario Nacional de Carbono Negro y Contaminantes Criterio se elabora como un complemento al Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI). En general, los datos de actividad para las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel nacional sirven como la principal fuente de información para estimar las emisiones de carbono negro, gases precursores y material particulado. No obstante, para los casos donde existen fuentes de emisión que no generan gases de efecto invernadero, pero sí emiten contaminantes atmosféricos, se llevan a cabo las etapas de recopilación de la información, procesamiento, validación y ajustes para estas emisiones.

En relación con el sector de Energía, se abarcan las emisiones resultantes que se originan durante la quema de combustibles para la generación de energía. La principal fuente de información para la categoría 1.A. Actividades de quema de combustibles es el Balance Energético Colombiano (BECO)[45]. Sin embargo, para complementar esta información, algunas categorías requieren información adicional proporcionada por entidades como Ecopetrol, el Sistema de Información de Combustibles (SICOM)[46] y los Planes de Energización Rural Sostenible (PERS). Además, el cálculo de las emisiones para las subcategorías de aviación (1.A.3.a) utiliza datos adicionales, como las Estadísticas de las actividades aeronáuticas[47] y el transporte terrestre (1.A.3.b) utiliza la información del Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT) [48]. Asimismo, para la categoría 1.B. de emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles, se obtiene información de la extracción y producción de combustibles del BECO y de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) [49], así como de la producción de carbón en el Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO) [50].

Por otro lado, en el sector de IPPU, las emisiones se reportan con base en datos de producción de diferentes sectores industriales. Generalmente, se utiliza información de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) [51] como fuente principal de información. Sin embargo, para categorías específicas que requieren datos detallados, se utilizan diversas fuentes especializadas.

Por ejemplo, para la categoría de Industria de los Minerales (2.A), se utilizan datos de la Cámara Colombiana del Cemento y el Concreto (PROCEMCO) para la producción de clinker, de la Cuenta Satélite de Minería (CSM) [52] para la extracción de minerales, y del Censo de Edificaciones (CEED) [53] para el área total de apartamentos, casas y construcciones no residenciales. En la categoría de Industria Química (2.B),

[45] Disponible para consulta en: https://www.sicom.gov.co/index.php/boletines-anteriores-2011-2021
[46] Disponible para consulta en: https://www1.upme.gov.co/simco/Paginas/home.aspx
[47] Disponible para consulta en: https://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/bases-de-datos
[48] Disponible para consulta en: https://www.runt.com.co/
[49] Disponible para consulta en: https://www.anh.gov.co/ANH-en-Datos/Paginas/Cifras-y-Estad%C3%ADsticas.aspx
[50] Disponible para consulta en: https://www1.upme.gov.co/informacioncifras/paginas/balanceenergetico.aspx
[51] Disponible para consulta en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam
[52] Disponible para consulta en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-satelite/cuenta- satelite-de-mineria
[53] Disponible para consulta en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/censo-de-edificaciones

la información sobre amoniaco y ácido nítrico proviene de la Cámara Procultivos de la Asociación Nacional de Industriales (ANDI). Para la Industria de los Metales (2.C), se obtiene información sobre la producción de hierro y acero de la Asociación Mundial del Acero (WSA, por sus siglas en inglés) y el Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO), mientras que CERROMATOSO proporciona datos sobre la producción de ferroaleaciones y las empresas del sector metalúrgico ofrecen cifras sobre la producción de plomo.

En cuanto al sector agricultura, las emisiones se estiman a partir de actividades de gestión del estiércol, producción de cultivos y suelos agrícolas, y quema de residuos agrícolas. Para la gestión del estiércol (3.B), se utiliza la población media anual de animales (AAP, por sus siglas en inglés), consolidada a partir de información de varias instituciones como el ICA, PORKCOLOMBIA, FENAVI y el DANE. Además, la producción de cultivos y suelos agrícolas (3.D.) se basa en datos de hectáreas cultivadas y aplicación de nitrógeno, reportadas en la Red de información y comunicación del sector Agricultura Colombiano - Agronet[54], mientras que la quema de residuos agrícolas en cultivos (3.F.) se emplea a partir de áreas afectadas por quema de biomasa, ajustadas por el equipo INGEI para cumplir con las directrices IPCC.

Para el sector de Residuos, se emplea información reportada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) para la eliminación de desechos sólidos (5.A.) e información del registro de generadores RESPEL del Ideam para la incineración de residuos industriales (5.C.1). La incineración abierta de desechos (5.C.2) se calcula utilizando datos de residuos quemados a cielo abierto reportados por la SSPD y la Encuesta de Calidad de Vida (ECV) del DANE. Además, el tratamiento y eliminación de aguas residuales (5.D.) se basa en el caudal estimado de aguas industriales, obtenido del equipo INGEI y otras fuentes como la EAM y el Registro Único Ambiental (RUA).

Por otro lado, en relación con los factores de emisión, se presenta una ampliación de la información sobre las fuentes de datos de emisión, tal como se detalla en la Tabla 321.

En este contexto, en el sector de Energía, los factores de emisión empleados se basan en gran medida en la Guidebook EMEP/EEA 2019. Sin embargo, se han realizado ajustes específicos para adaptar estos factores a las condiciones particulares del país. Los detalles sobre estos ajustes y las particularidades adicionales se abordarán en secciones posteriores.

Las emisiones provenientes de fuentes móviles fuera de carretera se reportan en las categorías de combustión para industrias manufactureras, construcción y agricultura. Esta información se deriva del primer inventario elaborado por la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (SWISSCONTACT), en colaboración con el Programa Clima y Aire Limpio en Ciudades de América Latina Plus (CALAC+) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente). El inventario del año base 2021 se elaboró utilizando información sobre maquinaria de los sectores de construcción, industrial y agrícola. La construcción del inventario se fundamentó en metodologías adaptadas de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y de la Agencia Ambiental Europea (EEA).

En cuanto a los factores de emisión de dióxido de azufre (SO_2), Colombia utiliza una base de datos denominada Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC) [55], que incluye datos sobre 57 combustibles nacionales. Esta base proporciona los factores de emisión específicos necesarios para calcular las emisiones de SO_2, ajustados para reflejar la calidad de los combustibles en el país.

Adicionalmente, para el transporte terrestre y ferroviario, las emisiones de SO_2 se calcularon siguiendo las directrices del Guidebook EMEP/EEA 2019, asumiendo la conversión completa del azufre presente en los combustibles a SO_2. Los factores de emisión específicos para estas categorías se determinaron mediante

[54] Disponible para consulta en: https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=59

[55] Disponibles para consulta en: http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html

un balance de masa, teniendo en cuenta los contenidos de azufre en el diésel, la gasolina y el gas natural vehicular utilizados en Colombia.

En cuanto al cálculo de emisiones del sector IPPU, se emplearon factores de emisión por defecto de la Guidebook EMEP/EEA 2019, mayormente en el nivel 1. Sin embargo, para ciertas subcategorías, se dispone de información específica por tecnología y proceso, permitiendo la aplicación del nivel metodológico 2. Entre estas subcategorías se incluyen la producción de vidrio, otras industrias químicas, la producción de hierro y acero, el uso de solventes y productos, la industria de pulpa y papel, y la industria de alimentos y bebidas, como se puede ver en la Tabla 321.

De manera similar, las emisiones del sector Agricultura se calcularon utilizando factores de emisión proporcionados en la Guidebook EMEP/EEA 2019, aplicando principalmente el nivel metodológico 1. Este enfoque se basó en datos de actividades totales a nivel nacional.

Finalmente, los factores de emisión empleados para calcular las emisiones en el sector de Residuos se basaron en la Guidebook EMEP/EEA 2019, con la excepción de la subcategoría de incineración abierta de desechos (5.C.2). Para esta subcategoría específica, que trata la quema de residuos domésticos a cielo abierto, se utilizaron factores de emisión del AP-42 de la EPA y de un estudio revisado por Akagi et al. (2011), que proporciona datos sobre la quema de diversos tipos de biomasa, incluyendo residuos domésticos. Estos factores permiten una estimación más precisa de las emisiones asociadas a este proceso.

8.2 Completitud del Inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio

Se realizaron cálculos de las emisiones de contaminantes atmosféricos para cada sector económico relevante en Colombia. La verificación de las tablas de reporte y los resultados finales de las emisiones se efectuó para confirmar la completitud del inventario. Durante la consolidación de las hojas de cálculo para la estimación de emisiones, se generaron las tablas correspondientes para el período 2010 - 2021. Estas tablas fueron revisadas para asegurar que cada sector, categoría y subcategoría presentadas incluyeran resultados de emisión, así mismo, que se reportaran los resultados para carbono negro, gases precursores y material particulado, y se incluyeran las claves de notación requeridas.

Algunas subcategorías de emisiones no pudieron ser estimadas en el Inventario Nacional de Carbono Negro y Contaminantes Criterio 2010-2021 debido a la ausencia de datos de actividad o factores de emisión específicos. La Tabla 322 detalla estas subcategorías y las razones por las cuales fueron excluidas de este inventario. Aunque estas carencias no comprometen la validez general del inventario, se insiste en la necesidad de mejorar la recopilación de datos para ofrecer un panorama más completo en futuras actualizaciones.

Tabla 322. Subcategorías no estimadas (NE) en el inventario de carbono negro y contaminantes criterio

Subcategoría NE	Razón de No Estimación	Observaciones
1.A.4.aii. Comercial/Institucional: Móviles – 1.A.4.bii. Residencial: Móviles	Información insuficiente	Actualmente, no se dispone de un registro que contabilice el número de vehículos correspondientes a maquinaria de uso fuera de carretera en los sectores residencial y comercial/institucional. La principal fuente de información sobre maquinaria fuera de ruta es el Registro Nacional de Maquinaria Agrícola, Industrial y de Construcción Autopropulsada (RNMA), el cual, como su nombre lo indica, reporta los rubros de agricultura, industria y construcción. En este contexto, las emisiones por fuentes móviles fuera de ruta en Colombia se reportan bajo las siguientes subcategorías: • **1.A.2.gvii. Otras industrias: móviles** - Combustión móvil en industrias manufactureras y de construcción (rubros industria y construcción). • **1.A.4.cii. Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria** (rubro agricultura).

Subcategoría NE	Razón de No Estimación	Observaciones
1.B.2.av. Distribución de productos de petróleo	Información insuficiente	La subcategoría no ha sido estimada debido a que el dato de actividad disponible no cuenta con el detalle requerido para el cálculo. La fuente consultada proporciona la cantidad total de productos refinados transportados; sin embargo, para estimar esta subcategoría, se requiere la desagregación de la cantidad de gasolina distribuida. Se tiene previsto incluir las emisiones correspondientes a esta subcategoría en futuras actualizaciones.
2.B.3. Producción de ácido adípico – 2.B.5. Producción de carburo – 2.B.7. Producción de ceniza de sosa	No se reporta	En el país, la producción de estas sustancias químicas no está reportada, lo que provoca la ausencia de estimaciones de emisiones para las correspondientes subcategorías en el inventario nacional de contaminantes criterio y carbono negro.
2.C.3. Producción de aluminio – 2.C.4. Producción de magnesio – 2.C.6. Producción de zinc	No se reporta	La falta de reporte sobre la producción de estos metales resulta en la ausencia de estimaciones de emisiones para las subcategorías asociadas en el inventario nacional de contaminantes criterio y carbono negro.
2.D.3.B. Pavimentación de vías con asfalto 2.D.3.c. Cubierta de asfalto – 2.D.3.D. Aplicaciones de revestimiento – 2.D.3.F. Limpieza en seco – 2.D.3.g. Productos químicos	Información insuficiente	No se cuenta con una fuente de información precisa sobre los datos de actividad necesarios para aplicar los factores de emisión disponibles. Como resultado, el inventario no incluye registros de emisiones relacionadas con el uso de solventes y productos químicos. Sin embargo, se continuará con la recopilación y procesamiento de información para obtener datos de actividad fiables que permitan estimar las emisiones correspondientes a estas categorías, teniendo en cuenta las condiciones específicas del país.
2.I. Procesamiento de madera	Información insuficiente	En el país, no se estimaron las emisiones para esta subcategoría debido a la falta de información sobre los factores de emisión relacionados con el procesamiento de madera, para los contaminantes reportados.
3.B.4.giii. Pavos – 3.B.4.giv. Otras aves de corral (patos, gansos) – 3.B.4.h. Otros animales (animales de peletería, conejos, renos, otros)	Información insuficiente	Ciertas especies animales no se incluyen en el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero debido a su baja presencia en la ganadería nacional y a la falta de datos censales oficiales. Por lo tanto, se asume que sus emisiones no tienen un impacto significativo en las emisiones totales del sector agricultura relacionadas con el manejo de estiércol.
5.B. Tratamiento biológico de los desechos sólidos	Información insuficiente	Las emisiones de esta categoría no se incluyeron debido a que estas actividades se llevan a cabo de forma limitada en ciertos municipios (como fincas sostenibles, grandes plazas de mercado, etc.), y no se dispone de información detallada y centralizada para realizar la estimación. Sin embargo, el equipo INGEI está trabajando en un plan de mejora para integrar estas emisiones en futuras actualizaciones, comenzando con estimaciones aproximadas y luego mejorando el cálculo a mediano y largo plazo
5.C.1.a. Incineración de residuos municipales	Actividad no se realiza en el país	La incineración controlada de residuos sólidos municipales no se realiza, lo que explica la ausencia de emisiones relacionadas con la incineración de residuos domésticos en la subcategoría 5.C.1.
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	Información insuficiente	No se calcularon las emisiones de esta subcategoría por falta de datos sobre los factores de emisión para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Así, la categoría 5.D. solo reporta las emisiones del tratamiento de aguas residuales industriales.
5.E. Otros residuos	Información insuficiente	No se cuenta con datos sobre la producción y tratamiento de lodos en plantas de tratamiento de aguas residuales, así como sobre incendios en automóviles y viviendas, esta categoría no fue estimada ni incorporada en el inventario nacional.

En este inventario, se observaron limitaciones en la estimación completa de los contaminantes para algunas subcategorías. Estas limitaciones se deben a factores como la falta de una metodología de cálculo definida, la ausencia de factores de emisión específicos, la consideración de ciertas emisiones como no representativas, o su contabilización bajo la categoría de combustión en lugar de por proceso específico. La Tabla 323 detalla los contaminantes que no fueron estimados en las subcategorías para este inventario.

Tabla 323. Contaminantes no estimados por subcategoría reportada en el inventario de carbono negro y contaminantes criterio

Subcategoría reportada en el inventario serie 2010-2021	Contaminantes No Estimados (NE)
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón	CN
1.B.2.ai. Exploración, producción y transporte	SO_2

Subcategoría reportada en el inventario serie 2010-2021	Contaminantes No Estimados (NE)
1.B.2.b. Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	
2.A.1. Producción de cemento 2.A.2. Producción de cal 2.A.3. Producción de vidrio 2.C.2. Producción ferroaleaciones	NO_X, COVDM, SO_2 y CO
2.B.1. Producción de amoníaco	COVDM, SO_2 y $PM_{2.5}$
2.C.5. Producción de plomo	NO_X, COVDM, CO y CN
2.D.3.a. Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas 2.D.3.e. Desengrasantes 2.B.2. Producción de ácido nítrico	$PM_{2.5}$
2.D.3.h. Impresión	$PM_{2.5}$ y CN
2.D.3.i. Otro uso de solventes y productos	NO_X, SO_2 y CO
2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
3.D.a.1. Fertilizantes Inorgánicos	PM_{10} y $PM_{2.5}$
5.A. Eliminación de desechos	CO

8.3 Análisis de categorías clave

Para identificar las categorías de emisiones más significativas en el inventario de Carbono Negro y contaminantes criterio, se han seguido las directrices establecidas en el Guidebook EMEP/EEA 2019, un manual fundamental para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas en Europa (EMEP/EEA, 2019). Se ha aplicado específicamente el "Método 1", que se basa en la definición de un umbral acumulativo para determinar las emisiones clave. En este caso, se seleccionaron las categorías que acumulan el 80% de las emisiones totales, este método implica dos análisis clave que son la evaluación del nivel y la evaluación de la tendencia.

8.3.1 Análisis de Nivel

La categoría 1.A.4. es la que representa mayor aporte en emisiones para los gases CO, $PM_{10,}$ $PM_{2.5}$ y CN y dentro de esta categoría la que más representatividad tiene en aportes, es la subcategoría 1.A.4.bi Residencial estacionaria, procedente por la combustión incompleta del consumo de leña empleado para la cocción de alimentos principalmente en zonas rurales. Es de resaltar que, aunque esta subcategoría aporta gran parte de las emisiones para los gases mencionados, tiene una tendencia a la baja lo cual se explica en las tendencias para la categoría 1.A.4. Otros de la

Figura 313 a la

Figura 319, tal como se propone en el plan nacional de sustitución de leña de la UPME, el cual promueve la sustitución de combustibles de uso ineficiente y altamente contamines para la cocción de alimentos (UPME-2023). Los resultados de los siete contaminantes estimados para el año 2021 se resumen en la Tabla 331. A continuación, se presentan los datos detallados para las principales subcategorías, desglosados por contaminante estimado:

8.3.1.1 *Análisis de nivel para emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NO_X)*

En el año 2021, las emisiones de NO_x en Colombia fueron significativamente influenciadas por varias categorías. En particular, el transporte terrestre, que incluye vehículos pesados y autobuses (subcategoría 1.A.3.b.iii), así como la deposición de orina y estiércol por el pastoreo del ganado (subcategoría 3.D.a.3), junto con la combustión en industrias manufactureras y de la construcción a través de fuentes móviles (subcategoría 1.A.2.g.vii), representaron en conjunto el 53,00% del total de emisiones nacionales de NOx, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 324. Categorías clave NO_X – Análisis de nivel - 2021

Código NFR	Nombre	NO_X kt	Análisis de nivel	Total acumulado
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	133,1	34%	34%
3.D.a.3.	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	42,5	11%	45%
1.A.2.gvii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	30,4	8%	53%
1.A.1.a.	Electricidad pública y producción de calor	16,7	4%	57%
1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	16,0	4%	61%
3.D.a.1.	Fertilizantes Inorgánicos	14,8	4%	65%
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	12,0	3%	68%
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	11,9	3%	71%
1.A.1.c.	Residencial: Estacionaria	10,4	3%	74%
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	8,5	2%	76%
1.A.3.bii.	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	9,0	2%	79%
1.A.1.b.	Refinación de petróleo	4,7	1%	80%

8.3.1.2 *Análisis de nivel para emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM)*

El análisis de las emisiones de COVDM en Colombia para el año 2021 revela que tres categorías clave son responsables de una parte considerable de estas emisiones, estas tres subcategorías suman el 54,00% de las emisiones, como se muestra en la Tabla 325.

En primer lugar, la subcategoría 1.A.3.b.iv, que se refiere al transporte terrestre, específicamente a las motocicletas, se destaca como una de las principales fuentes de COVDM con un aporte al 33,00% de sus emisiones. El crecimiento del parque de motocicletas en el país ha contribuido a un aumento en las emisiones, ya que estos vehículos utilizan combustibles que generan compuestos volátiles durante su funcionamiento.

Además, la subcategoría 1.A.4.b.i, que abarca el sector residencial y su uso estacionario, también juega un papel significativo en la emisión de COVDM con una participación del 14,00%. En este contexto, las emisiones provienen principalmente de la quema de combustibles para calefacción y cocción. Este fenómeno es especialmente relevante en las áreas rurales, donde el uso de leña y otros combustibles sólidos es común. Por último, la subcategoría 2.H.2, que incluye la industria de alimentos y bebidas, se resalta en la influencia de las emisiones de este contaminante con el 7,00%.

Tabla 325. Categorías clave COVDM – Análisis de nivel – 2021

Código NFR	Nombre	COVDM kt	Análisis de nivel	Total acumulado
1.A.3.biv.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	216,0	33%	33%

1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	94,0	14%	47%
2.H.2.	Industria de la alimentación y bebidas	48,4	7%	54%
1.B.1.a.	Minería carbonífera y manejo del carbón	47,3	7%	61%
1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	27,7	4%	66%
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	24,2	4%	69%
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	23,7	4%	73%
2.D.3.i.	Otro uso de solventes y productos	22,0	3%	76%
5.A.	Eliminación de desechos sólidos	20,1	3%	79%
1.A.3.bii.	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	4,4	1%	80%

8.3.1.3 *Análisis de nivel para emisiones de Dióxido de azufre (SO_2)*

Las subcategorías clave de emisiones de SO_2 en 2021 son 1.A.1.a. Electricidad pública y producción de calor con un aporte del 28,00% y 1.A.2.f. Minerales no metálicos con un aporte del 25,00%. En conjunto, estas dos subcategorías representan el 52,00% de las emisiones nacionales de SO_2. La subcategoría 1.A.1.a se refiere a las plantas de generación de electricidad y calor, donde la quema de carbón y petróleo es una fuente importante de SO_2. La subcategoría 1.A.2.f incluye emisiones de procesos industriales como la producción de cemento, que requieren altas temperaturas y generan SO_2 al quemar combustibles fósiles con contenido de azufre. En conjunto, estas dos subcategorías representan el 52,00% de las emisiones nacionales de SO_2, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 326. Categorías clave SO_2 – Análisis de nivel - 2021

Código NFR	Nombre	SO_2 kt	Análisis de nivel	Total acumulado
1.A.1.a.	Electricidad pública y producción de calor	139,0	28%	28%
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	125,2	25%	52%
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	70,8	14%	66%
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	47,4	9%	76%
1.A.2.a.	Hierro y acero	31,9	6%	82%

8.3.1.4 *Análisis de nivel para emisiones de Monóxido de Carbono (CO)*

En 2021, las emisiones de CO se concentraron principalmente en dos subcategorías: la subcategoría 1.A.4.b.i. Residencial: Estacionaria (uso de combustibles en hogares) y la subcategoría 1.A.3.b.iv. Transporte terrestre: Motocicletas. Estos dos sectores fueron responsables de más de la mitad (58,00%) de todas las emisiones de CO en el país, tal como se muestra a continuación:

Tabla 327. Categorías clave CO – Análisis de nivel - 2021

Código NFR	Nombre	CO kt	Análisis de nivel	Total acumulado
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	630,7	33%	33%
1.A.3.biv.	Transporte terrestre: Motocicletas	489,8	25%	58%
1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	289,1	15%	73%
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	72,2	4%	77%
1.A.3.bii.	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	55,0	3%	80%

8.3.1.5 *Análisis de nivel para emisiones de Material particulado menor a 10 micrómetros (PM_{10})*

Para el año 2021, la subcategoría 1.A.4.bi. Residencial: Estacionaria contribuye con el 53,00% de las emisiones nacionales totales de PM_{10}, esto se debe a que estas emisiones provienen del uso de leña para la cocción de alimentos en la población rural, lo cual genera emisiones de material particulado por la combustión incompleta como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 328. Categorías clave PM_{10} – Análisis de nivel - 2021

Código NFR	Nombre	PM_{10} kt	Análisis de nivel	Total acumulado
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	118,4	53%	53,0%
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	13,2	6%	58,9%
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	12,8	6%	64,6%
1.A.1.c	Productos químicos	12,3	5%	70,1%
3.D.c.	Operaciones agrícolas	8,5	4%	73,9%
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	5,9	3%	76,5%
5.C.2.A..	Incineración abierta de desechos domésticos	5,7	3%	79,1%
3.B.4.	Otros	4,0	2%	80,8%

8.3.1.6 *Análisis de nivel para emisiones de Material particulado menor a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)*

En 2021, la subcategoría 1.A.4.bi. Residencial: Estacionaria representa la mayor fuente de emisiones de $PM_{2.5}$, contribuyendo con el 59,00% del total nacional, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 329. Categorías clave $PM_{2.5}$ – Análisis de nivel - 2021.

Código NFR	Nombre	$PM_{2.5}$ kt	Análisis de nivel	Total acumulado
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	115,3	59%	59%
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	12,9	7%	66%
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	12,4	6%	72%
1.A.1.c.	Productos químicos	8,5	4%	77%
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	5,9	3%	80%

.

8.3.1.7 *Análisis de nivel para emisiones de Carbono Negro (CN)*

En cuanto a las emisiones de carbono negro (CN) en 2021, el sector residencial (1.A.4.bi) y el procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco (1.A.2.e) fueron los principales contribuyentes, generando en conjunto el 66,00% de las emisiones totales a nivel nacional, como se muestra a continuación:

Tabla 330. Categorías clave CN – Análisis de nivel - 2021

Código NFR	Nombre	CN kt	Análisis de nivel	Total acumulado
1.A.4.bi	Residencial: Estacionaria	13,1	45%	45%
1.A.3.biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	3,0	11%	56%
1.A.2.e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	3,0	10%	66%
1.A.1.c	Productos químicos	2,4	8%	74%
1.A.4.ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	1,9	7%	81%

8.3.1.8 *Clasificación del análisis de nivel incluyendo todos los contaminantes*

Según la Tabla 331, que muestra la contribución a las emisiones totales de los siete contaminantes estimados, el uso residencial de leña para cocinar y calefaccionar en hogares (subcategoría 1.A.4.bi) se identifica como la principal fuente de contaminación en el inventario nacional de emisiones de 2021. Esta situación se debe a la quema de leña en los hogares, una práctica frecuente en algunas zonas rurales del país.

En segundo lugar, se encuentran las motocicletas (subcategoría 1.A.3.biv), cuya creciente popularidad ha incrementado las emisiones de CO y COVDM. Por último, los vehículos pesados y buses (subcategoría 1.A.3.biii), que funcionan principalmente con diésel, ocupan el tercer lugar debido a su contribución en las emisiones de NO_x, MP y CN.

Tabla 331. Clasificación de categorías clave incluyendo todos los contaminantes en el análisis – Análisis de nivel

Código NFR	Nombre	% de contribución a las emisiones totales por contaminante de las categorías clave							Suma de % de contribución de las categorías clave	Rango
		NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN		
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	3,1%	14,2%		32,7%	53,0%	59,2%	45,1%	207,3%	1
1.A.3.biv.	Transporte terrestre: Motocicletas		32,7%		25,4%				58,2%	2
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	34,3%			3,7%	2,6%	3,0%	10,5%	54,2%	3
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	3,1%	3,6%	14,0%		5,7%	6,4%	10,2%	43,0%	4
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	2,2%		24,8%					27,0%	5
1.A.1.a.	Electricidad pública y producción de calor	4,3%		27,6%					31,9%	6
1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	4,1%	4,2%		15,0%				23,3%	7
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	2,7%				5,5%	4,4%	8,5%	21,0%	8
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria		3,7%			5,9%	6,6%	6,7%	22,9%	9
3.D.a.3. .	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	11,0%							11,0%	10
1.B.1.a.	Minería carbonífera y manejo del carbón		7,2%						7,2%	11
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta			9,4%					9,4%	12
1.A.2.gvii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	7,8%							7,8%	13
2.H.2.	Industria de la alimentación y bebidas		7,3%						7,3%	14
1.A.2.a.	Hierro y acero			6,3%					6,3%	15
3.D.c. .	Operaciones agrícolas					3,8%			3,8%	16
3.D.a.1.	Fertilizantes Inorgánicos	3,8%							3,8%	17

Código NFR	Nombre	% de contribución a las emisiones totales por contaminante de las categorías clave							Suma de % de contribución de las categorías clave	Rango
		NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN		
2.D.3.i.	Otro uso de solventes y productos		3,3%						3,3%	18
5.A.	Eliminación de desechos sólidos		3,0%						3,0%	19
5.C.2.A.	Incineración abierta de desechos domésticos					2,5%			2,5%	20
1.A.1.b.	Refinación de Petróleo	1,2%							1,2%	21

8.3.2 Análisis de Tendencia

Los resultados de las categorías clave, basados en el análisis de tendencia del período 2010-2021 para siete contaminantes estimados, se presentan a continuación. La Tabla 339 proporciona un resumen de estos resultados.

Es importante destacar que el análisis de tendencia es una herramienta valiosa para comprender la evolución de las emisiones de contaminantes atmosféricos a lo largo del tiempo y para identificar los factores que impulsan estos cambios. Al seguir las directrices de la guía EMEP 2019, se puede garantizar la calidad y la relevancia de los resultados del análisis, lo que contribuye a la toma de decisiones informadas en materia de políticas de calidad del aire.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por contaminante:

8.3.2.1 *Análisis de tendencia para emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NO_X)*

El análisis de las tendencias de emisiones de NOx en Colombia entre 2010 y 2021 destaca a ciertos sectores como los principales emisores. La subcategoría 1.A.3.b.iv. Transporte terrestre: Motocicletas contribuye con el 16,45% de las emisiones, principalmente debido a la combustión a altas temperaturas en los motores de motocicletas. La principal causa de la generación de NOx puede ser la ausencia de sistemas avanzados de control de emisiones como los que emplean otros vehículos, incrementando así la liberación de estos gases contaminantes. Por su parte, la subcategoría 1.A.2.g.vii. Combustión en industrias manufactureras y de la construcción aporta el 13,62% de las emisiones, donde la maquinaria móvil utilizada en el sector construcción, que funciona predominantemente con diésel, es una de las principales fuentes de generación de NOx.

Para la subcategoría 1.A.3.b.i. Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros representa el 10,35% de las emisiones. Esto se debe en gran medida al uso de combustibles diésel en el transporte pesado, particularmente en vehículos de pasajeros de mayor tamaño que requieren mayor potencia y eficiencia en condiciones de operación intensiva. Finalmente, la subcategoría 3.D.a.3 Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado y 1.A.2.e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, contribuyen en un 54,31% a la tendencia del inventario general nacional de NO_x, para el período 2010 – 2021. En la Tabla 332 se presenta la información de análisis de tendencia de las diferentes subcategorías:

Tabla 332. Categorías clave NO_X – Análisis de tendencia

Código NFR	Nombre	NO_x 2010 kt	NO_x 2021 kt	Análisis de tendencia	% Contribución	Total acumulado
1.A.3.b.iv.	Transporte terrestre: Motocicletas	2,23	16,84	0,30	16,45%	16,45%

Código NFR	Nombre	NO_x 2010 kt	NO_x 2021 kt	Análisis de tendencia	% Contribución	Total acumulado
1.A.2.gvii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	18,30	30,39	0,25	13,62%	30,08%
1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	25,17	15,99	0,19	10,35%	40,43%
3.D.a.3.	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	35,60	42,52	0,14	7,80%	48,22%
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	17,29	11,88	0,11	6,09%	54,31%
1.A.3.dii.	Navegación marítima y fluvial nacional	1,47	6,37	0,10	5,52%	59,83%
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	5,07	8,77	0,08	4,17%	64,00%
3.D.a.1.	Fertilizantes Inorgánicos	11,51	14,81	0,07	3,72%	67,72%
1.A.4.cii.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria.	0,00	2,99	0,06	3,37%	71,09%
1.A.2.gviii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	1,40	4,16	0,06	3,11%	74,20%
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	6,04	8,52	0,05	2,79%	76,99%
1.A.1.a.	Electricidad pública y producción de calor	19,01	16,66	0,05	2,65%	79,64%
1.A.3.bii.	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	6,64	8,98	0,05	2,63%	82,28%

8.3.2.2 *Análisis de tendencia para emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM)*

Respecto a los COVDM, la tendencia de emisiones en las subcategorías presenta variaciones importantes. La subcategoría Motocicletas 1.A.3.biv contribuye con el 18,67% de las emisiones, atribuido a la combustión incompleta en motores de baja eficiencia y la falta de sistemas avanzados de control de emisiones. En la subcategoría Evaporación de vehículos 1.A.3.b.v.,aunque en 2010 emitía 18,13 kt, no se reportan emisiones para 2021 lo cual podría deberse a una falta de datos de actividad para ese año. Las emisiones en la subcategoría Desengrasantes 2.D.3.e, han incrementado, representando un 8,68% de la contribución total. En cuanto a la subcategoría Uso residencial 1.A.4.bi, las emisiones han disminuido ligeramente con una contribución de 7,47% posiblemente debido a una transición hacia fuentes de energía más limpias para calefacción y cocción. Por otro lado la subcategoría Solventes domésticos 2.D.3.a ha aumentado, con una contribución del 7,44%, asociada al uso de productos químicos volátiles en el hogar. En conjunto, estas subcategorías contribuyen, con el 52,61% a la tendencia del inventario general nacional de COVDM, para el periodo 2010 – 2021, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 333. Categorías clave COVDM – Análisis de tendencia

Código NFR	Nombre	COVDM 2010 kt	COVDM 2021 kt	Análisis de tendencia	% Contribución	Total acumulado
1.A.3.biv.	Transporte terrestre: Motocicletas	183,34	216,01	0,61	18,67%	18,67%
1.A.3.bv.	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	18,13	39,78	0,34	10,36%	29,03%
2.D.3.e. .	Desengrasantes	0,58	15,77	0,28	8,68%	37,70%
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	107,03	93,96	0,24	7,47%	45,17%

Código NFR	Nombre	COVDM 2010 kt	COVDM 2021 kt	Análisis de tendencia	% Contribución	Total acumulado
2.D.3.a.	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	5,60	18,61	0,24	7,44%	52,61%
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	18,08	5,89	0,23	6,97%	59,58%
1.B.1.a.	Minería carbonífera y manejo del carbón	59,45	47,33	0,23	6,92%	66,50%
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	12,71	24,22	0,21	6,58%	73,08%
2.D.3.i.	Otro uso de solventes y productos	15,16	22,00	0,13	3,91%	76,98%
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	17,29	23,73	0,12	3,68%	80,66%

8.3.2.3 *Análisis de tendencia para emisiones de Dióxido de azufre (SO_2)*

En relación con el SO_2, las emisiones de las subcategorías 1.A.2.a. Hierro y acero, 1.A.2.gviii. Combustión en industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias, y 1.A.2.f. Minerales no metálicos representan el 54,13% de la tendencia general del inventario nacional de SO_2 para el período 2010-2021, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 334. Categorías clave SO_2 – Análisis de tendencia

Código NFR	Nombre	$S0_2$ 2010 kt	$S0_2$ 2021kt	Análisis de tendencia	% Contribución	Total acumulado
1.A.2.a.	Hierro y acero	16,81	31,88	4,43	21,20%	21,20%
1.A.2.gviii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción	31,25	17,00	4,19	20,05%	41,26%
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	134,38	125,24	2,69	12,87%	54,13%
1.A.1.a.	Electricidad pública y producción de calor	129,92	139,04	2,68	12,84%	66,97%
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	13,63	18,60	1,46	7,00%	73,96%
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	74,52	70,78	1,10	5,27%	79,23%
1.A.4.b.	Residencial	14,05	10,40	1,07	5,14%	84,37%

8.3.2.4 *Análisis de tendencia para emisiones de Monóxido de Carbono (CO)*

Respecto al CO, acorde con la Tabla 335, la tendencia en las emisiones de las subcategorías 1.A.3.biv. Transporte terrestre: Motocicletas, las motocicletas suelen tener sistemas de control de emisiones menos sofisticados que los automóviles. Esto se debe en parte a las limitaciones de espacio y peso y La subcategoría 1.A.4.bi, que corresponde a emisiones residenciales estacionarias, contribuye con el 60,69% del total de emisiones del sector. Es importante destacar que esta subcategoría ha mostrado una tendencia descendente en las emisiones de CO entre 2010 y 2021. Esta disminución se debe principalmente a la sustitución de la leña por combustibles más limpios, como el gas natural y otras fuentes de energía, en los hogares. La tendencia a la baja en las emisiones de CO a nivel nacional en este periodo confirma esta transición hacia combustibles menos contaminantes.

Tabla 335. Categorías claves CO - Análisis de tendencia

Código NFR	Nombre	CO 2010 kt	CO 2021kt	Análisis de tendencia	% Contribución	Total acumulado
1.A.3.biv.	Transporte terrestre: Motocicletas	346,16	489,85	2,01	37,59%	37,59%

1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	719,05	630,73	1,23	23,10%	60,69%
1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	325,92	289,05	0,52	9,65%	70,34%
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	24,37	46,27	0,31	5,73%	76,06%
3.F.	Quema de residuos agrícolas en cultivos	105,96	125,76	0,28	5,18%	81,24%

8.3.2.5 *Análisis de tendencia para emisiones de Material particulado menor a 10 micrómetros (PM_{10})*

En cuanto al PM_{10}, en la Tabla 336 se muestra que las emisiones de las subcategorías 1.A.4.bi. Residencial: Estacionaria y 1.A.4.ci. Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria representan el 45,91% de la tendencia general del inventario nacional para el período 2010-2021.

Tabla 336. Categorías clave PM_{10} – Análisis de tendencia

Código NFR	Nombre	PM_{10} 2010 kt	PM_{10} 2021kt	Análisis de tendencia	% Contribución	Total acumulado
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	134,78	118,42	6,16	33,21%	33,21%
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	6,95	13,20	2,36	12,70%	45,91%
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	7,70	12,28	1,72	9,28%	55,18%
2.A.5.b.	Construcciones y demoliciones	5,20	0,72	1,69	9,09%	64,27%
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	9,88	12,83	1,11	5,98%	70,26%
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	6,94	4,79	0,81	4,35%	74,60%
3.F.	Quema de residuos agrícolas en cultivos	9,06	10,75	0,64	3,43%	78,04%
3.D.c. .	Operaciones agrícolas	7,30	8,46	0,44	2,36%	80,40%

8.3.2.6 *Análisis de tendencia para emisiones de Material particulado menor a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)*

Respecto al $PM_{2.5}$, la subcategoría 1.A.4.bi. Residencial: Estacionaria representa el 40,37% de la tendencia general del inventario nacional de $PM_{2.5}$ para el período 2010-2021, como se muestra en la Tabla 337.

Tabla 337. Categorías clave $PM_{2.5}$ – Análisis de tendencia

Código NFR	Nombre	$PM_{2.5}$ 2010 kt	$PM_{2.5}$ 2021kt	Análisis de tendencia	% Contribución	Total acumulado
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	131,26	115,32	26,23	40,37%	40,37%
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	6,81	12,95	10,11	15,56%	55,93%
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	5,35	8,54	5,25	8,08%	64,01%
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	9,52	12,42	4,76	7,33%	71,34%
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	6,43	4,43	3,29	5,06%	76,40%

3.F.	Quema de residuos agrícolas en cultivos	8,58	10,18	2,64	4,06%	80,46%

8.3.2.7 *Análisis de tendencia para emisiones de Carbono Negro (CN)*

Respecto al CN, la tendencia en las emisiones de las subcategorías 1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, 1.A.2.gvii. Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción, representa el 57% a la tendencia general del inventario nacional de CN, para el intervalo de 2010 a 2021, como se muestra en la Tabla 338.

Tabla 338. Categorías clave CN – Análisis de tendencia

Código NFR	Nombre	CN 2010 kt	CN 2021kt	Análisis de tendencia	% Contribución	Total acumulado
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	2,14	2,96	0,50	31,09%	31,09%
1.A.2.gvi.i	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción	0,92	1,60	0,41	25,60%	56,69%
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	3,28	3,05	0,14	8,50%	65,19%
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	0,50	0,30	0,12	7,69%	72,88%
3.F.	Quema de residuos agrícolas en cultivos	0,79	0,94	0,09	5,59%	78,47%
1.A.2.c.	Productos químicos	0,04	0,17	0,08	4,92%	83,39%

8.3.2.8 *Clasificación del análisis de tendencia incluyendo todos los contaminantes*

Como resultado del análisis de tendencias entre 2010 y 2021, la subcategoría 1.A.4.b.i. Residencial: Estacionaria, se destaca como la principal fuente de emisiones a nivel nacional., debido a su alta contribución en la emisión de PM, CN y CO, principalmente por la quema de combustibles en los hogares. En segundo lugar, se ubica la subcategoría 1.A.3.b.iv. Transporte terrestre: Motocicletas, debido a su impacto en la tendencia de las emisiones de CO y COVDM. La subcategoría 1.A.2.e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco ocupa el tercer lugar, contribuyendo significativamente a la tendencia de las emisiones de SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN. Finalmente, la subcategoría 1.A.2.g.vii Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles se sitúa en cuarto lugar por su aporte a la tendencia de las emisiones anuales de NO_x, en la Tabla 339 se presenta la información de análisis de tendencia de los diferentes gases.

Tabla 339. Clasificación de categorías clave incluyendo todos los contaminantes en el análisis – Análisis de tendencia.

Código NFR	Nombre	% de contribución a las emisiones totales por contaminante de las categorías clave							Suma de % de contribución de las categorías clave	Rango
		NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN		
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria		7		23	33	40		103	1
1.A.3.biv.	Transporte terrestre: Motocicletas	16	19		38				73	2

Código NFR	Nombre	% de contribución a las emisiones totales por contaminante de las categorías clave							Suma de % de contribución de las categorías clave	Rango
		NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN		
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	6		5		6	7	31	55	3
1.A.2.gvii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción	14		20				26	60	4
1.A.4.ci.	Agricultura/ Silvicultura/ Pesca: Estacionaria	4			7	13	16		40	5
1.A.2.f.	Minerales no metálicos			13	4	4	5	8	34	6
1.A.2.a.	Hierro y acero			21					21	7
1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	10			10				20	8
1.A.2.gviii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción			20					20	9
1.A.1.a.	Electricidad pública y producción de calor			13					13	10
1.A.3.bv.	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos		10						10	11

8.3.3 Resultado de análisis de categorías clave

A continuación, se listan las categorías clave del inventario nacional de carbono negro y contaminantes criterio, organizadas por contaminante, derivadas de los análisis de nivel y tendencia.

Tabla 340. Resumen del análisis de categorías clave (para NO_X) – Método 1

Código NFR	Nombre	Contaminante	Criterios de identificación
1.A.1.a.	Electricidad pública y producción de calor	NO_X	N1, T1
1.A.1.b.	Refinación de petróleo	NO_X	N1, T1
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	NO_X	N1
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	NO_X	N1
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	NO_X	N1, T1
1.A.2.gvii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	NO_X	N1, T1
1.A.2.gviii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	NO_X	T1
1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	NO_X	N1, T1
1.A.3.bii.	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	NO_X	T1
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	NO_X	N1, T1
1.A.3.biv.	Transporte terrestre: Motocicletas	NO_X	T1
1.A.3.dii.	Navegación marítima y fluvial nacional	NO_X	T1
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	NO_X	N1
1.A.4.cii.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	NO_X	T1
3.D.a.1.	Fertilizantes inorgánicos	NO_X	N1, T1
3.D.a.3. .	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	NO_X	N1, T1

Tabla 341. Resumen del análisis de categorías clave (para COVDM) – Método 1

Código NFR	Nombre	Contaminante	Criterios de identificación

1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	COVDM	N1, T1
1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	COVDM	N1
1.A.3.biv.	Transporte terrestre: Motocicletas	COVDM	T1
1.A.3.bv.	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	COVDM	N1, T1
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	COVDM	N1, T1
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	COVDM	N1, T1
1.B.1.a.	Minería carbonífera y manejo del carbón	COVDM	N1, T1
2.D.3.a.	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	COVDM	T1
2.D.3.i.	Otro uso de solventes y productos	COVDM	N1, T1
2.H.2.	Industria de la alimentación y bebidas	COVDM	N1, T1
5.A.	Eliminación de desechos sólidos	COVDM	N1, T1

Tabla 342. Resumen del análisis de categorías clave (para SO_2) – Método 1

Código NFR	Nombre	Contaminante	Criterios de identificación
1.A.1.a.	Electricidad pública y producción de calor	SO_2	N1, T1
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	SO_2	T1
1.A.2.a.	Hierro y acero	SO_2	N1, T1
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	SO_2	N1
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	SO_2	N1, T1
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	SO_2	N1
1.A.2.gviii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	SO_2	T1
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	SO_2	T1
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	SO_2	T1

Tabla 343. Resumen del análisis de categorías clave (para CO) – Método 1

Código NFR	Nombre	Contaminante	Criterios de identificación
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO	T1
1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	CO	N1, T1
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	CO	N1
1.A.3.biv.	Transporte terrestre: Motocicletas	CO	N1, T1
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	CO	N1, T1

Tabla 344. Resumen del análisis de categorías clave (para PM_{10}) – Método 1

Código NFR	Nombre	Contaminante	Criterios de identificación
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	PM_{10}	N1, T1
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	PM_{10}	T1
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	PM_{10}	T1
1.A.2.gvii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	PM_{10}	T1
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	PM_{10}	N1
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	PM_{10}	T1
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	PM_{10}	N1, T1
2.A.5.a.	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	PM_{10}	T1
2.A.5.b.	Construcciones y demoliciones	PM_{10}	N1
3.D.c. .	Operaciones agrícolas	PM_{10}	N1, T1
5C2.A.	Incineración abierta de desechos domésticos	PM_{10}	N1

Tabla 345. Resumen del análisis de categorías clave (para $PM_{2.5}$) – Método 1

Código NFR	Nombre	Contaminante	Criterios de identificación
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	$PM_{2.5}$	N1, T1
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	$PM_{2.5}$	N1, T1
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	$PM_{2.5}$	T1

1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	$PM_{2.5}$	N1
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	$PM_{2.5}$	N1, T1
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	$PM_{2.5}$	N1, T1

Tabla 346. Resumen del análisis de categorías clave (para CN) – Método 1

Código NFR	Nombre	Contaminante	Criterios de identificación
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	CN	N1, T1
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CN	N1, T1
1.A.2.gvii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	CN	T1
1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	CN	N1
1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	CN	N1, T1
1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	CN	N1, T1

8.4 Control y aseguramiento de calidad

El control y aseguramiento de calidad abarcó todo el ciclo del inventario de los contaminantes atmosféricos. En primer lugar, durante el proceso de alistamiento, se verificó el plan de trabajo y los formatos de reporte. A continuación, en la fase de recopilación y procesamiento de información, se aplicó un riguroso control de calidad a los datos de entrada al inventario. Esto incluyó la consulta de fuentes a nivel nacional, departamental y regional para asegurar adecuadas representaciones de cada uno de los sectores. En esta etapa, se realizaron ajustes en las fórmulas de hojas de procesamiento y se compararon los nuevos datos de actividad consolidados para el inventario 2010-2021 con los utilizados en el inventario 2010-2018.

En la fase de cálculos y reportes preliminares por sector, se llevó a cabo un exhaustivo control de los cálculos y resultados preliminares. Se prestó especial atención a la revisión del comportamiento de las variables en relación con la serie temporal, la identificación de valores atípicos y el análisis de las tendencias estimadas. Además, se revisaron y ajustaron los factores de conversión y emisión para cada subcategoría.

Durante la etapa de validación sectorial y ajustes, se implementó un control adicional para asegurar la precisión de los cálculos y resultados finales. Esta etapa incluyó la validación de la coherencia a lo largo de toda la serie histórica y la consulta y socialización de la información con actores estratégicos.

Finalmente, en la fase de compilación y generación de reportes finales, se verificó la calidad de los reportes del inventario y se realizó un control de calidad al sistema de archivo del ciclo actual. Esta fase abarcó la validación de la consistencia general del inventario y la realización de ajustes finales para garantizar que la información recopilada y reportada fuera precisa y completa.

El aseguramiento de la calidad del inventario se lleva a cabo mediante una colaboración con los puntos focales de las entidades involucradas, expertos nacionales y proveedores de datos, integrando las recomendaciones y resultados de estos actores en el proceso. Asimismo, expertos internacionales revisan el inventario, asegurando que se cumpla con los criterios de calidad establecidos.

8.5 Descripción de la tendencia de las emisiones de los contaminantes por gas y sector

En este apartado se presentan los resultados de la estimación del Inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio de Colombia. Iniciando con los datos más recientes del inventario, correspondientes al año 2021, seguidos con la serie histórica estimada desde 2010 hasta 2021, proporcionando una visión a lo largo del tiempo para las emisiones de los contaminantes, seguidos por las variaciones y tendencias en las emisiones por sector.

Además, se incluyen dos anexos: el Anexo 8-1 presenta los elementos informativos sobre el Inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio para el período 2010-2021, abarcando emisiones del transporte internacional, como la aviación (fase crucero – CCD) y la navegación, así como emisiones de incendios

forestales. Además, el Anexo 8-2, contiene las tablas de reporte del inventario, desglosadas por contaminante, sector, categoría y subcategoría para cada año desde 2010 hasta 2021.

8.5.1 Resumen de emisiones de los contaminantes para el año 2021

El Inventario de Carbono Negro (CN) y Contaminantes Criterio más reciente se calculó para el año 2021. Las emisiones totales estimadas para ese año son las siguientes:

Tabla 347. Emisiones totales de Carbono Negro y Contaminantes Criterio estimadas para el año 2021.

Material particulado y carbono negro	Gases precursores
PM_{10}: 223,56 kt $PM_{2.5}$: 194,93 kt CN: 28,97 kt	CO: 1.927,67 kt NO_X: 388,25 kt SO_2: 504,44 kt COVDM: 659,80 kt

En la Tabla 348 se muestran, clasificadas por subcategorías de fuentes de emisión, las emisiones de carbono negro, gases precursores y material particulado en kilotoneladas correspondientes a cada contaminante del año 2021. Las Figura 265 a Figura 271 ilustran la distribución de cada contaminante por categorías y desglosados por subcategorías para el sector energía para el año 2021.

En términos generales, el sector de Energía presenta las emisiones más destacadas para todos los contaminantes. Esto se refleja en la Figura 264, donde se observa que la subcategoría 1.A.3. Transporte contribuye con el 47,84% de las emisiones de NO_x y el 38,74% de las emisiones de COVDM. La subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción representa el 61,14% de las emisiones de SO_2. Por su parte, la subcategoría 1.A.3. Transporte también genera el 47,46% de las emisiones de CO. En cuanto a PM_{10}, la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, es el responsable del 58,99% de las emisiones, y para $PM_{2.5}$, la misma subcategoría contribuye con el 65,92%. Finalmente, La subcategoría 1.A.4. Otros sectores emiten el 52,35% de CN.

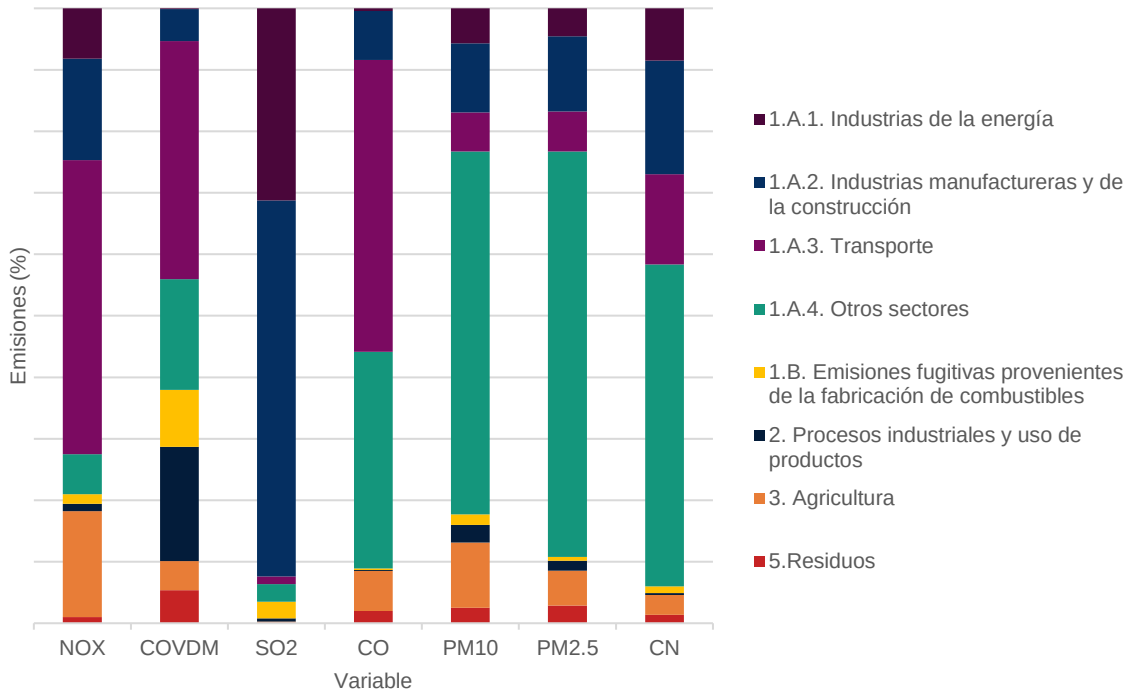


Figura 264. Porcentaje de aporte por sector al total de las emisiones, año 2021

Tabla 348. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio para el año 2021

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	**Código NFR**	**Nombre**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**
TOTAL EMISIONES 2021			**388,25**	**659,80**	**504,44**	**1.927,67**	**223,56**	**194,93**	**28,97**
A_Energía pública	**1.**	**ENERGÍA**	**312,8**	**470,6**	**500,5**	**1.761,2**	**187,8**	**175,1**	**27,5**
A_Energía pública	1A.	Actividades de quema de combustible	306,72	409,50	486,90	1.755,89	183,94	173,87	27,22
A_Energía pública	1.A.1.	Industrias de la energía	31,74	0,71	157,66	8,13	12,77	8,83	2,47
A_Energía pública	1.A.1.a.	Electricidad pública y producción de calor	16,66	0,25	139,04	3,51	0,44	0,23	0,01
B_Industria	1.A.1.b.	Refinación de petróleo	4,68	0,17	0,02	1,35	0,06	0,06	0,01
B_Industria	1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	10,40	0,28	18,60	3,27	12,28	8,54	2,45
B_Industria	1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	64,02	34,42	308,41	153,57	25,09	23,89	5,34
B_Industria	1.A.2.a.	Hierro y acero	2,66	1,13	31,88	9,90	1,22	1,13	0,08
B_Industria	1.A.2.b.	Metales no ferrosos	0,53	0,17	0,00	0,21	0,01	0,01	0,00
B_Industria	1.A.2.c.	Productos químicos	2,25	1,78	16,02	7,10	1,10	1,05	0,17
B_Industria	1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	3,62	1,60	47,39	14,54	1,80	1,67	0,11
B_Industria	1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	11,88	23,73	70,78	61,75	12,83	12,42	2,96
B_Industria	1.A.2.f.	Minerales no metálicos	8,52	3,95	125,24	38,21	4,79	4,43	0,30
B_Industria	1.A.2.g.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	34,55	2,05	17,09	21,86	3,33	3,20	1,72
I_Fuera de ruta	1.A.2.gvii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	30,39	1,15	0,09	15,95	2,51	2,44	1,60
B_Industria	1.A.2.gviii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	4,16	0,90	17,00	5,91	0,81	0,76	0,11
H_Aviación	1.A.3.	Transporte	185,75	255,63	6,23	914,80	14,21	12,64	4,25
H_Aviación	1.A.3.a.	Aviación civil	3,15	0,24	0,21	4,56	0,02	0,02	0,01
H_Aviación	1.A.3.ai.	Aviación civíl internacional	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00
H_Aviación	1.A.3.ai(i).	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
H_Aviación	1.A.3.aii.	Aviación civil nacional	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01
H_Aviación	1.A.3.aii(i).	Aviación civil (Domestico, LTO)	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01
F_Transporte terrestre	1.A.3.b.	Transporte terrestre	174,87	254,01	4,29	906,07	13,91	12,36	4,17
F_Transporte terrestre	1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	15,99	27,73	1,91	289,05	0,26	0,26	0,13
F_Transporte terrestre	1.A.3.bi3.	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	5,16	9,46	0,60	73,60	0,05	0,05	0,02
F_Transporte terrestre	1.A.3.bi4.	Automóviles servicio público	8,21	15,25	1,08	152,43	0,09	0,09	0,04
F_Transporte terrestre	1.A.3.bi5.	Camperos	2,62	3,02	0,24	63,03	0,12	0,12	0,08
F_Transporte terrestre	1.A.3.bii.	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	8,98	4,38	0,36	54,99	0,32	0,32	0,23
F_Transporte terrestre	1.A.3.bii3.	Camionetas	8,98	4,38	0,36	54,99	0,32	0,32	0,23
F_Transporte terrestre	1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	133,07	5,89	0,60	72,18	5,87	5,87	3,05
F_Transporte terrestre	1.A.3.biii1.	Buses	46,75	1,92	0,20	36,08	3,96	3,96	2,01
F_Transporte terrestre	1.A.3.biii2.	Camiones y volquetas	49,49	2,64	0,26	29,07	1,00	1,00	0,56
F_Transporte terrestre	1.A.3.biii3.	Tractocamiones	36,83	1,32	0,14	7,03	0,91	0,91	0,48
F_Transporte terrestre	1.A.3.biv.	Transporte terrestre: Motocicletas	16,84	216,01	1,42	489,85	4,11	4,11	0,64
F_Transporte terrestre	1.A.3.biv1.	Motos	16,84	216,01	1,41	489,85	4,11	4,11	0,64
F_Transporte terrestre	1.A.3.biv2.	Otros	152,08	1,95	0,01	IE	IE	IE	IE
F_Transporte terrestre	1.A.3.bv.	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	39,78	NA	NA	NA	NA	NA
F_Transporte terrestre	1.A.3.bvi.	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	2,14	1,14	0,12
F_Transporte terrestre	1.A.3.bvii.	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	1,21	0,65	NA

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
I_Fuera de ruta	1.A.3.c.	Ferrocarriles	1,36	0,12	0,00	0,28	0,04	0,04	0,02
G_Navegación	1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04
G_Navegación	1.A.3.dii.	Navegación marítima y fluvial nacional	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04
I_Fuera de ruta	1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
I_Fuera de ruta	1.A.3.ei.	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
I_Fuera de ruta	1.A.3.eii.	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.	Otros sectores	25,21	118,75	14,61	679,39	131,87	128,51	15,16
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.a.	Comercial/Institucional	1,42	0,44	0,01	0,56	0,01	0,01	0,00
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.ai.	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,42	0,44	0,01	0,56	0,01	0,01	0,00
I_Fuera de ruta	1.A.4.aii.	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.b.	Residencial	12,02	93,96	10,40	630,73	118,42	115,32	13,07
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	12,02	93,96	10,40	630,73	118,42	115,32	13,07
I_Fuera de ruta	1.A.4.bii.	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.c.	Agricultura/Silvicultura/Pesca	11,77	24,35	4,19	48,10	13,44	13,18	2,09
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	8,77	24,22	4,18	46,27	13,20	12,95	1,93
I_Fuera de ruta	1.A.4.cii.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	2,99	0,13	0,01	1,82	0,23	0,23	0,16
I_Fuera de ruta	1.A.4.ciii.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
Otras Fuentes	1.A.5.	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.5.A.	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
I_Fuera de ruta	1.A.5.b.	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	**Código NFR**	**Nombre**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**
D_Fugitivas	1.B.	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	6,07	61,06	13,57	5,29	3,86	1,22	0,32
D_Fugitivas	1.B.1.	Combustibles sólidos	0,00	47,36	0,00	1,88	3,08	0,54	0,07
D_Fugitivas	1.B.1.a.	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	47,33	NA	NA	2,48	0,30	NE
D_Fugitivas	1.B.1.b.	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,03	0,00	1,88	0,60	0,25	0,07
D_Fugitivas	1.B.1.c.	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
D_Fugitivas	1.B.2.	Petróleo y gas natural	6,06	13,70	13,56	3,41	0,78	0,67	0,25
D_Fugitivas	1.B.2.a.	Petróleo	4,64	11,91	11,98	1,74	0,19	0,08	0,00
D_Fugitivas	1.B.2.ai.	Exploración, producción y transporte	NA	8,05	NE	NA	NA	NA	NA
D_Fugitivas	1.B.2.aiv.	Refinación y almacenamiento	4,64	3,86	11,98	1,74	0,19	0,08	NA
D_Fugitivas	1.B.2.av.	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
D_Fugitivas	1.B.2.b.	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	1,34	NE	NA	NA	NA	NA
D_Fugitivas	1.B.2.c.	Ventilación y quema	1,43	0,45	1,58	1,67	0,59	0,59	0,25
D_Fugitivas	1.B.2.d.	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	**2.**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**4,64**	**122,64**	**2,51**	**2,51**	**6,38**	**3,16**	**0,09**
B_Industria	2.A.	Industria de los minerales	NE	NE	NE	NE	5,81	2,76	0,07
B_Industria	2.A.1.	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	2,09	1,16	0,03
B_Industria	2.A.2.	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,72	0,14	0,00
B_Industria	2.A.3.	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,19	0,15	0,00
B_Industria	2.A.5.	Otra industria	0,00	0,00	0,00	0,00	2,81	1,30	0,04
B_Industria	2.A.5.a.	Cantería y minería de mienrales diferentes al carbón	NE	NE	NE	NE	2,09	1,16	0,03
B_Industria	2.A.5.b.	Construcciones y demoliciones	NE	NE	NE	NE	0,72	0,14	0,00
B_Industria	2.A.5.c.	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NE	NE	NE	NE	0,19	0,15	0,00

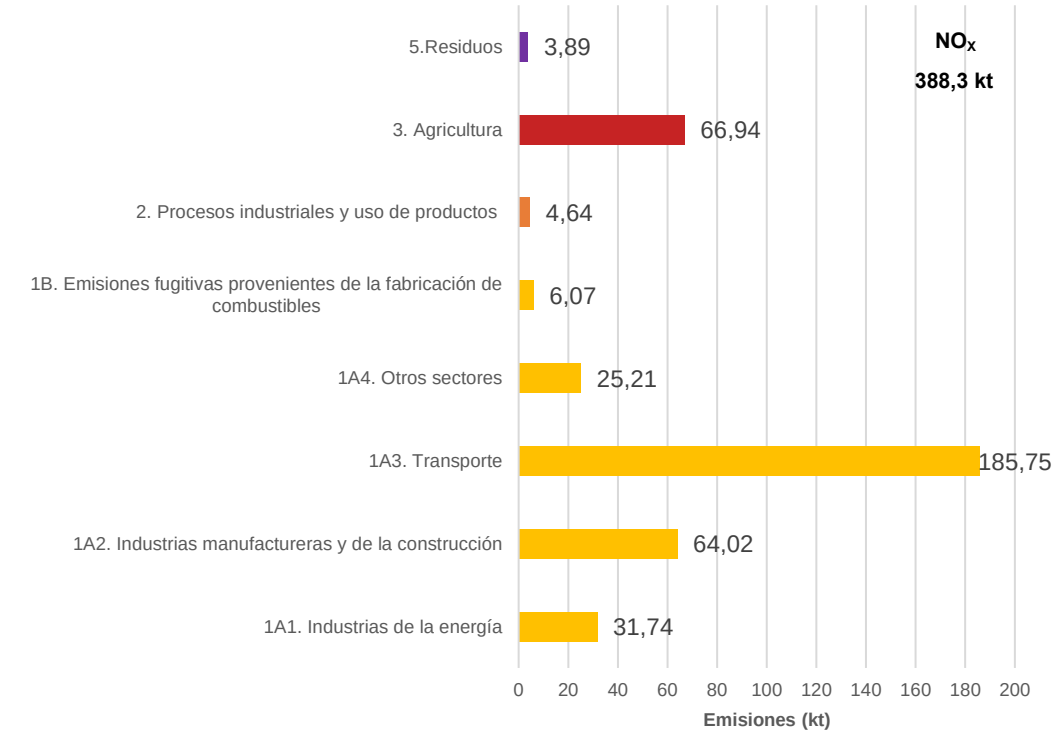
Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
B_Industria	2.A.6.	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2.B.	Industria química	4,10	2,50	1,56	0,18	0,05	0,02	0,00
B_Industria	2.B.1.	Producción de amoníaco	0,10	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
B_Industria	2.B.2.	Producción de ácido nítrico	3,16	NA	NA	NA	NA	NE	NA
B_Industria	2.B.3.	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2.B.5.	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2.B.7.	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2.B.10..	Otros	0,84	2,50	1,56	0,17	0,05	0,02	0,00
B_Industria	2.B.10.a.	Otra industria química	0,84	2,50	1,56	0,17	0,05	0,02	0,00
B_Industria	2.B.10.b.	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
B_Industria	2.C.	Industria de los metales	0,12	0,06	0,09	0,00	0,17	0,13	0,01
B_Industria	2.C.1.	Producción de hierro y acero	0,12	0,06	0,05	0,00	0,07	0,05	0,00
B_Industria	2.C.2.	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,11	0,08	0,01
B_Industria	2C3.	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C4.	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2.C.5.	Producción de plomo	NE	NE	0,04	NE	0,00	0,00	NE
B_Industria	2C6.	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C7.	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C7a.	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C7b.	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C7c.	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C7d.	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2.D.	Uso de solventes y productos	NE	70,79	NE	NE	NA	NE	NE

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	**Código NFR**	**Nombre**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**
B_Industria	2D3.	Uso de solventes	NE	70,79	NE	NE	NE	NE	NE
B_Industria	2.D.3.a.	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	18,61	NA	NA	NA	NE	NA
B_Industria	2D3.B.	Pavimentación de vías con asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NA
B_Industria	2D3c.	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
B_Industria	2D3.D.	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2.D.3.e. .	Desengrasantes	NA	15,77	NA	NA	NA	NE	NA
B_Industria	2D3.F.	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
B_Industria	2D3g.	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
B_Industria	2.D.3.h.	Impresión	NA	14,41	NA	NA	NA	NE	NE
B_Industria	2.D.3.i.	Otro uso de solventes y productos	NE	22,00	NE	NE	NA	NA	NA
B_Industria	2.H..	Otros	0,43	49,29	0,85	2,34	0,34	0,26	0,01
B_Industria	2.H.1..	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,43	0,85	0,85	2,34	0,34	0,26	0,01
B_Industria	2.H.2..	Industria de la alimentación y bebidas	NA	48,44	NA	NA	NE	NE	NE
B_Industria	2.H.3.	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2I.	Procesamiento de madera	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
B_Industria	2K.	Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2L.	Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manipulación de productos granel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
K_Agricultrura y ganadería	**3.**	**AGRICULTURA**	**66,94**	**31,24**	**0,94**	**125,76**	**23,72**	**11,03**	**0,94**
K_Agricultrura y ganadería	3.B.	Gestión de estiércol	4,04	25,64	NA	NA	4,51	0,52	NA
K_Agricultrura y ganadería	3.B.1.	Total ganado bovino	0,15	2,07	NA	NA	0,16	0,11	NA
K_Agricultrura y ganadería	3.B.1.a.	Ganado bovino lechero	0,15	2,07	NA	NA	0,16	0,11	NA

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
K_Agricultrura y ganadería	3.B.1.b.	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
K_Agricultrura y ganadería	3.B.2.	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
K_Agricultrura y ganadería	3.B.3.	Porcinos	0,34	3,44	NA	NA	0,34	0,02	NA
K_Agricultrura y ganadería	3.B.4.	Otros	3,55	20,13	0,00	0,00	4,01	0,40	0,00
K_Agricultrura y ganadería	3.B.4.a.	Búfalos	0,00	0,09	NA	NA	0,01	0,01	NA
K_Agricultrura y ganadería	3.B.4.d.	Caprinos	0,00	0,18	NA	NA	0,02	0,01	NA
K_Agricultrura y ganadería	3.B.4.e.	Caballos	0,06	0,97	NA	NA	0,05	0,03	NA
K_Agricultrura y ganadería	3.B.4.f.	Mulas y asnos	0,01	0,05	NA	NA	0,01	0,00	NA
K_Agricultrura y ganadería	3.B.4.g.	Aves	3,48	18,84	NA	NA	3,92	0,35	NA
K_Agricultrura y ganadería	3.B.4.gi.	Gallinas ponedoras	0,63	7,47	NA	NA	1,81	0,14	NA
K_Agricultrura y ganadería	3.B.4.gii.	Pollos engorde	2,84	11,37	NA	NA	2,11	0,21	NA
L_Agricultura - Otros	3.D.	Producción de cultivos y suelos agrícolas	58,56	4,67	NA	NA	8,46	0,33	NA
L_Agricultura - Otros	3Da.	Suelos agrícolas	58,56	NA	NA	NA	NE	NE	NA
L_Agricultura - Otros	3.D.a.1.	Fertilizantes Inorgánicos	14,81	NA	NA	NA	NE	NE	NA
L_Agricultura - Otros	3Da2.A.	Estiércol de ganado aplicado a suelos	1,22	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L_Agricultura - Otros	3.D.a.3. .	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	42,52	NA	NA	NA	NA	NA	NA
L_Agricultura - Otros	3.D.c. .	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	8,46	0,33	NA
L_Agricultura - Otros	3.D.e. .	Cultivos en pie	NA	4,67	NA	NA	NA	NA	NA
L_Agricultura - Otros	3.F.	Quema de residuos agrícolas en cultivos	4,34	0,94	0,94	125,76	10,75	10,18	0,94

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	**Código NFR**	**Nombre**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**
L_Agricultura - Otros	3I.	Otros procesos de agricultura	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
J_Residuos	**5.**	**RESIDUOS**	**3,89**	**35,35**	**0,53**	**38,22**	**5,66**	**5,66**	**0,39**
J_Residuos	5.A.	Eliminación de desechos sólidos	NA	20,09	NA	NE	0,00	0,00	NA
J_Residuos	5B.	Tratamiento biológico de los desechos sólidos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
J_Residuos	5B1.	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
J_Residuos	5B2.	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
J_Residuos	5.C.	Incineración e incineración abierta de desechos	3,89	15,26	0,53	38,22	5,66	5,66	0,39
J_Residuos	5C1.	Incineración de desechos	0,13	0,18	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02
J_Residuos	5C1a.	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
J_Residuos	5.C.1.b.	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,13	0,18	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02
J_Residuos	5C2.	Incineración abierta de desechos	3,76	15,08	0,50	38,20	5,66	5,66	0,38
J_Residuos	5C2.A.	Incineración abierta de desechos domésticos	3,76	15,08	0,50	38,20	5,66	5,66	0,38
J_Residuos	5.D.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	NA	0,00	NA	NE	NE	NE	NE
J_Residuos	5D1.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE
J_Residuos	5D2.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,00	NA	NA	NE	NE	NE
J_Residuos	5E.	Otros	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Notas: NA = No Aplica; NE = No Estimado; NO = No Ocurre. IE = Incluida en otra parte



.

Figura 265. Distribución de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) por categorías, año 2021

La distribución de las emisiones NO_x por categorías para el año 2021, muestra que el sector Energía es responsable del 80,56% de las emisiones totales de NO_x, como se ilustra en la Figura 265. Dentro de este sector, las subcategorías que aportan en mayor medida son 1.A.3. Transporte, con un 47,84% debido a la combustión de combustibles fósiles, y 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, con un 16,49%. Específicamente, en el sector de transporte, la subcategoría 1.A.3.b. Transporte terrestre tiene el mayor impacto, aportando el 94,14% de las emisiones de la subcategoría 1.A.3., lo que equivale a un total de 174,87 kt NO_x y contribuye al 45,03% del total nacional.

El sector de Agricultura se sitúa en el segundo lugar en términos de emisiones de NO_x a nivel nacional, contribuyendo con el 17,24% del total. Dentro de este sector, la subcategoría 3.D.a. suelos agrícolas, es la principal fuente de emisiones, representando el 15,08% del total nacional.

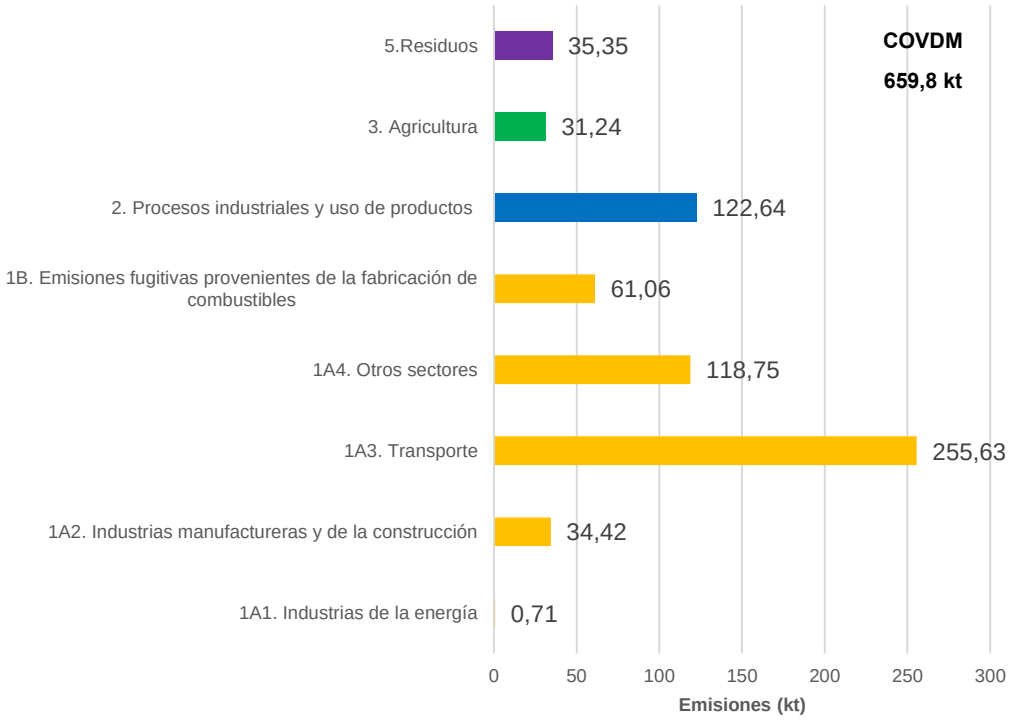


Figura 266. Distribución de emisiones de COVDM por categorías, año 2021

El 71,31% de las emisiones de COVDM corresponden al sector Energía, como se muestra en la Figura 266. Dentro de este sector, las subcategorías más significativas son 1.A.3. Transporte, con el 38,74%, y 1.A.4. Otros sectores, con el 18,00%.

En la subcategoría 1.A.3. Transporte, se destaca la subcategoría 1.A.3.b. Transporte terrestre, que representa el 38,50% del total nacional, equivalente a 254,01 kt COVDM. En la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, la subcategoría 1.A.4.b. Residencial contribuye con el 14,24% del total nacional, lo que corresponde a 93,96 kt COVDM. Estas emisiones se deben principalmente a la quema de combustibles para uso residencial, especialmente por el uso de leña en hogares rurales. Además, en este sector sobresalen las emisiones de 1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón, con una participación del 7,17%, equivalente a 47,33 kt COVDM.

El sector IPPU se encuentra en segundo lugar, representando el 18,59% de las emisiones de COVDM a escala nacional. Las subcategorías más representativas en este sector son 2.D.3. Uso de solventes, que contribuye con el 10,73% de las emisiones, equivalente a 70,79 kt, y 2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas, que aporta el 7,34% del total nacional de COVDM, equivalente a 48,44 kt.

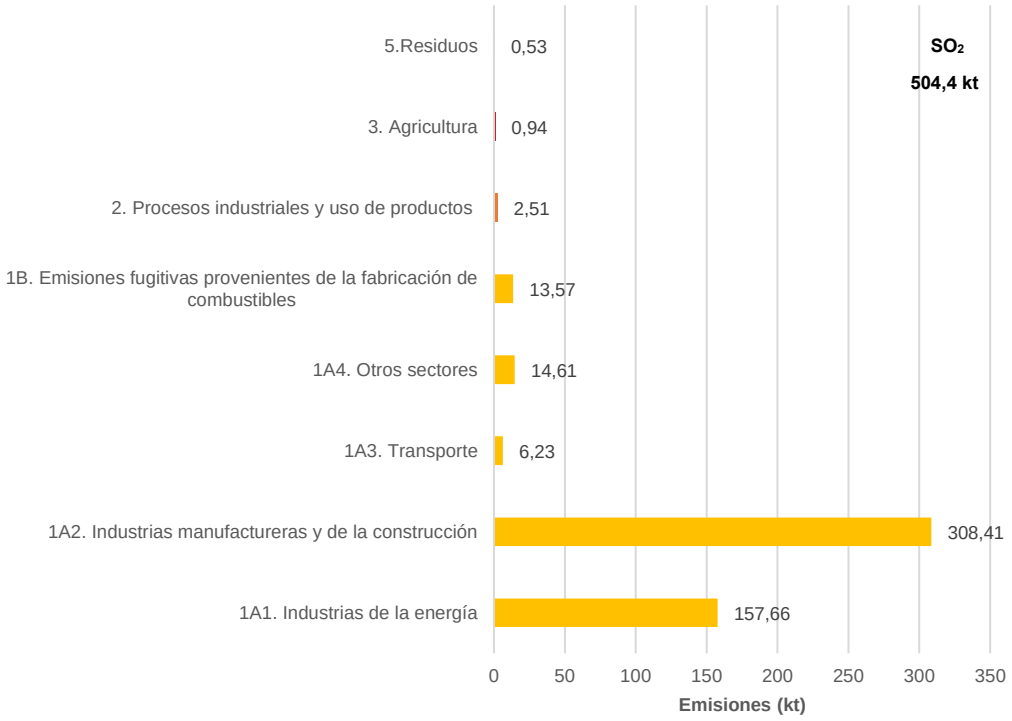


Figura 267. Distribución de emisiones de dióxido de azufre (SO2) por categorías, año 2021.

El sector de Energía es responsable del 99,21% de SO_2, destacándose principalmente en las subcategorías 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, que contribuye con el 61,14%, y 1.A.1. Industrias de la energía, con un 31,25%, como se puede ver en la Figura 267. Esta alta contribución se debe al uso de carbón mineral, un combustible con un alto contenido de azufre, en las industrias de la energía y en las industrias manufactureras.

Dentro de las industrias manufactureras, las subcategorías más significativas son:

- 1.A.2.f. Minerales no metálicos, que representa el 24,83% del total de las emisiones, equivalente a 125,24 kt SO_2.
- 1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, con una contribución del 14,03%, o 70,78 kt SO_2.
- 1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta, que aporta el 9,39% del total, sumando 47,39 kt SO_2.

Para las industrias de la energía, la subcategoría 1.A.1.a. Electricidad pública y producción de calor lidera con una participación del 27,56% del total nacional, lo que equivale a 139,04 kt SO_2.

Por otro lado, el sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) ocupa el segundo lugar en términos de emisiones de SO_2, pero solo representa el 0,50% del total nacional.

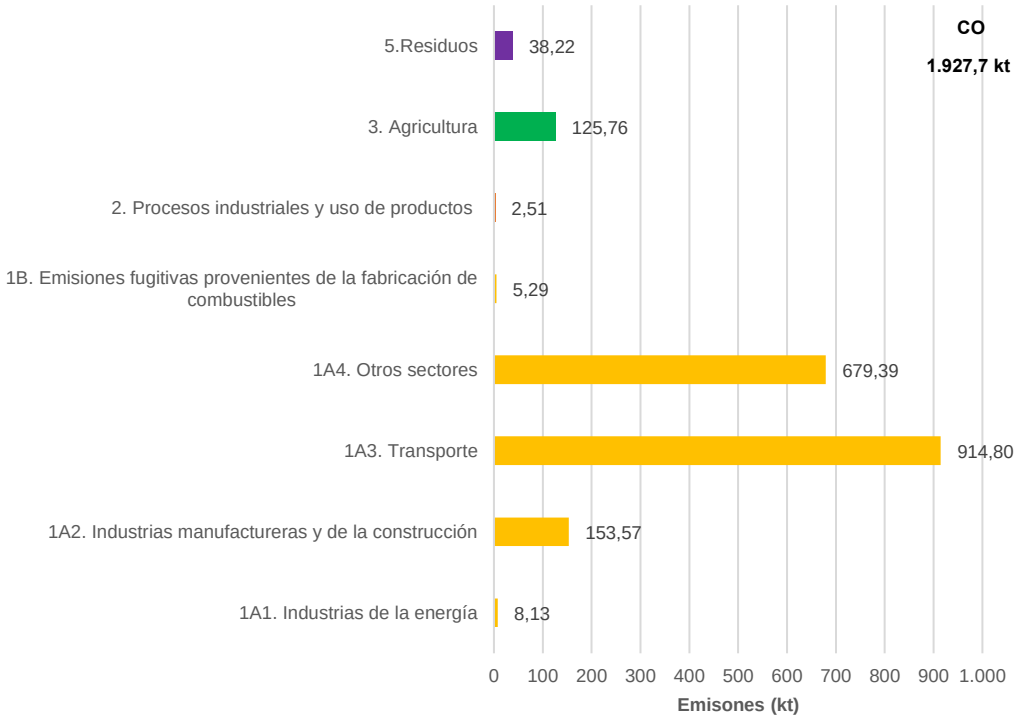


Figura 268. Distribución de emisiones de monóxido de carbono (CO) por categorías, año 2021.

El 91,37% de las emisiones de CO corresponden al sector Energía, siendo las subcategorías 1.A.3. Transporte (47,46%) y 1.A.4. Otros sectores (35,24%) las de mayor aporte, como se puede observar en la Figura 268, Estas emisiones son resultado de la quema de combustibles en estos sectores.

En la subcategoría 1.A.3. Transporte, se destacan los aportes de la subcategoría 1.A.3.b. Transporte terrestre, que contribuye con el 47,00% del total nacional, equivalente a 906,07 kt CO. En la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, la subcategoría 1.A.4.b. Residencial aporta el 32,72% del total nacional, equivalente a 630,76 kt CO. Estas emisiones se deben principalmente a la quema de combustibles para uso residencial, especialmente por el uso de leña en hogares rurales.

El sector Agricultura se encuentra en segundo lugar y representa el 6,52% de las emisiones de CO a escala nacional, debido a la categoría 3.F. según la cual corresponde a la quema de residuos agrícolas en cultivos, equivalente a 125,76 kt CO.

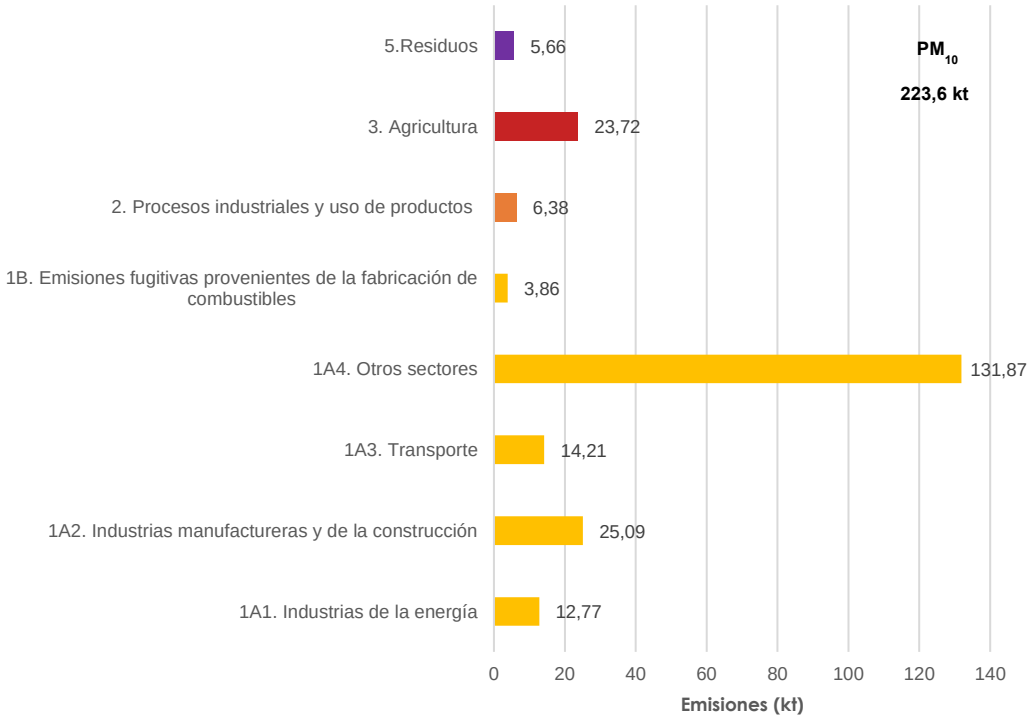


Figura 269. Distribución de emisiones de material particulado PM10 por categorías, año 2021.

El sector Energía es responsable del 84,01% de las emisiones de partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM_{10}), destacándose en las subcategorías 1.A.4. Otros sectores, con una contribución del 58,99%, y 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, que representa el 11,22% del total, como se muestra en la Figura 269.

Dentro de la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, la subcategoría 1.A.4.b. Residencial tiene una participación destacada, aportando el 52,97% de las emisiones nacionales, lo que equivale a 118,42 kt PM_{10}. Esto se debe a la quema de combustibles, especialmente la leña utilizada en la cocción de alimentos en hogares rurales. Por otro lado, la subcategoría 1.A.4.c. Agricultura/Silvicultura/Pesca contribuye con el 6,01% del total nacional en términos de emisiones de PM_{10}.

El sector Agricultura ocupa el segundo lugar en términos de emisiones de PM_{10} a nivel nacional, representando el 10,19%. Dentro de este sector, las subcategorías 3.D.c. Operaciones agrícolas y 3.B.4. Otros, relacionadas con la gestión del estiércol en diversas categorías animales, son las más destacadas, con contribuciones del 3,64% y 1,79%, respectivamente.

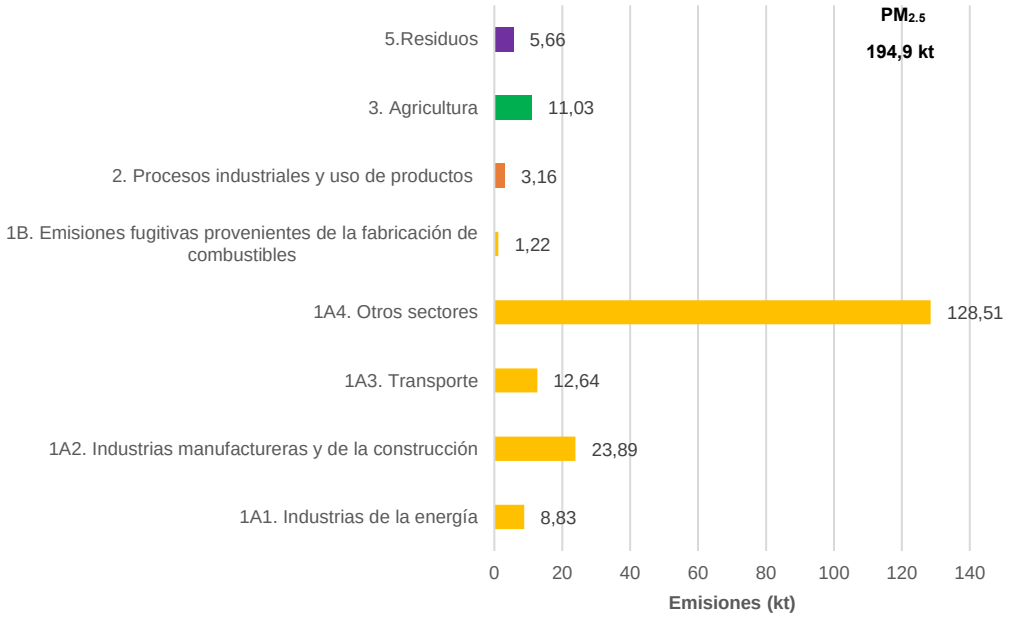


Figura 270. Distribución de emisiones de material particulado PM2.5 por categorías, año 2021.

Para $PM_{2.5}$, el 89,82% de las emisiones están asociadas al sector Energía, destacándose las subcategorías 1.A.4. Otros sectores (65,92%) y 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción (12,26%) como las mayores contribuyentes. Dentro de 1.A.4. Otros sectores, la subcategoría más significativa es 1.A.4.b. Residencial, que aporta el 59,16% del total nacional (115,32 kt), principalmente debido a la combustión de leña en hogares rurales. Además, las emisiones de la subcategoría 1.A.4.c. Agricultura/Silvicultura/Pesca constituyen el 6,76% del total nacional, como se observa en la Figura 270.

Por otro lado, el sector Agricultura ocupa el segundo lugar con un 5,66% de las emisiones de $PM_{2.5}$ a nivel nacional. Las principales emisiones en este sector se deben a la categoría 3.F., que corresponde a la quema de residuos agrícolas en cultivos, equivalente a 10,18 kt $PM_{2.5}$.

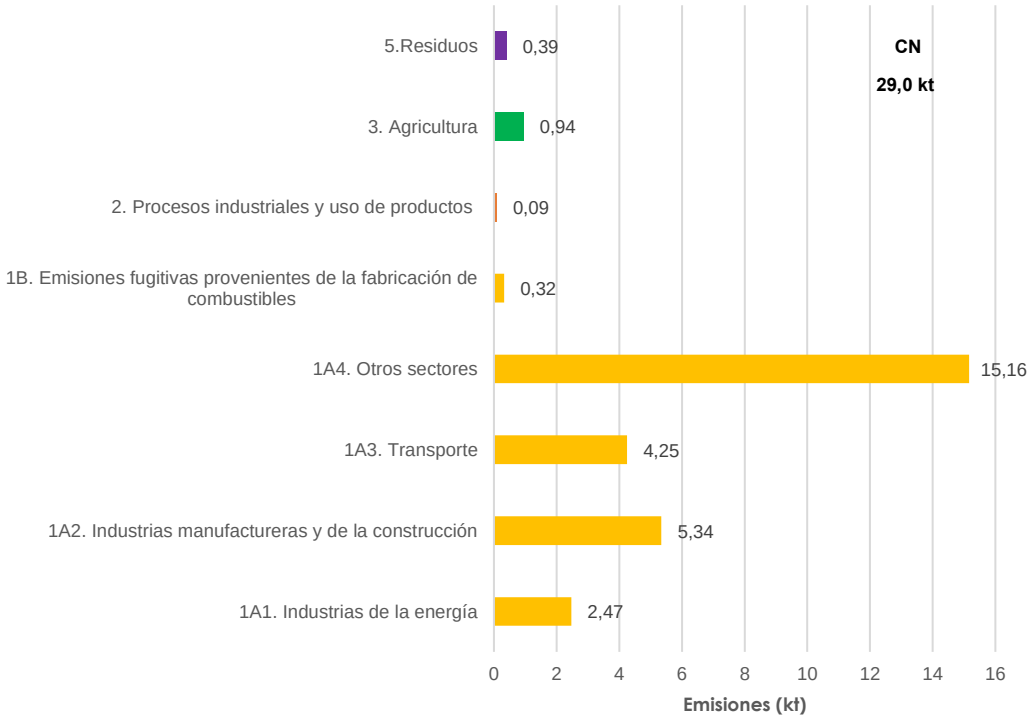


Figura 271. Distribución de emisiones de carbono negro (CN) por categorías, año 2021.

El sector Energía es responsable del 95,09% de las emisiones de CN, con una destacada contribución de las subcategorías 1.A.4. Otros sectores y 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, como se muestra en la Figura 271. Dentro de la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, que representa el 52,35% de las emisiones totales, la subcategoría 1.A.4.b. Residencial es particularmente relevante, aportando el 45,12% del total nacional, equivalente a 13,07 kt CN. Esto se debe a las emisiones derivadas de la quema de combustibles residenciales, especialmente la leña en hogares rurales. En la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, que contribuye con el 18,44% de las emisiones, la subcategoría 1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco destaca con una participación del 10,22% del total, lo que equivale a 2,96 kt CN.

El sector Agricultura ocupa el segundo lugar en términos de emisiones de CN a nivel nacional, representando el 3,25% del total. Esta contribución se debe principalmente a la categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas en cultivos.

8.5.2 Descripción de la tendencia de las emisiones de los contaminantes.

A continuación, se describe la tendencia de emisiones entre 2010 y 2021 por contaminante atmosférico:

8.5.2.1 *Carbono negro (CN)*

En el período comprendido entre 2010 y 2021, las emisiones anuales promedio de CN en Colombia se situaron en 28,37 kt. Las cifras de emisiones para cada año y sector están ilustradas en la Figura 272 del inventario. En 2010, se registraron emisiones totales de 27,18 kt CN, mientras que, en 2021 las emisiones alcanzaron 28,97 kt CN. Este incremento del 6,59% en las emisiones de CN durante el período analizado refleja una tasa de crecimiento anual promedio de 0,58%.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1. Industrias de la energía	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47
1A2.Industrias manufactureras y de la construcción	3,94	4,78	4,73	4,77	5,51	5,18	5,10	4,55	5,63	5,05	5,05	5,34
1A3. Transporte	4,23	4,28	4,34	4,35	4,35	4,33	4,32	4,29	4,23	4,25	4,25	4,25
1A4.Otros sectores	15,05	15,06	15,07	15,09	15,10	15,12	15,13	15,15	15,16	15,16	14,03	15,16
1B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	0,32	0,32	0,32	0,57	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
2. IPPU	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,09
3. Agricultura	0,79	1,00	0,89	0,86	0,86	0,81	0,90	0,86	0,84	0,94	0,79	0,94
5.Residuos	0,33	0,35	0,35	0,36	0,38	0,34	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,39

Figura 272. Tendencia de emisiones de carbono negro (CN) para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector.

Como se observa en Figura 272, dado que el CN proviene en su mayor parte de la combustión incompleta, el sector de Energía constituye el principal contribuyente a las emisiones nacionales, representando un 95.47% a lo largo de la serie analizada. Este sector incluye la quema de combustibles en los sectores residencial, industrial y de transporte. A continuación, el sector con mayor contribución es el de Agricultura, que aporta un 3.08% y reporta emisiones derivadas de la quema de residuos agrícolas en los cultivos. El menor aporte proviene del sector IPPU, en el cual se contabilizan las emisiones de CN generadas durante los procesos productivos, con un 0.18%.

El sector de procesos industriales y uso de productos (IPPU) mostró el mayor incremento en las emisiones de CN, con un crecimiento del 85,62% en 2021 respecto a año 2010. Seguido del sector de Agricultura con un aumento del 18,69%, mientras que las emisiones de Residuos incrementaron un 17,62%. Finalmente, las emisiones del sector de Energía aumentaron un 5,92% en comparación con las emisiones reportadas en 2010, siendo la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción la que más incrementó sus emisiones, con un 35,71%.

En Colombia, los mayores niveles de contaminación por CN se registraron en los años 2014, 2018 y 2021, con emisiones de 29,04 kt CN, 29,07 kt CN y 28,97 kt CN, respectivamente. Por otro lado, en 2010 y 2020 se observaron las emisiones más bajas de CN con valores de 27,18 kt CN y 27,35 kt CN, respectivamente. Este comportamiento se atribuye principalmente a la disminución en el sector de procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco (subcategoría 1.A.2.e). Además, en 2020 se evidenció la mayor reducción de emisiones con respecto al año anterior, debido a un descenso del 6,21% en el sector 2 de Procesos Industriales y Uso de Productos y del 4,75% en el sector 5 de Residuos, en comparación con la producción registrada en 2021.

La tendencia de las emisiones de $PM_{2.5}$ y de CN muestra comportamientos diferentes. La primera presenta una ligera disminución a lo largo de la serie, con una reducción del 0,25%, mientras que la segunda exhibe un incremento del 6,57% a lo largo del mismo período. Como se ha indicado, el comportamiento de las emisiones de estos contaminantes está condicionado por las emisiones estimadas en el sector Energía. Aunque la emisión de CN se estima como un porcentaje del material

particulado fino y los factores de emisión del CN se expresan como porcentaje de la emisión de $PM_{2.5}$ (% $PM_{2.5}$), este porcentaje varía en función del tipo de combustible utilizado.

Por ejemplo, el factor de emisión de $PM_{2.5}$ del carbón mineral es elevado en comparación con otros combustibles, mientras que el factor de emisión de CN para el mismo combustible es bajo. Esta diferencia en los factores de emisión resulta en una participación variable de las emisiones de cada contaminante ($PM_{2.5}$ y CN) provenientes de los combustibles. Por lo tanto, el aumento o disminución de las emisiones de $PM_{2.5}$ no se correlaciona directamente con el aumento o disminución de las emisiones de CN.

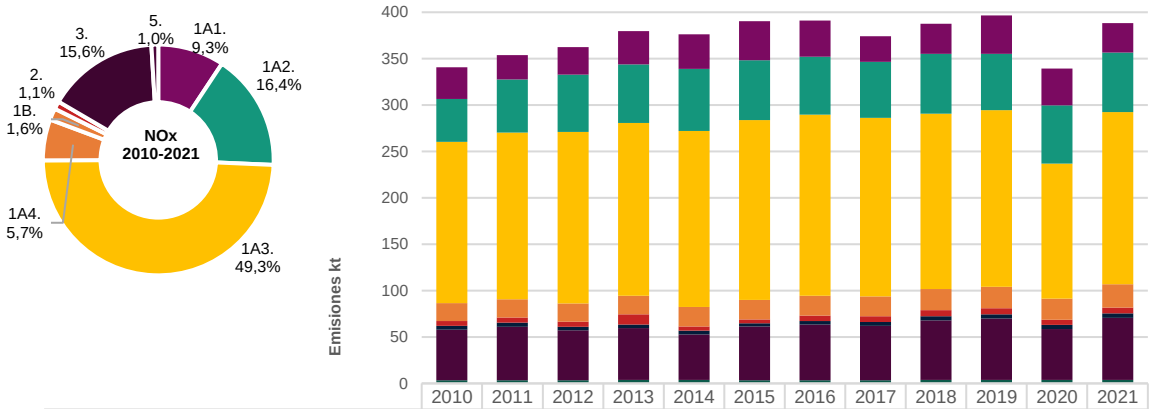
8.5.2.2 *Óxidos de nitrógeno (NO_x)*

Durante el periodo 2010-2021, las emisiones anuales promedio de NO_x en Colombia se situaron en 373,3 kt. La Figura 273 muestra las cifras de emisiones por año y para cada uno de los sectores incluidos en el inventario. En 2010, las emisiones estimadas fueron de 340,61 kt NO_x, mientras que en 2021 alcanzaron los 388,25 kt, lo que representa un incremento del 13,99% en las emisiones de NO_x, con una tasa de crecimiento anual promedio del 1,20%.

De acuerdo con la Figura 273, las principales contribuciones a las emisiones nacionales provienen del sector de Energía, principalmente debido a las subcategorías 1.A.3. Transporte y 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción. El siguiente sector en orden de contribución es el de Agricultura, con la subcategoría 3.D.a. Suelos agrícolas, como principal fuente de emisiones. El menor aporte corresponde al sector de Residuos, donde se contabilizan las emisiones de NO_x por la incineración e incineración abierta de desechos.

El sector de Agricultura mostró el mayor incremento en las emisiones de NOx, con un aumento del 22,5% en 2021 respecto a 2010. Seguido del sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) con un incremento del 17,85%, el sector de Residuos con un 16,52%, y finalmente, el sector de Energía con un 12,23%, siendo la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción la que mostró el mayor incremento con un 38,75% en las emisiones.

Los años 2015, 2016 y 2019 presentaron los mayores picos de contaminación por NOx en Colombia, con emisiones de 390,44 kt NOx, 391,02 kt NOx y 396,64 kt NO_x, respectivamente. En contraste, en 2020 se observó el valor más bajo de la serie, con 339,28 kt NOx, y represento una disminución del 14,46% en comparación con 2019. Esta reducción se atribuye principalmente a la disminución en el consumo de combustibles en las subcategorías 1.A.1.a. Electricidad pública y producción de calor, y 1.A.3.b. Transporte terrestre.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1. Industrias de la energía	34,20	26,22	29,56	35,79	37,21	42,29	38,90	27,65	32,51	41,31	39,56	31,74
1A2.Industrias manufactureras y de la construcción	46,14	57,18	61,58	62,99	66,97	64,47	62,56	60,21	64,42	60,67	62,69	64,02
1A3. Transporte	173,86	179,64	184,78	186,23	189,78	193,63	195,00	192,41	189,18	190,58	145,83	185,75
1A4.Otros sectores	19,15	19,88	19,91	20,18	20,77	21,02	21,47	21,56	22,55	23,00	22,55	25,21
1B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	5,34	5,59	5,55	10,82	4,59	4,31	5,92	6,15	6,58	6,57	5,53	6,07
2. IPPU	3,94	4,29	3,77	3,81	3,97	3,53	3,75	4,28	4,56	4,38	4,64	4,64
3. Agricultura	54,64	57,54	53,62	56,14	49,10	57,77	60,17	58,52	64,23	66,42	54,64	66,94
5.Residuos	3,34	3,51	3,51	3,61	3,80	3,44	3,25	3,42	3,63	3,70	3,84	3,89

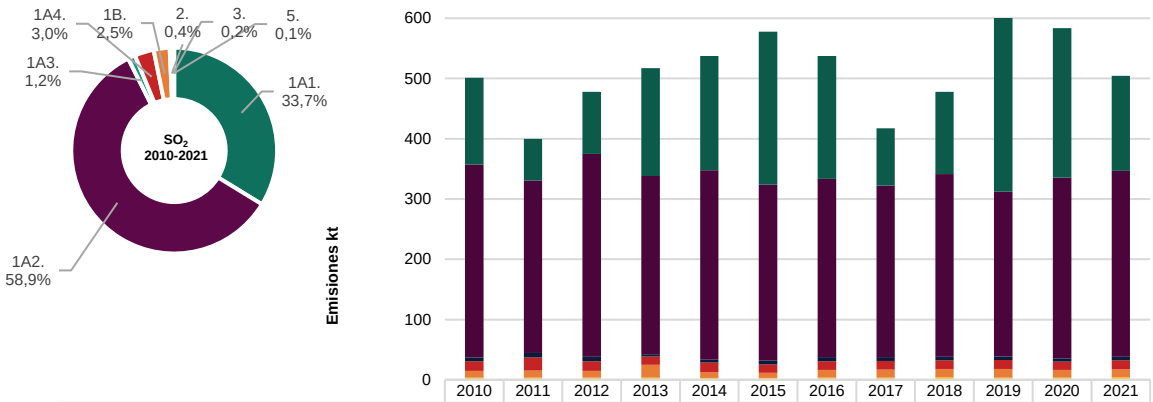
Figura 273. Tendencia de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector

8.5.2.3 *Dióxido de azufre (SO_2)*

Durante el periodo 2010-2021, las emisiones anuales promedio de SO_2 en Colombia fueron de 511,29 kt. La Figura 274 presenta las cifras de emisiones por año y por cada sector del inventario. En 2010, las emisiones fueron de 501,04 kt SO_2, mientras que en 2021 se registraron 504,44 kt SO_2, lo que representa un aumento del 0,68% y una tasa de decrecimiento anual promedio del 0,06%.

Los principales aportes a las emisiones nacionales provienen del sector Energía, debido a la quema de combustibles en las industrias energéticas y manufactureras. Este sector representa el 99,3% de las emisiones nacionales de SO_2, haciendo que el aporte de los demás sectores sea mínimo.

El sector Agricultura registró el mayor aumento en las emisiones de SO_2, con un incremento del 18,69% en 2021 respecto a 2010, seguido por el sector de Residuos con un 17,74%. A continuación, el sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) mostró un incremento del 8,34%, mientras que el sector de Energía presentó la menor variación con un aumento del 0,60% en el mismo periodo. Dentro de este sector, la categoría 1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles aumentó un 20,15% sus emisiones.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1. Industrias de la energía	143,56	68,88	102,61	178,88	189,56	253,42	204,00	94,68	136,69	291,68	248,41	157,66
1A2.Industrias manufactureras y de la construcción	320,54	286,71	336,85	295,77	314,05	292,37	296,18	284,91	303,46	273,66	299,83	308,41
1A3. Transporte	6,21	7,06	7,33	3,67	4,78	6,11	6,65	6,15	5,55	5,76	5,21	6,23
1A4.Otros sectores	15,87	21,85	16,13	13,87	16,43	14,21	14,58	14,53	14,26	14,57	14,26	14,61
1B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	11,29	11,62	11,31	21,58	9,11	8,51	12,71	13,25	14,30	14,33	12,30	13,57
2. IPPU	2,31	2,30	2,12	2,06	1,91	1,63	2,08	2,27	2,54	2,42	2,51	2,51
3. Agricultura	0,79	1,00	0,89	0,86	0,86	0,81	0,90	0,86	0,84	0,94	0,79	0,94
5.Residuos	0,45	0,47	0,47	0,48	0,51	0,46	0,44	0,46	0,49	0,50	0,52	0,53

Figura 274. Tendencia de emisiones de dióxido de azufre (SO_2) para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector

Los mayores picos de contaminación por SO_2 se registraron en 2019 y 2020, con emisiones de 603,84 kt SO_2 y 583,83 kt SO_2, respectivamente. Estas fluctuaciones se deben principalmente a la variabilidad en el uso de carbón mineral, un combustible con alto contenido de azufre, en las industrias energéticas y manufactureras.

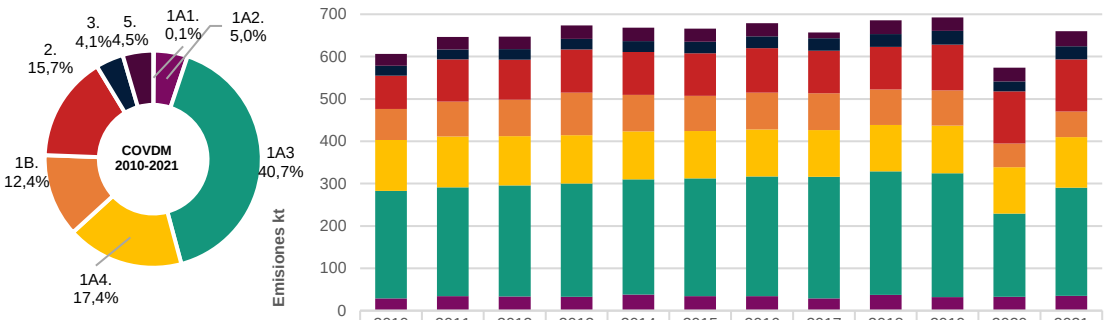
8.5.2.4 *Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM)*

Durante el periodo 2010-2021, las emisiones anuales promedio de COVDM en Colombia fueron de 654,54 kt. La Figura 275 muestra las cifras de emisiones por año y por sector del inventario. En 2010, las emisiones se estimaron en 606,02 kt COVDM, mientras que en 2021 alcanzaron 659,80 kt, lo que indica un incremento del 8,87% y una tasa de crecimiento anual promedio del 0,78%.

El sector de Energía, con una participación del 75,59%, es el principal contribuyente a las emisiones de COVDM, determinando la tendencia de las emisiones nacionales. Esta contribución se debe principalmente a la quema de combustibles en los sectores de transporte terrestre (1.A.3.b) y residencial (1.A.4.b), que juntos aportan el 58,09% de las emisiones nacionales. El sector de IPPU sigue con una participación del 15,73%.

Los mayores incrementos en las emisiones de COVDM fueron registrados en el sector de IPPU, con un aumento del 55,24%, seguido por el sector de Agricultura, con un incremento del 32,59%. A continuación, el sector de Residuos presentó un aumento del 29,63%, mientras que el sector de Energía mostró el menor incremento, con una disminución del 1,18%. Esta reducción se debió a descensos en las subcategorías 1.A.1. Industrias de la energía, 1.A.4. Otros sectores, y 1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles.

Los picos más altos de emisiones de COVDM se registraron en 2016, 2018 y 2019, con 678,84 kt, 685,43 kt y 692,50 kt, respectivamente. En contraste, el año 2020 reportó las emisiones más bajas del periodo evaluado, con 573,70 kt COVDM. Esta disminución se atribuye principalmente a una reducción en el consumo de combustibles en la subcategoría 1.A.3. Transporte y a una disminución en la extracción en la subcategoría 1.B.1.a Minería carbonífera y manejo del carbón.

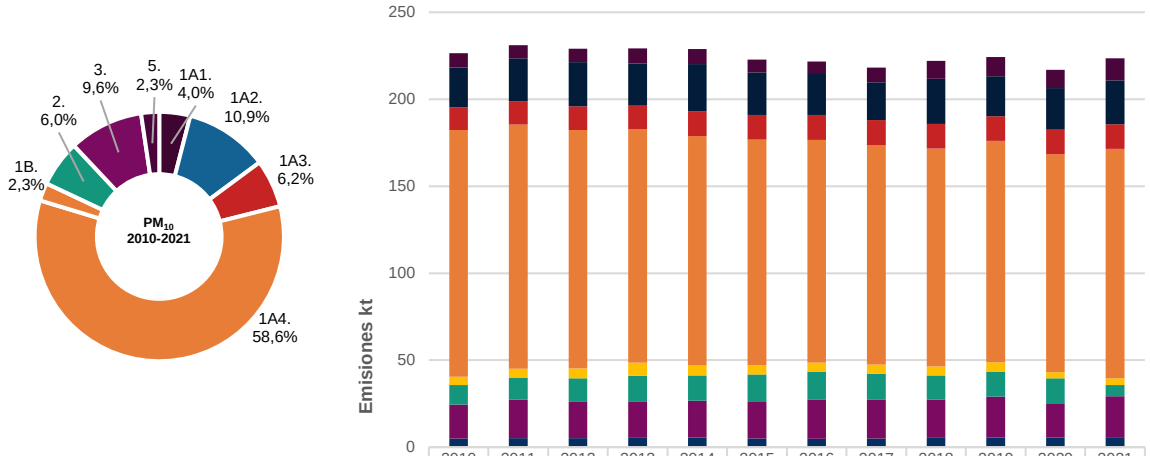


	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.Residuos	27,27	29,13	29,36	31,51	31,56	31,21	30,84	13,82	32,33	31,66	32,41	35,35
3. Agricultura	23,56	23,80	24,38	24,93	25,73	27,14	28,06	29,65	30,05	32,59	23,56	31,24
2. IPPU	79,00	99,02	94,54	102,03	101,72	100,29	104,70	100,05	100,65	108,10	122,64	122,64
1B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	73,31	82,87	86,15	100,81	85,95	83,55	87,07	87,08	83,79	83,31	56,08	61,06
1A4.Otros sectores	120,13	119,67	116,58	114,30	113,09	111,81	111,58	110,33	109,95	112,27	109,95	118,75
1A3. Transporte	253,60	257,42	262,14	267,05	272,22	277,43	282,57	286,99	291,32	292,23	196,20	255,63
1A2.Industrias manufactureras y de la construcción	28,38	33,50	32,97	32,30	37,37	33,83	33,25	28,57	36,61	31,60	32,09	34,42
1A1. Industrias de la energía	0,76	0,65	0,69	0,75	0,77	0,78	0,76	0,65	0,73	0,75	0,75	0,71

Figura 275. Tendencia de emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector.

8.5.2.5 *Material particulado menor a 10 micrómetros (PM10)*

En promedio, las emisiones históricas anuales de Colombia para el periodo 2010 – 2021 son de 224,52 kt PM_{10}. La Figura 276 presenta las cifras de emisiones anuales desglosadas por cada sector incluido en el inventario. Para el año 2010 se calculó un total de 226,50 kt PM_{10} y para el 2021 un total de 223,56 kt PM_{10}, lo cual evidencia una disminución del 1,30%. En contraste, la tasa de crecimiento media anual de las emisiones de PM_{10} fue del -0,12%.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1. Industrias de la energía	8,24	7,60	7,75	8,70	8,74	7,34	6,69	8,40	10,17	11,14	10,57	12,77
1A2.Industrias manufactureras y de la construcción	22,87	24,71	25,38	24,24	27,20	24,38	24,10	21,71	25,97	22,97	23,78	25,09
1A3. Transporte	13,09	13,34	13,62	13,76	14,06	14,26	14,40	14,35	14,13	14,21	14,21	14,21
1A4.Otros sectores	141,83	140,39	136,94	134,07	131,93	129,57	127,94	126,20	125,28	127,32	125,28	131,87
1B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	4,67	5,36	5,68	7,43	5,63	5,35	5,28	5,40	5,27	5,20	3,55	3,86
2. IPPU	11,26	12,43	13,29	14,69	14,59	15,80	15,93	14,73	13,94	14,42	14,35	6,38
3. Agricultura	19,59	22,13	21,20	21,12	21,14	20,94	22,61	22,37	21,88	23,62	19,59	23,72
5.Residuos	4,93	5,19	5,18	5,29	5,58	5,05	4,79	5,05	5,34	5,47	5,57	5,66

Figura 276. Tendencia de emisiones de material particulado PM_{10} para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector.

La

Figura 276, muestra que el sector de Energía es el principal contribuyente a las emisiones nacionales con un total de 82,01%, las emisiones provienen principalmente por la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, con un total de 58,59% para el uso de leña para la cocción y calefacción en el sector residencial, el sector de Agricultura sigue en términos de contribución, con un 9,65% de emisiones de PM_{10} reportando emisiones provenientes de actividades agrícolas, la gestión de estiércol y la quema de residuos agrícolas. El sector de Residuos tiene el menor aporte, con un total de 2,34% de PM_{10} registrando emisiones de Material Particulado debido a la incineración de desechos.

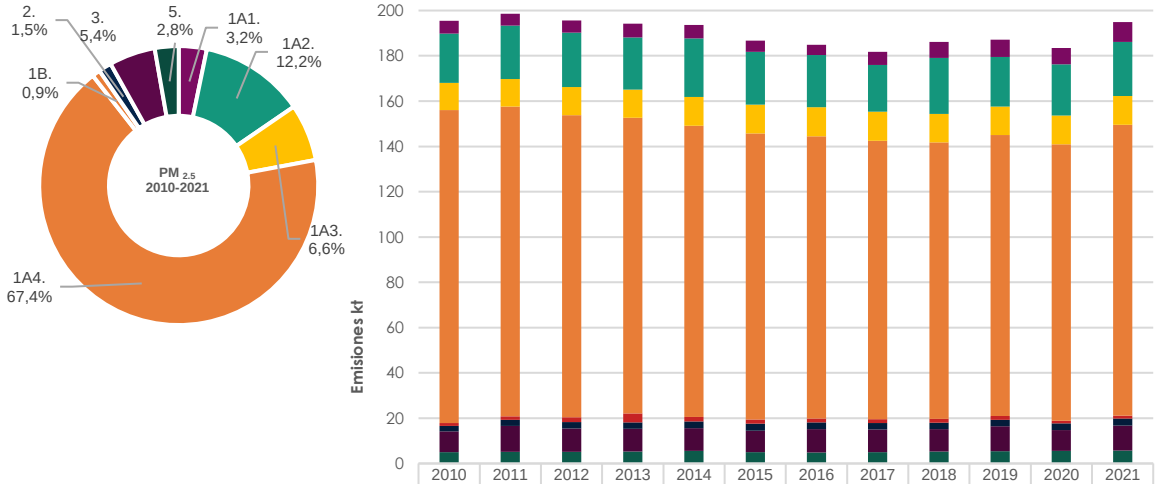
En 2021, el sector de Agricultura mostró el mayor aumento en las emisiones de PM_{10}, con un incremento del 21,06% en comparación con 2010. A continuación, el sector de Residuos presentó un aumento del 14,72%. El sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) experimentó una disminución del 43,38%, mientras que el sector de Energía tuvo una reducción del 1,52%. Dentro del sector de Energía, la subcategoría 1.A.1. Industrias de la Energía tuvo el mayor incremento en las emisiones de PM_{10}, con un aumento del 55,02% en 2021 respecto a 2010. En contraste, la subcategoría 1.A.4. Otros sectores y la categoría 1.B. Emisiones fugitivas de la fabricación de combustibles experimentaron disminuciones del 7,02% y 17,37%, respectivamente.

Los picos de contaminación por PM_{10} en Colombia se registraron entre 2011 y 2014. En contraste, el año 2017 presentó las emisiones más bajas, con 218,20 kt PM_{10}. Este comportamiento se debe a varios factores: 1) En el sector residencial, el consumo de leña alcanzó su punto máximo en 2010 (136,02 kt PM_{10}) y disminuyó progresivamente hasta 2018 (116,31 kt PM_{10}). Sin embargo, en los años siguientes hasta 2021, se observó un leve aumento (119,43 kt PM_{10}). 2) Las emisiones del transporte terrestre por combustión alcanzaron un máximo en 2013 (10,85 kt PM_{10}), y han disminuido desde entonces debido a la incorporación de nuevas tecnologías, con la emisión más baja registrada en 2018 (10,54 kt PM_{10}). 3) El consumo energético más alto durante el periodo 2010-2021 se produjo en 2011 (191,30 kt PM_{10}), mientras que el más bajo se dio en 2017 (175,84 kt PM_{10}). La subcategoría que más contribuyó fue 1.A.2.e Procesamiento de Alimentos, Bebidas y Tabaco, con 13,79 kt PM_{10}

en 2018. 4) La producción de carbón mineral más alta del período se registró en 2012, con 12,30 kt PM_{10}.

8.5.2.6 *Material particulado menor a 2.5 micrómetros (PM2.5)*

En promedio, las emisiones históricas promedio anuales de Colombia para el periodo 2010 – 2021 son de 190,20 kt $PM_{2.5}$. En la Figura 277 se muestran las cifras de las emisiones por año y para cada uno de los sectores considerados en el inventario. Para el año 2010 se estimó un total de 195,43 kt $PM_{2.5}$, y para el 2021 un total de 194,93 kt $PM_{2.5}$, lo cual evidencia un decrecimiento de 0,25%. La tasa de crecimiento media anual de las emisiones de $PM_{2.5}$ fue de -0,02%.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1. Industrias de la energía	5,67	5,27	5,34	5,96	5,98	4,96	4,53	5,80	7,01	7,60	7,21	8,83
1A2.Industrias manufactureras y de la construcción	21,63	23,50	24,08	23,03	25,90	23,24	22,96	20,63	24,77	21,90	22,63	23,89
1A3. Transporte	12,08	12,24	12,42	12,49	12,70	12,82	12,90	12,83	12,59	12,64	12,64	12,64
1A4.Otros sectores	138,16	136,77	133,40	130,60	128,52	126,23	124,65	122,96	122,06	124,05	122,06	128,51
1B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	1,25	1,46	2,06	3,85	2,03	1,91	1,65	1,69	1,67	1,63	1,15	1,22
2. IPPU	2,46	2,67	2,81	2,94	2,92	3,00	2,91	2,80	2,79	2,84	2,93	3,16
3. Agricultura	9,25	11,46	10,33	9,96	10,05	9,48	10,45	10,06	9,88	10,98	9,25	11,03
5.Residuos	4,93	5,19	5,18	5,29	5,58	5,05	4,79	5,05	5,34	5,47	5,57	5,66

Figura 277.Tendencia de emisiones de material particulado $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector.

Según se ilustra en la Figura 277, el sector Energía es el principal responsable de las emisiones nacionales, con un aporte de 90,39% especialmente debido al uso de leña para la cocción de alimentos y calefacción en el sector residencial. En segundo lugar, se encuentra el sector Agricultura, con un total de 5,35% que incluye emisiones provenientes de operaciones agrícolas en cultivos, manejo de estiércol y quema de residuos agrícolas. El sector Procesos Industriales y Usos de Productos tiene el menor impacto, con emisiones de $PM_{2.5}$ derivadas de la incineración de desechos, con 1,5%.

Respecto al $PM_{2.5}$, el sector de Energía, específicamente para la subcategoría 1.A.1. Industrias de la energía, mostró el mayor incremento en las emisiones, con un crecimiento del 55,51% en 2021 en comparación con 2010. Le siguió el sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) con un aumento del 28,55%, el sector de Agricultura con un incremento del 19,30%, y finalmente el sector de Residuos con un aumento del 14,72% en 2021 con respecto a 2010. A diferencia, las emisiones del sector de Energía (subcategoría 1.A.4. Otros sectores), presentaron una reducción del -6,99%. En general, el sector de Energía experimentó una disminución del -2,07% en 2021 respecto a 2010.

Los picos de contaminación por $PM_{2.5}$ en Colombia se registraron entre 2010 y 2014, siendo 2011 el año con las emisiones más altas de $PM_{2.5}$, alcanzando 198,56 kt $PM_{2.5}$. A diferencia, 2017 presentó las emisiones más bajas de $PM_{2.5}$, con 181,80 kt $PM_{2.5}$. Este comportamiento en las emisiones responde a diversos factores: 1) En el sector residencial, el consumo de leña alcanzó su punto

máximo en 2010, con 132,45 kt $PM_{2.5}$, disminuyendo progresivamente hasta llegar a 116,30 kt en 2021. 2) Las emisiones del transporte terrestre por combustión alcanzaron su máximo en 2016, con 12,90 kt $PM_{2.5}$, y han disminuido desde entonces debido a la incorporación de nuevas tecnologías, registrando el nivel más bajo en 2018, con 12,59 kt $PM_{2.5}$. 3) El consumo energético más alto se observó en 2011, con 179,57 kt $PM_{2.5}$, mientras que el más bajo se dio en 2017, con 163,69 kt $PM_{2.5}$. La subcategoría que más contribuyó fue el Procesamiento de Alimentos, Bebidas y Tabaco (1.A.2.e), con 13,36 kt $PM_{2.5}$ en 2018. 4) La producción de carbón mineral más alta del período 2010-2021 se registró en 2012, con 11,35 kt $PM_{2.5}$.

Las emisiones de $PM_{2.5}$ del sector Energía en 2021 se redujeron en comparación con 2010, al igual que las emisiones de PM_{10} del mismo sector, que disminuyeron en un 1,52% durante este período. Esta reducción se debe principalmente a la disminución en las emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles, una fuente significativa de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en la categoría 1.B. del sector de Energía. Otros sectores, representaron el 67,4% de las emisiones promedio anuales del sector entre 2010 y 2021, generando primordialmente PM_{10}. La principal fuente de emisión de $PM_{2.5}$ en este sector es la subcategoría 1.A.4.

Por otro lado, las emisiones por quema de residuos agrícolas en cultivos representaron el 45,98% de las emisiones promedio anuales de PM_{10} y el 92,7% de las emisiones de $PM_{2.5}$ para el período 2010-2021 del sector. Este factor provocó un incremento en las emisiones de PM_{10} del 21,06% y de $PM_{2.5}$ del 19,30% en el sector Agrícola entre 2010 y 2021.

8.5.3 Descripción de la tendencia de las emisiones y remociones de los contaminantes por sector

A continuación, se describe la tendencia en las emisiones de carbono negro y contaminantes criterio por sector o sector:

8.5.3.1 *Energía*

8.5.3.1.1 Resumen del sector

Las emisiones estimadas para el sector de energía en el Inventario de carbono negro y contaminantes criterio de Colombia se detallan en la Tabla 349.

Tabla 349. Subcategorías, Nivel Metodológico y Contaminantes Estimados en el Sector Energía.

Subcategorías incluidas en el Inventario nacional serie 2010 - 2021	Nivel metodológico	Contaminantes estimados
1.A.1. Industrias de la energía	Nivel 1	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Nivel 1	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
1.A.3. Transporte	Nivel 1	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
1.A.4. Otros sectores	Nivel 1	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
1.B.1. Combustibles sólidos	Nivel 1	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
1.B.2. Petróleo y gas natural	Nivel 1	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN

En el anterior capítulo sobre la Completitud del Inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio, se presentan detalles sobre las subcategorías no estimadas (NE) dentro del sector de Energía. Para más información, consulte la Tabla 322.

8.5.3.1.2 Emisiones del sector de Energía – Año 2021

Las emisiones totales en kilotoneladas (kt) sector de Energía estimadas para el año 2021 se presentan en la Tabla 350

Tabla 350. Emisiones totales del sector Energía estimadas para el año 2021

Material particulado y carbono negro	Gases precursores
PM_{10}: 187,80 kt	CO: 1.761,18 kt

$PM_{2.5}$: 175,09 kt CN: 27,54 kt	NO_X: 312,59 kt SO_2: 500,46 kt COVDM: 470,56 kt

En la Tabla 351 presenta las emisiones estimadas de carbono negro y contaminantes criterio, desglosadas por subcategoría de fuente de emisión, en kt. La Figura 278 muestra la distribución de cada contaminante estimado y su participación por subcategoría para el año 2021.

Tabla 351. Emisiones totales para el sector de Energía estimadas para el año 2021

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
A_Energía pública	**1A.**	**Actividades de quema de combustible**	**306,72**	**409,50**	**486,90**	**1.755,89**	**183,94**	**173,87**	**27,22**
A_Energía pública	1.A.1.	Industrias de la energía	31,74	0,71	157,66	8,13	12,77	8,83	2,47
A_Energía pública	1.A.1.a.	Electricidad pública y producción de calor	16,66	0,25	139,04	3,51	0,44	0,23	0,01
B_Industria	1.A.1.b.	Refinación de petróleo	4,68	0,17	0,02	1,35	0,06	0,06	0,01
B_Industria	1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	10,40	0,28	18,60	3,27	12,28	8,54	2,45
B_Industria	1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	64,02	34,42	308,41	153,57	25,09	23,89	5,34
B_Industria	1.A.2.a.	Hierro y acero	2,66	1,13	31,88	9,90	1,22	1,13	0,08
B_Industria	1.A.2.b.	Metales no ferrosos	0,53	0,17	0,00	0,21	0,01	0,01	0,00
B_Industria	1.A.2.c.	Productos químicos	2,25	1,78	16,02	7,10	1,10	1,05	0,17
B_Industria	1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	3,62	1,60	47,39	14,54	1,80	1,67	0,11
B_Industria	1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	11,88	23,73	70,78	61,75	12,83	12,42	2,96
B_Industria	1.A.2.f.	Minerales no metálicos	8,52	3,95	125,24	38,21	4,79	4,43	0,30
B_Industria	1.A.2.g.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	34,55	2,05	17,09	21,86	3,33	3,20	1,72
I_Fuera de ruta	1.A.2.gvii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	30,39	1,15	0,09	15,95	2,51	2,44	1,60
B_Industria	1.A.2.gviii.	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	4,16	0,90	17,00	5,91	0,81	0,76	0,11
H_Aviación	1.A.3.	Transporte	185,75	255,63	6,23	914,80	14,21	12,64	4,25
H_Aviación	1.A.3.a.	Aviación civil	3,15	0,24	0,21	4,56	0,02	0,02	0,01
H_Aviación	1.A.3.ai.	Aviación civíl internacional	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00
H_Aviación	1.A.3.ai(i).	Aviación civíl (Internacional, LTO)	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00
H_Aviación	1.A.3.aii.	Aviación civíl nacional	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01
H_Aviación	1.A.3.aii(i).	Aviación civíl (Domestico, LTO)	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01
F_Transporte terrestre	1.A.3.b.	Transporte terrestre	174,87	254,01	4,29	906,07	13,91	12,36	4,17
F_Transporte terrestre	1.A.3.bi.	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	15,99	27,73	1,91	289,05	0,26	0,26	0,13
F_Transporte terrestre	1.A.3.bi3.	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	5,16	9,46	0,60	73,60	0,05	0,05	0,02
F_Transporte terrestre	1.A.3.bi4.	Automóviles servicio público	8,21	15,25	1,08	152,43	0,09	0,09	0,04
F_Transporte terrestre	1.A.3.bi5.	Camperos	2,62	3,02	0,24	63,03	0,12	0,12	0,08

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
F_Transporte terrestre	1.A.3.bii.	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	8,98	4,38	0,36	54,99	0,32	0,32	0,23
F_Transporte terrestre	1.A.3.bii3.	Camionetas	8,98	4,38	0,36	54,99	0,32	0,32	0,23
F_Transporte terrestre	1.A.3.biii.	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	133,07	5,89	0,60	72,18	5,87	5,87	3,05
F_Transporte terrestre	1.A.3.biii1.	Buses	46,75	1,92	0,20	36,08	3,96	3,96	2,01
F_Transporte terrestre	1.A.3.biii2.	Camiones y volquetas	49,49	2,64	0,26	29,07	1,00	1,00	0,56
F_Transporte terrestre	1.A.3.biii3.	Tractocamiones	36,83	1,32	0,14	7,03	0,91	0,91	0,48
F_Transporte terrestre	1.A.3.biv.	Transporte terrestre: Motocicletas	16,84	216,01	1,42	489,85	4,11	4,11	0,64
F_Transporte terrestre	1.A.3.biv1.	Motos	16,84	216,01	1,41	489,85	4,11	4,11	0,64
F_Transporte terrestre	1.A.3.biv2.	Otros	152,08	1,95	0,01	IE	IE	IE	IE
F_Transporte terrestre	1.A.3.bv.	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	0,00	NA	NA	NA	NA	NA
F_Transporte terrestre	1.A.3.bvi.	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	2,14	1,14	0,12
F_Transporte terrestre	1.A.3.bvii.	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	1,21	0,65	NA
I_Fuera de ruta	1.A.3.c.	Ferrocarriles	1,36	0,12	0,00	0,28	0,04	0,04	0,02
G_Navegación	1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04
G_Navegación	1.A.3.dii.	Navegación marítima y fluvial nacional	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04
I_Fuera de ruta	1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
I_Fuera de ruta	1.A.3.ei.	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
I_Fuera de ruta	1.A.3.eii.	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.	Otros sectores	25,21	118,75	14,61	679,39	131,87	128,51	15,16
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.a.	Comercial/Institucional	1,42	0,44	0,01	0,56	0,01	0,01	0,00
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.ai.	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,42	0,44	0,01	0,56	0,01	0,01	0,00
I_Fuera de ruta	1.A.4.aii.	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.b.	Residencial	12,02	93,96	10,40	630,73	118,42	115,32	13,07
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.bi.	Residencial: Estacionaria	12,02	93,96	10,40	630,73	118,42	115,32	13,07
I_Fuera de ruta	1.A.4.bii.	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.c.	Agricultura/Silvicultura/Pesca	11,77	24,35	4,19	48,10	13,44	13,18	2,09
C_Combustión estacionaria: Otros	1.A.4.ci.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	8,77	24,22	4,18	46,27	13,20	12,95	1,93
I_Fuera de ruta	1.A.4.cii.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	2,99	0,13	0,01	1,82	0,23	0,23	0,16
I_Fuera de ruta	1.A.4.ciii.	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	1A5.	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
C_Combustión estacionaria: Otros	1A5.A.	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	**Código NFR**	**Nombre**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**
I_Fuera de ruta	1A5b.	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
D_Fugitivas	**1B.**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**6,07**	**61,06**	**13,57**	**5,29**	**3,86**	**1,22**	**0,32**
D_Fugitivas	1.B.1.	Combustibles sólidos	0,00	47,36	0,00	1,88	3,08	0,54	0,07
D_Fugitivas	1.B.1.a.	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	47,33	NA	NA	2,48	0,30	NE
D_Fugitivas	1.B.1.b.	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,03	0,00	1,88	0,60	0,25	0,07
D_Fugitivas	1.B.1.c.	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
D_Fugitivas	1.B.2.	Petróleo y gas natural	6,06	13,70	13,56	3,41	0,78	0,67	0,25
D_Fugitivas	1.B.2.a.	Petróleo	4,64	11,91	11,98	1,74	0,19	0,08	0,00
D_Fugitivas	1.B.2.ai.	Exploración, producción y transporte	NA	8,05	NE	NA	NA	NA	NA
D_Fugitivas	1.B.2.aiv.	Refinación y almacenamiento	4,64	3,86	11,98	1,74	0,19	0,08	NA
D_Fugitivas	1.B.2.av.	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
D_Fugitivas	1.B.2.b.	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	1,34	NE	NA	NA	NA	NA
D_Fugitivas	1.B.2.c.	Ventilación y quema	1,43	0,45	1,58	1,67	0,59	0,59	0,25
D_Fugitivas	1.B.2.d.	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

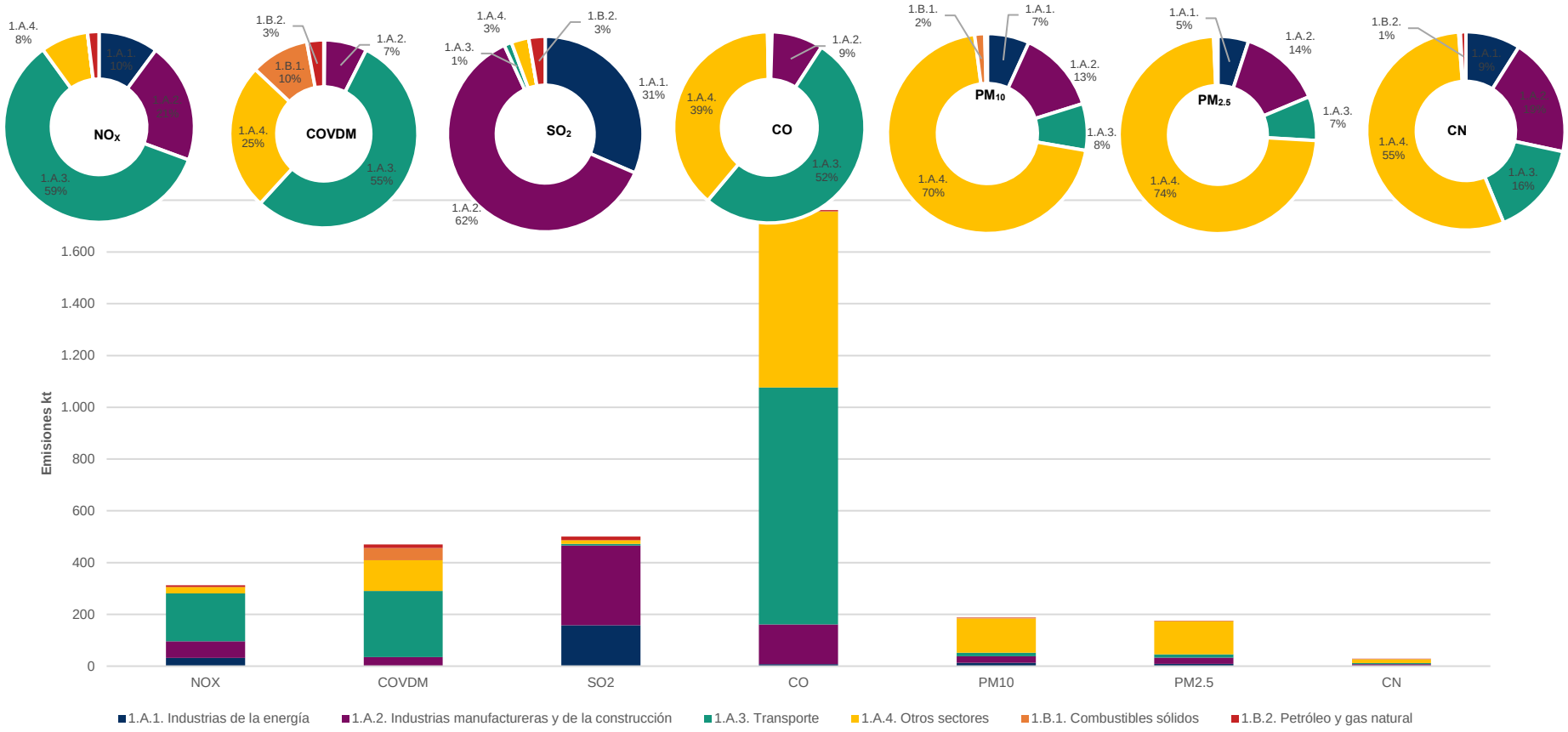


Figura 278. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio - sector Energía para el año 2021.

Como se observa en la figura anterior, las subcategorías que reportaron las mayores emisiones al sector Energía por contaminante son:

- En cuanto a las emisiones de NO_x, se distribuyen en el sector de energía de la siguiente manera: 1.A.3. Transporte con el 59,39%, 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción con el 20,47%, y 1.A.1. Industrias de la energía con el 10,15%. Las actividades de quema de combustibles representan el 98,07% de las emisiones totales del sector de energía, mientras que las emisiones fugitivas de las cadenas de carbón, petróleo y gas natural aportan el 1,93% restante.
- Las emisiones de COVDM se distribuyen en el sector de energía de la siguiente forma: 54,32% corresponde al 1.A.3. Transporte, 25,24% a 1.A.4. Otros sectores, y 10,06% al 1.B.1. Combustibles sólidos. Las actividades de quema de combustibles representan el 86,87% de las emisiones totales del sector de energía, mientras que las emisiones fugitivas de las cadenas de carbón, petróleo y gas natural constituyen el 13,13% restante.
- En cuanto a las emisiones de SO_2, la 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción aporta con el 61,62%, y la 1.A.1. Industrias de la energía aporta con el 31,50%. Las actividades de quema de combustibles son la principal fuente de emisiones en el sector de energía, representando el 97,28% del total, mientras que las emisiones fugitivas de las cadenas de carbón, petróleo y gas natural aportan el 2,72% restante.
- En cuanto a las emisiones de CO, se distribuyen en el sector de energía de la siguiente manera: 1.A.3. Transporte con el 51,94, 1.A.4. Otros sectores con el 38,58%, y 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción con el 8,72%. Las actividades de quema de combustibles son las que más aportan emisiones al sector de energía, representando cerca del 100% del total del sector
- En cuanto a las emisiones de PM_{10}, la subcategoría 1.A.4. Otros sectores contribuyen con el 70,22%, la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción con el 13,36%, y la subcategoría 1.A.3. Transporte con el 7,57%. Dentro del sector de energía, las actividades de quema de combustibles representan el 98,36% de las emisiones, mientras que las emisiones fugitivas de las cadenas de carbón, petróleo y gas natural constituyen el 1,64% restante.
- Para las emisiones de $PM_{2.5}$, 1.A.4. Otros sectores aportan el 73,40%, 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción aporta el 13,65%, y 1.A.3. Transporte aporta el 7,22%. Las actividades de quema de combustibles son las que más contribuyen a las emisiones del sector de energía, representando el 99,21% del total, mientras que las emisiones fugitivas de las actividades de las cadenas de carbón, petróleo y gas natural aportan el 0,69% restante.
- Para las emisiones de CN, 1.A.4. Otros sectores aportan el 55,06%, 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción aporta el 19,40%, y 1.A.3. Transporte aporta el 15,42%. Las actividades de quema de combustibles constituyen el 99,01% de las emisiones del sector de energía, mientras que las emisiones fugitivas de las cadenas de carbón, petróleo y gas natural representan el 0,99% restante.

8.5.3.1.3 Tendencia de las emisiones del sector de energía (2010-2021)

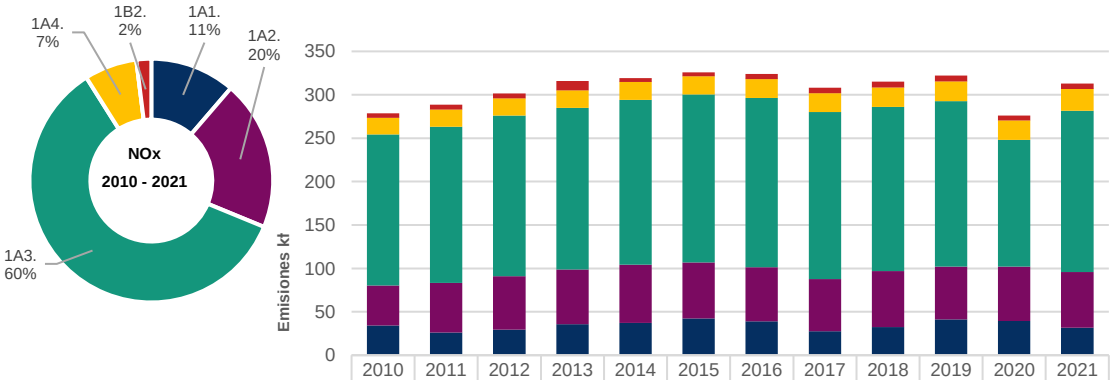
Esta sección detalla las emisiones, desglosadas por contaminante y subcategoría, y describe su participación y evolución durante el período de 2010 a 2021.

8.5.3.1.3.1 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Las emisiones promedio anuales de NO_x en Colombia reportadas en el sector de energía alcanzan 307,31 kt NO_x. En 2010, se estimó un total de 278,70 kt NO_x, y en 2021, un total de 312,79 kt NO_x.

Los resultados del período 2010-2021 indican que el sector de energía experimentó una tasa de crecimiento media anual del 1,25%. Durante este tiempo, las emisiones aumentaron en un 12,23%. La Figura 279 se muestran las emisiones de óxidos de nitrógeno para cada subcategoría del sector

de energía entre 2010 y 2021, junto con la participación promedio histórica de cada subcategoría dentro del sector. Este incremento en las emisiones de NOx se atribuye principalmente al aumento del tráfico vehicular, en particular de automóviles y aquellos con motores diésel. Además, se destaca la influencia de las actividades industriales, ya que ambas dependen en gran medida de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas). (Hernández & Fajardo, 2021)



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1B2. Petróleo y gas natural	5,33	5,59	5,54	10,82	4,59	4,31	5,92	6,15	6,57	6,57	5,53	6,06
1B1. Combustibles sólidos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1A4. Otros sectores	19,15	19,88	19,91	20,18	20,77	21,02	21,47	21,56	22,55	23,00	22,55	25,21
1A3. Transporte	173,86	179,64	184,78	186,23	189,78	193,63	195,00	192,41	189,18	190,58	145,83	185,75
1A2. Industrias manufactureras y de la construcción	46,14	57,18	61,58	62,99	66,97	64,47	62,56	60,21	64,42	60,67	62,69	64,02
1A1. Industrias de la energía	34,20	26,22	29,56	35,79	37,21	42,29	38,90	27,65	32,51	41,31	39,56	31,74

Figura 279. Tendencia emisiones de NO_x para la serie 2010 a 2021 – Modulo Energía.

Durante la serie analizada, la subcategoría 1.A.3. Transporte representa el 59,84% de las emisiones de óxidos de nitrógeno dentro del sector de energía. La subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción ocupa el segundo lugar con una participación del 19,90%, mientras que la subcategoría 1.A.1. Industrias de la energía contribuye con un 11,31%. En conjunto, estas tres subcategorías constituyen el 91,05% del total de emisiones de óxidos de nitrógeno del sector, destacándose como factores determinantes en la tendencia de las emisiones del sector energético.

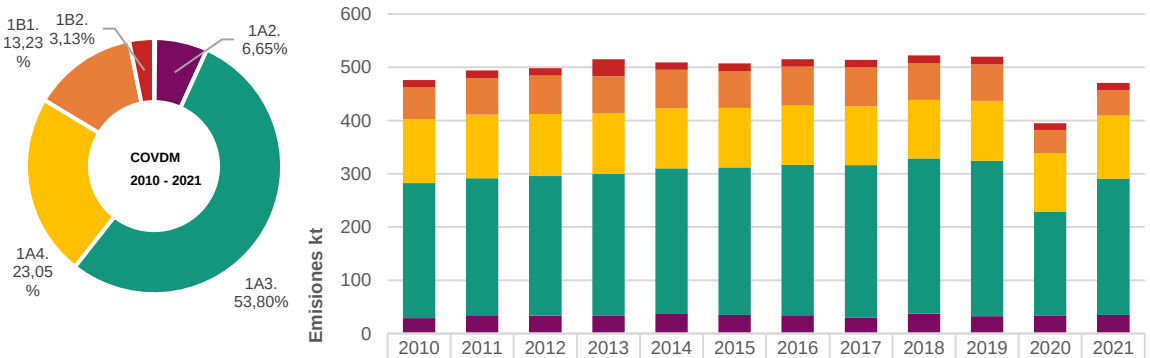
A continuación, se detalla cada una de estas subcategorías:

- Dentro de la subcategoría 1.A.3. Transporte, el transporte terrestre (1.A.3.b) es la principal fuente de emisiones de NO_x, aportando el 94,27% del promedio histórico. La navegación marítima y fluvial (1.A.3.d) contribuye con un 3,35%, la aviación civil (1.A.3.a) con un 2%, y los ferrocarriles (1.A.3.c) con un 0,87%.
- En relación con el sector 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, la subcategoría 1.A.2.e, relacionada con el procesamiento de alimentos, bebidas y tabacos, constituye la principal fuente de emisiones de óxidos de nitrógeno, contribuyendo en promedio con el 32,42% del total.
- En cuanto a la subcategoría 1.A.1. Industrias de la energía, la subcategoría 1.A.1.a, que aborda la Electricidad pública y producción de calor, se destaca como la principal fuente de emisiones de óxidos de nitrógeno. Esto se debe al uso de combustibles como carbón mineral, gas natural y fuel oíl en centrales eléctricas, contribuyendo en promedio con el 55,15% del total de emisiones de NO_x. Esta subcategoría específica reporta las emisiones generadas por el consumo de combustible tanto en centrales térmicas como en las Zonas No Interconectadas (ZNI).

8.5.3.1.3.2 Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM)

Las emisiones promedio anuales de COVDM en Colombia, reportadas en el sector de energía, alcanzan 494,82 kt. En 2010, se estimaron en un total de 476,18 kt COVDM, mientras que en 2021 se registró un total de 470,56 kt COVDM. Los resultados para el periodo 2010-2021 muestran que el sector de energía experimentó un ligero descenso del -1,18% en las emisiones, con una tasa de crecimiento media anual del -0,11%.

En la Figura 280 se presentan las emisiones de COVDM para cada una de las subcategorías del sector de energía durante el periodo de 2010 a 2021, junto con la participación promedio histórica de cada subcategoría dentro del sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1B2. Petróleo y gas natural	13,8	14,2	14,2	31,9	14,4	14,3	14,1	13,8	14,2	14,4	12,5	13,7
1B1. Combustibles sólidos	59,5	68,7	71,9	68,9	71,6	69,2	73,0	73,2	69,6	68,9	43,6	47,4
1A4. Otros sectores	120,1	119,7	116,6	114,3	113,1	111,8	111,6	110,3	110,0	112,3	110,0	118,7
1A3. Transporte	253,6	257,4	262,1	267,0	272,2	277,4	282,6	287,0	291,3	292,2	196,2	255,6
1A2. Industrias manufactureras y de la construcción	28,4	33,5	33,0	32,3	37,4	33,8	33,3	28,6	36,6	31,6	32,1	34,4
1A1. Industrias de la energía	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7

Figura 280. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía

Durante el período analizado, la subcategoría 1.A.3. Transporte representa el 53,80% de las emisiones de COVDM dentro del sector de energía. En segunda posición se encuentra la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, con una contribución del 23,05%, mientras que la subcategoría 1.B.1. Combustibles sólidos aporta el 13,23%. En total, estas tres subcategorías suman el 90,08% de las emisiones de COVDM, estableciendo así la tendencia predominante en las emisiones del sector de energía. A continuación, se describen estos sectores:

- En el sector transporte (1.A.3.), el transporte terrestre (1.A.3.b.) representa el 99.49% de las emisiones totales de COVDM. Dentro de este subsector, las motocicletas (1.A.3biv.) son las principales responsables, contribuyendo con el 73,22% de las emisiones de COVDM. Este aumento significativo en las emisiones de COVDM se debe principalmente al rápido crecimiento del parque automotor de motocicletas en los últimos años, según los datos reportados en el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT). Este crecimiento ha sido impulsado por factores como la facilidad de acceso, el bajo costo de adquisición y mantenimiento, y la creciente demanda de transporte individual en áreas urbanas y rurales.
- Dentro de la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, el subsector residencial (1.A.4.b) destaca como el principal generador de emisiones de COVDM. Este subsector, relacionado con el sector residencial, representa el 85,29% de las emisiones dentro de la subcategoría 1.A.4. en Colombia. La alta proporción de emisiones se atribuye principalmente al uso intensivo de leña para la cocción de alimentos
- En el sector 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, la subcategoría dedicada al procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco (1.A.2.e) es la principal fuente de emisiones

de COVDM, representando el 70,24% de estas emisiones. Este impacto se debe al uso de bagazo y carbón mineral como combustibles en los procesos industriales.

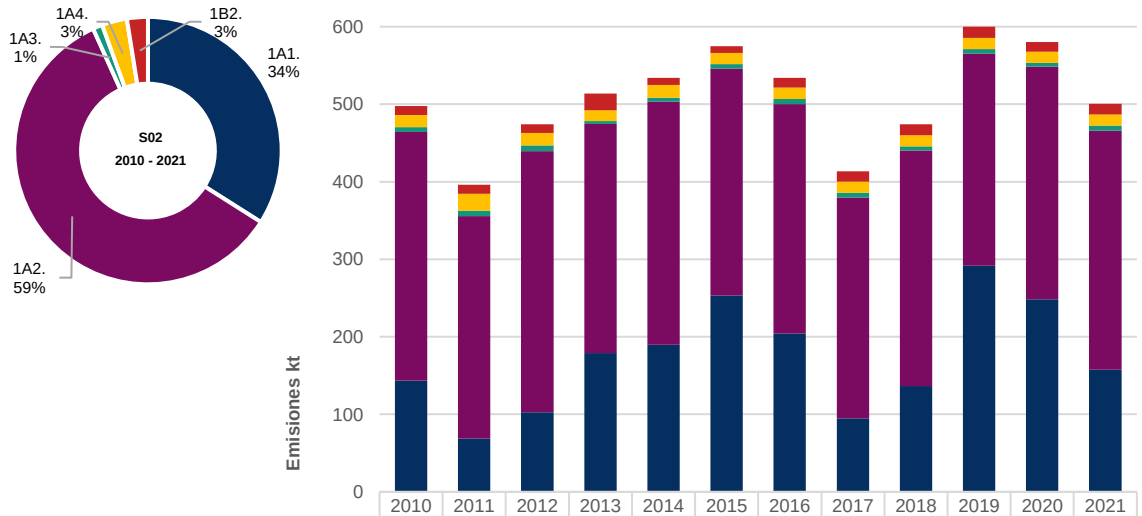
8.5.3.1.3.3 Dióxido de azufre (SO_2)

Las emisiones promedio anuales SO_2 en Colombia, según el sector de energía ascienden a 507,71 kt. En 2010, se registraron emisiones totales de 497,48 kt SO_2, mientras que para el año 2021, se estimaron en 500,46 kt SO_2.

Los resultados para el periodo 2010-2021 muestran que el sector de energía presenta una tasa de crecimiento media anual del 0,05%. Durante este período, las emisiones aumentaron en un 0,60%, reflejando un ligero incremento.

La Figura 281 muestra las emisiones de dióxido de azufre para cada subcategoría del sector de energía durante el período 2010-2021, así como la participación promedio histórica de cada subcategoría dentro del sector.

A lo largo del período analizado, la subcategoría 1.A.2. Industria manufacturera y de la construcción representa el 59,30% del dióxido de azufre emitido por el sector de energía. La subcategoría 1.A.1. Industrias de la energía, sigue con una participación del 33,98%, y la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, contribuyen con el 3,04% de las emisiones. Las actividades de quema de combustibles constituyen el 97,4% de las emisiones totales del sector de energía, lo que destaca la influencia significativa de estos sectores en las tendencias de las emisiones del sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1B2. Petróleo y gas natural	11,29	11,61	11,31	21,57	9,10	8,51	12,71	13,25	14,30	14,33	12,30	13,56
1B1. Combustibles sólidos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1A4. Otros sectores	15,87	21,85	16,13	13,87	16,43	14,21	14,58	14,53	14,26	14,57	14,26	14,61
1A3. Transporte	6,21	7,06	7,33	3,67	4,78	6,11	6,65	6,15	5,55	5,76	5,21	6,23
1A2. Industrias manufactureras y de la construcción	320,54	286,71	336,85	295,77	314,05	292,37	296,18	284,91	303,46	273,66	299,83	308,41
1A1. Industrias de la energía	143,56	68,88	102,61	178,88	189,56	253,42	204,00	94,68	136,69	291,68	248,41	157,66

Figura 281. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía

A continuación, se detallan las tres subcategorías en orden de su contribución a las emisiones totales de SO_2:

- En el sector 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, la quema de combustibles en la industria de minerales no metálicos (1.A.2.f) representa el 43,83% de las emisiones de dióxido de azufre, principalmente debido al alto consumo de carbón mineral.

- En la subcategoría 1.A.1. Industrias de la energía, el 91,40% del SO_2 proviene de la subcategoría 1.A.1.a. Electricidad pública y producción de calor, donde el alto contenido de azufre en el carbón mineral es el principal factor contribuyente.
- Dentro de la subcategoría 1.A.4. Otros sectores: residencial, comercial/institucional y agrícola, el sector residencial genera la mayor cantidad de emisiones, representando el 82,96% del total de las emisiones. Esto se debe al uso de carbón mineral, que constituye la principal fuente de contaminación de esta subcategoría en términos de emisión de dióxido de azufre hacia la atmósfera anualmente.

8.5.3.1.3.4 Monóxido de carbono (CO)

Las emisiones promedio anuales de CO en Colombia, según el sector de energía, se calcularon en 1.693,11 kt CO. En 2010, se estimaron en 1.705,59 kt CO, mientras que para el año 2021 alcanzaron un total de 1.753,05 kt CO.

Durante el período de 2010 a 2021, el sector de energía experimentó una tasa de crecimiento media anual de 0,25%. En este intervalo, las emisiones de CO aumentaron en 47,46 kt CO, representando un incremento del 2,78%.

La Figura 282 ilustra las emisiones de CO para cada subcategoría del sector de energía desde 2010 hasta 2021, mostrando también la participación promedio histórica de cada subcategoría dentro del sector. A lo largo de la serie temporal, la subcategoría 1.A.3. Transporte ha sido responsable de alrededor del 49,75% de las emisiones de CO del sector de energía. La subcategoría 1.A.4. Otros sectores siguen con un 40,47%, mientras que la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción aporta un 8,90%. Unidas estas tres subcategorías representan el 98,84% del total de emisiones de CO del sector, indicando que el comportamiento de estos sectores es fundamental para la tendencia de las emisiones en el sector de energía.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1B2. Petróleo y gas natural	4,14	4,73	5,05	10,73	4,64	4,40	4,29	4,34	4,41	4,33	3,23	3,41
1B1. Combustibles sólidos	1,14	1,08	1,08	1,20	1,20	0,93	0,84	1,19	1,44	1,47	1,56	1,88
1A4. Otros sectores	744,41	741,04	718,72	701,80	692,16	676,59	666,38	666,38	666,38	661,12	651,64	679,39
1A3. Transporte	805,36	812,11	822,79	835,73	849,76	864,53	880,61	880,61	880,61	914,80	699,37	914,80
1A2. Industrias manufactureras y de la construcción	150,53	153,04	161,81	152,52	166,98	148,61	147,83	147,83	147,83	139,83	147,10	153,57
1A1. Industrias de la energía	9,45	7,95	8,41	9,17	9,55	9,73	9,34	9,34	9,34	8,78	8,77	8,13

Figura 282. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía

A continuación, se describen con mayor detalle:

- En el sector transporte (1.A.3.), el transporte terrestre (1.A.3.b.) es la principal fuente de emisiones de CO, representando el 99.62% del promedio histórico. Dentro de este subsector, las motocicletas (1.A.3.biv.) son las que más contribuyen con el 51.53% de las emisiones de CO. Le siguen los vehículos de pasajeros (1.A.3.bi.) con un 31.77%, los vehículos pesados y buses (1.A.3.biii.) con un 9.13%, y finalmente los vehículos ligeros (1.A.3.bii.) con un 6.19%

del total de CO emitido por el sector transporte. Es importante destacar que el predominio de las motocicletas en las emisiones de CO puede estar relacionado con factores como la antigüedad de la flota, el mantenimiento inadecuado de los vehículos y la calidad del combustible utilizado.

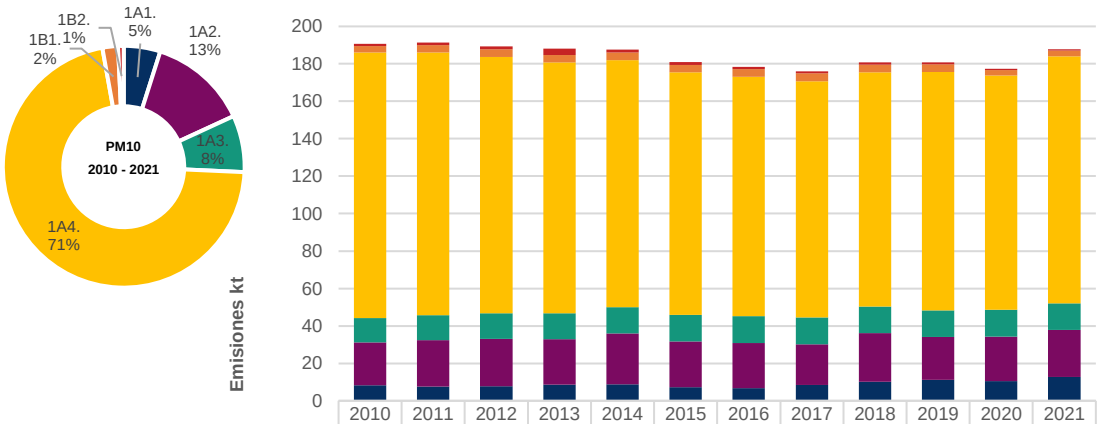
- En la subcategoría 1.A.4. Otros sectores, que incluye los sectores residenciales, comercial/institucional y agrícola, el sector residencial es el principal generador de emisiones de CO, con un promedio del 95,36% a lo largo de la serie temporal. El sector agrícola contribuye con un 4,59% y el sector comercial/institucional con un 0,08%. La quema de combustibles sólidos y biomasa, como leña y bagazo, es la principal fuente de emisiones de CO en esta subcategoría.
- Respecto al sector 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, la quema de combustibles en las industrias de fabricación de pulpa, papel e imprenta (1.A.2.d), procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco (1.A.2.e), y minerales no metálicos (1.A.2.f) es responsable del 84,59% de las emisiones de CO. Esto se debe al consumo de carbón mineral y bagazo como principales combustibles en estas actividades industriales.

8.5.3.1.3.5 Material particulado (PM_{10} – $PM_{2.5}$)

Las emisiones anuales promedio de PM_{10} - $PM_{2.5}$ en Colombia, reportadas en el sector Energía, alcanzan 184,12 kt PM_{10} y 171,91 kt $PM_{2.5}$. En 2010, se estimó un total de 190,71 kt PM_{10} y 178,80 kt $PM_{2.5}$, mientras que en 2021, las emisiones fueron de 187,80 kt PM_{10} y 175,09 kt $PM_{2.5}$.

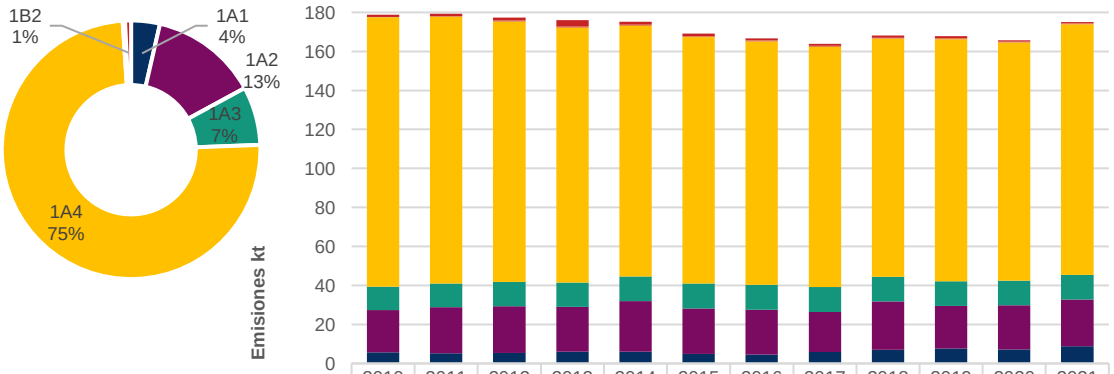
La subcategoría "Otros sectores" (1.A.4.) es la principal fuente de emisiones de PM en el sector Energía, representando el 71,45% del PM_{10} y el 74,59% del $PM_{2.5}$ durante el período analizado. Le siguen las "Industrias manufactureras y de la construcción" (1.A.2.) con un 13,23% tanto en PM_{10} y 13,48% para $PM_{2.5}$, y el "Transporte" (1.A.3.) con un aporte del 7,59% en PM_{10} y 7,32% en $PM_{2.5}$. Estas tres subcategorías en conjunto contribuyen con el 92,27% del PM_{10} y el 95,32% del $PM_{2.5}$ emitido por el sector Energía, lo que indica que su comportamiento determina la tendencia general de las emisiones en este sector.

Dentro de la subcategoría "Otros sectores", el sector residencial es el mayor emisor, generando el 93,20% del PM_{10} y 93,16% para $PM_{2.5}$ promedio. Le sigue el sector agrícola con un 6% en ambos tipos de PM, mientras que el sector comercial aporta un 0,01% tanto en PM_{10} como en $PM_{2.5}$, la principal fuente de contaminación en esta subcategoría es la quema de combustibles sólidos y biomasa, siendo la leña, el bagazo y los residuos los mayores contribuyentes a las emisiones de PM. Lo anterior, dado que en Colombia, la población rural aún depende en gran medida de la leña como combustible para cocinar y calefaccionar sus hogares.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1B2. Petróleo y gas natural	1,19	1,41	1,56	3,43	1,50	1,42	1,18	1,18	1,16	1,12	0,76	0,78
1B1. Combustibles sólidos	3,48	3,95	4,12	4,00	4,14	3,93	4,10	4,22	4,11	4,08	2,78	3,08
1A4. Otros sectores	141,83	140,39	136,94	134,07	131,93	129,57	127,94	126,20	125,28	127,32	125,28	131,87
1A3. Transporte	13,09	13,34	13,62	13,76	14,06	14,26	14,40	14,35	14,13	14,21	14,21	14,21
1A2. Industrias manufactureras y de la construcción	22,87	24,71	25,38	24,24	27,20	24,38	24,10	21,71	25,97	22,97	23,78	25,09
1A1. Industrias de la energía	8,24	7,60	7,75	8,70	8,74	7,34	6,69	8,40	10,17	11,14	10,57	12,77

Figura 283. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1B2. Petróleo y gas natural	1,10	1,32	1,47	3,26	1,42	1,35	1,08	1,07	1,04	1,01	0,67	0,67
1B1. Combustibles sólidos	0,15	0,14	0,59	0,59	0,61	0,56	0,57	0,62	0,63	0,62	0,48	0,54
1A4. Otros sectores	138,16	136,77	133,40	130,60	128,52	126,23	124,65	122,96	122,06	124,05	122,06	128,51
1A3. Transporte	12,08	12,24	12,42	12,49	12,70	12,82	12,90	12,83	12,59	12,64	12,64	12,64
1A2. Industrias manufactureras y de la construcción	21,63	23,50	24,08	23,03	25,90	23,24	22,96	20,63	24,77	21,90	22,63	23,89
1A1. Industrias de la energía	5,67	5,27	5,34	5,96	5,98	4,96	4,53	5,80	7,01	7,60	7,21	8,83

Figura 284. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía

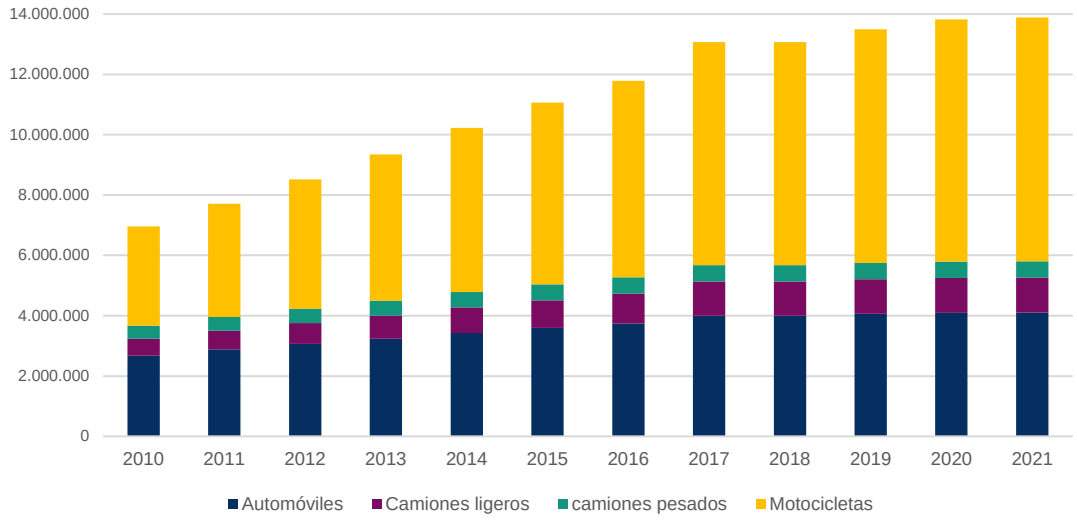


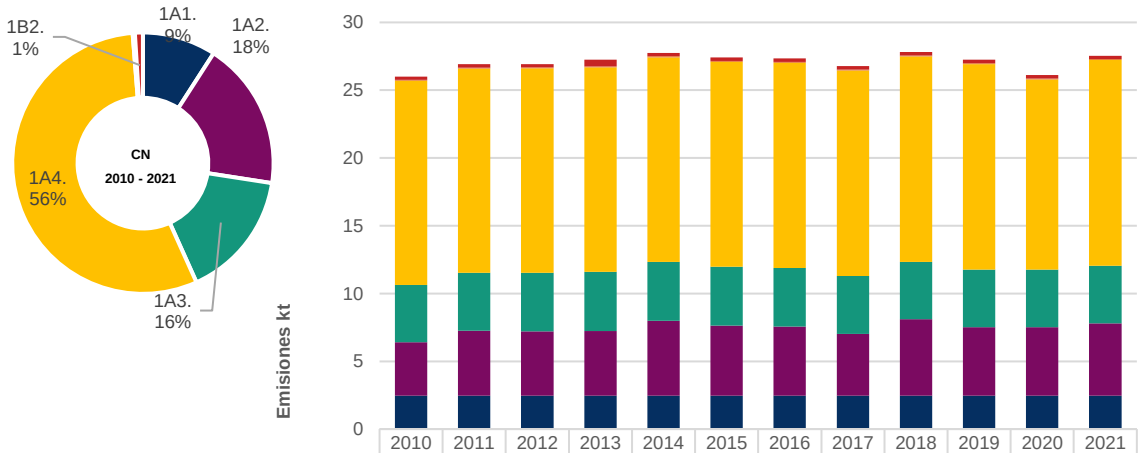
Figura 285. Tendencia parque automotor (1.A.3.b), 2010 – 2021

La subcategoría "vehículos pesados y autobuses" (1.A.3.biii) es la principal fuente de emisiones de PM dentro del transporte terrestre, representando el 45,74% del PM_{10} y el 51,09% del $PM_{2.5}$. Esto se debe al uso predominante de diésel en estos vehículos. A diferencia de los motores a gasolina, los motores diésel no requieren una mezcla estequiométrica de combustible y aire para la combustión. Esta característica genera mezclas estratificadas dentro de la cámara de combustión, lo que aumenta la producción de PM.

8.5.3.1.3.6 Carbono negro (CN)

Las emisiones promedio anuales de CN en Colombia, reportadas por el sector de energía, ascienden a 26,8 kilotoneladas (kt) CN. En el año 2010, se estimaron 25,9 kt CN, mientras que en 2018 se registraron 27,6 kt CN. Entre 2010 y 2021, el sector de energía experimentó una disminución del 0,77%, con una tasa de crecimiento media anual de -0,07%. La Figura 286 ilustra las emisiones de CN para cada subcategoría del sector de energía durante el período 2010-2021, así como la participación promedio histórica de cada subcategoría dentro del sector.

Durante el período evaluado, la subcategoría 1.A.4. Otros sectores representan el 55,46% del CN emitido por el sector de energía. La subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción ocupa el segundo lugar con una participación del 18,34%, seguida por la subcategoría 1.A.3. Transporte, que aporta el 15,86%. En conjunto, estas tres subcategorías contribuyen con el 89,63% del total de CN del sector de energía, destacando su impacto significativo en las emisiones de este sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1B2. Petróleo y gas natural	0,25	0,25	0,25	0,49	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
1B1. Combustibles sólidos	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
1A4. Otros sectores	15,05	15,06	15,07	15,09	15,10	15,12	15,13	15,15	15,16	15,16	14,03	15,16
1A3. Transporte	4,23	4,28	4,34	4,35	4,35	4,33	4,32	4,29	4,23	4,25	4,25	4,25
1A2. Industrias manufactureras y de la construcción	3,94	4,78	4,73	4,77	5,51	5,18	5,10	4,55	5,63	5,05	5,05	5,34
1A1. Industrias de la energía	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47

Figura 286. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía

Las emisiones de las subcategorías del sector energía se ven influenciadas por diversos factores, como se describe a continuación:

- Dentro de la subcategoría 1.A.4. Otros sectores: residencial, comercial/institucional y agrícola, el sector residencial representa el 87,16% en promedio para la serie temporal, mientras que el sector agrícola aporta el 12,84%. La quema de combustibles sólidos y biomasa, especialmente leña, bagazo y residuos, son responsables de más del 100% del CN liberado anualmente a la atmósfera en Colombia. La población rural sigue utilizando la leña como combustible principal para la cocción de alimentos y la calefacción en los hogares.
- Respecto al sector 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, la quema de combustibles en Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco (1.A.2.e) es responsable del 78,44% de las emisiones de CN, siendo la industria con mayor participación. Esto se debe al uso de bagazo y carbón mineral, que en conjunto generan más del 80% de las emisiones anuales de fuentes estacionarias en estas industrias.
- Dentro de la subcategoría 1.A.3. Transporte, el transporte terrestre (1.A.3.b) es la subcategoría que aporta la mayor cantidad de emisiones de CN (98,17% del promedio histórico). Las emisiones provienen principalmente de vehículos pesados y autobuses (1.A.3.biii), responsables del 73,75% del total, debido al uso de diésel que genera material particulado fino y CN, a pesar del incremento en el parque automotor, las emisiones de CN de esta subcategoría mostraron una reducción del 1% entre 2010 y 2021, gracias a la adopción de estándares de emisión más estrictos y tecnologías más limpias.
- La subcategoría 1.A.1. Industrias de la energía emite el 9,11% del CN del sector energía, siendo la subcategoría 1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energía responsable del 99,32% de estas emisiones. La producción de coque, con su alto contenido de CN, es la principal fuente de emisiones dentro de esta subcategoría.
- Las emisiones fugitivas de la cadena del petróleo y el gas natural (1.B.2.) contribuyen con el 0,99% de las emisiones de CN del sector energía. La actividad de ventilación y quema en antorcha (1.B.2.c) es la única responsable de estas emisiones, directamente relacionada con los niveles de producción de gas natural.

8.5.3.1.4 Descripción del sector Energía por subcategoría

Esta sección presenta una descripción detallada del sector Energía por subcategoría, destacando las emisiones generadas por diversas actividades y su relevancia dentro del inventario. Se detalla de esta manera debido a que el sector de energía es el que más contribuye a las emisiones, lo que requiere un análisis a nivel de subcategoría.

8.5.3.1.5 Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.)

Se consideran las emisiones derivadas de la producción de energía eléctrica, la refinación de petróleo y la manufactura de combustibles sólidos. Estas emisiones surgen de la quema de combustibles en las plantas termoeléctricas, así como en las actividades de extracción y manufactura de petróleo y gas natural, incluyendo refinerías, plantas de tratamiento de gas, coquerías, altos hornos y carboneras. En la Figura 287 se presentan las subcategorías estimadas en el inventario actual.

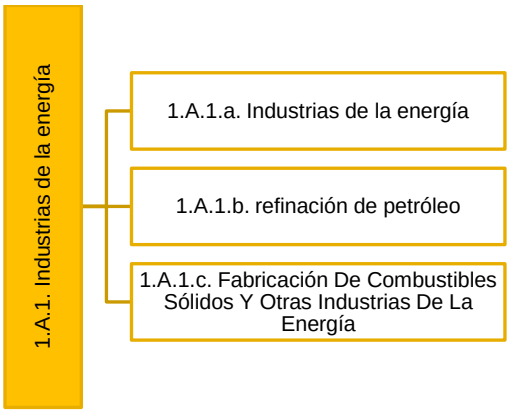


Figura 287. Subcategorías Industrias de la energía (1.A.1.)

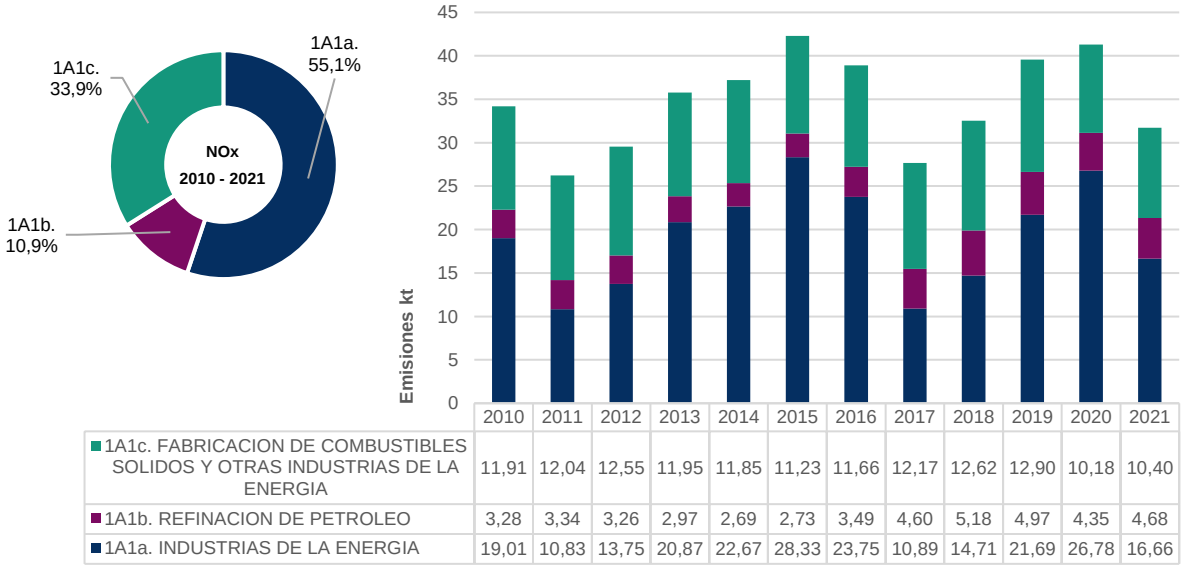
8.5.3.1.5.1 Tendencia de las emisiones (2010-2021)

Esta sección presenta las emisiones desglosadas para la subcategoría 1.A.1. Industrias de la Energía, tanto por contaminante como por tipo de combustible y subcategoría, brindando una descripción de su participación y comportamiento durante el periodo comprendido entre 2010 y 2021.

8.5.3.1.5.1.1 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Las emisiones promedio anuales provenientes de la subcategoría 1.A.1.a. Industrias de la Energía en Colombia, para la serie 2010-2021, fueron de 34,74 kt NO_x. Para el año 2010, se estimaron en total 34,20 kt NO_x y para el año 2021, 31,74 kt NO_x. De esta manera, las emisiones de la subcategoría han disminuido en un 7,19%, con una tasa de crecimiento media anual de -0,68%.

En Figura 288 se presentan los resultados de las emisiones de óxidos de nitrógeno correspondientes a la subcategoría 1.A.1. para cada año entre 2010 y 2021. Además, se proporciona información sobre la participación promedio anual de cada subcategoría dentro de dicha subcategoría.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1c. FABRICACION DE COMBUSTIBLES SOLIDOS Y OTRAS INDUSTRIAS DE LA ENERGIA	11,91	12,04	12,55	11,95	11,85	11,23	11,66	12,17	12,62	12,90	10,18	10,40
1A1b. REFINACION DE PETROLEO	3,28	3,34	3,26	2,97	2,69	2,73	3,49	4,60	5,18	4,97	4,35	4,68
1A1a. INDUSTRIAS DE LA ENERGIA	19,01	10,83	13,75	20,87	22,67	28,33	23,75	10,89	14,71	21,69	26,78	16,66

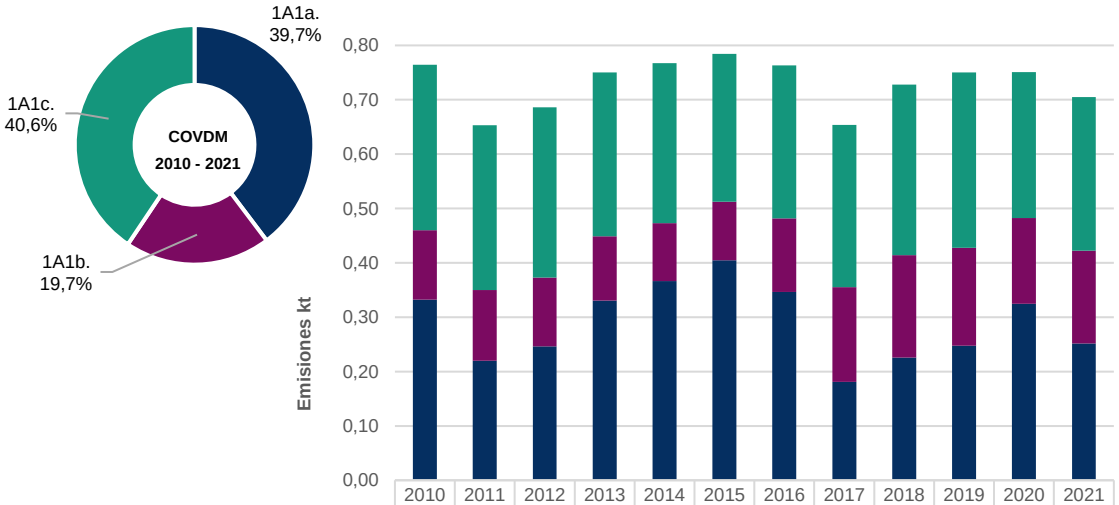
Figura 288. Tendencia emisiones de NO_x para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.)

Se observa que la subcategoría 1.A.1.a. que hace referencia a Electricidad pública y producción de calor, debido al uso de combustibles como carbón mineral, gas natural y fuel oíl en centrales eléctricas, constituye la principal fuente de emisiones de óxidos de nitrógeno, contribuyendo en promedio con el 55,15% del total. Esta subcategoría determina la tendencia general de las emisiones en la subcategoría, mostrando picos notables en los años 2015, 2016 y 2020, correspondientes a las mayores producciones de ácido nítrico de 28,332 toneladas, 23,747 toneladas y 26,785 toneladas, respectivamente.

8.5.3.1.5.1.2 Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM)

Las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.A.1.a en Colombia para la serie 2010-2021 fueron de 0,73 kt COVDM. En 2010, estas fueron estimadas en un total de 0,76 kt COVDM, mientras que en 2021 alcanzaron los 0,71 kt COVDM. Esto refleja un descenso del -6,58% en las emisiones, con una tasa de crecimiento media anual del -0,62%.

La Figura 289 presenta los resultados de las emisiones COVDM de la subcategoría 1.A.1., correspondientes a las Industrias de la Energía, para cada año de la serie 2010-2021, acompañados de la participación promedio.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1c. Fabricación de combustibles solidos	0,30	0,30	0,31	0,30	0,29	0,27	0,28	0,30	0,31	0,32	0,27	0,28
1A1b Refinación de Petroleo	0,13	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11	0,14	0,17	0,19	0,18	0,16	0,17
1A1a. Industria de la Energía	0,33	0,22	0,25	0,33	0,37	0,40	0,35	0,18	0,23	0,25	0,32	0,25

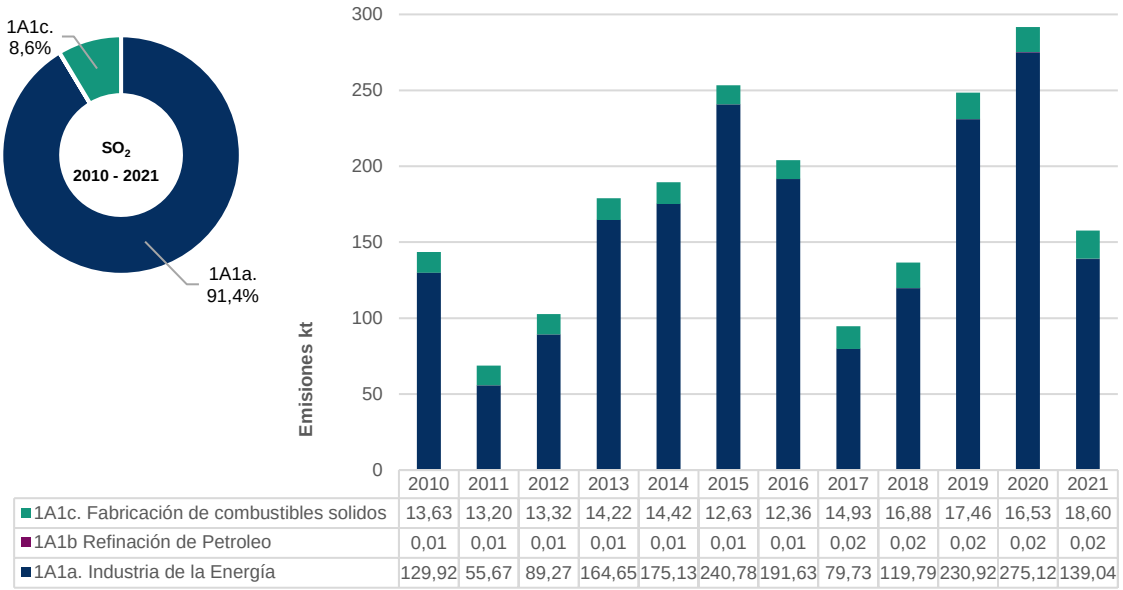
Figura 289. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.)

En general, se puede observar que la subcategoría 1.A.1.c. que incluye la Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energía, representa el 40,60% de las emisiones de COVDM dentro de la subcategoría 1.A.1.

8.5.3.1.5.1.3 Dióxido de azufre (SO_2)

Las emisiones anuales promedio de SO_2 provenientes de la subcategoría 1.A.1.a, Industrias de la Energía en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 172,50 kt. En 2010, se estimaron en un total de 143,56 kt SO_2, mientras que en 2021 alcanzaron los 157,66 kt SO_2. Este incremento representa un aumento del 9,82% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del 0,86%. La

Figura 290 presenta los resultados de las emisiones de dióxido de azufre de las distintas subcategorías para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual.



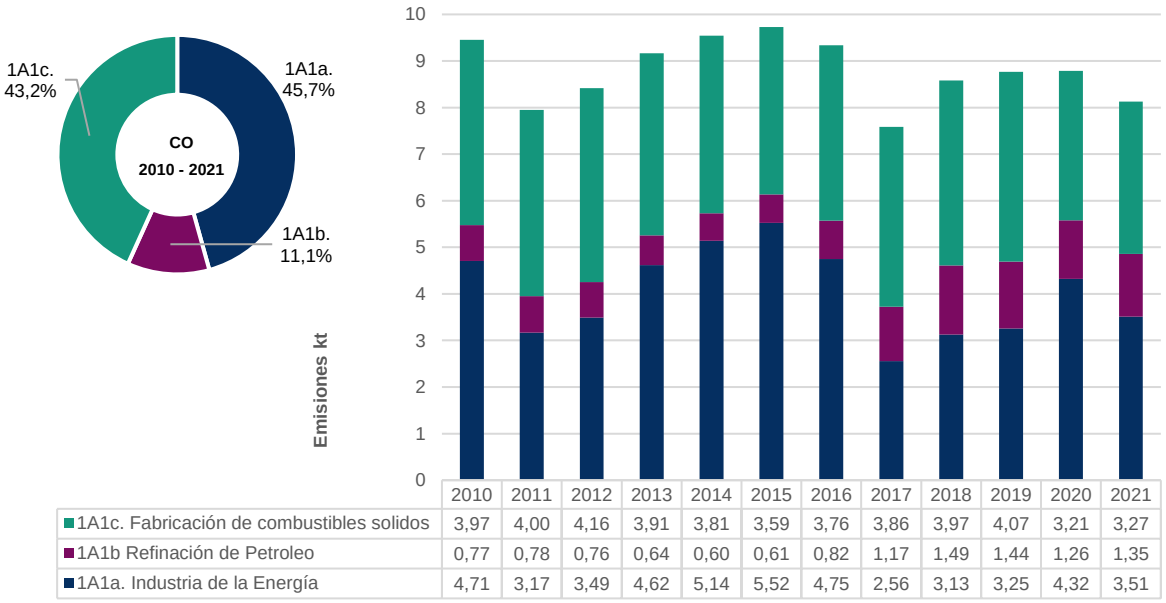
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1c. Fabricación de combustibles solidos	13,63	13,20	13,32	14,22	14,42	12,63	12,36	14,93	16,88	17,46	16,53	18,60
1A1b Refinación de Petroleo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1A1a. Industria de la Energía	129,92	55,67	89,27	164,65	175,13	240,78	191,63	79,73	119,79	230,92	275,12	139,04

Figura 290. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.)

En promedio, la principal fuente de emisión es la subcategoría 1.A.1.a, Electricidad pública y producción de calor, debido al uso de combustibles como carbón mineral, gas natural y fuel oíl en centrales eléctricas, contribuyendo con el 91,38% de las emisiones de SO_2 de la subcategoría.

8.5.3.1.5.1.4 Monóxido de carbono (CO)

Las emisiones anuales promedio de CO procedentes de la subcategoría 1.A.1., Industrias de la Energía en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 8,79 kt. En 2010, se estimaron en un total de 9,45 kt CO, mientras que en 2021 alcanzaron las 8,13 kt CO. Este cambio representa una reducción del -13,97% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del -1,36%. La Figura 291 presenta los resultados de las emisiones de CO de las distintas subcategorías para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1c. Fabricación de combustibles solidos	3,97	4,00	4,16	3,91	3,81	3,59	3,76	3,86	3,97	4,07	3,21	3,27
1A1b Refinación de Petroleo	0,77	0,78	0,76	0,64	0,60	0,61	0,82	1,17	1,49	1,44	1,26	1,35
1A1a. Industria de la Energía	4,71	3,17	3,49	4,62	5,14	5,52	4,75	2,56	3,13	3,25	4,32	3,51

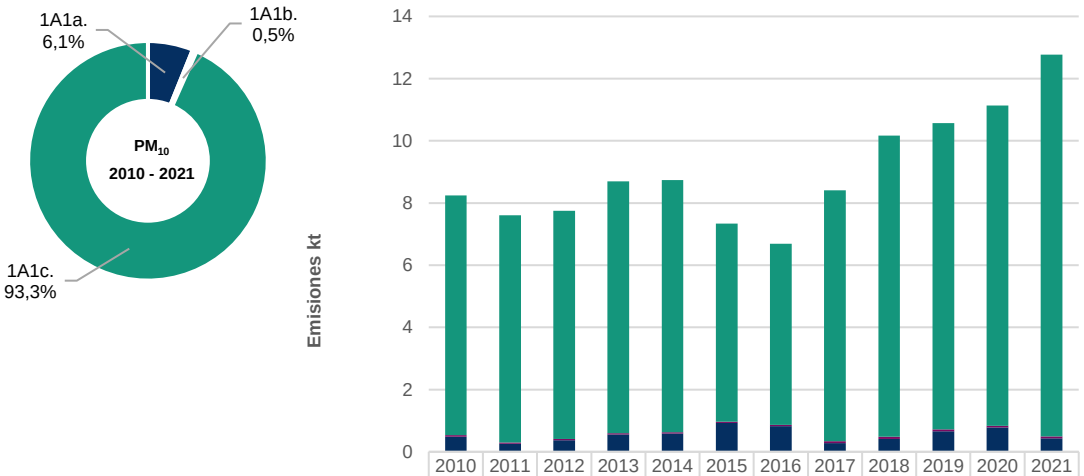
Figura 291. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.).

En términos generales, se destaca que la subcategoría 1.A.1.a, Electricidad pública y producción de calor, por el empleo de combustibles como carbón mineral, gas natural y fuel oíl en centrales eléctricas, representa el 45,68% de las emisiones de CO dentro de la subcategoría

8.5.3.1.5.1.5 Material particulado (PM_{10} – $PM_{2.5}$)

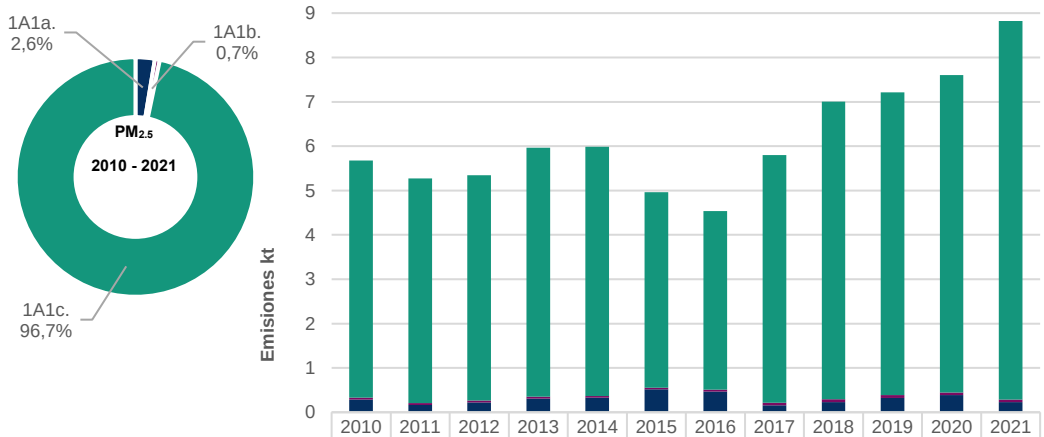
Las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.A.1., Industrias de la Energía en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 9,01 kt PM_{10} y 6,18 kt $PM_{2.5}$. En 2010, se estimaron en total 8,24 kt PM_{10} y 5,67 kt $PM_{2.5}$, mientras que en 2021 se registraron 12,77 kt PM_{10} y 8,83 kt $PM_{2.5}$. Esto representa un aumento del 54,98% para PM_{10} y del 4,11% para $PM_{2.5}$.

En la Figura 292 se presentan los resultados de las emisiones de PM_{10} mientras que en la Figura 293 se muestran los resultados de las emisiones de $PM_{2.5}$ de las diferentes subcategorías para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual de cada una.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1c. Fabricación de combustibles solidos	7,70	7,30	7,33	8,09	8,11	6,37	5,82	8,06	9,68	9,84	10,30	12,28
1A1b Refinación de Petroleo	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06
1A1a. Industria de la Energía	0,49	0,26	0,37	0,56	0,59	0,93	0,82	0,28	0,42	0,66	0,78	0,44

Figura 292. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.).



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1c. Fabricación de combustibles solidos	5,35	5,06	5,08	5,61	5,62	4,41	4,02	5,58	6,71	6,83	7,16	8,54
1A1b Refinación de Petroleo	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06
1A1a. Industria de la Energía	0,28	0,16	0,22	0,31	0,33	0,52	0,46	0,16	0,23	0,33	0,39	0,23

Figura 293. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.).

En promedio, para el PM_{10} y $PM_{2.5}$, la principal fuente de emisión es la subcategoría 1.A.1.c, Fabricación de combustibles sólidos, debido al proceso de producción de coque. Esta actividad representa el 93,34% del PM_{10} y el 96,73% del $PM_{2.5}$ dentro de la subcategoría, superando la emisión por la quema de combustibles.

8.5.3.1.5.1.6 Carbono negro (CN)

Las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.A.1. en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 2,47 kt CN. En 2010, se estimaron en total 2,477 kt CN, mientras que en 2021 se

registraron 2,47 kt CN. Este análisis indica que no hubo variación en las emisiones, manteniéndose constantes con un incremento del 0%, y una tasa de crecimiento media anual también del 0%.

En la Figura 294 se presentan los resultados de las emisiones de CN de las diferentes subcategorías de la subcategoría 1.A.1. Industrias de la Energía, para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A1c. Fabricación de combustibles solidos	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
1A1b Refinación de Petroleo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1A1a. Industria de la Energía	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Figura 294. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.).

En promedio, la subcategoría 1.A.1.c. Fabricación de Combustibles Sólidos y Otras Industrias de la Energía, que incluye el proceso de producción de coque, representa el 99,3% de las emisiones de CN. Esta actividad es la principal generadora de CN dentro de la subcategoría 1.A.1., influyendo significativamente en el comportamiento y la tendencia de las emisiones reportadas.

A continuación, se presentan las emisiones por combustible (kt) en las industrias de la energía (1.A.1.)

Tabla 352. Emisiones por combustible kt - Industrias de la energía (1.A.1.)

AÑO	COMBUSTIBLE	NOx	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
2010	CARBON MINERAL	8,68	0,04	128,81	0,36	0,32	0,14	0,00
	DIESEL OIL	2,84	0,03	0,13	0,71	0,14	0,03	0,01
	FUEL OIL	0,30	0,00	1,05	0,03	0,05	0,04	0,00
	GAS DE REFINERIA	2,71	0,11	0,01	0,52	0,04	0,04	0,01
	GAS NATURAL	16,03	0,47	0,05	7,02	0,16	0,16	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,10	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,47	0,02	5,14	0,16	0,26	0,20	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	1,93	0,07	8,37	0,55	7,26	5,06	2,43
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

AÑO	COMBUSTIBLE	NOx	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
2011	CARBON MINERAL	3,69	0,02	54,81	0,15	0,14	0,06	0,00
	DIESEL OIL	2,88	0,04	0,13	0,72	0,14	0,04	0,01
	FUEL OIL	0,24	0,00	0,83	0,03	0,04	0,03	0,00
	GAS DE REFINERIA	2,77	0,11	0,01	0,53	0,04	0,04	0,01
	GAS NATURAL	13,10	0,38	0,04	5,74	0,13	0,13	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,10	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,48	0,02	5,17	0,16	0,26	0,20	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	1,82	0,07	7,89	0,52	6,85	4,77	2,43
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2012	CARBON MINERAL	5,93	0,03	88,01	0,25	0,22	0,10	0,00
	DIESEL OIL	3,29	0,04	0,15	0,82	0,16	0,04	0,01
	FUEL OIL	0,35	0,01	1,22	0,04	0,06	0,05	0,00
	GAS DE REFINERIA	2,70	0,11	0,01	0,52	0,04	0,04	0,01
	GAS NATURAL	13,72	0,40	0,04	6,01	0,14	0,14	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,10	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,51	0,02	5,27	0,16	0,27	0,21	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	1,82	0,07	7,90	0,52	6,86	4,77	2,43
	QUEROSENE	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2013	CARBON MINERAL	11,03	0,05	163,68	0,46	0,41	0,18	0,00
	DIESEL OIL	3,05	0,04	0,14	0,76	0,15	0,04	0,01
	FUEL OIL	0,26	0,00	0,92	0,03	0,05	0,04	0,00
	GAS DE REFINERIA	2,69	0,11	0,01	0,52	0,04	0,04	0,01
	GAS NATURAL	15,00	0,44	0,05	6,57	0,15	0,15	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,11	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,52	0,02	5,29	0,16	0,27	0,21	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	2,03	0,08	8,79	0,58	7,63	5,31	2,43
	QUEROSENE	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2014	CARBON MINERAL	11,75	0,06	174,31	0,49	0,43	0,19	0,00
	DIESEL OIL	3,24	0,04	0,15	0,81	0,16	0,04	0,01
	FUEL OIL	0,22	0,00	0,77	0,02	0,04	0,03	0,00
	GAS DE REFINERIA	2,37	0,10	0,01	0,45	0,03	0,03	0,01
	GAS NATURAL	15,85	0,46	0,05	6,95	0,16	0,16	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,11	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,57	0,03	5,47	0,17	0,28	0,21	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	2,03	0,08	8,79	0,58	7,63	5,32	2,43
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	15,97	0,08	237,02	0,66	0,59	0,26	0,00

AÑO	COMBUSTIBLE	NOx	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
2015	DIESEL OIL	3,97	0,05	0,18	0,99	0,20	0,05	0,01
	FUEL OIL	1,05	0,02	3,66	0,11	0,19	0,14	0,00
	GAS DE REFINERIA	2,37	0,10	0,01	0,45	0,03	0,03	0,01
	GAS NATURAL	15,52	0,45	0,05	6,80	0,16	0,16	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,11	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,63	0,03	5,70	0,17	0,29	0,22	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	1,56	0,06	6,78	0,45	5,89	4,10	2,43
	QUEROSENE	0,03	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
2016	CARBON MINERAL	12,64	0,06	187,52	0,53	0,47	0,21	0,00
	DIESEL OIL	4,27	0,05	0,19	1,06	0,21	0,05	0,01
	FUEL OIL	1,15	0,02	4,00	0,12	0,20	0,16	0,00
	GAS DE REFINERIA	2,86	0,12	0,01	0,55	0,04	0,04	0,01
	GAS NATURAL	14,58	0,43	0,05	6,39	0,15	0,15	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,11	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,75	0,03	6,09	0,19	0,31	0,24	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	1,41	0,05	6,11	0,40	5,31	3,69	2,43
	QUEROSENE	0,05	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
2017	CARBON MINERAL	5,35	0,03	79,33	0,22	0,20	0,09	0,00
	DIESEL OIL	3,41	0,04	0,16	0,85	0,17	0,04	0,01
	FUEL OIL	0,11	0,00	0,37	0,01	0,02	0,01	0,00
	GAS DE REFINERIA	3,44	0,14	0,02	0,66	0,05	0,05	0,01
	GAS NATURAL	10,87	0,32	0,03	4,76	0,11	0,11	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,12	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,74	0,03	6,08	0,19	0,31	0,24	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	2,01	0,08	8,69	0,57	7,55	5,25	2,43
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	CARBON MINERAL	8,01	0,04	118,86	0,33	0,30	0,13	0,00
	DIESEL OIL	3,49	0,04	0,16	0,87	0,17	0,04	0,01
	FUEL OIL	0,26	0,00	0,90	0,03	0,05	0,03	0,00
	GAS DE REFINERIA	3,18	0,13	0,01	0,61	0,04	0,04	0,01
	GAS NATURAL	12,53	0,37	0,04	5,49	0,13	0,13	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,12	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,77	0,03	6,16	0,19	0,31	0,24	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	2,44	0,09	10,55	0,70	9,16	6,38	2,43
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	15,54	0,07	230,61	0,65	0,57	0,25	0,00
	DIESEL OIL	3,37	0,04	0,15	0,84	0,17	0,04	0,01

AÑO	COMBUSTIBLE	NOx	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
2019	FUEL OIL	0,08	0,00	0,28	0,01	0,01	0,01	0,00
	GAS DE REFINERIA	2,99	0,12	0,01	0,57	0,04	0,04	0,01
	GAS NATURAL	12,42	0,36	0,04	5,44	0,12	0,12	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,12	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,89	0,03	6,59	0,20	0,34	0,26	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	2,47	0,09	10,72	0,71	9,30	6,48	2,43
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	CARBON MINERAL	18,53	0,09	274,96	0,77	0,68	0,30	0,00
	DIESEL OIL	2,28	0,03	0,10	0,57	0,11	0,03	0,01
	FUEL OIL	0,04	0,00	0,13	0,00	0,01	0,00	0,00
	GAS DE REFINERIA	2,63	0,11	0,01	0,51	0,04	0,04	0,01
	GAS NATURAL	13,10	0,38	0,04	5,74	0,13	0,13	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,10	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,44	0,02	5,02	0,15	0,26	0,20	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	2,63	0,10	11,41	0,75	9,90	6,90	2,43
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2021	CARBON MINERAL	9,36	0,04	138,88	0,39	0,34	0,15	0,00
	DIESEL OIL	2,16	0,03	0,10	0,54	0,11	0,03	0,01
	FUEL OIL	0,03	0,00	0,12	0,00	0,01	0,00	0,00
	GAS DE REFINERIA	2,87	0,12	0,01	0,55	0,04	0,04	0,01
	GAS NATURAL	12,11	0,35	0,04	5,31	0,12	0,12	0,00
	GASOLINA PARA MOTORES	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GLP	0,09	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
	PETROLEO	1,38	0,02	4,79	0,15	0,24	0,19	0,01
	PRODUCCION NACIONAL DE COQUE	3,16	0,12	13,71	0,90	11,90	8,29	2,43
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

8.5.3.1.5.2 Metodología

La ecuación empleada para la estimación de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio en la subcategoría 1.A.1. se detalla en el siguiente cuadro:

Subcategoría 1.A.1. Industrias de la energía
$E = consumo\ de\ combustible\ x\ FE$ E= Emisión anual por contaminante Consumo de combustible = Cantidad de combustible utilizado por cada tipo específico de combustible FE = Factor de emisión asociado al tipo de combustible, que indica la cantidad de contaminantes emitidos por unidad de combustible consumido.

Cuadro 62. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por las Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.)

Las emisiones se estimaron con nivel metodológico 1. En la Tabla 353 se detallan por subcategoría los factores de emisión empleados.

Tabla 353. Metodología y factores de emisión - Industrias de la energía (1.A.1.)

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal 1.A.1.b. Refinación de petróleo 1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	NO_x, CO, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.1 Tablas 3-2 a 3-7, 4-2 y 5-1	**Fuel oil:** NO_x 142 g/GJ CO 15,1 g/GJ COVDM 2,3 g/GJ SO_2 495 g/GJ PM_{10} 25,2 g/GJ $PM_{2.5}$ 19,3 g/GJ CN 0,056 % $PM_{2.5}$ **Diesel oil:** NO_x 65 g/GJ CO 16,2 g/GJ COVDM 0,8 g/GJ SO_2 2,9676 g/GJ PM_{10} 3,2 g/GJ $PM_{2.5}$ 0,8 g/GJ CN 0,335 % $PM_{2.5}$ **Queroseno:** NO_x 65 g/GJ CO 16,2 g/GJ COVDM 0,8 g/GJ SO_2 42,0002 g/GJ PM_{10} 3,2 g/GJ $PM_{2.5}$ 0,8 g/GJ CN 0,335 % $PM_{2.5}$ **Carbón mineral:** NO_x 209 g/GJ CO 8,7 g/GJ COVDM 1 g/GJ SO_2 3101,7541 g/GJ PM_{10} 7,7 g/GJ $PM_{2.5}$ 3,4 g/GJ CN 0,022 % $PM_{2.5}$ **Gas natural:** NOx 89 g/GJ CO 39 g/GJ COVDM 2,6 g/GJ SO_2 0,281 g/GJ PM_{10} 0,89 g/GJ $PM_{2.5}$ 0,89 g/GJ CN 0,025 % $PM_{2.5}$ **Petróleo:** NO_x 142 g/GJ CO 15,1 g/GJ COVDM 2,3 g/GJ SO_2 495 g/GJ PM_{10} 25,2 g/GJ $PM_{2.5}$ 19,3 g/GJ CN 0,056 % $PM_{2.5}$ **GLP:** NO_x 89 g/GJ CO 39 g/GJ COVDM 2,6 g/GJ SO_2 0,281 g/GJ PM_{10} 0,89 g/GJ $PM_{2.5}$ 0,89 g/GJ CN 0,025 % $PM_{2.5}$ **Gasolina:** NO_x 65 g/GJ CO 16,2 g/GJ COVDM 0,8 g/GJ SO_2 3,5705 g/GJ PM_{10} 3,2 g/GJ $PM_{2.5}$ 0,8 g/GJ CN 0,335 % $PM_{2.5}$ **Gas de refinería:** NO_x 63 g/GJ CO 12,1 g/GJ
	SO_2	Nivel 1	UPME - FECOC 2016	

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				COVDM 2,58 g/GJ SO_2 0,281 g/GJ PM_{10} 0,89 g/GJ $PM_{2.5}$ 0,89 g/GJ CN 0,184 % $PM_{2.5}$ **Producción de coque:** NO_x 21 g/GJ CO 6 g/GJ COVDM 0,8 g/GJ SO_2 91 g/GJ PM_{10} 79 g/GJ $PM_{2.5}$ 55 g/GJ CN 0,48 % $PM_{2.5}$

8.5.3.1.6 Industrias manufactureras y de la construcción (subcategoría 1.A.2.)

Esta sección abarca las emisiones de carbono negro y carbono negro resultantes de la quema de combustibles fósiles y biomasa para la generación de calor, energía o trabajo en los procesos manufactureros y de construcción. La Figura 295 ilustra las subcategorías estimadas en el inventario actual.

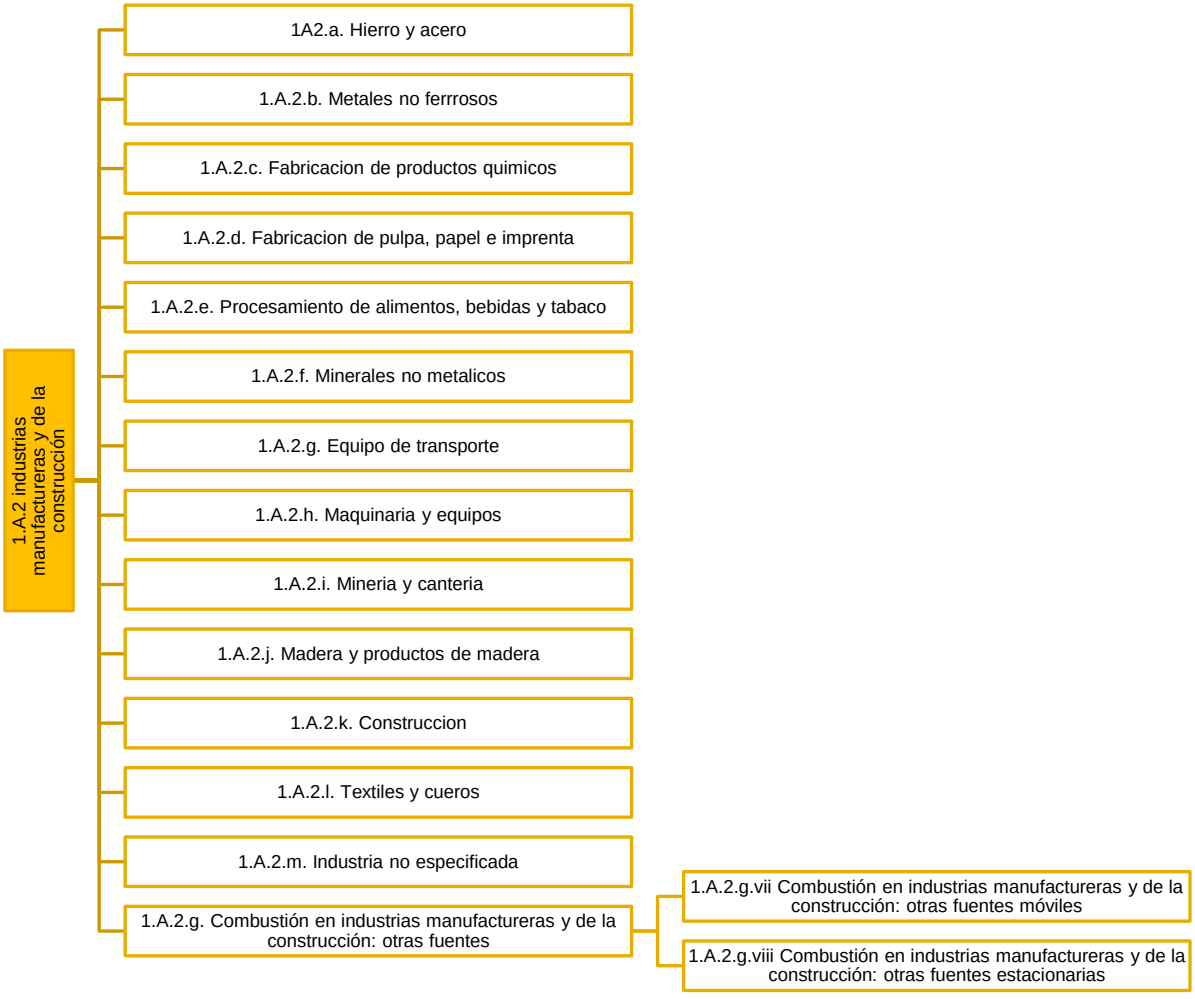


Figura 295. Subcategorías Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.)

8.5.3.1.6.1 Tendencia de las emisiones (2010-2021)

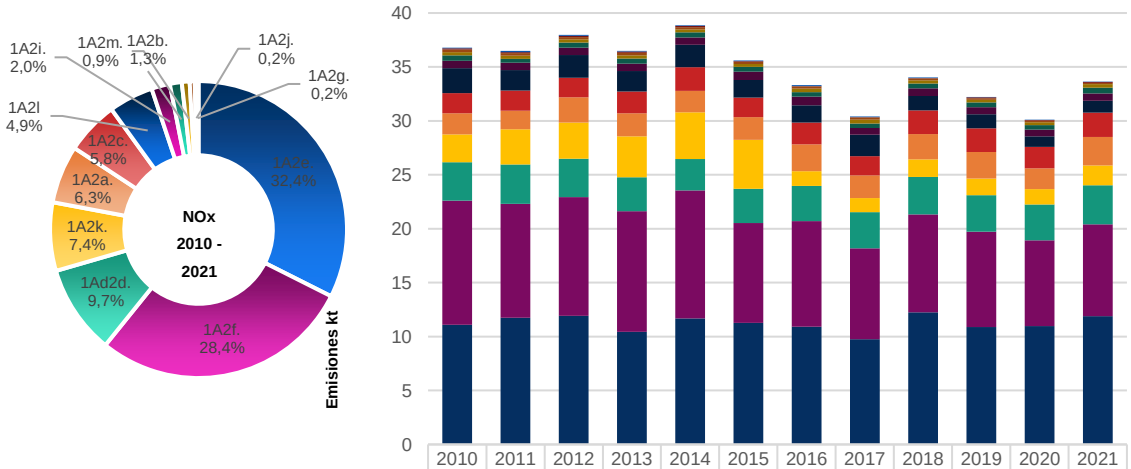
Esta sección presenta las emisiones correspondientes a la subcategoría 1.A.2. que abarca las industrias manufactureras y de la construcción, desglosadas por tipo de contaminante, tipo de combustible y subcategoría.

8.5.3.1.6.1.1 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Las emisiones promedio anuales provenientes de la subcategoría 1.A.2. industrias manufactureras y de la construcción en Colombia, para la serie 2010-2021, fueron de 31,99 kt NO_x. Para el año 2010, se estimaron en total 36,80 kt NO_x y para el año 2021 33,63 kt NO_x. De esta manera, las emisiones de la subcategoría han disminuido en un 8,61%, con una tasa de crecimiento media anual de -0,82%.

En la

Figura 296 se presentan los resultados de las emisiones de óxidos de nitrógeno correspondientes a la subcategoría 1.A.2. para cada año entre 2010 y 2021. Además, se proporciona información sobre la participación promedio anual de cada subcategoría dentro de dicha subcategoría.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A2g EQUIPO DE TRANSPORTE	0,09	0,10	0,09	0,08	0,07	0,05	0,08	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03
1A2j MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA	0,12	0,10	0,11	0,11	0,10	0,07	0,04	0,03	0,06	0,07	0,07	0,07
1A2h MAQUINARIA Y EQUIPOS	0,23	0,22	0,21	0,22	0,22	0,19	0,18	0,23	0,17	0,14	0,12	0,13
1A2m INDUSTRIA NO ESPECIFICADA	0,30	0,30	0,29	0,31	0,27	0,29	0,33	0,34	0,30	0,24	0,27	0,31
1A2b METALES NO FERRROSOS	0,50	0,36	0,48	0,48	0,46	0,43	0,41	0,42	0,45	0,45	0,43	0,53
1A2i MINERIA Y CANTERIA	0,70	0,68	0,69	0,67	0,70	0,77	0,82	0,63	0,69	0,67	0,62	0,69
1A2l TEXTILES Y CUEROS	2,31	1,89	2,10	1,91	2,08	1,63	1,59	1,99	1,35	1,30	0,98	1,09
1A2c FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS	1,86	1,89	1,83	2,02	2,20	1,81	2,04	1,77	2,20	2,19	1,98	2,25
1A2a HIERRO Y ACERO	1,97	1,72	2,32	2,14	1,99	2,11	2,47	2,11	2,33	2,47	1,92	2,66
1A2k CONSTRUCCION	2,59	3,25	3,36	3,79	4,33	4,53	1,38	1,29	1,63	1,54	1,44	1,83
1A2d FABRICACION DE PULPA, PAPEL E IMPRENTA	3,55	3,65	3,56	3,14	2,91	3,18	3,26	3,38	3,49	3,37	3,30	3,62
1A2f MINERALES NO METALICOS	11,52	10,57	11,03	11,20	11,86	9,26	9,80	8,41	9,06	8,84	7,97	8,52
1A2e PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	11,09	11,74	11,92	10,44	11,69	11,27	10,91	9,76	12,26	10,90	10,97	11,88

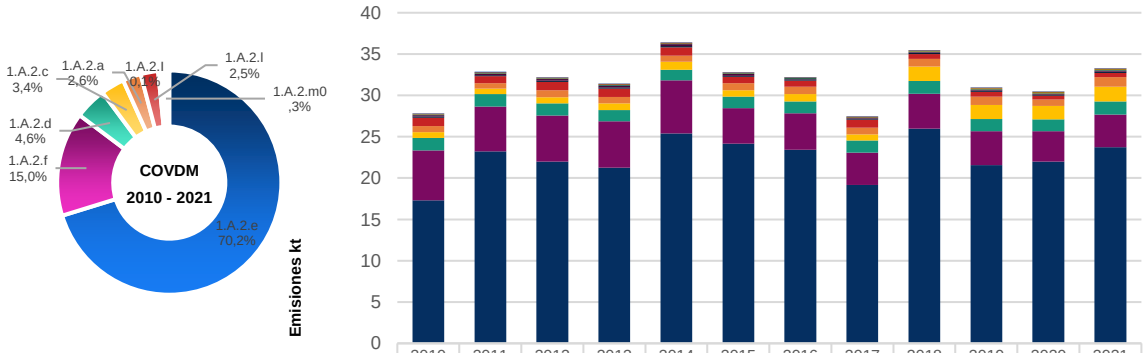
Figura 296. Tendencia emisiones de NO_x para la serie 2010 a 2021 – 1.A.2. industrias manufactureras y de la construcción.

Se observa que la subcategoría 1.A.2.e, relacionada con el procesamiento de alimentos, bebidas y tabacos, constituye la principal fuente de emisiones de óxidos de nitrógeno, contribuyendo en promedio con el 32,42% del total, la subcategoría 1.A.2.f Minerales no metálicos cuenta con el 28,38% y la subcategoría 1.A.d.2.d. representa el 9,71% de las emisiones de NO_X sumando estas tres subcategorías el 70,51% de las emisiones de NOx

8.5.3.1.6.1.2 Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM)

Las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.A.2. (industrias manufactureras y de la construcción) en Colombia para la serie 2010-2021 fueron de 29,48 kt COVDM. En 2010, estas fueron estimadas en un total de 27,84 kt COVDM, mientras que en 2021 alcanzaron los 33,27 kt COVDM. Esto refleja un aumento del 19,50% en las emisiones, con una tasa de crecimiento media anual del 1,63%.

La Figura 297 presenta los resultados de las emisiones de COVDM de la subcategoría 1.A.2. correspondientes a industrias manufactureras y de la construcción, para cada año de la serie 2010-2021, acompañados de su participación promedio.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A2g EQUIPO DE TRANSPORTE	0,04	0,06	0,05	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1A2i MINERIA Y CANTERIA	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1A2h MAQUINARIA Y EQUIPOS	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,07	0,04	0,03	0,03	0,03
1A2j MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,13	0,12	0,13
1A2m INDUSTRIA NO ESPECIFICADA	0,08	0,08	0,09	0,10	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,07	0,08	0,09
1A2k CONSTRUCCION	0,13	0,16	0,17	0,19	0,21	0,22	0,07	0,06	0,08	0,08	0,07	0,09
1A2b METALES NO FERRROSOS	0,15	0,11	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,13	0,17
1A2l TEXTILES Y CUEROS	1,02	0,87	1,03	1,04	1,03	0,77	0,73	0,94	0,60	0,61	0,46	0,52
1A2a HIERRO Y ACERO	0,74	0,65	0,84	0,74	0,72	0,85	0,92	0,81	0,92	1,00	0,77	1,13
1A2c FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS	0,70	0,66	0,73	0,82	0,97	0,77	0,86	0,73	1,73	1,70	1,62	1,78
1A2d FABRICACION DE PULPA, PAPEL E IMPRENTA	1,52	1,51	1,49	1,36	1,27	1,41	1,45	1,49	1,54	1,48	1,46	1,60
1A2f MINERALES NO METALICOS	6,04	5,41	5,55	5,63	6,43	4,26	4,39	3,89	4,24	4,10	3,68	3,95
1A2e PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	17,29	23,23	22,01	21,24	25,41	24,17	23,44	19,18	25,97	21,55	21,97	23,73

Figura 297. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción.

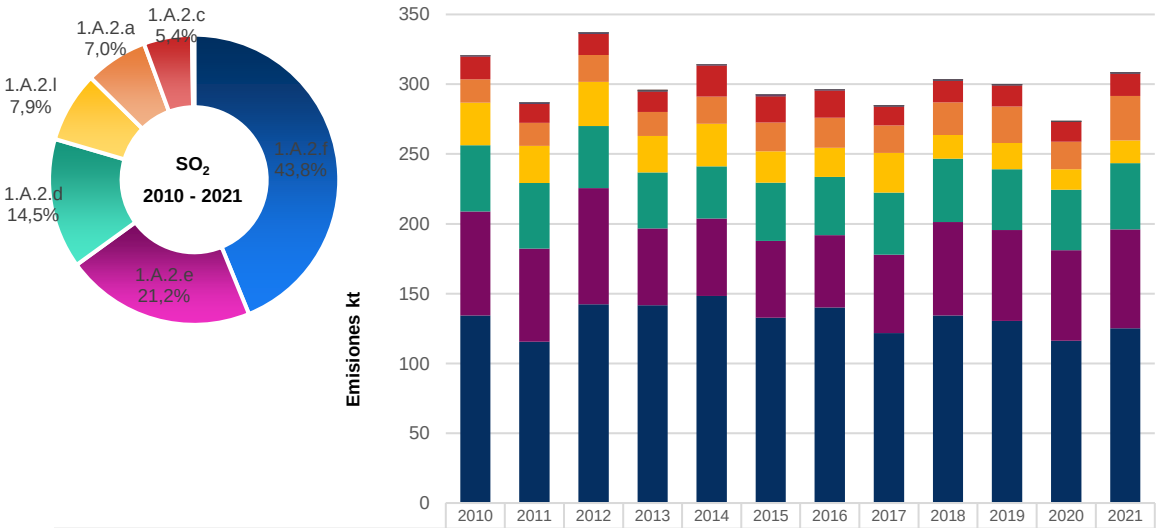
En general, se puede observar que la subcategoría 1.A.2.e, relacionada con el procesamiento de alimentos, bebidas y tabacos, actividad productiva con un alto consumo de bagazo como combustible, representa el 70,24% de las emisiones de COVDM dentro de la subcategoría 1.A.2.

8.5.3.1.6.1.3 Dióxido de azufre (SO_2)

Las emisiones anuales promedio de SO_2 provenientes de la subcategoría 1.A.2. industrias manufactureras y de la construcción en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 277,83 kt. En 2010, se estimaron en un total de 320,50 kt SO_2, mientras que en 2021 alcanzaron los 308,32 kt SO_2. Esto representa una reducción del -3,80% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del -0,35%.

La

Figura 298 muestra los resultados de las emisiones de dióxido de azufre de las distintas subcategorías para cada año durante el periodo 2010-2021, junto a su participación promedio anual.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A2i MINERIA Y CANTERIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1A2b METALES NO FERRROSOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1A2k CONSTRUCCION	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1A2j MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA	0,09	0,05	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1A2g EQUIPO DE TRANSPORTE	0,04	0,04	0,04	0,02	0,01	0,04	0,15	0,10	0,13	0,12	0,08	0,09
1A2h MAQUINARIA Y EQUIPOS	0,28	0,25	0,09	0,13	0,18	0,24	0,06	0,19	0,09	0,01	0,01	0,01
1A2m INDUSTRIA NO ESPECIFICADA	0,33	0,40	0,60	0,62	0,42	0,47	0,42	0,44	0,46	0,47	0,49	0,51
1A2c FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS	16,15	13,62	15,13	14,74	22,06	18,81	19,41	13,57	15,59	14,96	14,23	16,02
1A2a HIERRO Y ACERO	16,81	16,51	19,10	17,09	19,66	20,63	21,56	19,70	23,45	26,28	19,71	31,88
1A2l TEXTILES Y CUEROS	30,49	26,58	31,65	26,23	30,30	22,59	20,80	28,43	16,98	18,85	14,59	16,37
1A2d FABRICACION DE PULPA, PAPEL E IMPRENTA	47,38	46,88	44,56	39,99	37,44	41,78	41,86	44,39	45,46	43,52	43,37	47,39
1A2e PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	74,52	66,68	83,08	55,05	55,60	54,97	51,76	56,30	66,75	65,08	64,88	70,78
1A2f MINERALES NO METALICOS	134,38	115,61	142,46	141,75	148,23	132,70	140,02	121,68	134,43	130,42	116,17	125,24

Figura 298. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 - 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción.

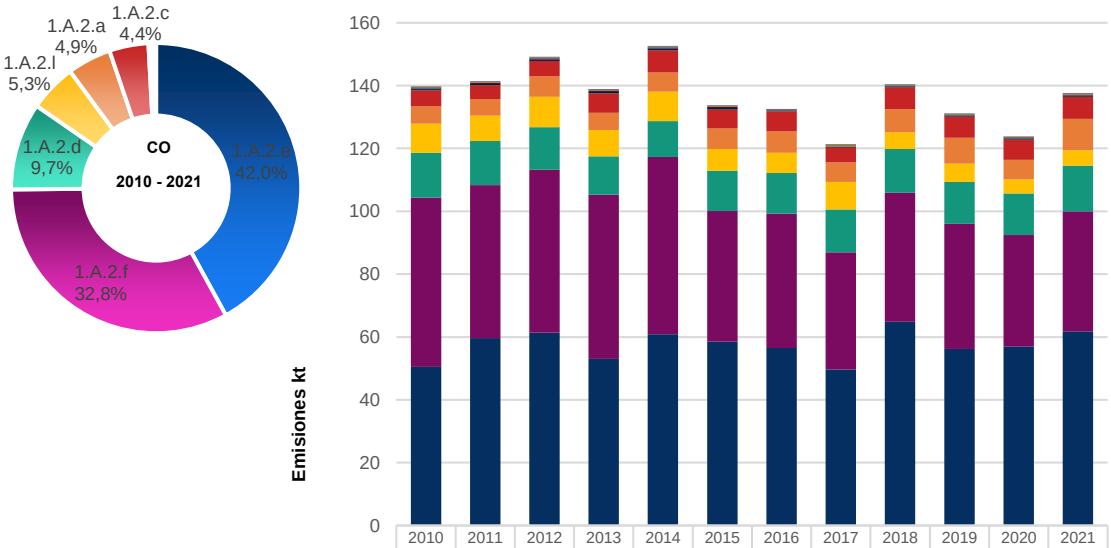
En promedio, la principal fuente de emisión es la subcategoría 1.A.2.f. Las industrias de minerales no metálicos reportan las emisiones más altas del sector, debido al alto consumo de carbón mineral en estas industrias y al contenido de azufre de este combustible, contribuyendo con el 43,83% de las emisiones de SO_2 de la subcategoría.

8.5.3.1.6.1.4 Monóxido de carbono (CO)

Las emisiones anuales promedio de CO procedentes de la subcategoría 1.A.2., durante el periodo 2010-2021, fueron de 126,32 kt. En 2010, se estimaron en un total de 139,74 kt CO, mientras que

en 2021 se registraron 137,32 kt CO. Este cambio representa una reducción del 1,52% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del -0,14%. La

Figura 299 presenta los resultados de las emisiones de CO de las distintas subcategorías para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A2g EQUIPO DE TRANSPORTE	0,11	0,13	0,10	0,06	0,03	0,04	0,07	0,05	0,06	0,06	0,04	0,04
1A2i MINERIA Y CANTERIA	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09
1A2j MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA	0,09	0,08	0,08	0,08	0,05	0,04	0,05	0,04	0,11	0,24	0,23	0,24
1A2h MAQUINARIA Y EQUIPOS	0,19	0,19	0,14	0,13	0,16	0,15	0,10	0,41	0,10	0,07	0,06	0,06
1A2b METALES NO FERRROSOS	0,20	0,14	0,19	0,19	0,18	0,17	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,21
1A2m INDUSTRIA NO ESPECIFICADA	0,22	0,22	0,27	0,31	0,22	0,24	0,22	0,23	0,23	0,21	0,23	0,25
1A2k CONSTRUCCION	0,34	0,42	0,43	0,49	0,56	0,59	0,18	0,17	0,21	0,20	0,19	0,24
1A2c FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS	5,15	4,41	4,94	6,20	7,09	5,96	6,23	4,55	6,91	6,68	6,38	7,10
1A2a HIERRO Y ACERO	5,51	5,25	6,51	5,49	6,14	6,54	6,90	6,25	7,38	8,26	6,22	9,90
1A2l TEXTILES Y CUEROS	9,27	8,08	9,68	8,34	9,32	6,94	6,42	8,71	5,25	5,76	4,45	4,98
1A2d FABRICACION DE PULPA, PAPEL E IMPRENTA	14,25	14,09	13,50	12,18	11,42	12,81	12,89	13,61	13,94	13,37	13,30	14,54
1A2f MINERALES NO METALICOS	53,85	48,62	51,88	52,25	56,40	41,51	42,83	37,34	41,05	39,77	35,47	38,21
1A2e PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	50,48	59,69	61,35	53,06	60,90	58,58	56,45	49,65	64,88	56,22	56,96	61,75

Figura 299. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 - 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción.

En términos generales, se observa que la subcategoría 1.A.2.e, relacionada con la industria del procesamiento de alimentos, bebidas y tabacos, constituye la principal fuente de emisiones de CO, contribuyendo en promedio con el 42,02% del total. Este fenómeno se explica principalmente como resultado de la combustión incompleta de carbono, especialmente en instalaciones donde se emplean grandes cantidades de biomasa, como el bagazo.

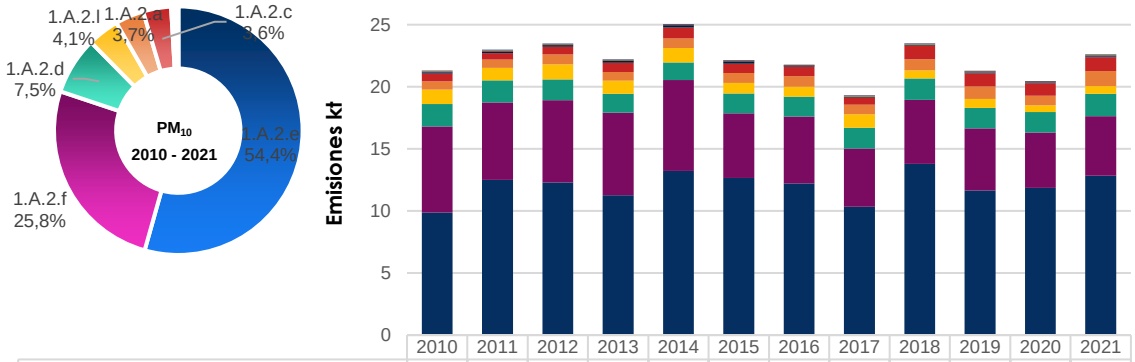
8.5.3.1.6.1.5 Material particulado (PM_{10} – $PM_{2.5}$)

Las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.A.2., que abarca industrias manufactureras y de la construcción en Colombia durante el periodo 2010-2021, fueron de 20,45 kt PM_{10} y 19,41 kt $PM_{2.5}$. En 2010, se estimaron en total 21,28 kt PM_{10} y 20,09 kt $PM_{2.5}$, mientras que en 2021 se registraron 22,57 kt PM_{10} y 21,46 kt $PM_{2.5}$. Esto representa un aumento del 6,06% para PM_{10} y del

6,82% para $PM_{2.5}$, con una tasa de crecimiento media anual del 0,54% para PM_{10} y del 0,60% para $PM_{2.5}$.

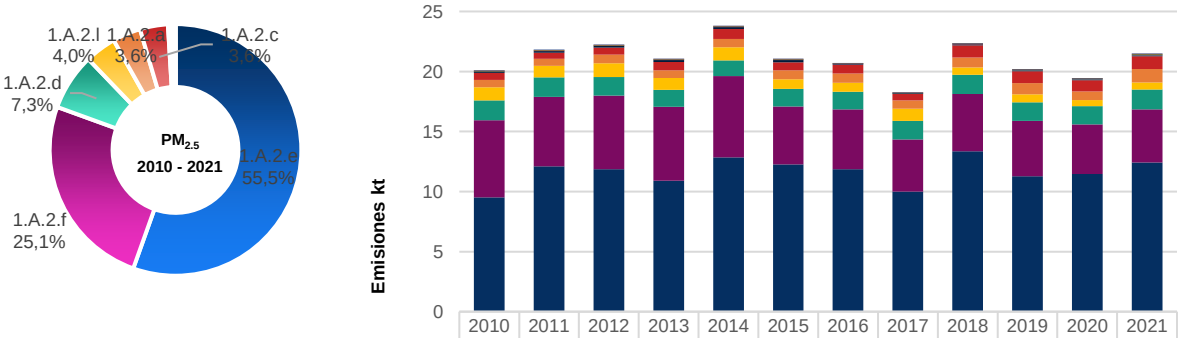
En la Figura 300 se muestran los resultados de las emisiones de PM_{10}, mientras que en la

Figura 301 se presentan los datos de $PM_{2.5}$ correspondientes a las diferentes subcategorías para cada año del período 2010-2021. Además, se incluye la participación promedio anual de cada subcategoría.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A2b METALES NO FERRROSOS	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1A2g EQUIPO DE TRANSPORTE	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
1A2h MAQUINARIA Y EQUIPOS	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
1A2m INDUSTRIA NO ESPECIFICADA	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1A2j MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,06	0,06	0,06
1A2i MINERIA Y CANTERIA	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03
1A2k CONSTRUCCION	0,10	0,13	0,13	0,15	0,17	0,18	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07
1A2c FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS	0,63	0,53	0,61	0,76	0,88	0,73	0,76	0,55	1,07	1,03	1,00	1,10
1A2a HIERRO Y ACERO	0,67	0,65	0,80	0,67	0,77	0,80	0,84	0,76	0,90	1,02	0,76	1,22
1A2l TEXTILES Y CUEROS	1,17	1,02	1,22	1,08	1,17	0,86	0,80	1,08	0,65	0,72	0,55	0,62
1A2d FABRICACION DE PULPA, PAPEL E IMPRENTA	1,79	1,77	1,69	1,51	1,41	1,59	1,60	1,69	1,73	1,66	1,65	1,80
1A2f MINERALES NO METALICOS	6,94	6,24	6,61	6,66	7,31	5,21	5,39	4,70	5,16	4,99	4,45	4,79
1A2e PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	9,88	12,50	12,30	11,25	13,23	12,65	12,22	10,33	13,79	11,66	11,86	12,83

Figura 300. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 - 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A2b METALES NO FERRROSOS	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
1A2g EQUIPO DE TRANSPORTE	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
1A2h MAQUINARIA Y EQUIPOS	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
1A2m INDUSTRIA NO ESPECIFICADA	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1A2j MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,06	0,05	0,06
1A2i MINERIA Y CANTERIA	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03
1A2k CONSTRUCCION	0,10	0,13	0,13	0,15	0,17	0,18	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07
1A2c FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS	0,58	0,49	0,57	0,70	0,82	0,68	0,70	0,51	1,02	0,98	0,95	1,05
1A2a HIERRO Y ACERO	0,62	0,60	0,74	0,62	0,71	0,74	0,78	0,70	0,84	0,94	0,71	1,13
1A2l TEXTILES Y CUEROS	1,08	0,94	1,12	1,00	1,08	0,80	0,74	1,00	0,60	0,66	0,51	0,57
1A2d FABRICACION DE PULPA, PAPEL E IMPRENTA	1,66	1,63	1,56	1,40	1,31	1,47	1,48	1,56	1,60	1,53	1,52	1,67
1A2f MINERALES NO METALICOS	6,43	5,78	6,12	6,16	6,77	4,82	4,98	4,34	4,77	4,61	4,11	4,43
1A2e PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	9,52	12,11	11,87	10,91	12,85	12,27	11,87	10,00	13,37	11,28	11,48	12,42

Figura 301. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 - 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción.

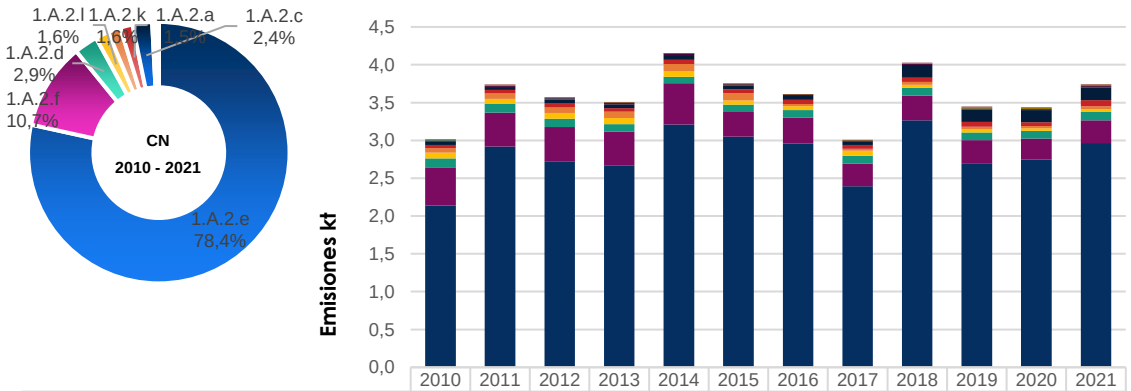
En promedio, para el PM_{10} y $PM_{2.5}$, la principal fuente de emisión es la subcategoría 1.A.2.e, relacionada con el procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, debido a la combustión incompleta del bagazo y su alta tasa de uso en este sector. Esta actividad representa el 54% del PM_{10} y el 55% del $PM_{2.5}$ dentro de la subcategoría, superando las emisiones generadas por los minerales no metálicos

8.5.3.1.6.1.6 Carbono negro (CN)

Las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.A.2. en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 3,31 kt CN. En 2010, se estimaron en un total de 3,01 kt CN, mientras que en 2021 se registraron 3,74 kt CN, mostrando un aumento para las emisiones del sector.

En la

Figura 302 se presentan los resultados de las emisiones de CN de las diferentes subcategorías de la subcategoría 1.A.2., Industrias de la Energía, para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A2m INDUSTRIA NO ESPECIFICADA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1A2h MAQUINARIA Y EQUIPOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1A2j MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02
1A2g EQUIPO DE TRANSPORTE	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1A2i MINERIA Y CANTERIA	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
1A2c FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,17	0,16	0,16	0,17
1A2a HIERRO Y ACERO	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,05	0,08
1A2k CONSTRUCCION	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04
1A2l TEXTILES Y CUEROS	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05	0,07	0,04	0,04	0,03	0,04
1A2d FABRICACION DE PULPA, PAPEL E IMPRENTA	0,12	0,12	0,11	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,11
1A2f MINERALES NO METALICOS	0,50	0,45	0,45	0,46	0,55	0,33	0,34	0,30	0,33	0,31	0,28	0,30
1A2e PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	2,14	2,92	2,73	2,66	3,21	3,05	2,96	2,39	3,26	2,69	2,75	2,96

Figura 302. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021- 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción.

En promedio, la subcategoría 1.A.2.e, relacionada con la industria del procesamiento de alimentos, bebidas y tabacos, es una actividad productiva con un alto consumo de bagazo como combustible en este sector, representa el 78,44% de las emisiones de CN. Esta actividad es la principal generadora de CN dentro de la subcategoría 1.A.2., influyendo significativamente en el comportamiento y la tendencia de las emisiones reportadas.

A continuación, se presentan las emisiones por combustible (kt) en las Industrias manufactureras y de la construcción. (1.A.2.):

Tabla 354. Emisiones por combustible kt - Industrias manufactureras y de la construcción. 1.A.2.

AÑO	COMBUSTIBLE	CN	CO	COVDM	NO_x	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2
2010	BAGAZO	1,83	26,56	13,98	4,24	6,66	6,52	2,21
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,69	92,31	8,81	17,15	11,60	10,71	307,56
	CARBON VEGETAL	0,02	0,29	0,15	0,05	0,07	0,07	0,02
	COQUE	0,11	14,62	1,39	2,72	1,84	1,70	7,80
	DIESEL OIL	0,12	0,71	0,27	5,49	0,21	0,21	0,03
	FUEL OIL	0,01	0,06	0,02	0,50	0,02	0,02	0,05
	GAS NATURAL	0,00	1,90	1,51	4,85	0,05	0,05	0,04
	GASOLINA	0,01	0,04	0,01	0,28	0,01	0,01	0,00

AÑO	COMBUSTIBLE	CN	CO	COVDM	NO_x	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2
	GLP	0,00	0,04	0,03	0,10	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,02	0,26	0,14	0,04	0,07	0,06	0,01
	PETROLEO	0,02	0,12	0,04	0,91	0,04	0,04	1,92
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,19	2,82	1,49	0,45	0,71	0,69	0,85
2011	BAGAZO	1,83	38,47	20,25	6,14	9,65	9,45	3,20
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,69	81,77	7,80	15,19	10,28	9,49	272,41
	CARBON VEGETAL	0,02	0,40	0,21	0,06	0,10	0,10	0,03
	COQUE	0,11	15,46	1,47	2,87	1,94	1,79	8,24
	DIESEL OIL	0,12	0,74	0,28	5,72	0,22	0,22	0,03
	FUEL OIL	0,01	0,05	0,02	0,40	0,02	0,02	0,04
	GAS NATURAL	0,00	1,73	1,37	4,41	0,05	0,05	0,04
	GASOLINA	0,01	0,03	0,01	0,26	0,01	0,01	0,00
	GLP	0,00	0,04	0,03	0,10	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,02	0,17	0,09	0,03	0,04	0,04	0,01
	PETROLEO	0,02	0,12	0,04	0,90	0,04	0,04	1,90
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,19	2,46	1,29	0,39	0,62	0,60	0,74
2012	BAGAZO	1,83	34,57	18,19	5,52	8,67	8,49	2,88
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,69	97,88	9,34	18,19	12,30	11,35	326,09
	CARBON VEGETAL	0,02	0,42	0,22	0,07	0,11	0,10	0,04
	COQUE	0,11	10,45	1,00	1,94	1,31	1,21	5,57
	DIESEL OIL	0,12	0,73	0,27	5,64	0,22	0,22	0,03
	FUEL OIL	0,01	0,05	0,02	0,35	0,01	0,01	0,03
	GAS NATURAL	0,00	1,92	1,52	4,90	0,05	0,05	0,04
	GASOLINA	0,01	0,03	0,01	0,23	0,01	0,01	0,00
	GLP	0,00	0,03	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,02	0,23	0,12	0,04	0,06	0,06	0,01
	PETROLEO	0,02	0,08	0,03	0,59	0,02	0,02	1,25
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,19	2,79	1,47	0,45	0,70	0,69	0,84
2013	BAGAZO	1,83	35,03	18,44	5,59	8,79	8,60	2,92
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,69	85,45	8,15	15,88	10,74	9,91	284,69
	CARBON VEGETAL	0,02	0,57	0,30	0,09	0,14	0,14	0,05
	COQUE	0,11	12,26	1,17	2,28	1,54	1,42	6,54

AÑO	COMBUSTIBLE	CN	CO	COVDM	NO_x	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2
	DIESEL OIL	0,12	0,79	0,30	6,11	0,24	0,24	0,04
	FUEL OIL	0,01	0,03	0,01	0,26	0,01	0,01	0,02
	GAS NATURAL	0,00	2,05	1,63	5,23	0,06	0,06	0,05
	GASOLINA	0,01	0,03	0,01	0,22	0,01	0,01	0,00
	GLP	0,00	0,04	0,03	0,11	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,02	0,21	0,11	0,03	0,05	0,05	0,01
	PETROLEO	0,02	0,04	0,02	0,32	0,01	0,01	0,68
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,19	2,36	1,24	0,38	0,59	0,58	0,71
2014	BAGAZO	1,83	42,59	22,41	6,80	10,68	10,46	3,54
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,69	90,71	8,65	16,86	11,40	10,52	302,22
	CARBON VEGETAL	0,02	0,31	0,17	0,05	0,08	0,08	0,03
	COQUE	0,11	12,03	1,15	2,23	1,51	1,40	6,41
	DIESEL OIL	0,12	0,86	0,33	6,68	0,26	0,26	0,04
	FUEL OIL	0,01	0,03	0,01	0,21	0,01	0,01	0,02
	GAS NATURAL	0,00	1,89	1,50	4,81	0,05	0,05	0,04
	GASOLINA	0,01	0,03	0,01	0,22	0,01	0,01	0,00
	GLP	0,00	0,04	0,03	0,09	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,02	0,34	0,18	0,05	0,08	0,08	0,01
	PETROLEO	0,02	0,03	0,01	0,25	0,01	0,01	0,54
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,19	3,70	1,95	0,59	0,93	0,91	1,12
2015	BAGAZO	1,83	42,28	22,25	6,75	10,61	10,38	3,52
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,69	86,20	8,22	16,02	10,83	10,00	287,20
	CARBON VEGETAL	0,02	0,09	0,05	0,01	0,02	0,02	0,01
	COQUE	0,11	1,86	0,18	0,35	0,23	0,22	0,99
	DIESEL OIL	0,12	0,85	0,32	6,61	0,26	0,26	0,04
	FUEL OIL	0,01	0,04	0,01	0,30	0,01	0,01	0,03
	GAS NATURAL	0,00	1,98	1,57	5,06	0,05	0,05	0,05
	GASOLINA	0,01	0,02	0,01	0,19	0,01	0,01	0,00
	GLP	0,00	0,02	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,02	0,10	0,05	0,02	0,03	0,03	0,00
	PETROLEO	0,02	0,02	0,01	0,19	0,01	0,01	0,40
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,19	0,19	0,10	0,03	0,05	0,05	0,06
2016	BAGAZO	2,82	40,96	21,56	6,54	10,28	10,06	3,41

AÑO	COMBUSTIBLE	CN	CO	COVDM	NO_x	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,65	87,53	8,35	16,26	11,00	10,15	291,60
	CARBON VEGETAL	0,01	0,15	0,08	0,02	0,04	0,04	0,01
	COQUE	0,01	0,84	0,08	0,16	0,11	0,10	0,45
	DIESEL OIL	0,09	0,53	0,20	4,10	0,16	0,16	0,02
	FUEL OIL	0,00	0,02	0,01	0,18	0,01	0,01	0,02
	GAS NATURAL	0,00	2,14	1,69	5,45	0,06	0,06	0,05
	GASOLINA	0,01	0,03	0,01	0,25	0,01	0,01	0,00
	GLP	0,00	0,02	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,01	0,11	0,06	0,02	0,03	0,03	0,00
	PETROLEO	0,00	0,03	0,01	0,22	0,01	0,01	0,46
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,02	0,24	0,13	0,04	0,06	0,06	0,07
2017	BAGAZO	1,83	32,49	17,10	5,19	8,15	7,98	2,70
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,69	84,30	8,04	15,66	10,59	9,78	280,86
	CARBON VEGETAL	0,02	0,17	0,09	0,03	0,04	0,04	0,01
	COQUE	0,11	1,17	0,11	0,22	0,15	0,14	0,63
	DIESEL OIL	0,12	0,43	0,16	3,31	0,13	0,13	0,02
	FUEL OIL	0,01	0,03	0,01	0,23	0,01	0,01	0,02
	GAS NATURAL	0,00	2,05	1,63	5,23	0,06	0,06	0,05
	GASOLINA	0,01	0,02	0,01	0,18	0,01	0,01	0,00
	GLP	0,00	0,03	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,02	0,27	0,14	0,04	0,07	0,07	0,01
	PETROLEO	0,02	0,03	0,01	0,21	0,01	0,01	0,44
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,19	0,27	0,14	0,04	0,07	0,07	0,08
2018	BAGAZO	1,83	46,83	24,65	7,48	11,75	11,50	3,90
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,69	89,57	8,54	16,64	11,26	10,39	298,43
	CARBON VEGETAL	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00
	COQUE	0,11	0,74	0,07	0,14	0,09	0,09	0,40
	DIESEL OIL	0,12	0,46	0,17	3,58	0,14	0,14	0,02
	FUEL OIL	0,01	0,03	0,01	0,22	0,01	0,01	0,02
	GAS NATURAL	0,00	2,11	1,67	5,38	0,06	0,06	0,05
	GASOLINA	0,01	0,03	0,01	0,20	0,01	0,01	0,00
	GLP	0,00	0,03	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,02	0,25	0,13	0,04	0,06	0,06	0,01

AÑO	COMBUSTIBLE	CN	CO	COVDM	NO_x	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2
	PETROLEO	0,02	0,03	0,01	0,22	0,01	0,01	0,47
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,19	0,27	0,14	0,04	0,07	0,07	0,08
2019	BAGAZO	1,83	38,30	20,16	6,12	9,61	9,41	3,19
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,69	88,69	8,46	16,48	11,15	10,29	295,48
	CARBON VEGETAL	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	COQUE	0,11	0,73	0,07	0,14	0,09	0,08	0,39
	DIESEL OIL	0,12	0,46	0,17	3,54	0,14	0,14	0,02
	FUEL OIL	0,01	0,02	0,01	0,18	0,01	0,01	0,02
	GAS NATURAL	0,00	2,03	1,61	5,19	0,05	0,05	0,05
	GASOLINA	0,01	0,02	0,01	0,15	0,01	0,01	0,00
	GLP	0,00	0,03	0,03	0,08	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,02	0,37	0,20	0,06	0,09	0,09	0,01
	PETROLEO	0,02	0,03	0,01	0,22	0,01	0,01	0,45
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,19	0,41	0,22	0,07	0,10	0,10	0,12
2020	BAGAZO	1,83	39,13	20,59	6,25	9,82	9,61	3,26
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,69	80,83	7,71	15,02	10,16	9,38	269,30
	CARBON VEGETAL	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	COQUE	0,11	0,69	0,07	0,13	0,09	0,08	0,37
	DIESEL OIL	0,12	0,42	0,16	3,27	0,13	0,13	0,02
	FUEL OIL	0,01	0,02	0,01	0,16	0,01	0,01	0,02
	GAS NATURAL	0,00	1,85	1,47	4,73	0,05	0,05	0,04
	GASOLINA	0,01	0,02	0,01	0,14	0,01	0,01	0,00
	GLP	0,00	0,03	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,02	0,35	0,18	0,06	0,09	0,08	0,01
	PETROLEO	0,02	0,03	0,01	0,20	0,01	0,01	0,43
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,19	0,41	0,21	0,06	0,10	0,10	0,12
2021	BAGAZO	1,83	42,19	22,21	6,74	10,59	10,36	3,51
	BIODIESEL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARBON MINERAL	0,69	91,15	8,69	16,94	11,45	10,57	303,67
	CARBON VEGETAL	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	COQUE	0,11	0,83	0,08	0,15	0,10	0,10	0,44
	DIESEL OIL	0,12	0,49	0,19	3,82	0,15	0,15	0,02
	FUEL OIL	0,01	0,02	0,01	0,18	0,01	0,01	0,02

AÑO	COMBUSTIBLE	CN	CO	COVDM	NO_x	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2
	GAS NATURAL	0,00	2,05	1,62	5,22	0,06	0,06	0,05
	GASOLINA	0,01	0,02	0,01	0,15	0,01	0,01	0,00
	GLP	0,00	0,03	0,03	0,08	0,00	0,00	0,00
	LEÑA	0,02	0,37	0,19	0,06	0,09	0,09	0,01
	PETROLEO	0,02	0,03	0,01	0,22	0,01	0,01	0,46
	QUEROSENE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RESIDUOS	0,19	0,44	0,23	0,07	0,11	0,11	0,13

8.5.3.1.6.2 Metodología

La ecuación empleada para la estimación de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio en la subcategoría 1.A.2. se detalla en el siguiente cuadro:

Subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción.
$E = consumo\ de\ combustible\ x\ FE$ E= Emisión anual por contaminante Consumo de combustible = Cantidad de combustible utilizado por cada tipo específico de combustible FE = Factor de emisión asociado al tipo de combustible, que indica la cantidad de contaminantes emitidos por unidad de combustible consumido.

Cuadro 63. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por las Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.).

Las emisiones se calcularon utilizando el nivel metodológico 1. La Tabla 355 proporciona un desglose de los factores de emisión utilizados, organizados por subcategoría.

Tabla 355. Metodología y factores de emisión - Industrias manufactureras y de la construcción 1.A.2.

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
1.A.2.a. Hierro y acero 1.A.2.b. Metales no ferrosos 1.A.2.c. Productos químicos 1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta 1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco 1.A.2.f. Minerales no metálicos 1.A.2.gviii. Otras industrias: estacionarias	NO_x, CO, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.2 Tablas 3-2 a 3-5	**CO:** CARBON MINERAL 931 kg CO/TJ COQUE 931 kg CO/TJ LEÑA 570 kg CO/TJ BAGAZO 570 kg CO/TJ RESIDUOS PALMA 570 kg CO/TJ RESIDUOS ARROZ 570 kg CO/TJ RESIDUOS CAFÉ 570 kg CO/TJ CARBON VEGETAL 570 kg CO/TJ PETROLEO 66 kg CO/TJ GASOLINA 66 kg CO/TJ QUEROSENE 66 kg CO/TJ DIESEL OIL 66 kg CO/TJ FUEL OIL 66 kg CO/TJ BIODIESEL 66 kg CO/TJ GAS LICUADO DE PETROLEO 29 kg CO/TJ GAS DE ALTO HORNO 29 kg CO/TJ GAS NATURAL 29 kg CO/TJ RESIDUOS 570 kg CO/TJ **NO_X:** CARBON MINERAL 173 kg NO_X/TJ COQUE 173 kg NO_X /TJ LEÑA 91 kg NO_X /TJ BAGAZO 91 kg NO_X /TJ RESIDUOS PALMA 91 kg NO_X /TJ RESIDUOS ARROZ 91 kg NO_X /TJ RESIDUOS CAFÉ 91 kg NO_X /TJ CARBON VEGETAL 91 kg NO_X /TJ PETROLEO 513 kg NO_X /TJ GASOLINA 513 kg NO_X /TJ QUEROSENE 513 kg NO_X /TJ DIESEL OIL 513 kg NO_X /TJ FUEL OIL 513 kg NO_X /TJ
	SO_2	Nivel 1	UPME - FECOC 2016	

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				BIODIESEL 513 kg NO_X /TJ GAS LICUADO DE PETROLEO 74 kg NO_X /TJ GAS DE ALTO HORNO 74 kg NO_X /TJ GAS NATURAL 74 kg NO_X /TJ RESIDUOS 91 kg NO_X /TJ **COVDM:** CARBON MINERAL 88,8 kg COVDM/TJ COQUE 88,8 kg COVDM/TJ LEÑA 300 kg COVDM/TJ BAGAZO 300 kg COVDM/TJ RESIDUOS PALMA 300 kg COVDM/TJ RESIDUOS ARROZ 300 kg COVDM/TJ RESIDUOS CAFÉ 300 kg COVDM/TJ CARBON VEGETAL 300 kg COVDM/TJ PETROLEO 25 kg COVDM/TJ GASOLINA25 kg COVDM/TJ QUEROSENE 25 kg COVDM/TJ DIESEL OIL 25 kg COVDM/TJ FUEL OIL 25 kg COVDM/TJ BIODIESEL 25 kg COVDM/TJ GAS LICUADO DE PETROLEO 23 kg COVDM/TJ GAS DE ALTO HORNO 23 kg COVDM/TJ GAS NATURAL 23 kg COVDM/TJ RESIDUOS 300 kg COVDM/TJ **SO_2:** CARBON MINERAL 3101,7541 kg SO_2/TJ COQUE 496,45390070922 kg SO_2/TJ LEÑA 19,1822 kg SO_2/TJ BAGAZO 47,4357 kg SO_2/TJ RESIDUOS PALMA 240,1597 kg SO_2/TJ RESIDUOS ARROZ 153,6714 kg SO_2/TJ RESIDUOS CAFÉ 78,0258 kg SO_2/TJ CARBON VEGETAL 47,4357 kg SO_2/TJ PETROLEO 1080,8539 kg SO_2/TJ GASOLINA3,5705 kg SO_2/TJ QUEROSENE 42,0002 kg SO_2/TJ DIESEL OIL 2,9676 kg SO_2/TJ FUEL OIL 47 kg SO_2/TJ BIODIESEL 2,4247 kg SO_2/TJ GAS LICUADO DE PETROLEO 0,67 kg SO_2/TJ GAS DE ALTO HORNO 0,67 kg SO_2/TJ GAS NATURAL 0,67 kg SO_2/TJ RESIDUOS 172,045166666667 kg SO_2/TJ **PM_{10}:** CARBON MINERAL 117 kg PM_{10}/TJ COQUE 117 kg PM_{10}/TJ LEÑA 143 kg PM_{10}/TJ BAGAZO 143 kg PM_{10}/TJ RESIDUOS PALMA 143 kg PM_{10}/TJ RESIDUOS ARROZ 143 kg PM_{10}/TJ RESIDUOS CAFÉ 143 kg PM_{10}/TJ CARBON VEGETAL 143 kg PM_{10}/TJ PETROLEO 20 kg PM_{10}/TJ GASOLINA20 kg PM_{10}/TJ QUEROSENE 20 kg PM_{10}/TJ DIESEL OIL 20 kg PM_{10}/TJ FUEL OIL 20 kg PM_{10}/TJ BIODIESEL 20 kg PM_{10}/TJ GAS LICUADO DE PETROLEO 0,78 kg PM_{10}/TJ GAS DE ALTO HORNO 0,78 kg PM_{10}/TJ GAS NATURAL 0,78 kg PM_{10}/TJ RESIDUOS 143 kg PM_{10}/TJ **$PM_{2.5}$:** CARBON MINERAL 108 kg $PM_{2.5}$/TJ COQUE 108 kg $PM_{2.5}$/TJ LEÑA 140 kg $PM_{2.5}$/TJ BAGAZO 140 kg $PM_{2.5}$/TJ RESIDUOS PALMA 140 kg $PM_{2.5}$/TJ RESIDUOS ARROZ 140 kg $PM_{2.5}$/TJ RESIDUOS CAFÉ 140 kg $PM_{2.5}$/TJ CARBON VEGETAL 140 kg $PM_{2.5}$/TJ PETROLEO 20 kg $PM_{2.5}$/TJ GASOLINA20 kg $PM_{2.5}$/TJ QUEROSENE 20 kg $PM_{2.5}$/TJ DIESEL OIL 20 kg $PM_{2.5}$/TJ FUEL OIL 20 kg $PM_{2.5}$/TJ BIODIESEL 20 kg $PM_{2.5}$/TJ GAS LICUADO DE PETROLEO 0,78 kg $PM_{2.5}$/TJ

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				GAS DE ALTO HORNO 0,78 kg $PM_{2.5}$/TJ GAS NATURAL 0,78 kg $PM_{2.5}$/TJ RESIDUOS 140 kg $PM_{2.5}$/TJ **CN:** CARBON MINERAL 0,064 % $PM_{2.5}$ COQUE 0,064 % $PM_{2.5}$ LEÑA 0,28 % $PM_{2.5}$ BAGAZO 0,28 % $PM_{2.5}$ RESIDUOS PALMA 0,28 % $PM_{2.5}$ RESIDUOS ARROZ 0,28 % $PM_{2.5}$ RESIDUOS CAFÉ 0,28 % $PM_{2.5}$ CARBON VEGETAL 0,28 % $PM_{2.5}$ PETROLEO 0,56 % $PM_{2.5}$ GASOLINA0,56 % $PM_{2.5}$ QUEROSENE 0,56 % $PM_{2.5}$ DIESEL OIL 0,56 % $PM_{2.5}$ FUEL OIL 0,56 % $PM_{2.5}$ BIODIESEL 0,56 % $PM_{2.5}$ GAS LICUADO DE PETROLEO 0,04 % $PM_{2.5}$ GAS DE ALTO HORNO 0,04 % $PM_{2.5}$ GAS NATURAL 0,04 % $PM_{2.5}$ RESIDUOS 0,28 % $PM_{2.5}$
1.A.2.gvii. Otras industrias: móviles Combustión móvil en industrias manufactureras y construcción	NO_x, CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 3	Swisscontact - CALAC+	Ver Tabla 356
	COVDM	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.4 Non-Road mobile machinery Tabla 3-1	3.542,00 g/t

Tabla 356. Factores de emisión según estándar de emisiones

Rango de Potencia	Estándar de emisiones	BSFC [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	NO_X [g/kWh]	PM_{10} [g/kWh]
kW<8	Tier 0	248,18	2,01	6,71	13,41	1,34
kW<8	Tier 1	248,18	1,02	5,52	7,01	0,60
kW<8	Tier 2	248,18	0,74	5,52	5,77	0,67
kW<8	Tier 4FA	248,18	0,72	2,79	5,41	0,29
kW<8	Tier 4FB	248,18	0,99	3,02	5,58	0,25
kW<8	Tier 4F (Promedio)	248,18	0,86	2,91	5,50	0,27
8≤kW<12	Tier 0	248,18	2,28	6,71	11,40	1,21
8≤kW<12	Tier 1	248,18	0,59	2,90	5,95	0,36
8≤kW<12	Tier 2	248,18	0,59	2,90	5,95	0,36
8≤kW<12	Tier 4FA	248,18	0,72	2,79	5,41	0,29
8≤kW<12	Tier 4FB	248,18	0,42	1,83	5,02	0,18
8≤kW<12	Tier 4F (Promedio)	248,18	0,57	2,31	5,22	0,23
12≤kW<19	Tier 0	248,18	2,28	6,71	11,40	1,21
12≤kW<19	Tier 1	248,18	0,59	2,90	5,95	0,36
12≤kW<19	Tier 2	248,18	0,59	2,90	5,95	0,36
12≤kW<19	Tier 4FA	248,18	0,72	2,79	5,41	0,29
12≤kW<19	Tier 4FB	248,18	0,42	1,83	5,02	0,18
12≤kW<19	Tier 4F (Promedio)	248,18	0,57	2,31	5,22	0,23
19≤kW<37	Tier 0	248,18	2,41	6,71	9,25	1,07
19≤kW<37	Tier 1	248,18	0,37	2,05	6,34	0,45
19≤kW<37	Tier 2	248,18	0,37	2,05	6,34	0,45

Rango de Potencia	Estándar de emisiones	BSFC [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	NO_X [g/kWh]	PM_{10} [g/kWh]
19≤kW<37	Tier 4IA	248,18	0,56	1,84	5,24	0,22
19≤kW<37	Tier 4FA	248,18	0,18	0,55	3,70	0,04
19≤kW<37	Tier 4FC	248,18	0,02	0,06	2,93	0,00
19≤kW<37	Tier 4F (Promedio)	248,18	0,10	0,31	3,32	0,02
37≤kW<56	Tier 0	248,18	1,33	4,68	9,25	0,97
37≤kW<56	Tier 1	248,18	0,70	3,17	7,51	0,63
37≤kW<56	Tier 2	248,18	0,49	3,17	6,30	0,32
37≤kW<56	Tier 4IA	248,18	0,24	1,31	4,06	0,20
37≤kW<56	Tier 4FA	248,18	0,10	0,36	3,74	0,03
37≤kW<56	Tier 4FC	248,18	0,02	0,07	2,97	0,00
19≤kW<37	Tier 4F (Promedio)	248,18	0,06	0,22	3,36	0,02
56≤kW<75	Tier 0	248,18	1,33	4,68	9,25	0,97
56≤kW<75	Tier 1	248,18	0,70	3,17	7,51	0,63
56≤kW<75	Tier 2	248,18	0,49	3,17	6,30	0,32
56≤kW<75	Tier 3	248,18	0,25	3,17	4,02	0,27
56≤kW<75	Tier 4IA	248,18	0,12	0,53	3,38	0,15
56≤kW<75	Tier 4IC	248,18	0,01	0,04	2,62	0,01
56≤kW<75	Tier 4I (Promedio)	248,18	0,06	0,28	3,00	0,08
56≤kW<75	Tier 4FA	248,18	0,10	1,80	4,39	0,25
56≤kW<75	Tier 4FB	248,18	0,02	0,14	0,18	0,02
56≤kW<75	Tier 4FC	248,18	0,00	0,00	2,77	0,01
56≤kW<75	Tier 4FD	248,18	0,01	0,00	0,12	0,00
56≤kW<75	Tier 4F (Promedio)	248,18	0,03	0,48	1,87	0,07
75≤kW<130	Tier 0	223,24	0,91	3,62	11,24	0,54
75≤kW<130	Tier 1	223,24	0,45	1,16	7,58	0,38
75≤kW<130	Tier 2	223,24	0,45	1,16	5,50	0,24
75≤kW<130	Tier 3	223,24	0,25	1,16	3,35	0,30
75≤kW<130	Tier 4IA	223,24	0,05	0,27	2,65	0,04
75≤kW<130	Tier 4IB	223,24	0,02	0,35	2,72	0,01
75≤kW<130	Tier 4IC	223,24	0,00	0,01	2,53	0,01
75≤kW<130	Tier 4ID	223,24	0,01	0,10	0,30	0,00
75≤kW<130	Tier 4I (Promedio)	223,24	0,02	0,18	2,05	0,02
75≤kW<130	Tier 4FB	223,24	0,01	0,07	0,19	0,01
75≤kW<130	Tier 4FC	223,24	0,00	0,01	2,45	0,00
75≤kW<130	Tier 4FD	223,24	0,01	0,03	0,13	0,00
75≤kW<130	Tier 4F (Promedio)	223,24	0,01	0,04	0,92	0,01
130≤kW<225	Tier 0	223,24	0,91	3,62	11,24	0,54
130≤kW<225	Tier 1	223,24	0,41	1,00	7,48	0,34
130≤kW<225	Tier 2	223,24	0,41	1,00	5,36	0,18
130≤kW<225	Tier 3	223,24	0,25	1,00	3,35	0,20

Rango de Potencia	Estándar de emisiones	BSFC [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	NO_X [g/kWh]	PM_{10} [g/kWh]
130≤kW<225	Tier 4IA	223,24	0,15	2,20	3,31	0,14
130≤kW<225	Tier 4IB	223,24	0,01	0,33	1,48	0,01
130≤kW<225	Tier 4IC	223,24	0,01	0,07	1,50	0,00
130≤kW<225	Tier 4ID	223,24	0,04	0,00	0,15	0,01
130≤kW<225	Tier 4I (Promedio)	223,24	0,05	0,65	1,61	0,04
130≤kW<225	Tier 4FB	223,24	0,01	0,03	0,20	0,01
130≤kW<225	Tier 4FC	223,24	0,01	0,29	1,55	0,00
130≤kW<225	Tier 4FD	223,24	0,01	0,02	0,11	0,00
130≤kW<225	Tier 4F (Promedio)	223,24	0,01	0,11	0,62	0,00
225≤kW<450	Tier 0	223,24	0,91	3,62	11,24	0,54
225≤kW<450	Tier 1	223,24	0,27	1,75	8,07	0,27
225≤kW<450	Tier 2	223,24	0,22	1,13	5,81	0,18
225≤kW<450	Tier 3	223,24	0,22	1,13	3,35	0,20
225≤kW<450	Tier 4IA	223,24	0,15	2,20	3,31	0,14
225≤kW<450	Tier 4IB	223,24	0,01	0,33	1,48	0,01
225≤kW<450	Tier 4IC	223,24	0,02	0,07	1,50	0,00
225≤kW<450	Tier 4ID	223,24	0,04	0,00	0,15	0,01
225≤kW<450	Tier 4I (Promedio)	223,24	0,05	0,65	1,61	0,04
225≤kW<450	Tier 4FB	223,24	0,01	0,03	0,20	0,01
225≤kW<450	Tier 4FC	223,24	0,01	0,29	1,55	0,00
225≤kW<450	Tier 4FD	223,24	0,01	0,02	0,11	0,00
225≤kW<450	Tier 4F (Promedio)	223,24	0,01	0,11	0,62	0,00
450≤kW<560	Tier 0	223,24	0,91	3,62	11,24	0,54
450≤kW<560	Tier 1	223,24	0,20	1,78	7,81	0,30
450≤kW<560	Tier 2	223,24	0,22	1,78	5,50	0,18
450≤kW<560	Tier 3	223,24	0,22	1,78	3,35	0,20
450≤kW<560	Tier 4IA	223,24	0,15	2,20	3,31	0,14
450≤kW<560	Tier 4IB	223,24	0,01	0,33	1,48	0,01
450≤kW<560	Tier 4IC	223,24	0,02	0,07	1,50	0,00
450≤kW<560	Tier 4ID	223,24	0,04	0,00	0,15	0,01
450≤kW<560	Tier 4I (Promedio)	223,24	0,05	0,65	1,61	0,04
450≤kW<560	Tier 4FB	223,24	0,01	0,03	0,20	0,01
450≤kW<560	Tier 4FC	223,24	0,01	0,29	1,55	0,00
450≤kW<560	Tier 4FD	223,24	0,01	0,02	0,11	0,00
450≤kW<560	Tier 4F (Promedio)	223,24	0,01	0,11	0,62	0,00
560≤kW	Tier 0	223,24	0,91	3,62	11,24	0,54
560≤kW	Tier 1	223,24	0,38	1,02	8,25	0,26
560≤kW	Tier 2	223,24	0,22	1,02	5,50	0,18
560≤kW	Tier 4IA	223,24	0,13	0,49	2,96	0,06
560≤kW	Tier 4IB	223,24	0,09	0,20	2,97	0,02

Rango de Potencia	Estándar de emisiones	BSFC [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	NO_X [g/kWh]	PM_{10} [g/kWh]
560≤kW	Tier 4I (Promedio)	223,24	0,11	0,35	2,97	0,04
560≤kW	Tier 4FA	223,24	0,05	0,03	3,05	0,03
560≤kW	Tier 4FB	223,24	0,03	0,18	2,79	0,02
560≤kW	Tier 4FC	223,24	0,01	0,00	2,80	0,00
560≤kW	Tier 4F (Promedio)	223,24	0,03	0,07	2,88	0,02

Fuente: Primer inventario de emisiones de fuentes móviles de uso fuera de carretera en Colombia

8.5.3.1.7 Transporte (subcategoría 1.A.3.)

Este grupo registra las emisiones de carbono negro y contaminantes criterio provenientes de la quema de combustibles fósiles en el sector transporte a nivel nacional, incluyendo el transporte aéreo, terrestre, ferroviario y marítimo. Es importante aclarar que las emisiones del transporte internacional (avión y barco) se presentan como datos informativos La Figura 303 detalla las subcategorías consideradas en la subcategoría 1.A.3.

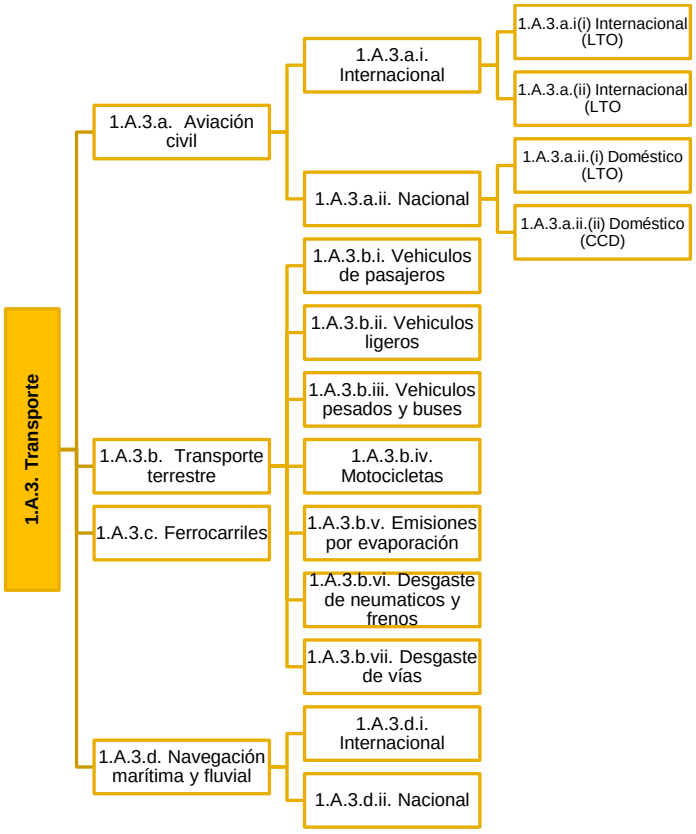


Figura 303. Subcategoría Transporte 1.A.3.

8.5.3.1.7.1 Tendencia de emisiones (2010-2021)

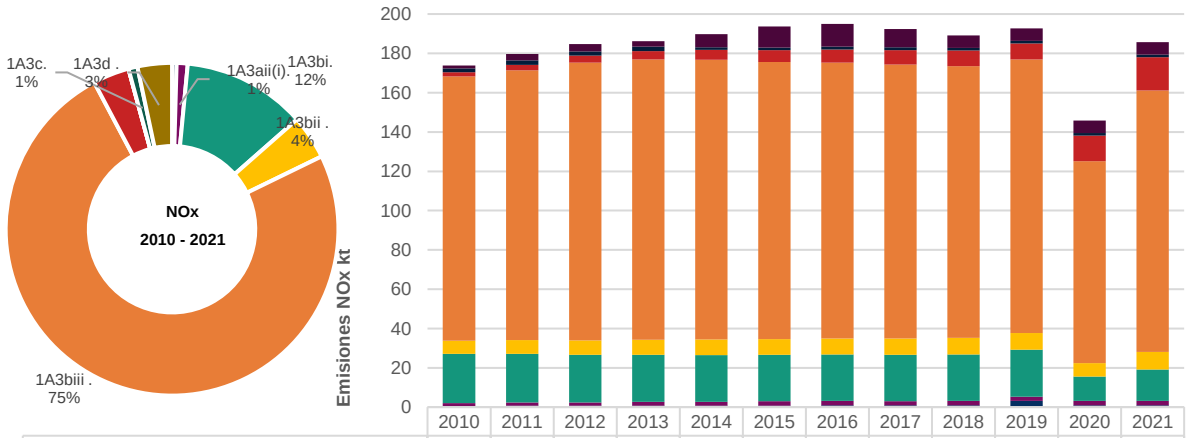
De la Figura 304 a Figura 310 se presentan e ilustran las emisiones para la subcategoría 1.A.3. Transporte, segregado por tipo de gas precursor para cada subcategoría. El análisis de las emisiones en el sector transporte en Colombia revela que los vehículos pesados y buses, predominantemente impulsados por diésel, son los principales contribuyentes a la contaminación por PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN y

NOx Esto se alinea con estudios previos que señalan la combustión de diésel como una fuente importante de estos contaminantes (IDEAM, 2018).

Las motocicletas son una fuente importante de contaminación, especialmente en términos de emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVDM) y monóxido de carbono (CO). En Colombia, las motocicletas contribuyen significativamente a la contaminación debido a la falta de sistemas avanzados de control de emisiones, como catalizadores de tres vías, que son comunes en otros vehículos. Esto resulta en niveles elevados de emisiones de COVDM y CO, que afectan la calidad del aire urbano (ColombiaCheck, 2020; De Motos, 2020).

Es importante destacar que el transporte marítimo y fluvial también emite cantidades considerables de dióxido de azufre (SO_2). Esto evidencia la necesidad de un enfoque integral para mejorar la calidad del aire, que incluya todos los medios de transporte, no solo los terrestres.

8.5.3.1.7.1.1 Óxidos de nitrógeno (NOx)



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A3d. Navegación marítima y fluvial	1,47	3,29	3,72	2,85	6,70	10,65	11,53	9,34	6,37	6,37	6,37	6,37
1A3c. Ferrocarriles	1,92	2,13	2,20	2,20	1,23	1,37	1,58	1,44	1,36	1,36	1,36	1,36
1A3biv. Transporte terrestre: Motocicletas	2,23	2,86	3,57	4,33	5,15	5,97	6,67	7,28	7,95	8,11	12,89	16,84
1A3biii. Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	134,43	137,22	141,29	142,59	142,31	141,00	140,32	139,41	138,25	139,21	102,83	133,07
1A3bii. Transporte terrestre: Vehículos ligeros	6,64	6,99	7,30	7,62	7,87	8,03	8,16	8,30	8,48	8,56	6,89	8,98
1A3bi. Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	25,17	24,74	24,33	24,00	23,77	23,60	23,59	23,62	23,63	23,83	12,35	15,99
1A3aii(i). Aviación civil (Domestico, LTO)	1,39	1,74	1,68	1,89	2,00	2,21	2,28	2,11	2,20	2,20	2,20	2,20
1A3ai. Aviación civil (Internacional, LTO)	0,60	0,68	0,68	0,75	0,76	0,81	0,86	0,89	0,95	3,15	0,95	0,95

Figura 304. Emisiones de NO_X de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 – 2021

La reducción de las emisiones de NOx del transporte de buses en Colombia durante el 2020, visible en la gráfica, se debe probablemente a la confluencia de varios factores. Por un lado, la pandemia de COVID-19 y las restricciones de movilidad asociadas impactaron significativamente la actividad del transporte público, reduciendo el uso de buses y, consecuentemente, sus emisiones.

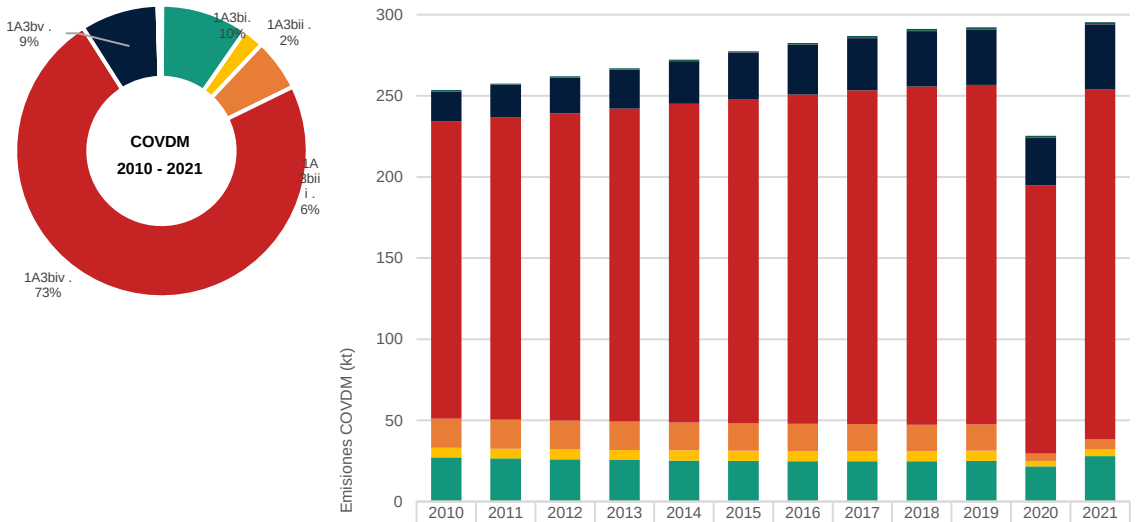
Es importante destacar que, como se aprecia en la gráfica, las emisiones de NOx provienen mayormente de la subcategoría 1.A.3.b.ii "Transporte terrestre: vehículos pesados y buses", seguida de la 1.A.3.b.i "Transporte terrestre: vehículos de pasajeros". Esta predominancia de los vehículos pesados en la emisión de NOx se explica por la naturaleza de sus motores diésel, que generan estos óxidos a través de dos mecanismos principales: el NOx térmico, producido a altas temperaturas de combustión (Andersson et al., 2014), y el NOx rápido, formado en las etapas iniciales de la combustión por la rápida oxidación del nitrógeno presente en el combustible (Joumard et al., 2004).

8.5.3.1.7.1.2 Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM)

La gráfica evidencia que las motocicletas, pertenecientes a la subcategoría 1.A.3.b.iv, son la principal fuente de emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles distintos del Metano (COVDM) en Colombia. Este fenómeno se debe principalmente a la combustión incompleta de combustibles fósiles en los motores de estos vehículos.

Se observa una tendencia creciente en las emisiones atribuibles a esta subcategoría, lo cual está directamente relacionado con el aumento significativo en el número de motocicletas en el país. Según datos del Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), en 2010 había 3.572.133 motocicletas matriculadas en Colombia, cifra que para 2021 ascendió a 10.136.593, lo que representa un incremento notable en el parque automotor de motocicletas.

Es importante destacar una disminución en las emisiones para el año 2020, posiblemente vinculada a la pandemia de COVID-19, la cual generó una reducción temporal en la movilidad. De manera similar, la subcategoría 1.A.3.b.iii, que incluye vehículos pesados y autobuses para transporte público, también mostró una disminución en sus emisiones debido a los cambios en los patrones de movilidad durante la pandemia. Factores como el miedo al contagio y la adopción de modalidades de trabajo remoto afectaron considerablemente el uso del transporte público, lo que contribuyó a la reducción de emisiones en este segmento.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A3d. Navegación marítima y fluvial	0,80	0,58	0,88	0,80	0,74	0,67	1,02	1,26	1,27	1,27	1,27	1,27
1A3c. Ferrocarriles	0,17	0,19	0,20	0,19	0,11	0,12	0,14	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
1A3bv. Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	18,13	19,94	21,87	23,98	26,31	28,56	30,53	32,32	34,22	34,22	29,19	39,78
1A3biv. Transporte terrestre: Motocicletas	183,34	186,18	189,26	192,68	196,31	199,94	203,01	205,63	208,35	209,07	165,28	216,01
1A3biii. Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	18,08	17,95	17,83	17,63	17,27	16,89	16,65	16,42	16,17	16,17	4,53	5,89
1A3bii. Transporte terrestre: Vehículos ligeros	5,88	5,96	6,05	6,17	6,25	6,29	6,33	6,36	6,39	6,40	3,35	4,38
1A3bi. Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	26,97	26,39	25,83	25,36	24,99	24,73	24,65	24,63	24,57	24,75	21,40	27,73
1A3aii(i). Aviación civil (Domestico, LTO)	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
1A3ai. Aviación civil (Internacional, LTO)	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

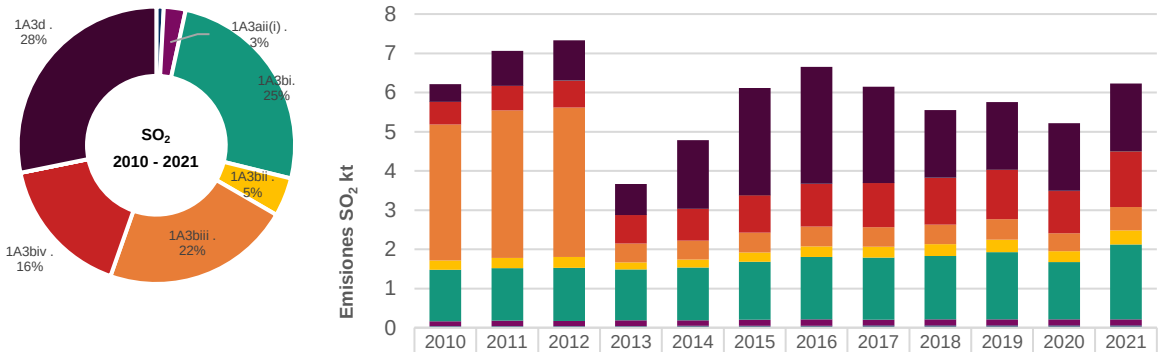
Figura 305. Emisiones de COVDM de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 - 2021

8.5.3.1.7.1.3 Dióxido de azufre (SO_2)

El transporte en Colombia, especialmente los vehículos pesados, buses, y la navegación marítima y fluvial, constituye una de las principales fuentes de emisiones de SO_2. Esto se debe a que dichos medios de transporte dependen principalmente del diésel como combustible, el cual contiene azufre en su composición. Durante la combustión en los motores, el azufre se oxida y produce SO_2 como subproducto (Franco et al., 2019).

La emisión de SO_2 está directamente relacionada con el contenido de azufre presente en el diésel. Cuanto mayor es el contenido de azufre en el combustible, mayor es la cantidad de SO_2 que se genera durante la combustión. Además, la eficiencia del motor también influye en las emisiones. Esto implica que tecnologías más avanzadas que mejoran la eficiencia de la combustión pueden ayudar a reducir las emisiones de este contaminante (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018).

La gráfica muestra lo siguiente, las emisiones de SO_2 alcanzaron su punto más alto en el año 2013, principalmente debido a las emisiones generadas por los vehículos pesados y buses sin embargo, desde entonces, se ha observado una reducción significativa, impulsada por la disminución del contenido de azufre en el diésel y la implementación de nuevas tecnologías en los motores, la disminución en las emisiones de SO_2 en Colombia está vinculada a dos factores clave, como lo son la mejora en la calidad de los combustibles y la adopción de tecnologías más eficientes. En este sentido, la Resolución 40103 de 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece normativas que impulsan el uso de combustibles más limpios y vehículos con tecnología avanzada, entre estas tecnologías, se destacan los motores Euro, que son más eficientes en términos de combustión y generan menores emisiones de contaminantes." (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A3d. Navegación marítima y fluvial	0,45	0,88	1,02	0,79	1,75	2,73	2,98	2,46	1,72	1,72	1,72	1,72
1A3c. Ferrocarriles	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1A3biv. Transporte terrestre: Motocicletas	0,58	0,63	0,69	0,72	0,81	0,96	1,09	1,13	1,19	1,26	1,08	1,42
1A3biii. Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	3,47	3,76	3,81	0,48	0,48	0,50	0,50	0,49	0,50	0,52	0,46	0,60
1A3bii. Transporte terrestre: Vehículos ligeros	0,23	0,26	0,28	0,18	0,21	0,24	0,27	0,28	0,30	0,32	0,27	0,36
1A3bi. Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	1,31	1,34	1,35	1,29	1,34	1,48	1,60	1,59	1,62	1,71	1,46	1,91
1A3aii(i). Aviación civil (Domestico, LTO)	0,13	0,14	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16
1A3ai. Aviación civil (Internacional, LTO)	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06

Figura 306. Emisiones de SO_2 de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 - 2021

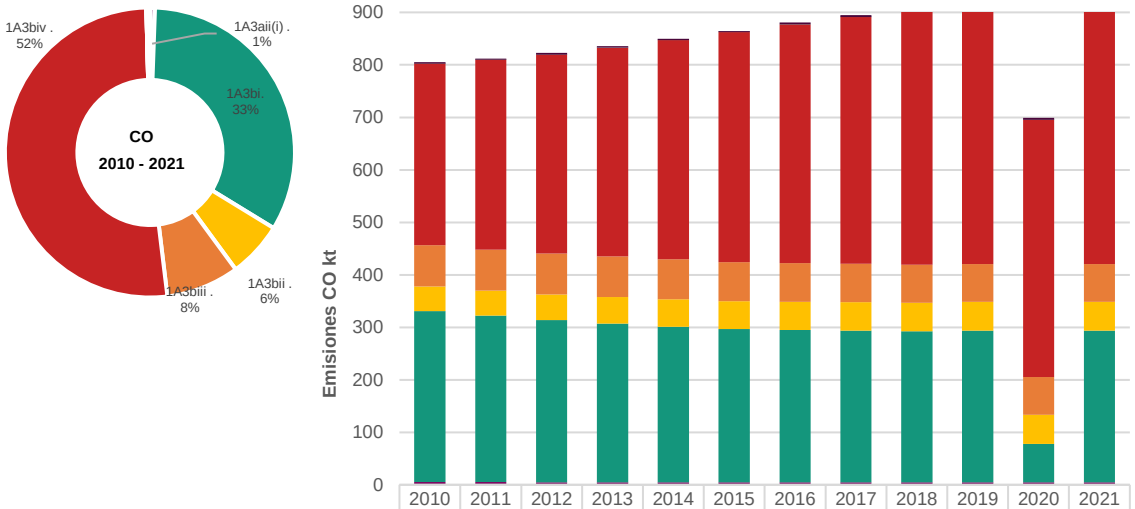
8.5.3.1.7.1.4 Monóxido de Carbono CO

La gráfica evidencia que las motocicletas (subcategoría 1.A.3.b.iv) son la principal fuente de emisiones de CO en Colombia, mostrando un incremento notable de 346,16 kt CO en 2010 a 489,85 kt CO en 2021. En comparación, los vehículos de pasajeros (subcategoría 1.A.3.b.i) ocupan el segundo lugar, con emisiones que disminuyeron de 325,92 kt CO en 2020 a una estimación de 289,05 kt CO en 2021.

El predominio de las motocicletas en las emisiones de CO se debe a su uso de motores de combustión interna de menor cilindrada, los cuales son generalmente menos eficientes en términos de sistemas de escape. Estos motores tienden a generar más CO por kilómetro recorrido en comparación con los vehículos de pasajeros, especialmente en entornos urbanos donde la congestión vehicular, la aceleración y desaceleración frecuentes, y los periodos prolongados de

ralentí favorecen la combustión incompleta (Franco et al., 2019). Esto resulta en una mayor emisión de CO, un gas contaminante que contribuye significativamente el deterioro de la calidad del aire.

La reducción en las emisiones de CO observada en 2020 se puede atribuir a las restricciones de movilidad impuestas durante la pandemia de COVID-19. Estas restricciones redujeron drásticamente el tráfico vehicular, especialmente en áreas urbanas, lo que llevó a una mejora temporal en la calidad del aire (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021).



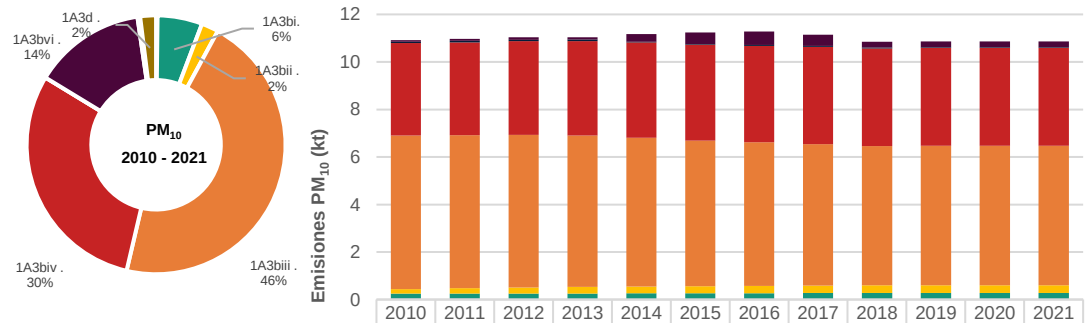
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A3d. Navegación marítima y fluvial	2,51	1,79	2,71	2,48	2,24	1,95	3,03	3,84	3,89	3,89	3,89	3,89
1A3c. Ferrocarriles	0,39	0,44	0,45	0,45	0,25	0,28	0,32	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28
1A3biv. Transporte terrestre: Motocicletas	346,16	361,72	378,90	397,79	417,85	438,01	455,15	469,96	485,93	489,85	489,85	489,85
1A3biii. Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	78,57	78,14	77,90	77,19	75,92	74,59	73,75	73,00	72,12	72,18	72,18	72,18
1A3bii. Transporte terrestre: Vehículos ligeros	46,73	47,80	49,13	50,98	52,31	52,97	53,57	54,19	54,78	54,99	55,02	54,99
1A3bi. Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	325,92	317,15	308,83	301,95	296,36	292,14	290,28	289,23	287,61	289,05	73,60	289,05
1A3aii(i). Aviación civil (Domestico, LTO)	4,58	4,57	4,34	4,31	4,22	3,96	3,85	3,80	3,86	3,86	3,86	3,86
1A3ai. Aviación civil (Internacional, LTO)	0,51	0,51	0,53	0,58	0,60	0,63	0,65	0,67	0,70	0,70	0,70	0,70

Figura 307. Emisiones de CO de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 – 2021

8.5.3.1.7.1.5 Material particulado PM_{10}

El PM_{10} es generado principalmente por vehículos que utilizan diésel como combustible. En Colombia, la subcategoría 1.A.3.b.iii, que incluye transporte terrestre con vehículos pesados y autobuses, es la principal fuente de emisiones de PM_{10}. En 2010, esta subcategoría registró una emisión de 6,46 kilotoneladas de PM_{10}, para 2021 se observó una tendencia a la baja con un total de 5,87 kilotoneladas. Esta disminución se atribuye a la adopción de nuevas tecnologías en los motores diésel, que son más eficientes y tienen un menor impacto ambiental en términos de emisiones de PM.

Por otro lado, la subcategoría 1.A.3.b.iv, que corresponde al transporte de motocicletas, mostró un comportamiento diferente. En 2010, las emisiones de PM_{10} en esta subcategoría fueron de 3,89 kilotoneladas, y para 2021, estas aumentaron a 5,87 kilotoneladas. Este incremento está relacionado con el crecimiento del parque automotor de motocicletas en el país, impulsado por el fácil acceso a la adquisición de estos vehículos en Colombia El aumento en el número de motocicletas en Colombia (RUNT, 2023) ha elevado las emisiones de PM_{10}. Estudios previos señalan a las motocicletas de dos tiempos como fuentes importantes de PM_{10} debido a la combustión incompleta y al uso de aceite mezclado con el combustible (Sánchez et al., 2016).



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A3d. Navegación marítima y fluvial	0,07	0,09	0,11	0,10	0,32	0,48	0,56	0,48	0,24	0,24	0,24	0,24
1A3c. Ferrocarriles	0,05	0,06	0,06	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
1A3biv. Transporte terrestre: Motocicletas	3,89	3,91	3,94	3,97	4,00	4,03	4,06	4,08	4,10	4,11	4,11	4,11
1A3biii. Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	6,46	6,44	6,43	6,38	6,26	6,13	6,04	5,96	5,87	5,87	5,87	5,87
1A3bii. Transporte terrestre: Vehículos ligeros	0,19	0,22	0,25	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32
1A3bi. Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26
1A3aii(i). Aviación civil (Domestico, LTO)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1A3ai. Aviación civil (Internacional, LTO)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Figura 308. Emisiones de PM_{10} de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 – 2021

8.5.3.1.7.1.6 Material particulado $PM_{2.5}$

La generación de $PM_{2.5}$ está asociada con vehículos que utilizan diésel como combustible, la subcategoría 1.A.3.b.iii. transporte terrestre con vehículos pesados y autobuses, se identifica como la principal fuente de emisiones de $PM_{2.5}$ en el país. En 2010, esta subcategoría generó aproximadamente 6,46 kilotoneladas de $PM_{2.5}$. Sin embargo, para 2021 se registró una disminución en estas emisiones, alcanzando un total de 5,87 kilotoneladas. Esta tendencia a la baja puede ser atribuida a la implementación de tecnologías más avanzadas en los motores diésel, las cuales han mejorado la eficiencia del combustible y reducido la emisión de partículas contaminantes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

En segundo lugar, la subcategoría 1.A.3.b.iv. transporte terrestre de motocicletas, ha mostrado una tendencia diferente. Las emisiones de $PM_{2.5}$ en esta subcategoría fueron de 3,89 kilotoneladas en 2010, aumentando a 4,11 kilotoneladas en 2021. Este incremento se debe principalmente al crecimiento del parque automotor de motocicletas en el país, así como al uso continuado de motores de dos tiempos, los cuales son menos eficientes en términos de combustión y, por lo tanto, generan mayores cantidades de $PM_{2.5}$

El aumento en el número de motocicletas, debido a su fácil acceso y bajo costo, ha sido un factor importante en el incremento de las emisiones. Esto se ve reflejado en los datos de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) del DANE, que muestran un aumento considerable en la cantidad de hogares que poseen motocicletas: en 2003, solo el 8.5% de los hogares tenían motocicleta, mientras que en 2023 este porcentaje llegó al 27.2%.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A3d. Navegación marítima y fluvial	0,07	0,08	0,11	0,09	0,30	0,44	0,51	0,44	0,22	0,22	0,22	0,22
1A3c. Ferrocarriles	0,05	0,06	0,06	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
1A3biv. Transporte terrestre: Motocicletas	3,89	3,91	3,94	3,97	4,00	4,03	4,06	4,08	4,10	4,11	4,11	4,11
1A3biii. Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	6,46	6,44	6,43	6,38	6,26	6,13	6,04	5,96	5,87	5,87	5,87	5,87
1A3bii. Transporte terrestre: Vehículos ligeros	0,19	0,22	0,25	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32
1A3bi. Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26
1A3aii(i). Aviación civil (Domestico, LTO)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1A3ai. Aviación civil (Internacional, LTO)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Figura 309. Emisiones de $PM_{2.5}$ de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 – 2021

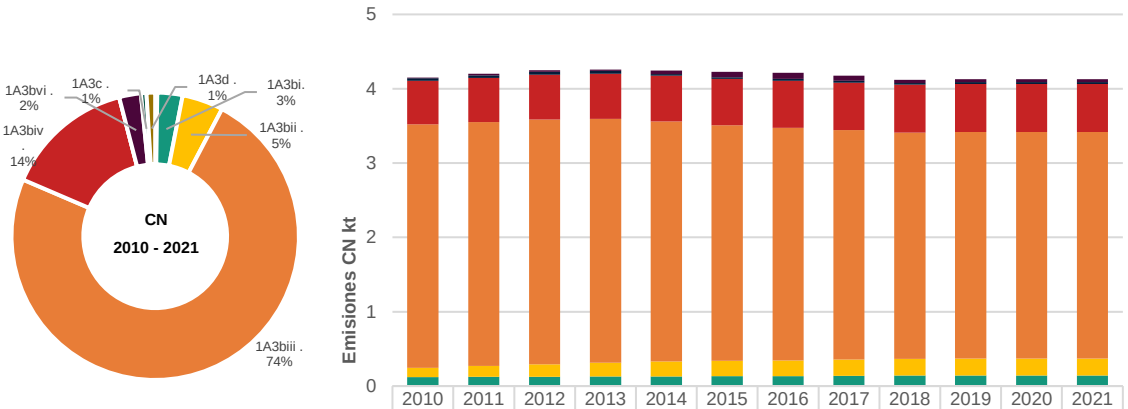
8.5.3.1.7.1.7 Carbono Negro CN

Las emisiones de carbono negro (CN) en Colombia, un contaminante asociado principalmente al transporte, provienen mayormente de vehículos pesados y buses que utilizan diésel. En 2010, estas emisiones alcanzaron 3.28 kilotoneladas, mientras que para 2021 disminuyeron a 3.05 kilotoneladas. Esta reducción es consecuencia de la adopción progresiva de tecnologías más eficientes, como las normativas Euro, que establecen límites más estrictos de emisiones.

En cuanto a la estructura del parque automotor diésel en Colombia, el 25% de la flota vehicular utiliza tecnologías anteriores a la normativa Euro, que contribuyen significativamente a las emisiones de CN. El 60% de los vehículos emplean motores Euro II, que emiten hasta un 95% más de material particulado en comparación con las tecnologías Euro VI, y solo el 15% cumple con la norma Euro IV, la más estricta actualmente en el país (RUNT, 2019).

Las normativas Euro han sido esenciales para reducir las emisiones de CN, forzando a la industria automotriz a desarrollar vehículos más limpios. La implementación de estas tecnologías en Colombia ha tenido un impacto positivo en la modernización del parque automotor y en la reducción de las emisiones contaminantes, lo que contribuye a mejorar la calidad del aire y mitigar el cambio climático (IDEAM, 2021).

La reducción de CN también está vinculada a la mejora de los combustibles. Desde 2019, el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptaron estándares para disminuir progresivamente el contenido de azufre en el diésel y la gasolina, con metas que alcanzarán 10 ppm de azufre en ambos combustibles para 2030. Estas medidas no solo mejoran la calidad del aire, sino que también limitan la entrada de tecnologías vehiculares contaminantes (Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A3d. Navegación marítima y fluvial	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05	0,07	0,08	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04
1A3c. Ferrocarriles	0,03	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1A3biv. Transporte terrestre: Motocicletas	0,59	0,59	0,60	0,61	0,62	0,62	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
1A3biii. Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	3,28	3,28	3,29	3,28	3,23	3,17	3,13	3,09	3,04	3,05	3,05	3,05
1A3bii. Transporte terrestre: Vehículos ligeros	0,12	0,15	0,17	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23
1A3bi. Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
1A3aii(i). Aviación civil (Domestico, LTO)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1A3ai. Aviación civil (Internacional, LTO)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 310. Emisiones de CN de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 – 2021

En la Figura 311 se presenta el desglose de la contribución de las diferentes categorías vehiculares de transporte terrestre (subcategoría 1.A.3.b) en las emisiones de diversos contaminantes atmosféricos estimados. Los vehículos pesados y autobuses (subcategoría 1.A.3.biii) se destacan como la principal fuente de emisión de PM y NO_x, debido a la alta potencia requerida y la combustión de grandes volúmenes de diésel, lo que resulta en una mayor producción de estos contaminantes. Por otro lado, las motocicletas (subcategoría 1.A.3.biv) emergen como la mayor fuente de emisión de COVDM y CO, lo que se atribuye a los motores de menor cilindrada, la combustión menos eficiente y la menor eficacia de sus sistemas de escape.

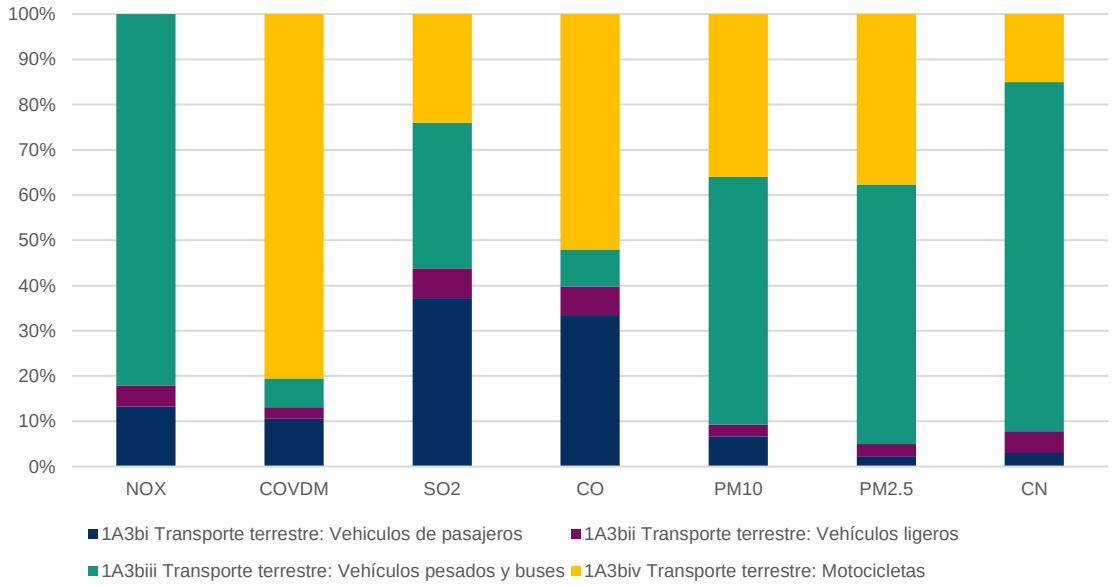


Figura 311. Participación promedio por subcategoría vehicular para transporte terrestre, 2010 – 2021.

8.5.3.1.7.2 Metodología

La ecuación empleada para la estimación de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio en la subcategoría 1.A.3. se detalla en la siguiente.

Subcategoría 1.A.3. Otros sectores
Subcategoría 1.A.3.a – Fase crucero (CCD) $$E_{cont.} = \sum_{Tipo\ aeronave} DA_{Consumo\ comb.,tipo\ aeronave}\ X\ FE_{cont.,tipo\ comb.,tipo\ aeronave}$$ Subcategoría 1.A.3.a – Fase despegue aterrizaje (LTO) $$E_{cont.} = \sum_{Tipo\ aeronave} DA_{Ciclos\ LTO.,tipo\ aeronave}\ X\ FE_{cont.,,tipo\ aeronave}$$ Subcategoría 1.A.3.bi – 1.A.3.biv, 1.A.3.bvi y 1.A.3.bvii $$E_{i,j} = \sum_{k} (N_{j,k}\ x\ M_{j,k}\ x\ EF_{i,j,k})$$ Donde: $E_{i,j}$: Emisión del contaminante *i* en la categoría vehicular *j* $N_{j,k}$: Número de vehículos en la flota nacional de categoría vehicular *j* y tecnología *k* [veh] $M_{j,k}$: Distancia media anual recorrida por vehículo de la categoría vehicular *j* y tecnología *k* [km/veh] $FE_{i,j,k}$: Factor de emisión específico para el contaminante *i* en la categoría vehicular *j* y la tecnología *k* [g/veh-km] Subcategoría 1.A.3.bv $$Emisión = Número\ de\ vehículos\ x\ \text{FE}$$ Subcategoría 1.A.3.c y 1.A.3.d $$Emisión = consumo\ de\ combustible\ x\ \text{FE}$$

Cuadro 64. Ecuaciones de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por sectores de la subcategoría de Transporte (1.A.3.).

Las emisiones de aviación y transporte terrestre se calcularon principalmente con un nivel metodológico 2, mientras que las emisiones evaporativas, por desgaste, de navegación y ferrocarriles se estimaron con nivel metodológico 1. Los factores de emisión específicos para cada subcategoría se detallan a continuación.

Tabla 357. Metodología y factores de emisión – Subcategoría transporte (1.A.3.).

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
1.A.3.aii. Aviación de cabotaje	NO_x, CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	Combustible Jet A1 Fase CCD: EMEP/EEA 2013 PART B CH1.A.3a Tabla 3-3 Ciclo LTO: Annex 5 - Máster emissions calculator 2019	**Ciclo LTO** A300 codeA306/A30B 23,77 kg NOx/LTO A300 codeA306/A30B 1,29 kg SO_2/LTO A300 codeA306/A30B 13,73 kg CO/LTO A300 codeA306/A30B 0,5 kg COVDM/LTO A300 codeA306/A30B 0,1443 kg PM_{10}/LTO A300 codeA306/A30B 0,1443 kg $PM_{2.5}$/LTO A300 codeA306/A30B CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ A330-200/300 codeA332/33 35,32 kg NOx/LTO A330-200/300 codeA332/33 1,82 kg SO_2/LTO A330-200/300 codeA332/33 21,19 kg CO/LTO A330-200/300 codeA332/33 0,5 kg COVDM/LTO A330-200/300 codeA332/33 0,1591 kg PM_{10}/LTO A330-200/300 codeA332/33 0,1591 kg $PM_{2.5}$/LTO A330-200/300 codeA332/33 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ A319 codeA319 7,46 kg NOx/LTO A319 codeA319 0,58 kg SO_2/LTO A319 codeA319 9,49 kg CO/LTO A319 codeA319 0,5 kg COVDM/LTO A319 codeA319 0,0581 kg PM_{10}/LTO A319 codeA319 0,0581 kg $PM_{2.5}$/LTO A319 codeA319 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ Beech King Air codeC425 0,31 kg NOx/LTO Beech King Air codeC425 0,05 kg SO_2/LTO Beech King Air codeC425 0,99 kg CO/LTO Beech King Air codeC425 0,5 kg COVDM/LTO Beech King Air codeC425 0 kg PM_{10}/LTO Beech King Air codeC425 0 kg $PM_{2.5}$/LTO Beech King Air codeC425 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ Cessna 525/560 codeC525/C560 0,91 kg NOx/LTO Cessna 525/560 codeC525/C560 0,15 kg SO_2/LTO Cessna 525/560 codeC525/C560 12,58 kg CO/LTO Cessna 525/560 codeC525/C560 0,5 kg COVDM/LTO Cessna 525/560 codeC525/C560 0,1022 kg PM_{10}/LTO Cessna 525/560 codeC525/C560 0,1022 kg $PM_{2.5}$/LTO Cessna 525/560 codeC525/C560 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ DHC8-100 codeAN24 0,39 kg NOx/LTO DHC8-100 codeAN24 0,24 kg SO_2/LTO DHC8-100 codeAN24 24,6 kg CO/LTO DHC8-100 codeAN24 0,5 kg COVDM/LTO DHC8-100 codeAN24 0 kg PM_{10}/LTO DHC8-100 codeAN24 0 kg $PM_{2.5}$/LTO DHC8-100 codeAN24 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ A320 codeA320 11,28 kg NOx/LTO A320 codeA320 0,69 kg SO_2/LTO A320 codeA320 8,25 kg CO/LTO A320 codeA320 0,5 kg COVDM/LTO A320 codeA320 0,0661 kg PM_{10}/LTO A320 codeA320 0,0661 kg $PM_{2.5}$/LTO A320 codeA320 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ 767-300 codeB763 26,67 kg NOx/LTO 767-300 codeB763 1,45 kg SO_2/LTO 767-300 codeB763 29,65 kg CO/LTO 767-300 codeB763 0,5 kg COVDM/LTO 767-300 codeB763 0,1575 kg PM_{10}/LTO 767-300 codeB763 0,1575 kg $PM_{2.5}$/LTO 767-300 codeB763 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ 727-200 codeB722 12,65 kg NOx/LTO 727-200 codeB722 1,24 kg SO_2/LTO 727-200 codeB722 12,73 kg CO/LTO 727-200 codeB722 0,5 kg COVDM/LTO 727-200 codeB722 0,1047 kg PM_{10}/LTO 727-200 codeB722 0,1047 kg $PM_{2.5}$/LTO 727-200 codeB722 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ MD-80 codeB721/722 12,65 kg NOx/LTO MD-80 codeB721/722 1,24 kg SO_2/LTO
	COVDM	Nivel 1	Combustible Jet A1 Fase CCD: EMEP/EEA 2013 PART B CH1.A.3a Tabla 3-3 Ciclo LTO: EMEP/EEA 2013 PART B CH1.A.3a Tabla 3-3	

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				MD-80 codeB721/722 12,73 kg CO/LTO
				MD-80 codeB721/722 0,5 kg COVDM/LTO
				MD-80 codeB721/722 0,1047 kg PM_{10}/LTO
				MD-80 codeB721/722 0,1047 kg $PM_{2.5}$/LTO
				MD-80 codeB721/722 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				DC-9 codeF28 4,32 kg NOx/LTO
				DC-9 codeF28 0,53 kg SO_2/LTO
				DC-9 codeF28 10,41 kg CO/LTO
				DC-9 codeF28 0,5 kg COVDM/LTO
				DC-9 codeF28 0,2054 kg PM_{10}/LTO
				DC-9 codeF28 0,2054 kg $PM_{2.5}$/LTO
				DC-9 codeF28 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				767-200 codeB762 23,76 kg NOx/LTO
				767-200 codeB762 1,23 kg SO_2/LTO
				767-200 codeB762 14,8 kg CO/LTO
				767-200 codeB762 0,5 kg COVDM/LTO
				767-200 codeB762 0,1617 kg PM_{10}/LTO
				767-200 codeB762 0,1617 kg $PM_{2.5}$/LTO
				767-200 codeB762 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				ATR72-500 codeE120 1,5 kg NOx/LTO
				ATR72-500 codeE120 0,17 kg SO_2/LTO
				ATR72-500 codeE120 2,21 kg CO/LTO
				ATR72-500 codeE120 0,5 kg COVDM/LTO
				ATR72-500 codeE120 0 kg PM_{10}/LTO
				ATR72-500 codeE120 0 kg $PM_{2.5}$/LTO
				ATR72-500 codeE120 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				757-200 codeB752 14,98 kg NOx/LTO
				757-200 codeB752 1,14 kg SO_2/LTO
				757-200 codeB752 12,25 kg CO/LTO
				757-200 codeB752 0,5 kg COVDM/LTO
				757-200 codeB752 0,1599 kg PM_{10}/LTO
				757-200 codeB752 0,1599 kg $PM_{2.5}$/LTO
				757-200 codeB752 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				727-100 codeB721 12,65 kg NOx/LTO
				727-100 codeB721 1,24 kg SO_2/LTO
				727-100 codeB721 12,73 kg CO/LTO
				727-100 codeB721 0,5 kg COVDM/LTO
				727-100 codeB721 0,1047 kg PM_{10}/LTO
				727-100 codeB721 0,1047 kg $PM_{2.5}$/LTO
				727-100 codeB721 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				737-100/200 codeB732 7,3 kg NOx/LTO
				737-100/200 codeB732 0,76 kg SO_2/LTO
				737-100/200 codeB732 6,35 kg CO/LTO
				737-100/200 codeB732 0,5 kg COVDM/LTO
				737-100/200 codeB732 0,1578 kg PM_{10}/LTO
				737-100/200 codeB732 0,1578 kg $PM_{2.5}$/LTO
				737-100/200 codeB732 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				Dornier 328 Jet codeE120 1,5 kg NOx/LTO
				Dornier 328 Jet codeE120 0,17 kg SO_2/LTO
				Dornier 328 Jet codeE120 2,21 kg CO/LTO
				Dornier 328 Jet codeE120 0,5 kg COVDM/LTO
				Dornier 328 Jet codeE120 0 kg PM_{10}/LTO
				Dornier 328 Jet codeE120 0 kg $PM_{2.5}$/LTO
				Dornier 328 Jet codeE120 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				DC-8-50/60/70 codeIL62 18,88 kg NOx/LTO
				DC-8-50/60/70 codeIL62 2,32 kg SO_2/LTO
				DC-8-50/60/70 codeIL62 81,37 kg CO/LTO
				DC-8-50/60/70 codeIL62 0,5 kg COVDM/LTO
				DC-8-50/60/70 codeIL62 1,2265 kg PM_{10}/LTO
				DC-8-50/60/70 codeIL62 1,2265 kg $PM_{2.5}$/LTO
				DC-8-50/60/70 codeIL62 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				737-700 codeB737 10,3 kg NOx/LTO
				737-700 codeB737 0,69 kg SO_2/LTO
				737-700 codeB737 8 kg CO/LTO
				737-700 codeB737 0,5 kg COVDM/LTO
				737-700 codeB737 0,068 kg PM_{10}/LTO
				737-700 codeB737 0,068 kg $PM_{2.5}$/LTO
				737-700 codeB737 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				DC-10 codeDC10 35,65 kg NOx/LTO
				DC-10 codeDC10 1,94 kg SO_2/LTO
				DC-10 codeDC10 20,59 kg CO/LTO
				DC-10 codeDC10 0,5 kg COVDM/LTO
				DC-10 codeDC10 0,2165 kg PM_{10}/LTO
				DC-10 codeDC10 0,2165 kg $PM_{2.5}$/LTO
				DC-10 codeDC10 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				Fokker 100/70/28 codeF100 5,63 kg NOx/LTO
				Fokker 100/70/28 codeF100 0,57 kg SO_2/LTO
				Fokker 100/70/28 codeF100 8,88 kg CO/LTO

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				Fokker 100/70/28 codeF100 0,5 kg COVDM/LTO Fokker 100/70/28 codeF100 0,2346 kg PM_{10}/LTO Fokker 100/70/28 codeF100 0,2346 kg $PM_{2.5}$/LTO Fokker 100/70/28 codeF100 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ ERJ-145 codeE145 3,13 kg NOx/LTO ERJ-145 codeE145 0,27 kg SO_2/LTO ERJ-145 codeE145 2,94 kg CO/LTO ERJ-145 codeE145 0,5 kg COVDM/LTO ERJ-145 codeE145 0,0235 kg PM_{10}/LTO ERJ-145 codeE145 0,0235 kg $PM_{2.5}$/LTO ERJ-145 codeE145 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ Gulfstream V codeFA7X 3,14 kg NOx/LTO Gulfstream V codeFA7X 0,36 kg SO_2/LTO Gulfstream V codeFA7X 8,69 kg CO/LTO Gulfstream V codeFA7X 0,5 kg COVDM/LTO Gulfstream V codeFA7X 0,0277 kg PM_{10}/LTO Gulfstream V codeFA7X 0,0277 kg $PM_{2.5}$/LTO Gulfstream V codeFA7X CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ 737-300/400/500 codeB733/34/35 7,19 kg NOx/LTO 737-300/400/500 codeB733/34/35 0,66 kg SO_2/LTO 737-300/400/500 codeB733/34/35 13,04 kg CO/LTO 737-300/400/500 codeB733/34/35 0,5 kg COVDM/LTO 737-300/400/500 codeB733/34/35 0,0554 kg PM_{10}/LTO 737-300/400/500 codeB733/34/35 0,0554 kg $PM_{2.5}$/LTO 737-300/400/500 codeB733/34/35 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ 737-800/900 codeB738/39 12,3 kg NOx/LTO 737-800/900 codeB738/39 0,74 kg SO_2/LTO 737-800/900 codeB738/39 7,07 kg CO/LTO 737-800/900 codeB738/39 0,5 kg COVDM/LTO 737-800/900 codeB738/39 0,0741 kg PM_{10}/LTO 737-800/900 codeB738/39 0,0741 kg $PM_{2.5}$/LTO 737-800/900 codeB738/39 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ 747-100 codeB742 47,54 kg NOx/LTO 747-100 codeB742 2,58 kg SO_2/LTO 747-100 codeB742 27,46 kg CO/LTO 747-100 codeB742 0,5 kg COVDM/LTO 747-100 codeB742 0,2886 kg PM_{10}/LTO 747-100 codeB742 0,2886 kg $PM_{2.5}$/LTO 747-100 codeB742 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ 747-200 codeB742 47,54 kg NOx/LTO 747-200 codeB742 2,58 kg SO_2/LTO 747-200 codeB742 27,46 kg CO/LTO 747-200 codeB742 0,5 kg COVDM/LTO 747-200 codeB742 0,2886 kg PM_{10}/LTO 747-200 codeB742 0,2886 kg $PM_{2.5}$/LTO 747-200 codeB742 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ 747-400 codeB744 44,45 kg NOx/LTO 747-400 codeB744 2,79 kg SO_2/LTO 747-400 codeB744 25,27 kg CO/LTO 747-400 codeB744 0,5 kg COVDM/LTO 747-400 codeB744 0,2143 kg PM_{10}/LTO 747-400 codeB744 0,2143 kg $PM_{2.5}$/LTO 747-400 codeB744 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ 777-200/300 codeB772/73 61,24 kg NOx/LTO 777-200/300 codeB772/73 2,02 kg SO_2/LTO 777-200/300 codeB772/73 12,31 kg CO/LTO 777-200/300 codeB772/73 0,5 kg COVDM/LTO 777-200/300 codeB772/73 0,1613 kg PM_{10}/LTO 777-200/300 codeB772/73 0,1613 kg $PM_{2.5}$/LTO 777-200/300 codeB772/73 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ A310 codeA310 18,68 kg NOx/LTO A310 codeA310 1,29 kg SO_2/LTO A310 codeA310 13,92 kg CO/LTO A310 codeA310 0,5 kg COVDM/LTO A310 codeA310 0,0961 kg PM_{10}/LTO A310 codeA310 0,0961 kg $PM_{2.5}$/LTO A310 codeA310 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ A340-200 codeA342 28,31 kg NOx/LTO A340-200 codeA342 1,56 kg SO_2/LTO A340-200 codeA342 26,19 kg CO/LTO A340-200 codeA342 0,5 kg COVDM/LTO A340-200 codeA342 0,4205 kg PM_{10}/LTO A340-200 codeA342 0,4205 kg $PM_{2.5}$/LTO A340-200 codeA342 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ A340-300 codeA342 28,31 kg NOx/LTO A340-300 codeA342 1,56 kg SO_2/LTO A340-300 codeA342 26,19 kg CO/LTO A340-300 codeA342 0,5 kg COVDM/LTO

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				A340-300 codeA342 0,4205 kg PM_{10}/LTO
				A340-300 codeA342 0,4205 kg $PM_{2.5}$/LTO
				A340-300 codeA342 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				A340-500/600 codeA345/46 64,67 kg NOx/LTO
				A340-500/600 codeA345/46 2,83 kg SO_2/LTO
				A340-500/600 codeA345/46 15,05 kg CO/LTO
				A340-500/600 codeA345/46 0,5 kg COVDM/LTO
				A340-500/600 codeA345/46 0,2049 kg PM_{10}/LTO
				A340-500/600 codeA345/46 0,2049 kg $PM_{2.5}$/LTO
				A340-500/600 codeA345/46 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				MD-11 codeMD11 38,17 kg NOx/LTO
				MD-11 codeMD11 2,21 kg SO_2/LTO
				MD-11 codeMD11 18,28 kg CO/LTO
				MD-11 codeMD11 0,5 kg COVDM/LTO
				MD-11 codeMD11 0,1731 kg PM_{10}/LTO
				MD-11 codeMD11 0,1731 kg $PM_{2.5}$/LTO
				MD-11 codeMD11 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				TU-134 codeF28 4,32 kg NOx/LTO
				TU-134 codeF28 0,53 kg SO_2/LTO
				TU-134 codeF28 10,41 kg CO/LTO
				TU-134 codeF28 0,5 kg COVDM/LTO
				TU-134 codeF28 0,2054 kg PM_{10}/LTO
				TU-134 codeF28 0,2054 kg $PM_{2.5}$/LTO
				TU-134 codeF28 CN : 0,48 % $PM_{2.5}$
				747-300 codeB743 47,54 kg NOx/LTO
				747-300 codeB743 2,58 kg SO_2/LTO
				747-300 codeB743 27,46 kg CO/LTO
				747-300 codeB743 0,5 kg COVDM/LTO
				747-300 codeB743 0,2886 kg PM_{10}/LTO
				747-300 codeB743 0,2886 kg $PM_{2.5}$/LTO
				747-300 codeB743 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				A321 codeA321 17,29 kg NOx/LTO
				A321 codeA321 0,87 kg SO_2/LTO
				A321 codeA321 4,48 kg CO/LTO
				A321 codeA321 0,5 kg COVDM/LTO
				A321 codeA321 0,1781 kg PM_{10}/LTO
				A321 codeA321 0,1781 kg $PM_{2.5}$/LTO
				A321 codeA321 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				CRJ-100ER codeE145 3,13 kg NOx/LTO
				CRJ-100ER codeE145 0,27 kg SO_2/LTO
				CRJ-100ER codeE145 2,94 kg CO/LTO
				CRJ-100ER codeE145 0,5 kg COVDM/LTO
				CRJ-100ER codeE145 0,023 kg PM_{10}/LTO
				CRJ-100ER codeE145 0,023 kg $PM_{2.5}$/LTO
				CRJ-100ER codeE145 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				707 codeIL62 18,88 kg NOx/LTO
				707 codeIL62 2,32 kg SO_2/LTO
				707 codeIL62 81,37 kg CO/LTO
				707 codeIL62 0,5 kg COVDM/LTO
				707 codeIL62 1,2265 kg PM_{10}/LTO
				707 codeIL62 1,2265 kg $PM_{2.5}$/LTO
				707 codeIL62 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				757-300 codeB753 17,85 kg NOx/LTO
				757-300 codeB753 1,23 kg SO_2/LTO
				757-300 codeB753 11,63 kg CO/LTO
				757-300 codeB753 0,5 kg COVDM/LTO
				757-300 codeB753 0,1742 kg PM_{10}/LTO
				757-300 codeB753 0,1742 kg $PM_{2.5}$/LTO
				757-300 codeB753 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				767-400 codeB764 24,84 kg NOx/LTO
				767-400 codeB764 1,46 kg SO_2/LTO
				767-400 codeB764 12,33 kg CO/LTO
				767-400 codeB764 0,5 kg COVDM/LTO
				767-400 codeB764 0,114 kg PM_{10}/LTO
				767-400 codeB764 0,114 kg $PM_{2.5}$/LTO
				767-400 codeB764 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				737-600 codeB736 7,66 kg NOx/LTO
				737-600 codeB736 0,61 kg SO_2/LTO
				737-600 codeB736 8,65 kg CO/LTO
				737-600 codeB736 0,5 kg COVDM/LTO
				737-600 codeB736 0,0556 kg PM_{10}/LTO
				737-600 codeB736 0,0556 kg $PM_{2.5}$/LTO
				737-600 codeB736 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$
				RJ-RJ85 codeF70 5,63 kg NOx/LTO
				RJ-RJ85 codeF70 0,57 kg SO_2/LTO
				RJ-RJ85 codeF70 8,88 kg CO/LTO
				RJ-RJ85 codeF70 0,5 kg COVDM/LTO
				RJ-RJ85 codeF70 0,2346 kg PM_{10}/LTO

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				RJ-RJ85 codeF70 0,2346 kg $PM_{2.5}$/LTO RJ-RJ85 codeF70 CN: 0,48 % $PM_{2.5}$ TU-154-M codeB722 12,65 kg NOx/LTO TU-154-M codeB722 1,24 kg SO_2/LTO TU-154-M codeB722 12,73 kg CO/LTO TU-154-M codeB722 0,5 kg COVDM/LTO TU-154-M codeB722 0,1047 kg PM_{10}/LTO TU-154-M codeB722 0,1047 kg $PM_{2.5}$/LTO TU-154-M codeB722 CN : 0,48 % $PM_{2.5}$ **Fase CCD – vuelos nacionales** 10,3 kg NOx/ton fuel 1 kg SO_2/ton fuel 2 kg CO/ton fuel 0,1 kg COVDM/ton fuel 0,2 kg PM_{10}/ton fuel 0,2 kg $PM_{2.5}$/ton fuel CN : 0,48 % $PM_{2.5}$ **Fase CCD – vuelos internacionales** 12,8 kg NOx/ton fuel 1 kg SO_2/ton fuel 1,1 kg CO/ton fuel 0,5 kg COVDM/ton fuel 0,2 kg PM_{10}/ton fuel 0,2 kg $PM_{2.5}$/ton fuel CN : 0,48 % $PM_{2.5}$
	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	Combustible Avgas EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3a Tabla 3-3	**Ciclo LTO – vuelos nacionales** 4 kg NOx/ton fuel 1 kg SO_2/ton fuel 1200 kg CO/ton fuel 19 kg COVDM/ton fuel 0,064 kg PM_{10}/ton fuel 0,064 kg $PM_{2.5}$/ton fuel CN : 0,15 % $PM_{2.5}$ **Fase CCD – vuelos nacionales** 4 kg NOx/ton fuel 1 kg SO_2/ton fuel 1200 kg CO/ton fuel 19 kg COVDM/ton fuel 0,064 kg PM_{10}/ton fuel 0,064 kg $PM_{2.5}$/ton fuel CN : 0,15 % $PM_{2.5}$
1.A.3.bi. Automóviles 1.A.3.bii. Camiones para servicio ligero 1.A.3.biii. Camiones para servicio pesado y autobuses 1.A.3.biv. Motocicletas	NO_x, CO, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3.B.i-iv Tablas 3-17 a 3-26	**NO_x** TAXI DIESEL Pre-Euro 0,546 g NOx/km TAXI DIESEL Euro 1 0,69 g NOx/km TAXI DIESEL Euro 2 0,716 g NOx/km TAXI GAS GASOL Pre-Euro 0,056 g NOx/km TAXI GAS GASOL Euro 1 0,056 g NOx/km TAXI GAS GASOL Euro 2 0,056 g NOx/km TAXI GASOLINA Pre-Euro 2,53 g NOx/km TAXI GASOLINA Euro 1 0,485 g NOx/km TAXI GASOLINA Euro 2 0,255 g NOx/km TAXI GNV Pre-Euro 0,056 g NOx/km TAXI GNV Euro 1 0,056 g NOx/km TAXI GNV Euro 2 0,056 g NOx/km AUTOMOVIL DIESEL Pre-Euro 0,546 g NOx/km AUTOMOVIL DIESEL Euro 1 0,69 g NOx/km AUTOMOVIL DIESEL Euro 2 0,716 g NOx/km AUTOMOVIL GAS GASOL Pre-Euro 0,056 g NOx/km AUTOMOVIL GAS GASOL Euro 1 0,056 g NOx/km AUTOMOVIL GAS GASOL Euro 2 0,056 g NOx/km AUTOMOVIL GASOLINA Pre-Euro 2,53 g NOx/km AUTOMOVIL GASOLINA Euro 1 0,485 g NOx/km AUTOMOVIL GASOLINA Euro 2 0,255 g NOx/km AUTOMOVIL GNV Pre-Euro 0,056 g NOx/km AUTOMOVIL GNV Euro 1 0,056 g NOx/km AUTOMOVIL GNV Euro 2 0,056 g NOx/km BUS DIESEL Pre-Euro 16,5 g NOx/km BUS DIESEL Euro 4 3,09 g NOx/km BUS GAS GASOL Pre-Euro 16,5 g NOx/km BUS GAS GASOL Euro 4 10 g NOx/km BUS GASOLINA Pre-Euro 6,6 g NOx/km BUS GASOLINA Euro 4 6,6 g NOx/km BUS GNV Pre-Euro 16,5 g NOx/km BUS GNV Euro 4 10 g NOx/km BUSETA DIESEL Pre-Euro 16,5 g NOx/km BUSETA DIESEL Euro 4 3,09 g NOx/km BUSETA GAS GASOL Pre-Euro 16,5 g NOx/km BUSETA GAS GASOL Euro 4 10 g NOx/km

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				BUSETA GASOLINA Pre-Euro 6,6 g NOx/km BUSETA GASOLINA Euro 4 6,6 g NOx/km BUSETA GNV Pre-Euro 16,5 g NOx/km BUSETA GNV Euro 4 10 g NOx/km CAMION DIESEL Pre-Euro 4,7 g NOx/km CAMION DIESEL Euro 1 3,37 g NOx/km CAMION DIESEL Euro 2 3,49 g NOx/km CAMION DIESEL Euro 4 1,64 g NOx/km CAMION GAS GASOL Pre-Euro 0 g NOx/km CAMION GAS GASOL Euro 1 0 g NOx/km CAMION GAS GASOL Euro 2 0 g NOx/km CAMION GAS GASOL Euro 4 0 g NOx/km CAMION GASOLINA Pre-Euro 6,6 g NOx/km CAMION GASOLINA Euro 1 6,6 g NOx/km CAMION GASOLINA Euro 2 6,6 g NOx/km CAMION GASOLINA Euro 4 6,6 g NOx/km CAMION GNV Pre-Euro 0 g NOx/km CAMION GNV Euro 1 0 g NOx/km CAMION GNV Euro 2 0 g NOx/km CAMION GNV Euro 4 0 g NOx/km CAMIONETA DIESEL Pre-Euro 1,66 g NOx/km CAMIONETA DIESEL Euro 1 1,22 g NOx/km CAMIONETA DIESEL Euro 2 1,22 g NOx/km CAMIONETA DIESEL Euro 4 0,831 g NOx/km CAMIONETA GAS GASOL Pre-Euro 0 g NOx/km CAMIONETA GAS GASOL Euro 1 0 g NOx/km CAMIONETA GAS GASOL Euro 2 0 g NOx/km CAMIONETA GAS GASOL Euro 4 0 g NOx/km CAMIONETA GASOLINA Pre-Euro 3,09 g NOx/km CAMIONETA GASOLINA Euro 1 0,563 g NOx/km CAMIONETA GASOLINA Euro 2 0,23 g NOx/km CAMIONETA GASOLINA Euro 4 0,064 g NOx/km CAMIONETA GNV Pre-Euro 0 g NOx/km CAMIONETA GNV Euro 1 0 g NOx/km CAMIONETA GNV Euro 2 0 g NOx/km CAMIONETA GNV Euro 4 0 g NOx/km CAMPERO DIESEL Pre-Euro 0,546 g NOx/km CAMPERO DIESEL Euro 1 0,69 g NOx/km CAMPERO DIESEL Euro 2 0,716 g NOx/km CAMPERO GAS GASOL Pre-Euro 0,056 g NOx/km CAMPERO GAS GASOL Euro 1 0,056 g NOx/km CAMPERO GAS GASOL Euro 2 0,056 g NOx/km CAMPERO GASOLINA Pre-Euro 2,53 g NOx/km CAMPERO GASOLINA Euro 1 0,485 g NOx/km CAMPERO GASOLINA Euro 2 0,255 g NOx/km CAMPERO GNV Pre-Euro 0,056 g NOx/km CAMPERO GNV Euro 1 0,056 g NOx/km CAMPERO GNV Euro 2 0,056 g NOx/km MICROBUS DIESEL Pre-Euro 16,5 g NOx/km MICROBUS DIESEL Euro 4 3,09 g NOx/km MICROBUS GAS GASOL Pre-Euro 16,5 g NOx/km MICROBUS GAS GASOL Euro 4 10 g NOx/km MICROBUS GASOLINA Pre-Euro 6,6 g NOx/km MICROBUS GASOLINA Euro 4 6,6 g NOx/km MICROBUS GNV Pre-Euro 16,5 g NOx/km MICROBUS GNV Euro 4 10 g NOx/km TRACTOCAMION DIESEL Pre-Euro 8,92 g NOx/km TRACTOCAMION DIESEL Euro 2 5,5 g NOx/km TRACTOCAMION DIESEL Euro 4 2,65 g NOx/km TRACTOCAMION GAS GASOL Pre-Euro 0 g NOx/km TRACTOCAMION GAS GASOL Euro 2 0 g NOx/km TRACTOCAMION GAS GASOL Euro 4 0 g NOx/km TRACTOCAMION GASOLINA Pre-Euro 6,6 g NOx/km TRACTOCAMION GASOLINA Euro 2 6,6 g NOx/km TRACTOCAMION GASOLINA Euro 4 6,6 g NOx/km TRACTOCAMION GNV Pre-Euro 0 g NOx/km TRACTOCAMION GNV Euro 2 0 g NOx/km TRACTOCAMION GNV Euro 4 0 g NOx/km VOLQUETA DIESEL Pre-Euro 4,7 g NOx/km VOLQUETA DIESEL Euro 1 3,37 g NOx/km VOLQUETA DIESEL Euro 2 3,49 g NOx/km VOLQUETA DIESEL Euro 4 1,64 g NOx/km VOLQUETA GAS GASOL Pre-Euro 6,6 g NOx/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 1 6,6 g NOx/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 2 6,6 g NOx/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 4 6,6 g NOx/km VOLQUETA GASOLINA Pre-Euro 6,6 g NOx/km VOLQUETA GASOLINA Euro 1 6,6 g NOx/km

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				VOLQUETA GASOLINA Euro 2 6,6 g NOx/km VOLQUETA GASOLINA Euro 4 6,6 g NOx/km MOTOCICLETA DIESEL Pre-Euro 0,056 g NOx/km MOTOCICLETA DIESEL Euro 2 0,17 g NOx/km MOTOCICLETA GAS GASOL Pre-Euro 0,056 g NOx/km MOTOCICLETA GAS GASOL Euro 2 0,17 g NOx/km MOTOCICLETA GASOLINA Pre-Euro 0,056 g NOx/km MOTOCICLETA GASOLINA Euro 2 0,17 g NOx/km MOTOCICLETA GNV Pre-Euro 0,056 g NOx/km MOTOCICLETA GNV Euro 2 0,17 g NOx/km **CO** TAXI DIESEL Pre-Euro 0,688 g CO/km TAXI DIESEL Euro 1 0,414 g CO/km TAXI DIESEL Euro 2 0,296 g CO/km TAXI GAS GASOL Pre-Euro 0,616 g CO/km TAXI GAS GASOL Euro 1 0,616 g CO/km TAXI GAS GASOL Euro 2 0,616 g CO/km TAXI GASOLINA Pre-Euro 37,3 g CO/km TAXI GASOLINA Euro 1 3,92 g CO/km TAXI GASOLINA Euro 2 2,04 g CO/km TAXI GNV Pre-Euro 0,616 g CO/km TAXI GNV Euro 1 0,616 g CO/km TAXI GNV Euro 2 0,616 g CO/km AUTOMOVIL DIESEL Pre-Euro 0,688 g CO/km AUTOMOVIL DIESEL Euro 1 0,414 g CO/km AUTOMOVIL DIESEL Euro 2 0,296 g CO/km AUTOMOVIL GAS GASOL Pre-Euro 0,616 g CO/km AUTOMOVIL GAS GASOL Euro 1 0,616 g CO/km AUTOMOVIL GAS GASOL Euro 2 0,616 g CO/km AUTOMOVIL GASOLINA Pre-Euro 37,3 g CO/km AUTOMOVIL GASOLINA Euro 1 3,92 g CO/km AUTOMOVIL GASOLINA Euro 2 2,04 g CO/km AUTOMOVIL GNV Pre-Euro 0,616 g CO/km AUTOMOVIL GNV Euro 1 0,616 g CO/km AUTOMOVIL GNV Euro 2 0,616 g CO/km BUS DIESEL Pre-Euro 5,71 g CO/km BUS DIESEL Euro 4 0,223 g CO/km BUS GAS GASOL Pre-Euro 8,4 g CO/km BUS GAS GASOL Euro 4 1 g CO/km BUS GASOLINA Pre-Euro 59,5 g CO/km BUS GASOLINA Euro 4 59,5 g CO/km BUS GNV Pre-Euro 8,4 g CO/km BUS GNV Euro 4 1 g CO/km BUSETA DIESEL Pre-Euro 5,71 g CO/km BUSETA DIESEL Euro 4 0,223 g CO/km BUSETA GAS GASOL Pre-Euro 8,4 g CO/km BUSETA GAS GASOL Euro 4 1 g CO/km BUSETA GASOLINA Pre-Euro 59,5 g CO/km BUSETA GASOLINA Euro 4 59,5 g CO/km BUSETA GNV Pre-Euro 8,4 g CO/km BUSETA GNV Euro 4 1 g CO/km CAMION DIESEL Pre-Euro 1,85 g CO/km CAMION DIESEL Euro 1 0,657 g CO/km CAMION DIESEL Euro 2 0,537 g CO/km CAMION DIESEL Euro 4 0,047 g CO/km CAMION GAS GASOL Pre-Euro 0 g CO/km CAMION GAS GASOL Euro 1 0 g CO/km CAMION GAS GASOL Euro 2 0 g CO/km CAMION GAS GASOL Euro 4 0 g CO/km CAMION GASOLINA Pre-Euro 59,5 g CO/km CAMION GASOLINA Euro 1 59,5 g CO/km CAMION GASOLINA Euro 2 59,5 g CO/km CAMION GASOLINA Euro 4 59,5 g CO/km CAMION GNV Pre-Euro 0 g CO/km CAMION GNV Euro 1 0 g CO/km CAMION GNV Euro 2 0 g CO/km CAMION GNV Euro 4 0 g CO/km CAMIONETA DIESEL Pre-Euro 1,34 g CO/km CAMIONETA DIESEL Euro 1 0,577 g CO/km CAMIONETA DIESEL Euro 2 0,577 g CO/km CAMIONETA DIESEL Euro 4 0,375 g CO/km CAMIONETA GAS GASOL Pre-Euro 0 g CO/km CAMIONETA GAS GASOL Euro 1 0 g CO/km CAMIONETA GAS GASOL Euro 2 0 g CO/km CAMIONETA GAS GASOL Euro 4 0 g CO/km CAMIONETA GASOLINA Pre-Euro 25,5 g CO/km CAMIONETA GASOLINA Euro 1 8,82 g CO/km CAMIONETA GASOLINA Euro 2 5,89 g CO/km

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				CAMIONETA GASOLINA Euro 4 2,01 g CO/km CAMIONETA GNV Pre-Euro 0 g CO/km CAMIONETA GNV Euro 1 0 g CO/km CAMIONETA GNV Euro 2 0 g CO/km CAMIONETA GNV Euro 4 0 g CO/km CAMPERO DIESEL Pre-Euro 0,688 g CO/km CAMPERO DIESEL Euro 1 0,414 g CO/km CAMPERO DIESEL Euro 2 0,296 g CO/km CAMPERO GAS GASOL Pre-Euro 0,616 g CO/km CAMPERO GAS GASOL Euro 1 0,616 g CO/km CAMPERO GAS GASOL Euro 2 0,616 g CO/km CAMPERO GASOLINA Pre-Euro 37,3 g CO/km CAMPERO GASOLINA Euro 1 3,92 g CO/km CAMPERO GASOLINA Euro 2 2,04 g CO/km CAMPERO GNV Pre-Euro 0,616 g CO/km CAMPERO GNV Euro 1 0,616 g CO/km CAMPERO GNV Euro 2 0,616 g CO/km MICROBUS DIESEL Pre-Euro 5,71 g CO/km MICROBUS DIESEL Euro 4 0,223 g CO/km MICROBUS GAS GASOL Pre-Euro 8,4 g CO/km MICROBUS GAS GASOL Euro 4 1 g CO/km MICROBUS GASOLINA Pre-Euro 59,5 g CO/km MICROBUS GASOLINA Euro 4 59,5 g CO/km MICROBUS GNV Pre-Euro 8,4 g CO/km MICROBUS GNV Euro 4 1 g CO/km TRACTOCAMION DIESEL Pre-Euro 2,13 g CO/km TRACTOCAMION DIESEL Euro 2 0,902 g CO/km TRACTOCAMION DIESEL Euro 4 0,071 g CO/km TRACTOCAMION GAS GASOL Pre-Euro 0 g CO/km TRACTOCAMION GAS GASOL Euro 2 0 g CO/km TRACTOCAMION GAS GASOL Euro 4 0 g CO/km TRACTOCAMION GASOLINA Pre-Euro 59,5 g CO/km TRACTOCAMION GASOLINA Euro 2 59,5 g CO/km TRACTOCAMION GASOLINA Euro 4 59,5 g CO/km TRACTOCAMION GNV Pre-Euro 0 g CO/km TRACTOCAMION GNV Euro 2 0 g CO/km TRACTOCAMION GNV Euro 4 0 g CO/km VOLQUETA DIESEL Pre-Euro 1,85 g CO/km VOLQUETA DIESEL Euro 1 0,657 g CO/km VOLQUETA DIESEL Euro 2 0,537 g CO/km VOLQUETA DIESEL Euro 4 0,047 g CO/km VOLQUETA GAS GASOL Pre-Euro 0 g CO/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 1 0 g CO/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 2 0 g CO/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 4 0 g CO/km VOLQUETA GASOLINA Pre-Euro 59,5 g CO/km VOLQUETA GASOLINA Euro 1 59,5 g CO/km VOLQUETA GASOLINA Euro 2 59,5 g CO/km VOLQUETA GASOLINA Euro 4 59,5 g CO/km MOTOCICLETA DIESEL Pre-Euro 14,7 g CO/km MOTOCICLETA DIESEL Euro 2 4,2 g CO/km MOTOCICLETA GAS GASOL Pre-Euro 14,7 g CO/km MOTOCICLETA GAS GASOL Euro 2 4,2 g CO/km MOTOCICLETA GASOLINA Pre-Euro 14,7 g CO/km MOTOCICLETA GASOLINA Euro 2 4,2 g CO/km MOTOCICLETA GNV Pre-Euro 14,7 g CO/km MOTOCICLETA GNV Euro 2 4,2 g CO/km **COVDM** TAXI DIESEL Pre-Euro 0,159 g COVDM/km TAXI DIESEL Euro 1 0,047 g COVDM/km TAXI DIESEL Euro 2 0,035 g COVDM/km TAXI GAS GASOL Pre-Euro 0,035 g COVDM/km TAXI GAS GASOL Euro 1 0,035 g COVDM/km TAXI GAS GASOL Euro 2 0,035 g COVDM/km TAXI GASOLINA Pre-Euro 2,8 g COVDM/km TAXI GASOLINA Euro 1 0,53 g COVDM/km TAXI GASOLINA Euro 2 0,251 g COVDM/km TAXI GNV Pre-Euro 0,035 g COVDM/km TAXI GNV Euro 1 0,035 g COVDM/km TAXI GNV Euro 2 0,035 g COVDM/km AUTOMOVIL DIESEL Pre-Euro 0,159 g COVDM/km AUTOMOVIL DIESEL Euro 1 0,047 g COVDM/km AUTOMOVIL DIESEL Euro 2 0,035 g COVDM/km AUTOMOVIL GAS GASOL Pre-Euro 0,035 g COVDM/km AUTOMOVIL GAS GASOL Euro 1 0,035 g COVDM/km AUTOMOVIL GAS GASOL Euro 2 0,035 g COVDM/km AUTOMOVIL GASOLINA Pre-Euro 2,8 g COVDM/km AUTOMOVIL GASOLINA Euro 1 0,53 g COVDM/km

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				AUTOMOVIL GASOLINA Euro 2 0,251 g COVDM/km
				AUTOMOVIL GNV Pre-Euro 0,035 g COVDM/km
				AUTOMOVIL GNV Euro 1 0,035 g COVDM/km
				AUTOMOVIL GNV Euro 2 0,035 g COVDM/km
				BUS DIESEL Pre-Euro 1,99 g COVDM/km
				BUS DIESEL Euro 4 0,022 g COVDM/km
				BUS GAS GASOL Pre-Euro 0,371 g COVDM/km
				BUS GAS GASOL Euro 4 0,052 g COVDM/km
				BUS GASOLINA Pre-Euro 5,25 g COVDM/km
				BUS GASOLINA Euro 4 5,25 g COVDM/km
				BUS GNV Pre-Euro 0,371 g COVDM/km
				BUS GNV Euro 4 0,052 g COVDM/km
				BUSETA DIESEL Pre-Euro 1,99 g COVDM/km
				BUSETA DIESEL Euro 4 0,022 g COVDM/km
				BUSETA GAS GASOL Pre-Euro 0,371 g COVDM/km
				BUSETA GAS GASOL Euro 4 0,052 g COVDM/km
				BUSETA GASOLINA Pre-Euro 5,25 g COVDM/km
				BUSETA GASOLINA Euro 4 5,25 g COVDM/km
				BUSETA GNV Pre-Euro 0,371 g COVDM/km
				BUSETA GNV Euro 4 0,052 g COVDM/km
				CAMION DIESEL Pre-Euro 1,07 g COVDM/km
				CAMION DIESEL Euro 1 0,193 g COVDM/km
				CAMION DIESEL Euro 2 0,123 g COVDM/km
				CAMION DIESEL Euro 4 0,005 g COVDM/km
				CAMION GAS GASOL Pre-Euro 0 g COVDM/km
				CAMION GAS GASOL Euro 1 0 g COVDM/km
				CAMION GAS GASOL Euro 2 0 g COVDM/km
				CAMION GAS GASOL Euro 4 0 g COVDM/km
				CAMION GASOLINA Pre-Euro 5,25 g COVDM/km
				CAMION GASOLINA Euro 1 5,25 g COVDM/km
				CAMION GASOLINA Euro 2 5,25 g COVDM/km
				CAMION GASOLINA Euro 4 5,25 g COVDM/km
				CAMION GNV Pre-Euro 0 g COVDM/km
				CAMION GNV Euro 1 0 g COVDM/km
				CAMION GNV Euro 2 0 g COVDM/km
				CAMION GNV Euro 4 0 g COVDM/km
				CAMIONETA DIESEL Pre-Euro 0,133 g COVDM/km
				CAMIONETA DIESEL Euro 1 0,141 g COVDM/km
				CAMIONETA DIESEL Euro 2 0,149 g COVDM/km
				CAMIONETA DIESEL Euro 4 0,035 g COVDM/km
				CAMIONETA GAS GASOL Pre-Euro 0 g COVDM/km
				CAMIONETA GAS GASOL Euro 1 0 g COVDM/km
				CAMIONETA GAS GASOL Euro 2 0 g COVDM/km
				CAMIONETA GAS GASOL Euro 4 0 g COVDM/km
				CAMIONETA GASOLINA Pre-Euro 3,44 g COVDM/km
				CAMIONETA GASOLINA Euro 1 0,614 g COVDM/km
				CAMIONETA GASOLINA Euro 2 0,304 g COVDM/km
				CAMIONETA GASOLINA Euro 4 0,128 g COVDM/km
				CAMIONETA GNV Pre-Euro 0 g COVDM/km
				CAMIONETA GNV Euro 1 0 g COVDM/km
				CAMIONETA GNV Euro 2 0 g COVDM/km
				CAMIONETA GNV Euro 4 0 g COVDM/km
				CAMPERO DIESEL Pre-Euro 0,159 g COVDM/km
				CAMPERO DIESEL Euro 1 0,047 g COVDM/km
				CAMPERO DIESEL Euro 2 0,035 g COVDM/km
				CAMPERO GAS GASOL Pre-Euro 0,035 g COVDM/km
				CAMPERO GAS GASOL Euro 1 0,035 g COVDM/km
				CAMPERO GAS GASOL Euro 2 0,035 g COVDM/km
				CAMPERO GASOLINA Pre-Euro 2,8 g COVDM/km
				CAMPERO GASOLINA Euro 1 0,53 g COVDM/km
				CAMPERO GASOLINA Euro 2 0,251 g COVDM/km
				CAMPERO GNV Pre-Euro 0,035 g COVDM/km
				CAMPERO GNV Euro 1 0,035 g COVDM/km
				CAMPERO GNV Euro 2 0,035 g COVDM/km
				MICROBUS DIESEL Pre-Euro 1,99 g COVDM/km
				MICROBUS DIESEL Euro 4 0,022 g COVDM/km
				MICROBUS GAS GASOL Pre-Euro 0,371 g COVDM/km
				MICROBUS GAS GASOL Euro 4 0,052 g COVDM/km
				MICROBUS GASOLINA Pre-Euro 5,25 g COVDM/km
				MICROBUS GASOLINA Euro 4 5,25 g COVDM/km
				MICROBUS GNV Pre-Euro 0,371 g COVDM/km
				MICROBUS GNV Euro 4 0,052 g COVDM/km
				TRACTOCAMION DIESEL Pre-Euro 0,776 g COVDM/km
				TRACTOCAMION DIESEL Euro 2 0,207 g COVDM/km
				TRACTOCAMION DIESEL Euro 4 0,008 g COVDM/km
				TRACTOCAMION GAS GASOL Pre-Euro 0 g COVDM/km
				TRACTOCAMION GAS GASOL Euro 2 0 g COVDM/km
				TRACTOCAMION GAS GASOL Euro 4 0 g COVDM/km

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				TRACTOCAMION GASOLINA Pre-Euro 5,25 g COVDM/km TRACTOCAMION GASOLINA Euro 2 5,25 g COVDM/km TRACTOCAMION GASOLINA Euro 4 5,25 g COVDM/km TRACTOCAMION GNV Pre-Euro 0 g COVDM/km TRACTOCAMION GNV Euro 2 0 g COVDM/km TRACTOCAMION GNV Euro 4 0 g COVDM/km VOLQUETA DIESEL Pre-Euro 1,07 g COVDM/km VOLQUETA DIESEL Euro 1 0,193 g COVDM/km VOLQUETA DIESEL Euro 2 0,123 g COVDM/km VOLQUETA DIESEL Euro 4 0,005 g COVDM/km VOLQUETA GAS GASOL Pre-Euro 0 g COVDM/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 1 0 g COVDM/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 2 0 g COVDM/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 4 0 g COVDM/km VOLQUETA GASOLINA Pre-Euro 5,25 g COVDM/km VOLQUETA GASOLINA Euro 1 5,25 g COVDM/km VOLQUETA GASOLINA Euro 2 5,25 g COVDM/km VOLQUETA GASOLINA Euro 4 5,25 g COVDM/km MOTOCICLETA DIESEL Pre-Euro 8,18 g COVDM/km MOTOCICLETA DIESEL Euro 2 0,77 g COVDM/km MOTOCICLETA GAS GASOL Pre-Euro 8,18 g COVDM/km MOTOCICLETA GAS GASOL Euro 2 0,77 g COVDM/km MOTOCICLETA GASOLINA Pre-Euro 8,18 g COVDM/km MOTOCICLETA GASOLINA Euro 2 0,77 g COVDM/km MOTOCICLETA GNV Pre-Euro 8,18 g COVDM/km MOTOCICLETA GNV Euro 2 0,77 g COVDM/km **$PM_{2.5}$** TAXI DIESEL Pre-Euro 0,2209 g $PM_{2.5}$/km TAXI DIESEL Euro 1 0,0842 g $PM_{2.5}$/km TAXI DIESEL Euro 2 0,0548 g $PM_{2.5}$/km TAXI GAS GASOL Pre-Euro 0,0011 g $PM_{2.5}$/km TAXI GAS GASOL Euro 1 0,0011 g $PM_{2.5}$/km TAXI GAS GASOL Euro 2 0,0011 g $PM_{2.5}$/km TAXI GASOLINA Pre-Euro 0,0022 g $PM_{2.5}$/km TAXI GASOLINA Euro 1 0,0022 g $PM_{2.5}$/km TAXI GASOLINA Euro 2 0,0022 g $PM_{2.5}$/km TAXI GNV Pre-Euro 0,0011 g $PM_{2.5}$/km TAXI GNV Euro 1 0,0011 g $PM_{2.5}$/km TAXI GNV Euro 2 0,0011 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL DIESEL Pre-Euro 0,2209 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL DIESEL Euro 1 0,0842 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL DIESEL Euro 2 0,0548 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL GAS GASOL Pre-Euro 0,0011 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL GAS GASOL Euro 1 0,0011 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL GAS GASOL Euro 2 0,0011 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL GASOLINA Pre-Euro 0,0022 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL GASOLINA Euro 1 0,0022 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL GASOLINA Euro 2 0,0022 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL GNV Pre-Euro 0,0011 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL GNV Euro 1 0,0011 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL GNV Euro 2 0,0011 g $PM_{2.5}$/km BUS DIESEL Pre-Euro 0,909 g $PM_{2.5}$/km BUS DIESEL Euro 4 0,0462 g $PM_{2.5}$/km BUS GAS GASOL Pre-Euro 0,02 g $PM_{2.5}$/km BUS GAS GASOL Euro 4 0,01 g $PM_{2.5}$/km BUS GASOLINA Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km BUS GASOLINA Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km BUS GNV Pre-Euro 0,02 g $PM_{2.5}$/km BUS GNV Euro 4 0,01 g $PM_{2.5}$/km BUSETA DIESEL Pre-Euro 0,909 g $PM_{2.5}$/km BUSETA DIESEL Euro 4 0,0462 g $PM_{2.5}$/km BUSETA GAS GASOL Pre-Euro 0,02 g $PM_{2.5}$/km BUSETA GAS GASOL Euro 4 0,01 g $PM_{2.5}$/km BUSETA GASOLINA Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km BUSETA GASOLINA Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km BUSETA GNV Pre-Euro 0,02 g $PM_{2.5}$/km BUSETA GNV Euro 4 0,01 g $PM_{2.5}$/km CAMION DIESEL Pre-Euro 0,333 g $PM_{2.5}$/km CAMION DIESEL Euro 1 0,129 g $PM_{2.5}$/km CAMION DIESEL Euro 2 0,061 g $PM_{2.5}$/km CAMION DIESEL Euro 4 0,0106 g $PM_{2.5}$/km CAMION GAS GASOL Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km CAMION GAS GASOL Euro 1 0 g $PM_{2.5}$/km CAMION GAS GASOL Euro 2 0 g $PM_{2.5}$/km CAMION GAS GASOL Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km CAMION GASOLINA Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km CAMION GASOLINA Euro 1 0 g $PM_{2.5}$/km CAMION GASOLINA Euro 2 0 g $PM_{2.5}$/km

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				CAMION GASOLINA Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km CAMION GNV Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km CAMION GNV Euro 1 0 g $PM_{2.5}$/km CAMION GNV Euro 2 0 g $PM_{2.5}$/km CAMION GNV Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA DIESEL Pre-Euro 0,356 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA DIESEL Euro 1 0,117 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA DIESEL Euro 2 0,117 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA DIESEL Euro 4 0,0409 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GAS GASOL Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GAS GASOL Euro 1 0 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GAS GASOL Euro 2 0 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GAS GASOL Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GASOLINA Pre-Euro 0,0023 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GASOLINA Euro 1 0,0023 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GASOLINA Euro 2 0,0023 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GASOLINA Euro 4 0,0011 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GNV Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GNV Euro 1 0 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GNV Euro 2 0 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA GNV Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO DIESEL Pre-Euro 0,2209 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO DIESEL Euro 1 0,0842 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO DIESEL Euro 2 0,0548 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO GAS GASOL Pre-Euro 0,0011 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO GAS GASOL Euro 1 0,0011 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO GAS GASOL Euro 2 0,0011 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO GASOLINA Pre-Euro 0,0022 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO GASOLINA Euro 1 0,0022 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO GASOLINA Euro 2 0,0022 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO GNV Pre-Euro 0,0011 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO GNV Euro 1 0,0011 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO GNV Euro 2 0,0011 g $PM_{2.5}$/km MICROBUS DIESEL Pre-Euro 0,909 g $PM_{2.5}$/km MICROBUS DIESEL Euro 4 0,0462 g $PM_{2.5}$/km MICROBUS GAS GASOL Pre-Euro 0,02 g $PM_{2.5}$/km MICROBUS GAS GASOL Euro 4 0,01 g $PM_{2.5}$/km MICROBUS GASOLINA Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km MICROBUS GASOLINA Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km MICROBUS GNV Pre-Euro 0,02 g $PM_{2.5}$/km MICROBUS GNV Euro 4 0,01 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION DIESEL Pre-Euro 0,3344 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION DIESEL Euro 2 0,104 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION DIESEL Euro 4 0,0161 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION GAS GASOL Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION GAS GASOL Euro 2 0 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION GAS GASOL Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION GASOLINA Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION GASOLINA Euro 2 0 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION GASOLINA Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION GNV Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION GNV Euro 2 0 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION GNV Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA DIESEL Pre-Euro 0,333 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA DIESEL Euro 1 0,129 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA DIESEL Euro 2 0,061 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA DIESEL Euro 4 0,0106 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA GAS GASOL Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 1 0 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 2 0 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA GAS GASOL Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA GASOLINA Pre-Euro 0 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA GASOLINA Euro 1 0 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA GASOLINA Euro 2 0 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA GASOLINA Euro 4 0 g $PM_{2.5}$/km MOTOCICLETA DIESEL Pre-Euro 0,176 g $PM_{2.5}$/km MOTOCICLETA DIESEL Euro 2 0,007 g $PM_{2.5}$/km MOTOCICLETA GAS GASOL Pre-Euro 0,176 g $PM_{2.5}$/km MOTOCICLETA GAS GASOL Euro 2 0,007 g $PM_{2.5}$/km MOTOCICLETA GASOLINA Pre-Euro 0,176 g $PM_{2.5}$/km MOTOCICLETA GASOLINA Euro 2 0,007 g $PM_{2.5}$/km MOTOCICLETA GNV Pre-Euro 0,176 g $PM_{2.5}$/km MOTOCICLETA GNV Euro 2 0,007 g $PM_{2.5}$/km **PM_{10}** Se asumen los mismos FE de $PM_{2.5}$ **CN** TAXI DIESEL Pre-Euro 0,55 % $PM_{2.5}$ TAXI DIESEL Euro 1 0,7 % $PM_{2.5}$

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				TAXI DIESEL Euro 2 0,8 % $PM_{2.5}$ TAXI GAS GASOL Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ TAXI GAS GASOL Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ TAXI GAS GASOL Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ TAXI GASOLINA Pre-Euro 0,02 % $PM_{2.5}$ TAXI GASOLINA Euro 1 0,25 % $PM_{2.5}$ TAXI GASOLINA Euro 2 0,25 % $PM_{2.5}$ TAXI GNV Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ TAXI GNV Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ TAXI GNV Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL DIESEL Pre-Euro 0,55 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL DIESEL Euro 1 0,7 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL DIESEL Euro 2 0,8 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL GAS GASOL Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL GAS GASOL Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL GAS GASOL Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL GASOLINA Pre-Euro 0,02 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL GASOLINA Euro 1 0,25 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL GASOLINA Euro 2 0,25 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL GNV Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL GNV Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL GNV Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ BUS DIESEL Pre-Euro 0,5 % $PM_{2.5}$ BUS DIESEL Euro 4 0,75 % $PM_{2.5}$ BUS GAS GASOL Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ BUS GAS GASOL Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ BUS GASOLINA Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ BUS GASOLINA Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ BUS GNV Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ BUS GNV Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ BUSETA DIESEL Pre-Euro 0,5 % $PM_{2.5}$ BUSETA DIESEL Euro 4 0,75 % $PM_{2.5}$ BUSETA GAS GASOL Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ BUSETA GAS GASOL Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ BUSETA GASOLINA Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ BUSETA GASOLINA Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ BUSETA GNV Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ BUSETA GNV Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ CAMION DIESEL Pre-Euro 0,5 % $PM_{2.5}$ CAMION DIESEL Euro 1 0,65 % $PM_{2.5}$ CAMION DIESEL Euro 2 0,65 % $PM_{2.5}$ CAMION DIESEL Euro 4 0,75 % $PM_{2.5}$ CAMION GAS GASOL Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ CAMION GAS GASOL Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ CAMION GAS GASOL Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ CAMION GAS GASOL Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ CAMION GASOLINA Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ CAMION GASOLINA Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ CAMION GASOLINA Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ CAMION GASOLINA Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ CAMION GNV Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ CAMION GNV Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ CAMION GNV Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ CAMION GNV Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA DIESEL Pre-Euro 0,55 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA DIESEL Euro 1 0,7 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA DIESEL Euro 2 0,8 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA DIESEL Euro 4 0,87 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GAS GASOL Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GAS GASOL Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GAS GASOL Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GAS GASOL Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GASOLINA Pre-Euro 0,02 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GASOLINA Euro 1 0,25 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GASOLINA Euro 2 0,25 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GASOLINA Euro 4 0,15 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GNV Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GNV Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GNV Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA GNV Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ CAMPERO DIESEL Pre-Euro 0,55 % $PM_{2.5}$ CAMPERO DIESEL Euro 1 0,7 % $PM_{2.5}$ CAMPERO DIESEL Euro 2 0,8 % $PM_{2.5}$ CAMPERO GAS GASOL Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ CAMPERO GAS GASOL Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ CAMPERO GAS GASOL Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ CAMPERO GASOLINA Pre-Euro 0,02 % $PM_{2.5}$ CAMPERO GASOLINA Euro 1 0,25 % $PM_{2.5}$

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				CAMPERO GASOLINA Euro 2 0,25 % $PM_{2.5}$ CAMPERO GNV Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ CAMPERO GNV Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ CAMPERO GNV Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ MICROBUS DIESEL Pre-Euro 0,5 % $PM_{2.5}$ MICROBUS DIESEL Euro 4 0,75 % $PM_{2.5}$ MICROBUS GAS GASOL Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ MICROBUS GAS GASOL Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ MICROBUS GASOLINA Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ MICROBUS GASOLINA Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ MICROBUS GNV Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ MICROBUS GNV Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION DIESEL Pre-Euro 0,5 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION DIESEL Euro 2 0,65 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION DIESEL Euro 4 0,75 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION GAS GASOL Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION GAS GASOL Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION GAS GASOL Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION GASOLINA Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION GASOLINA Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION GASOLINA Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION GNV Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION GNV Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION GNV Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA DIESEL Pre-Euro 0,5 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA DIESEL Euro 1 0,65 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA DIESEL Euro 2 0,65 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA DIESEL Euro 4 0,75 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA GAS GASOL Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA GAS GASOL Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA GAS GASOL Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA GAS GASOL Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA GASOLINA Pre-Euro 0 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA GASOLINA Euro 1 0 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA GASOLINA Euro 2 0 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA GASOLINA Euro 4 0 % $PM_{2.5}$ MOTOCICLETA DIESEL Pre-Euro 0,15 % $PM_{2.5}$ MOTOCICLETA DIESEL Euro 2 0,25 % $PM_{2.5}$ MOTOCICLETA GAS GASOL Pre-Euro 0,15 % $PM_{2.5}$ MOTOCICLETA GAS GASOL Euro 2 0,25 % $PM_{2.5}$ MOTOCICLETA GASOLINA Pre-Euro 0,15 % $PM_{2.5}$ MOTOCICLETA GASOLINA Euro 2 0,25 % $PM_{2.5}$ MOTOCICLETA GNV Pre-Euro 0,15 % $PM_{2.5}$ MOTOCICLETA GNV Euro 2 0,25 % $PM_{2.5}$
	SO_2	Nivel 1	Balance de masa (contenido de azufre de los combustibles) Ecopetrol Ley 1205 de 2008	DIESEL 22,74 kg/TJ (2010 – 2012) DIESEL 2,27 kg/TJ (2013 – 2018) GASOLINA13,33 kg/TJ GAS NATURAL 1,15 kg/TJ
1.A.3.bv. Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	COVDM	Nivel 1	EMEP/EEA PART B CH1.A.3.B.v Tablas 3-1 a 3-4	AUTOMOVIL GASOLINA **Rango T 0-15 °C:** 5,7 g/veh*d TAXI GASOLINA **Rango T 0-15 °C:** 5,7 g/veh*d CAMPERO GASOLINA **Rango T 0-15 °C:** 5,7 g/veh*d AUTOMOVIL GASOLINA **Rango T 10-25 °C:** 7,8 g/veh*d TAXI GASOLINA **Rango T 10-25 °C:** 7,8 g/veh*d CAMPERO GASOLINA **Rango T 10-25 °C:** 7,8 g/veh*d AUTOMOVIL GASOLINA **Rango T 20-35 °C:** 14,6 g/veh*d TAXI GASOLINA **Rango T 20-35 °C:** 14,6 g/veh*d CAMPERO GASOLINA **Rango T 20-35 °C:** 14,6 g/veh*d CAMIONETA GASOLINA **Rango T 0-15 °C:** 9,3 g/veh*d CAMIONETA GASOLINA **Rango T 10-25 °C:** 12,7 g/veh*d CAMIONETA GASOLINA **Rango T 20-35 °C:** 22,2 g/veh*d MOTOCICLETA GASOLINA **Rango T 0-15 °C:** 3,4 g/veh*d MOTOCICLETA GASOLINA **Rango T 10-25 °C:** 4,6 g/veh*d MOTOCICLETA GASOLINA **Rango T 20-35 °C:** 7,5 g/veh*d
1.A.3.bvi. Desgaste de neumáticos y frenos	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3.B.vi-vii Tabla 3-1	**PM_{10}** TAXI 0,0138 g PM_{10}/km AUTOMOVIL 0,0138 g PM_{10}/km BUS 0,059 g PM_{10}/km BUSETA 0,059 g PM_{10}/km CAMION 0,059 g PM_{10}/km CAMIONETA 0,0216 g PM_{10}/km CAMPERO 0,0138 g PM_{10}/km MICROBUS 0,059 g PM_{10}/km TRACTOCAMION 0,059 g PM_{10}/km VOLQUETA 0,059 g PM_{10}/km

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				MOTOCICLETA 0,0064 g PM_{10}/km **$PM_{2.5}$** TAXI 0,0074 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL 0,0074 g $PM_{2.5}$/km BUS 0,0316 g $PM_{2.5}$/km BUSETA 0,0316 g $PM_{2.5}$/km CAMION 0,0316 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA 0,0117 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO 0,0074 g $PM_{2.5}$/km MICROBUS 0,0316 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION 0,0316 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA 0,0316 g $PM_{2.5}$/km MOTOCICLETA 0,0034 g $PM_{2.5}$/km **CN** TAXI 0,1 % $PM_{2.5}$ AUTOMOVIL 0,1 % $PM_{2.5}$ BUS 0,1 % $PM_{2.5}$ BUSETA 0,1 % $PM_{2.5}$ CAMION 0,1 % $PM_{2.5}$ CAMIONETA 0,1 % $PM_{2.5}$ CAMPERO 0,1 % $PM_{2.5}$ MICROBUS 0,1 % $PM_{2.5}$ TRACTOCAMION 0,1 % $PM_{2.5}$ VOLQUETA 0,1 % $PM_{2.5}$ MOTOCICLETA 0,12 % $PM_{2.5}$
1.A.3.bvii. Desgaste de vías	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3.B.vi-vii Tabla 3-2	TAXI 0,0075 g PM_{10}/km AUTOMOVIL 0,0075 g PM_{10}/km BUS 0,038 g PM_{10}/km BUSETA 0,038 g PM_{10}/km CAMION 0,038 g PM_{10}/km CAMIONETA 0,0075 g PM_{10}/km CAMPERO 0,0075 g PM_{10}/km MICROBUS 0,038 g PM_{10}/km TRACTOCAMION 0,038 g PM_{10}/km VOLQUETA 0,038 g PM_{10}/km MOTOCICLETA 0,003 g PM_{10}/km TAXI 0,0041 g $PM_{2.5}$/km AUTOMOVIL 0,0041 g $PM_{2.5}$/km BUS 0,0205 g $PM_{2.5}$/km BUSETA 0,0205 g $PM_{2.5}$/km CAMION 0,0205 g $PM_{2.5}$/km CAMIONETA 0,0041 g $PM_{2.5}$/km CAMPERO 0,0041 g $PM_{2.5}$/km MICROBUS 0,0205 g $PM_{2.5}$/km TRACTOCAMION 0,0205 g $PM_{2.5}$/km VOLQUETA 0,0205 g $PM_{2.5}$/km MOTOCICLETA 0,0016 g $PM_{2.5}$/km
1.A.3.c. Ferrocarriles	NO_x, CO, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3c Tabla 3-1	DIÉSEL OIL 52,4 kg NOx/ton DIÉSEL OIL 2,27 kg SO_2/TJ DIÉSEL OIL 10,7 kg CO/ton DIÉSEL OIL 4,65 kg COVDM/ton DIÉSEL OIL 1,44 kg PM_{10}/ton DIÉSEL OIL 1,37 kg $PM_{2.5}$/ton DIÉSEL OIL CN: 0,65 % $PM_{2.5}$ FUEL OIL 52,4 kg NOx/ton FUEL OIL 2,27 kg SO_2/TJ FUEL OIL 10,7 kg CO/ton FUEL OIL 4,65 kg COVDM/ton FUEL OIL 1,44 kg PM_{10}/ton FUEL OIL 1,37 kg $PM_{2.5}$/ton FUEL OIL CN: 0,65 % $PM_{2.5}$
	SO_2	Nivel 1	Balance de masa (contenido de azufre de los combustibles) Ecopetrol Ley 1205 de 2008	
1.A.3.dii. Navegación marítima y fluvial nacional	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3d Tabla 3-1 to 3-3	DIÉSEL 78,5 kg NOx/ton DIÉSEL 20 kg SO_2/ton DIÉSEL 7,4 kg CO/ton DIÉSEL 2,8 kg COVDM/ton DIÉSEL 1,5 kg PM_{10}/ton DIÉSEL 1,4 kg $PM_{2.5}$/ton DIÉSEL CN: 0,31 % $PM_{2.5}$ GASOLINA 9,4 kg NOx/ton GASOLINA 20 kg SO_2/ton GASOLINA 573,9 kg CO/ton GASOLINA 181,5 kg COVDM/ton GASOLINA 9,5 kg PM_{10}/ton GASOLINA 9,5 kg $PM_{2.5}$/ton GASOLINA CN: 0,05 % $PM_{2.5}$ FUEL OIL 79,3 kg NOx/ton FUEL OIL 20 kg SO_2/ton FUEL OIL 7,4 kg CO/ton

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				FUEL OIL 2,7 kg COVDM/ton FUEL OIL 6,2 kg PM_{10}/ton FUEL OIL 5,6 kg $PM_{2.5}$/ton FUEL OIL CN: 0,12 % $PM_{2.5}$

8.5.3.1.8 Otros sectores (subcategoría 1.A.4)

En este grupo se incluyen las emisiones de carbono negro y contaminantes criterio generadas por la quema de combustibles fósiles y de biomasa en los sectores residencial, comercial/institucional y agrícola. La Figura 312 presenta las subcategorías estimadas en el presente inventario.

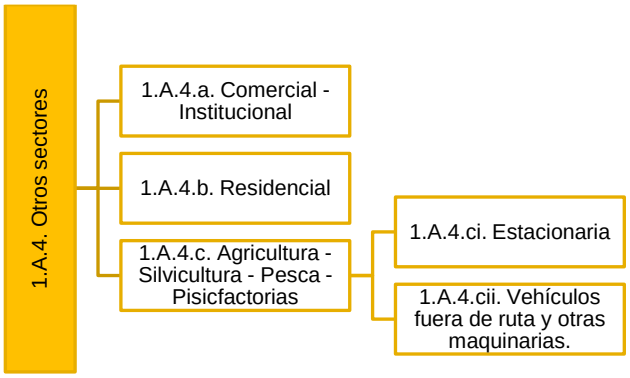


Figura 312. Subcategorías Otros sectores (1.A.4.)

8.5.3.1.8.1 Tendencia de las emisiones (2010-2021)

Esta sección presenta las emisiones correspondientes a la subcategoría 1.A.4., que abarca Otros Sectores, desglosadas por tipo de contaminante, tipo de combustible y subcategoría.

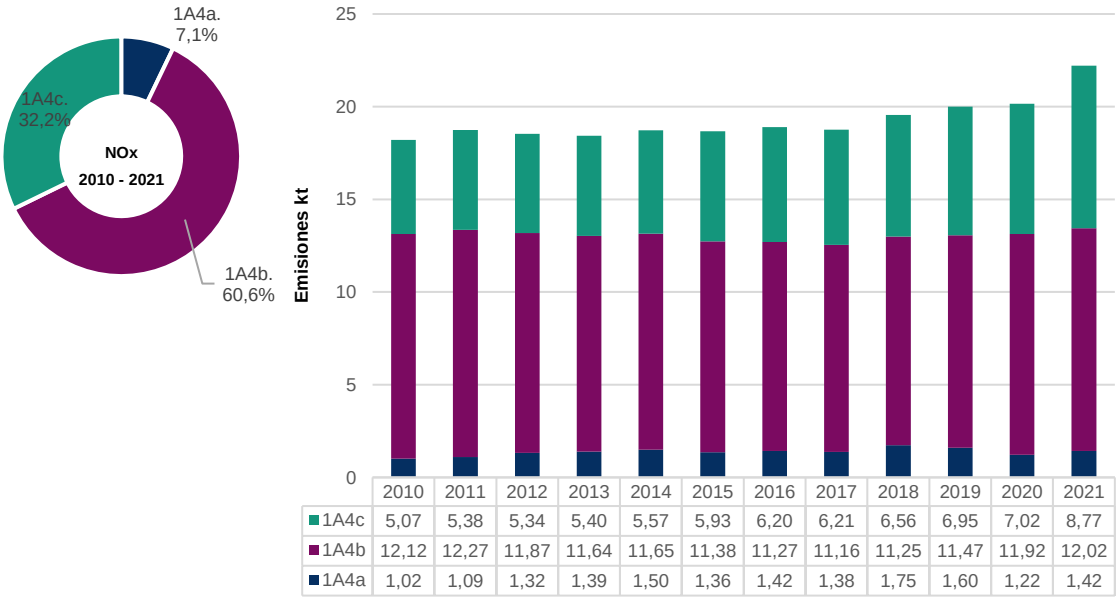
8.5.3.1.8.1.1 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Durante el período 2010-2021, las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.A.4. - Otros sectores en Colombia fueron de 19,24 kt NO_x. En el año 2010, se estimaron en 18,21 kt NO_x, mientras que para el año 2021, alcanzaron los 22,22 kt NO_x. Esto representa un aumento del 22,02% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del 1,83%.

En la

Figura 313 se presentan los resultados de las emisiones de NO_x correspondientes a la subcategoría 1.A.4. para cada año entre 2010 y 2021. Además, se proporciona información sobre la participación promedio anual de cada subcategoría dentro de dicha subcategoría.

.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A4c	5,07	5,38	5,34	5,40	5,57	5,93	6,20	6,21	6,56	6,95	7,02	8,77
1A4b	12,12	12,27	11,87	11,64	11,65	11,38	11,27	11,16	11,25	11,47	11,92	12,02
1A4a	1,02	1,09	1,32	1,39	1,50	1,36	1,42	1,38	1,75	1,60	1,22	1,42

Figura 313. Tendencia emisiones de NO_x para la serie 2010 a 2021 – 1.A.4. Otros sectores.

Se observa que la principal fuente de emisión en la subcategoría 1.A.4. (Otros sectores) es la subcategoría 1.A.4.b (Residencial). Esto se debe principalmente al consumo de leña para la cocción de alimentos y calefacción, seguido del gas natural. Esta subcategoría contribuye en promedio con el 60,64% del total de emisiones.

8.5.3.1.8.1.2 Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM)

Durante la serie temporal 2010-2021, las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.A.4. (Otros sectores) en Colombia fueron de 114,28 kt COVDM. En el año 2010, estas fueron estimadas en un total de 120,06 kt COVDM, mientras que en 2021 alcanzaron los 118,62 kt COVDM. Esto muestra un ligero descenso del -1,20% en las emisiones, con una tasa de crecimiento media anual del -0,12%.

La

Figura 314 presenta los resultados de las emisiones de COVDM de la subcategoría 1.A.4., correspondientes a otros sectores, para cada año de la serie 2010-2021, acompañados de su participación promedio.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A4c	12,71	13,32	13,08	13,24	13,78	15,11	16,95	17,20	17,68	18,99	20,29	24,22
1A4b	107,03	105,94	103,00	100,53	98,73	96,16	94,07	92,57	91,60	92,66	93,40	93,96
1A4a	0,32	0,34	0,41	0,43	0,47	0,42	0,44	0,43	0,54	0,50	0,38	0,44

Figura 314. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – 1.A.4. Otros sectores.

En general, la subcategoría 1.A.4.b, relacionada con el sector residencial, representa el 85,29% de las emisiones de COVDM dentro de la subcategoría 1.A.4. en Colombia. Esto se debe principalmente al uso intensivo de leña en la cocción de alimentos, lo cual genera una cantidad significativa de COVDM durante la combustión.

8.5.3.1.8.1.3 Dióxido de azufre (SO_2)

Las emisiones anuales promedio de SO_2 provenientes de la subcategoría 1.A.4. (otros sectores) en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 15,39 kt SO_2. En 2010, se estimaron en un total de 15,87 kt SO_2, mientras que en 2021 alcanzaron los 14,59 kt SO_2. Esto representa una reducción del -8,07% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del -0,76%.

La

Figura 315 muestra los resultados de las emisiones de SO_2 de las distintas subcategorías para cada año durante el periodo 2010-2021, junto a su participación promedio anual.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A4c	1,81	1,95	1,92	1,96	2,09	2,36	2,73	2,80	2,91	3,18	3,45	4,18
1A4b	14,05	19,89	14,20	11,89	14,33	11,83	11,83	11,71	11,33	11,37	10,38	10,40
1A4a	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01

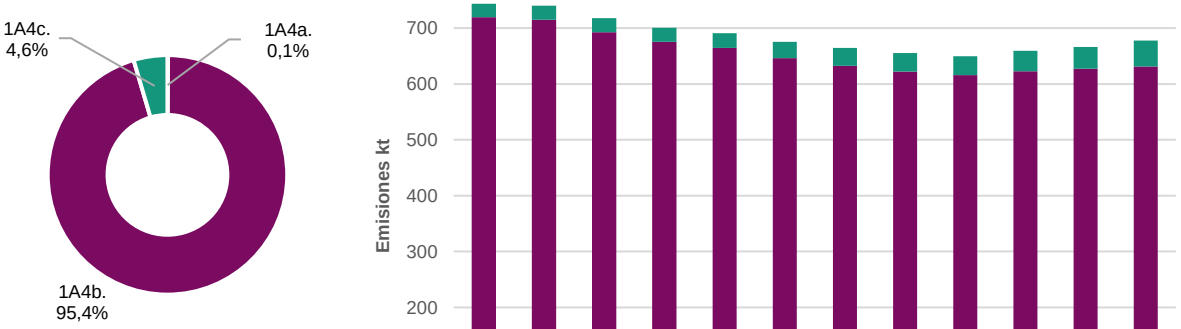
Figura 315. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021– 1.A.4. Otros sectores.

Como se observa en la anterior figura, la principal fuente de emisión en la subcategoría 1.A.4. Otros sectores es la subcategoría 1.A.4.b Residencial, aportando el 82,96% del total de las emisiones. Esto se debe al uso de carbón mineral, dado que, al quemarse, su contenido de azufre se oxida y libera SO_2 a la atmósfera.

8.5.3.1.8.1.4 Monóxido de carbono (CO)

Las emisiones anuales promedio de CO procedentes de la subcategoría 1.A.4., durante el periodo 2010-2021, fueron de 686,85 kt CO. En 2010, se estimaron en un total de 743,82 kt CO, mientras que en 2021 se registraron los 677,57 kt CO. Este cambio representa una reducción del -8,91% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del -0,84%.

La Figura 316 presenta los resultados de las emisiones de CO de las distintas subcategorías para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A4c	24,37	25,55	25,10	25,40	26,43	28,95	32,40	32,86	33,81	36,29	38,70	46,27
1A4b	719,0	714,4	692,3	674,8	663,9	645,7	631,9	621,9	615,3	622,3	626,9	630,7
1A4a	0,40	0,43	0,52	0,54	0,59	0,53	0,56	0,54	0,68	0,63	0,48	0,56

Figura 316. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 - 1.A.4. Otros sectores.

En términos generales, se observa que la subcategoría 1.A.4.b, relacionada con el sector residencial, constituye la principal fuente de emisiones de CO, contribuyendo en promedio con el 95,36% del total de emisiones. Este fenómeno se explica principalmente como resultado del consumo de leña para cocción de alimentos y calefacción, ya que la combustión incompleta de la leña produce altas emisiones de CO.

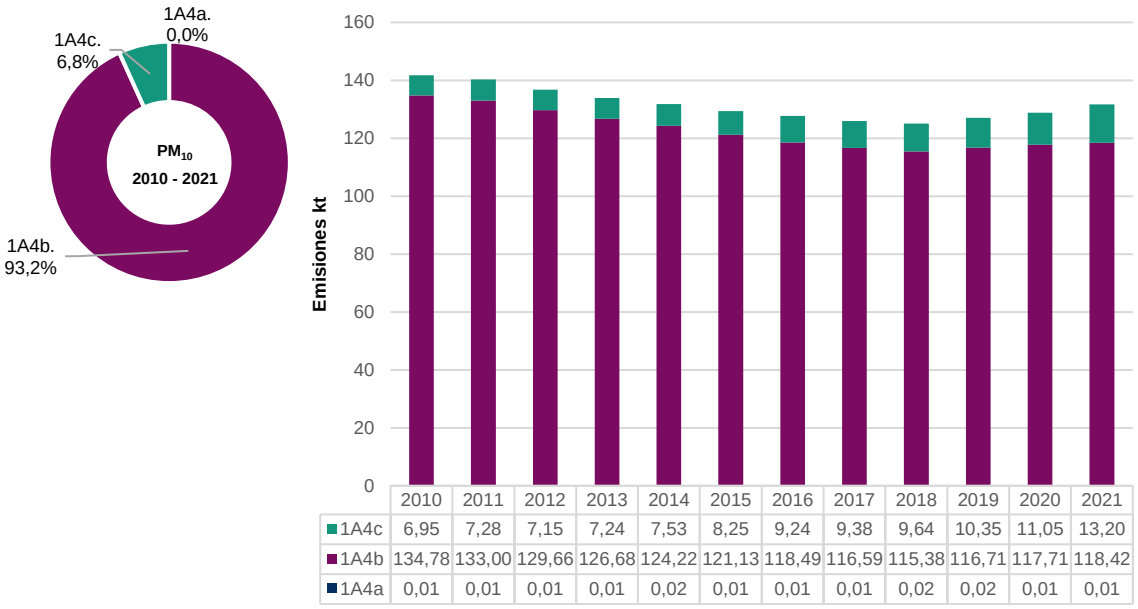
8.5.3.1.8.1.5 Material particulado (PM_{10} – $PM_{2.5}$)

Las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.A.4. que abarca otros sectores en Colombia durante el periodo 2010-2021, fueron de 131,39 kt PM_{10} y 128,30 kt $PM_{2.5}$ En 2010, se estimaron en total 141,74 kt PM_{10} y 138,07 kt $PM_{2.5}$, mientras que en 2021 se registraron 131,64 kt PM_{10} y 128,28 kt $PM_{2.5}$. Esto representa un descenso del -7,13% para PM_{10} y del -7,09% para $PM_{2.5}$, con una tasa de crecimiento media anual del -0,64% para PM_{10} y del -0,67% para $PM_{2.5}$.

En la

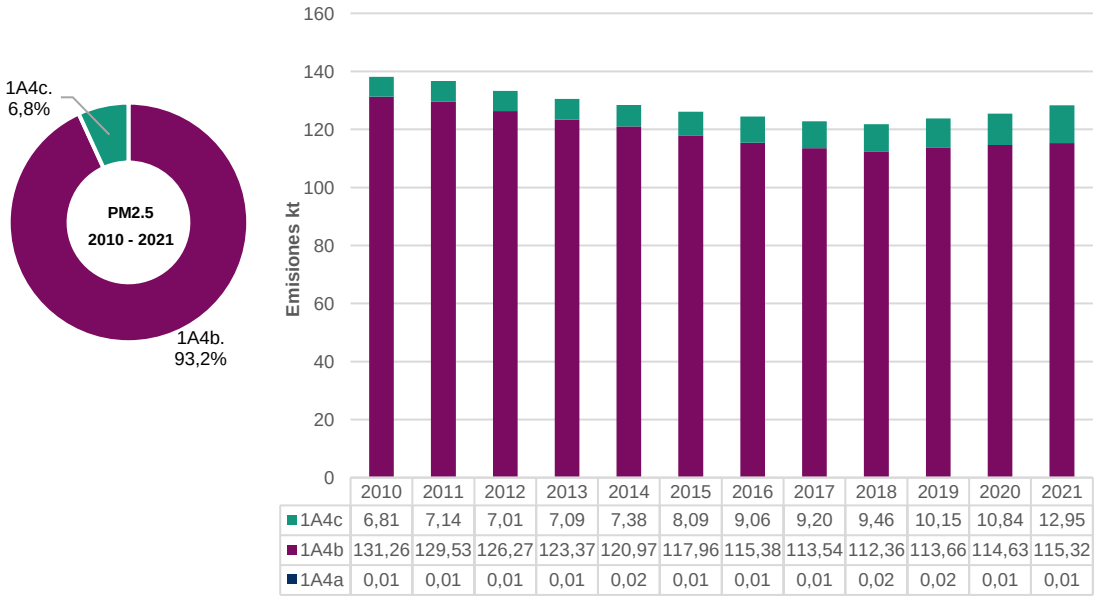
Figura 317 se presentan los resultados de las emisiones de material particulado menor a 10 micras, mientras que en la

Figura 318 se muestran las emisiones de material particulado menor a 2.5 micras. Ambas figuras desglosan los datos por subcategorías para cada año del período 2010-2021, e incluyen la participación promedio anual de cada subcategoría.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A4c	6,95	7,28	7,15	7,24	7,53	8,25	9,24	9,38	9,64	10,35	11,05	13,20
1A4b	134,78	133,00	129,66	126,68	124,22	121,13	118,49	116,59	115,38	116,71	117,71	118,42
1A4a	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01

Figura 317. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 - 1.A.4. Otros sectores.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A4c	6,81	7,14	7,01	7,09	7,38	8,09	9,06	9,20	9,46	10,15	10,84	12,95
1A4b	131,26	129,53	126,27	123,37	120,97	117,96	115,38	113,54	112,36	113,66	114,63	115,32
1A4a	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01

Figura 318. Tendencia emisiones de PM para la serie 2010 a 2021 - 1.A.4. Otros sectores.

En promedio, para las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$, la subcategoría 1.A.4.b, relacionada con el sector residencial y asociada al consumo de leña para la cocción de alimentos y la calefacción, se identifica como la principal fuente de emisión. Esta actividad representa el 93.20% de las emisiones de material particulado dentro de dicha subcategoría.

8.5.3.1.8.1.6 Carbono negro (CN)

Las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.A.4. en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 15,0 kt CN. En 2010, se estimaron en un total de 15,0 kt CN, mientras que en 2021 se registraron 15 kt CN. Este análisis indica que no hubo variación en las emisiones, manteniendo una tasa de crecimiento media anual del 0%.

En la

Figura 319 se presentan los resultados de las emisiones de CN de las diferentes subcategorías de la subcategoría 1.A.4., Otros Sectores, para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1A4c	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93
1A4b	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07
1A4a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 319. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021-1.A.4. Otros sectores.

En promedio, la subcategoría 1.A.4.b, relacionada con el sector residencial y caracterizada por un alto consumo de leña como combustible, representa el 87,16% de las emisiones de CN. Dado que, durante la combustión, la leña puede generar partículas de hollín o carbón quemado incompletamente. Esta actividad influye significativamente en el comportamiento y la tendencia de las emisiones reportadas para esta subcategoría.

Tabla 358. Emisiones por combustible kt - Otros Sectores 1.A.4.

Año	Combustible	NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
2010	BAGAZO	2,22	7,31	1,16	13,89	3,97	3,9	1,09
	BIOGAS	0,01	0	0	0,01	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,38	1,66	10,65	15,8	1,39	1,37	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	1,1	0,07	0,01	0,33	0,08	0,06	0,04
	FUEL OIL	0	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	2,84	0,35	0,02	1,34	0,06	0,06	0

Año	Combustible	NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	GASOLINA PARA MOTORES	0,08	0,01	0	0,02	0,01	0	0
	GLP	1,13	0,08	0,01	0,56	0,02	0,02	0
	LEÑA	10,27	110,21	3,68	711,13	136,02	132,46	13,72
	PETROLEO	0,03	0	0,11	0,01	0	0	0
	QUEROSENE	0,03	0	0,02	0,03	0	0	0
	RESIDUOS	0,11	0,37	0,21	0,7	0,2	0,2	0,05
2011	BAGAZO	2,43	8,01	1,27	15,22	4,35	4,27	1,09
	BIOGAS	0,01	0	0	0	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,59	2,58	16,56	24,56	2,16	2,12	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	1,21	0,08	0,01	0,37	0,08	0,07	0,04
	FUEL OIL	0,01	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	3,04	0,38	0,02	1,44	0,06	0,06	0
	GASOLINA PARA MOTORES	0,1	0,01	0	0,03	0,01	0,01	0
	GLP	1,11	0,08	0,01	0,55	0,02	0,02	0
	LEÑA	10,06	108,06	3,61	697,42	133,39	129,9	13,72
	PETROLEO	0,03	0	0,12	0,01	0	0	0
	QUEROSENE	0,03	0	0,02	0,03	0	0	0
	RESIDUOS	0,12	0,4	0,23	0,76	0,22	0,21	0,05
2012	BAGAZO	2,4	7,9	1,25	15,02	4,29	4,21	1,09
	BIOGAS	0,01	0	0	0,01	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,39	1,71	10,93	16,21	1,42	1,4	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	1,22	0,08	0,01	0,37	0,08	0,07	0,04
	FUEL OIL	0,01	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	3,33	0,45	0,02	1,56	0,06	0,06	0
	GASOLINA PARA MOTORES	0,12	0,01	0	0,04	0,01	0,01	0
	GLP	1,02	0,08	0,01	0,5	0,02	0,02	0
	LEÑA	9,85	105,87	3,53	683,45	130,71	127,29	13,72
	PETROLEO	0,03	0	0,12	0,01	0	0	0
	QUEROSENE	0,03	0	0,02	0,03	0	0	0
	RESIDUOS	0,12	0,4	0,23	0,75	0,22	0,21	0,05
2013	BAGAZO	2,48	8,18	1,29	15,54	4,44	4,36	1,09
	BIOGAS	0,02	0,01	0	0,01	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,31	1,36	8,69	12,88	1,13	1,11	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	1,23	0,08	0,01	0,37	0,08	0,07	0,04
	FUEL OIL	0,01	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	3,47	0,47	0,02	1,62	0,07	0,07	0
	GASOLINA PARA MOTORES	0,12	0,01	0	0,04	0,01	0,01	0

Año	Combustible	NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	GLP	0,97	0,07	0,01	0,48	0,02	0,02	0
	LEÑA	9,64	103,61	3,46	669,07	127,95	124,6	13,72
	PETROLEO	0,04	0	0,13	0,01	0	0	0
	QUEROSENE	0,03	0	0,02	0,03	0	0	0
	RESIDUOS	0,12	0,41	0,24	0,78	0,22	0,22	0,05
2014	BAGAZO	2,68	8,83	1,4	16,77	4,8	4,71	1,09
	BIOGAS	0,02	0,01	0	0,01	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,4	1,75	11,19	16,6	1,46	1,44	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	1,25	0,08	0,01	0,38	0,09	0,07	0,04
	FUEL OIL	0,01	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	3,59	0,49	0,03	1,68	0,07	0,07	0
	GASOLINA PARA MOTORES	0,11	0,01	0	0,03	0,01	0,01	0
	GLP	1,07	0,09	0,01	0,52	0,02	0,02	0
	LEÑA	9,41	101,28	3,38	654,13	125,09	121,82	13,72
	PETROLEO	0,04	0	0,14	0,01	0	0	0
	QUEROSENE	0,03	0	0,02	0,03	0	0	0
	RESIDUOS	0,13	0,44	0,25	0,84	0,24	0,24	0,05
2015	BAGAZO	3,1	10,22	1,62	19,42	5,55	5,45	1,09
	BIOGAS	0,02	0,01	0	0,01	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,31	1,37	8,76	13	1,14	1,12	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	1,2	0,08	0,01	0,36	0,08	0,07	0,04
	FUEL OIL	0,01	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	3,45	0,44	0,02	1,62	0,07	0,07	0
	GASOLINA PARA MOTORES	0,1	0,01	0	0,03	0,01	0,01	0
	GLP	1,06	0,1	0,01	0,52	0,02	0,02	0
	LEÑA	9,19	98,95	3,3	639,27	122,24	119,04	13,72
	PETROLEO	0,04	0	0,16	0,01	0	0	0
	QUEROSENE	0,04	0	0,02	0,03	0	0	0
	RESIDUOS	0,16	0,51	0,29	0,98	0,28	0,27	0,05
2016	BAGAZO	3,68	12,12	1,92	23,03	6,59	6,46	1,09
	BIOGAS	0,02	0,01	0	0,01	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,31	1,38	8,83	13,09	1,15	1,13	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	0,91	0,06	0,01	0,28	0,06	0,05	0,04
	FUEL OIL	0,01	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	3,56	0,46	0,02	1,67	0,07	0,07	0
	GASOLINA PARA MOTORES	0,08	0,01	0	0,02	0,01	0	0
	GLP	1,08	0,1	0,01	0,52	0,02	0,02	0

Año	Combustible	NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	LEÑA	8,97	96,72	3,22	625,03	119,51	116,39	13,72
	PETROLEO	0,05	0	0,19	0,02	0	0	0
	QUEROSENE	0,04	0	0,02	0,03	0	0	0
	RESIDUOS	0,18	0,61	0,35	1,16	0,33	0,32	0,05
2017	BAGAZO	3,79	12,49	1,98	23,73	6,79	6,66	1,09
	BIOGAS	0,02	0,01	0	0,01	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,31	1,37	8,76	13	1,14	1,12	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	0,84	0,06	0,01	0,26	0,06	0,05	0,04
	FUEL OIL	0,01	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	3,72	0,47	0,03	1,75	0,07	0,07	0
	GASOLINA PARA MOTORES	0,07	0	0	0,02	0,01	0	0
	GLP	0,89	0,08	0,01	0,44	0,02	0,02	0
	LEÑA	8,81	95,1	3,17	614,87	117,56	114,48	13,72
	PETROLEO	0,05	0	0,19	0,02	0	0	0
	QUEROSENE	0,04	0	0,02	0,03	0	0	0
	RESIDUOS	0,19	0,63	0,36	1,19	0,34	0,33	0,05
2018	BAGAZO	3,96	13,06	2,07	24,82	7,1	6,97	1,09
	BIOGAS	0,02	0,01	0	0,01	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,3	1,31	8,42	12,48	1,1	1,08	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	1,06	0,07	0,01	0,32	0,07	0,06	0,04
	FUEL OIL	0,01	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	3,87	0,5	0,03	1,82	0,07	0,07	0
	GASOLINA PARA MOTORES	0,06	0	0	0,02	0	0	0
	GLP	1,3	0,16	0,01	0,61	0,03	0,03	0
	LEÑA	8,69	94,04	3,13	608,45	116,31	113,27	13,72
	PETROLEO	0,06	0	0,2	0,02	0	0	0
	QUEROSENE	0,03	0	0,01	0,01	0	0	0
	RESIDUOS	0,2	0,66	0,38	1,25	0,36	0,35	0,05
2019	BAGAZO	4,38	14,43	2,28	27,42	7,84	7,7	1,09
	BIOGAS	0,02	0,01	0	0,01	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,3	1,31	8,42	12,48	1,1	1,08	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	1,05	0,07	0,01	0,32	0,07	0,06	0,04
	FUEL OIL	0,01	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	4,03	0,53	0,03	1,89	0,08	0,08	0
	GASOLINA PARA MOTORES	0,05	0	0	0,02	0	0	0
	GLP	1,11	0,09	0,01	0,55	0,02	0,02	0
	LEÑA	8,74	94,96	3,16	615,18	117,57	114,49	13,72

Año	Combustible	NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	PETROLEO	0,06	0	0,22	0,02	0	0	0
	QUEROSENE	0,04	0	0,01	0,02	0	0	0
	RESIDUOS	0,22	0,73	0,42	1,38	0,39	0,39	0,05
2020	BAGAZO	4,8	15,82	2,5	30,06	8,6	8,44	1,09
	BIOGAS	0,02	0,01	0	0,01	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,26	1,16	7,4	10,98	0,96	0,95	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	0,68	0,04	0,01	0,21	0,05	0,04	0,04
	FUEL OIL	0,01	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	4,04	0,44	0,03	1,93	0,08	0,08	0
	GASOLINA PARA MOTORES	0,08	0,01	0	0,03	0,01	0	0
	GLP	1,15	0,08	0,01	0,57	0,03	0,03	0
	LEÑA	8,77	95,7	3,18	620,81	118,61	115,51	13,72
	PETROLEO	0,07	0	0,24	0,02	0	0	0
	QUEROSENE	0,04	0	0,01	0,02	0	0	0
	RESIDUOS	0,24	0,8	0,46	1,51	0,43	0,42	0,05
2021	BAGAZO	5,87	19,34	3,06	36,75	10,51	10,31	1,09
	BIOGAS	0,02	0	0	0,01	0	0	0
	CARBON MINERAL	0,26	1,16	7,4	10,98	0,96	0,95	0,09
	CARBON VEGETAL	0	0	0	0	0	0	0
	DIESEL OIL	1,2	0,08	0,01	0,36	0,08	0,07	0,04
	FUEL OIL	0,01	0	0	0	0	0	0
	GAS NATURAL	4,07	0,48	0,03	1,93	0,08	0,08	0
	GASOLINA PARA MOTORES	0,11	0,01	0	0,03	0,01	0,01	0
	GLP	1,38	0,12	0,01	0,68	0,03	0,03	0
	LEÑA	8,88	96,46	3,21	624,92	119,43	116,3	13,72
	PETROLEO	0,08	0,01	0,3	0,03	0,01	0	0
	QUEROSENE	0,05	0	0,02	0,03	0	0	0
	RESIDUOS	0,29	0,97	0,56	1,85	0,53	0,52	0,05

8.5.3.1.8.2 Metodología

La ecuación empleada para la estimación de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio en la subcategoría 1.A.4. se detalla en el siguiente cuadro:

Subcategoría 1.A.4. Otros sectores
$E = consumo\ de\ combustible\ x\ FE$ E= Emisión anual por contaminante Consumo de combustible = Cantidad de combustible utilizado por cada tipo específico de combustible FE = Factor de emisión asociado al tipo de combustible, que indica la cantidad de contaminantes emitidos por unidad de combustible consumido.

Cuadro 65. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por otros sectores 1.A.4.

Las emisiones se estimaron con nivel metodológico 1. En la se Tabla 359 detallan por subcategoría los factores de emisión empleados.

Tabla 359. Metodología y factores de emisión – Otros sectores (1.A.4.).

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
1.A.4.ai. Comercial/ Institucional: Estacionaria 1.A.4.bi. Residencial: Estacionaria 1.A.4.ci. Agricultura/ Silvicultura/ Pesca: Estacionaria	NO_x, CO, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.4 Small combustion Tabla 3-3 a 3-10	**Comercial/Institucional** GAS NATURAL 29 kg CO/TJ GLP 29 kg CO/TJ BIOGAS 29 kg CO/TJ GAS NATURAL 23 kg COVDM/TJ GLP 23 kg COVDM/TJ BIOGAS 23 kg COVDM/TJ GAS NATURAL 74 kg NO_X /TJ GLP 74 kg NO_X /TJ BIOGAS 74 kg NO_X /TJ GAS NATURAL 0,67 kg SO_2/TJ GLP 0,67 kg SO_2/TJ BIOGAS 0,67 kg SO_2/TJ GAS NATURAL 0,78 kg PM_{10}/TJ GLP 0,78 kg PM_{10}/TJ BIOGAS 0,78 kg PM_{10}/TJ GAS NATURAL 0,78 kg $PM_{2.5}$/TJ GLP 0,78 kg $PM_{2.5}$/TJ BIOGAS 0,78 kg $PM_{2.5}$/TJ GAS NATURAL CN: 0,04 % $PM_{2.5}$ GLP CN: 0,04 % $PM_{2.5}$ BIOGAS CN: 0,04 % $PM_{2.5}$ **Residencial:** **CO** QUEROSENE 57 kg CO/TJ CARBON MINERAL 4600 kg CO/TJ GAS NATURAL 26 kg CO/TJ GASOLINA PARA MOTORES 57 kg CO/TJ GLP 26 kg CO/TJ LENA 4000 kg CO/TJ CARBON VEGETAL 4000 kg CO/TJ **COVDM** QUEROSENE 0,69 kg COVDM/TJ CARBON MINERAL 484 kg COVDM/TJ GAS NATURAL 1,9 kg COVDM/TJ GASOLINA PARA MOTORES 0,69 kg COVDM/TJ GLP 1,9 kg COVDM/TJ LENA 600 kg COVDM/TJ CARBON VEGETAL 600 kg COVDM/TJ **NO_X** QUEROSENE 51 kg NO_X /TJ CARBON MINERAL 110 kg NO_X /TJ GAS NATURAL 51 kg NO_X /TJ GASOLINA PARA MOTORES 51 kg NO_X /TJ GLP 51 kg NO_X /TJ LENA 50 kg NO_X /TJ CARBON VEGETAL 50 kg NO_X /TJ **SO_2** QUEROSENE 42,0002 kg SO_2/TJ CARBON MINERAL 3101,7541 kg SO_2/TJ GAS NATURAL 0,3 kg SO_2/TJ GASOLINA PARA MOTORES 3,5705 kg SO_2/TJ GLP 0,3 kg SO_2/TJ LENA 19,1822 kg SO_2/TJ CARBON VEGETAL 47,4357 kg SO_2/TJ **PM_{10}** QUEROSENE 1,9 kg PM_{10}/TJ CARBON MINERAL 404 kg PM_{10}/TJ GAS NATURAL 1,2 kg PM_{10}/TJ
	SO_2	Nivel 1	UPME - FECOC 2016	

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				GASOLINA PARA MOTORES 1,9 kg PM_{10}/TJ GLP 1,2 kg PM_{10}/TJ LENA 760 kg PM_{10}/TJ CARBON VEGETAL 760 kg PM_{10}/TJ **$PM_{2.5}$** QUEROSENE 1,9 kg $PM_{2.5}$/TJ CARBON MINERAL 398 kg $PM_{2.5}$/TJ GAS NATURAL 1,2 kg $PM_{2.5}$/TJ GASOLINA PARA MOTORES 1,9 kg $PM_{2.5}$/TJ GLP 1,2 kg $PM_{2.5}$/TJ LENA 740 kg $PM_{2.5}$/TJ CARBON VEGETAL 740 kg $PM_{2.5}$/TJ **CN** QUEROSENE 0,085 % $PM_{2.5}$ CARBON MINERAL 0,064 % $PM_{2.5}$ GAS NATURAL 0,054 % $PM_{2.5}$ GASOLINA PARA MOTORES 0,085 % $PM_{2.5}$ GLP 0,054 % $PM_{2.5}$ LENA 0,1 % $PM_{2.5}$ CARBON VEGETAL 0,1 % $PM_{2.5}$ **Agricultura/silvicultura/pesca:** **CO** QUEROSENE 93 kg CO/TJ DIESEL OIL 93 kg CO/TJ FUEL OIL 93 kg CO/TJ CARBON MINERAL 931 kg CO/TJ GAS NATURAL 29 kg CO/TJ GASOLINA PARA MOTORES 93 kg CO/TJ GLP 29 kg CO/TJ PETROLEO 93 kg CO/TJ LENA 570 kg CO/TJ BAGAZO 570 kg CO/TJ RESIDUOS 570 kg CO/TJ CARBON VEGETAL 570 kg CO/TJ **COVDM** QUEROSENE 20 kg COVDM/TJ DIESEL OIL 20 kg COVDM/TJ FUEL OIL 20 kg COVDM/TJ CARBON MINERAL 88,8 kg COVDM/TJ GAS NATURAL 23 kg COVDM/TJ GASOLINA PARA MOTORES 20 kg COVDM/TJ GLP 23 kg COVDM/TJ PETROLEO 20 kg COVDM/TJ LENA 300 kg COVDM/TJ BAGAZO 300 kg COVDM/TJ RESIDUOS 300 kg COVDM/TJ CARBON VEGETAL 300 kg COVDM/TJ **NO_X** QUEROSENE 306 kg NO_X /TJ DIESEL OIL 306 kg NO_X /TJ FUEL OIL 306 kg NO_X /TJ CARBON MINERAL 173 kg NO_X /TJ GAS NATURAL 74 kg NO_X /TJ GASOLINA PARA MOTORES 306 kg NO_X /TJ GLP 74 kg NO_X /TJ PETROLEO 306 kg NO_X /TJ LENA 91 kg NO_X /TJ BAGAZO 91 kg NO_X /TJ RESIDUOS 91 kg NO_X /TJ CARBON VEGETAL 91 kg NO_X /TJ **SO_2** QUEROSENE 42,0002 kg SO_2/TJ DIESEL OIL 2,9676 kg SO_2/TJ FUEL OIL 94 kg SO_2/TJ CARBON MINERAL 3101,7541 kg SO_2/TJ GAS NATURAL 0,67 kg SO_2/TJ GASOLINA PARA MOTORES 3,5705 kg SO_2/TJ GLP 0,67 kg SO_2/TJ

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				PETROLEO 1080,8539 kg SO_2/TJ LENA 19,1822 kg SO_2/TJ BAGAZO 47,4357 kg SO_2/TJ RESIDUOS 172,045166666667 kg SO_2/TJ CARBON VEGETAL 47,4357 kg SO_2/TJ **PM_{10}** QUEROSENE 21 kg PM_{10}/TJ DIESEL OIL 21 kg PM_{10}/TJ FUEL OIL 21 kg PM_{10}/TJ CARBON MINERAL 117 kg PM_{10}/TJ GAS NATURAL 0,78 kg PM_{10}/TJ GASOLINA PARA MOTORES 21 kg PM_{10}/TJ GLP 0,78 kg PM_{10}/TJ PETROLEO 21 kg PM_{10}/TJ LENA 163 kg PM_{10}/TJ BAGAZO 163 kg PM_{10}/TJ RESIDUOS 163 kg PM_{10}/TJ CARBON VEGETAL 163 kg PM_{10}/TJ **$PM_{2.5}$** QUEROSENE 18 kg $PM_{2.5}$/TJ DIESEL OIL 18 kg $PM_{2.5}$/TJ FUEL OIL 18 kg $PM_{2.5}$/TJ CARBON MINERAL 108 kg $PM_{2.5}$/TJ GAS NATURAL 0,78 kg $PM_{2.5}$/TJ GASOLINA PARA MOTORES 18 kg $PM_{2.5}$/TJ GLP 0,78 kg $PM_{2.5}$/TJ PETROLEO 18 kg $PM_{2.5}$/TJ LENA 160 kg $PM_{2.5}$/TJ BAGAZO 160 kg $PM_{2.5}$/TJ RESIDUOS 160 kg $PM_{2.5}$/TJ CARBON VEGETAL 160 kg $PM_{2.5}$/TJ **CN** QUEROSENE 0,56 % $PM_{2.5}$ DIESEL OIL 0,56 % $PM_{2.5}$ FUEL OIL 0,56 % $PM_{2.5}$ CARBON MINERAL 0,064 % $PM_{2.5}$ GAS NATURAL 0,04 % $PM_{2.5}$ GASOLINA PARA MOTORES 0,56 % $PM_{2.5}$ GLP 0,04 % $PM_{2.5}$ PETROLEO 0,56 % $PM_{2.5}$ LENA 0,28 % $PM_{2.5}$ BAGAZO 0,28 % $PM_{2.5}$ RESIDUOS 0,28 % $PM_{2.5}$ CARBON VEGETAL 0,28 % $PM_{2.5}$
1.A.4.cii. Agricultura/ Silvicultura/ Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	NO_x, CO, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 3	Swisscontact - CALAC+	Ver Tabla 356
	COVDM	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.4 Non-Road mobile machinery Tabla 3-1	3.542,00 g/t

8.5.3.1.9 Combustibles sólidos (subcategoría 1.B.1.)

Este grupo comprende las emisiones que surgen de manera espontánea durante las actividades de minería de carbón, tanto subterránea como a cielo abierto, a lo largo de todas las etapas del proceso de producción, así como en la transformación de combustibles sólidos. Las subcategorías estimadas en el inventario actual se muestran en la Figura 320

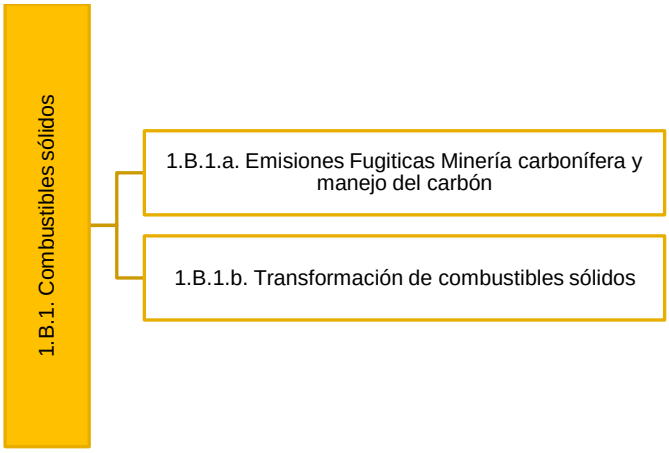


Figura 320. Subcategorías Combustibles sólidos 1.B.1.

8.5.3.1.9.1 Tendencia de las emisiones (2010-2021)

Esta sección presenta las emisiones correspondientes a la subcategoría 1.B.1., que abarca los Combustibles sólidos, desglosadas por emisiones fugitivas, Minería carbonífera y manejo del carbón y Transformación de combustibles sólidos.

8.5.3.1.9.1.1 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Durante el período 2010-2021, las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.B.1. (Combustibles sólidos) en Colombia fueron de 0,002 kt NO_x. En el año 2010, se estimaron en 0,002 kt NO_x, mientras que para el año 2021, alcanzaron los 0,004 kt NO_x. Aunque esto representa un aumento del 100% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del 6,5%, la cantidad absoluta de emisiones sigue siendo mínima.

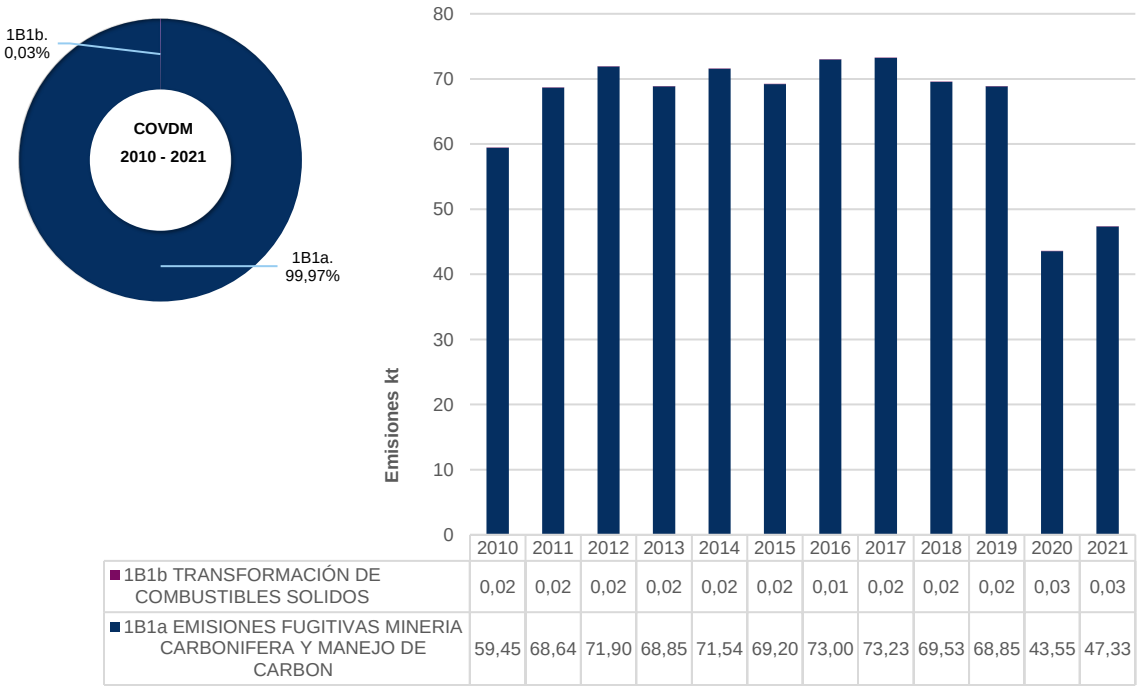
No se incluye una gráfica porque la única fuente de emisión en la subcategoría 1.B.1. (Combustibles sólidos) es la subcategoría 1.B.1.b (Transformación de combustibles sólidos), la cual reporta las emisiones fugitivas generadas durante la producción de coque. Al no existir variaciones significativas en los datos que ameriten una representación gráfica, se ha decidido presentar la información de forma textual.

8.5.3.1.9.1.2 Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM)

Durante la serie temporal 2010-2021, las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.B.1.a (Minería carbonífera y del carbón) en Colombia fueron de 65,44 kt COVDM. En el año 2010, estas fueron estimadas en un total de 59,47 kt COVDM, mientras que en 2021 alcanzaron los 47,36 kt COVDM. Esto muestra un descenso del -20,36% en las emisiones, con una tasa de crecimiento media anual del -2,05%.

La

Figura 321 presenta los resultados de las emisiones de COVDM de la subcategoría 1.B.1., correspondientes a otros combustibles sólidos, para cada año de la serie 2010-2021, acompañados de su participación promedio.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1B1b TRANSFORMACIÓN DE COMBUSTIBLES SOLIDOS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
1B1a EMISIONES FUGITIVAS MINERIA CARBONIFERA Y MANEJO DE CARBON	59,45	68,64	71,90	68,85	71,54	69,20	73,00	73,23	69,53	68,85	43,55	47,33

Figura 321. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – Combustibles sólidos.

En general, la subcategoría 1.B.1.a, relacionada con el sector de Minería carbonífera y del carbón, representa el 99,97% de las emisiones de COVDM dentro de la subcategoría 1.B.1. en Colombia. Esto se debe a las emisiones fugitivas producidas en los procesos de minería subterránea y superficial del carbón, lo cual genera una cantidad significativa de COVDM durante la combustión.

8.5.3.1.9.1.3 Dióxido de azufre (SO_2)

Las emisiones anuales promedio de SO_2 provenientes de la subcategoría 1.B.1.b (Transformación de combustibles sólidos) en Colombia, durante el período 2010-2021, fueron de 0,002 kt SO_2. En 2010, se estimaron en un total de 0,002 kt SO_2, mientras que en 2021 alcanzaron los 0,003 kt SO_2. Aunque esto representa un aumento del 50% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del 3,75%, la cantidad absoluta de emisiones sigue siendo algo muy mínima. La única fuente de emisión en la subcategoría 1.B.1. (Combustibles sólidos) es la subcategoría 1.B.1.b (Transformación de combustibles sólidos). Esto se debe al reporte de emisiones fugitivas en la producción de coque. No se presenta gráfica debido a que, al ser la única fuente, no se ofrece la posibilidad de realizar comparaciones.

8.5.3.1.9.1.4 Monóxido de carbono (CO)

Las emisiones anuales promedio de CO procedentes de la subcategoría 1.B.1.b Transformación de combustibles sólidos, durante el periodo 2010-2021, fueron de 1,25 kt CO. En 2010, se estimaron en un total de 1,14 kt CO, mientras que en 2021 se registraron los 1,88 kt CO. Este cambio representa un aumento del 64,91% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del 4,65%.

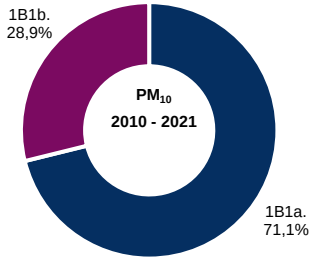
En resumen, la subcategoría 1.B.1., cuya única fuente de emisiones fugitivas es la subcategoría 1.B.1.b (Transformación de combustibles sólidos), reporta las emisiones fugitivas en la producción de coque. Se aclara que no se presenta gráfica dado que, al ser la única fuente, no hay posibilidad de comparación.

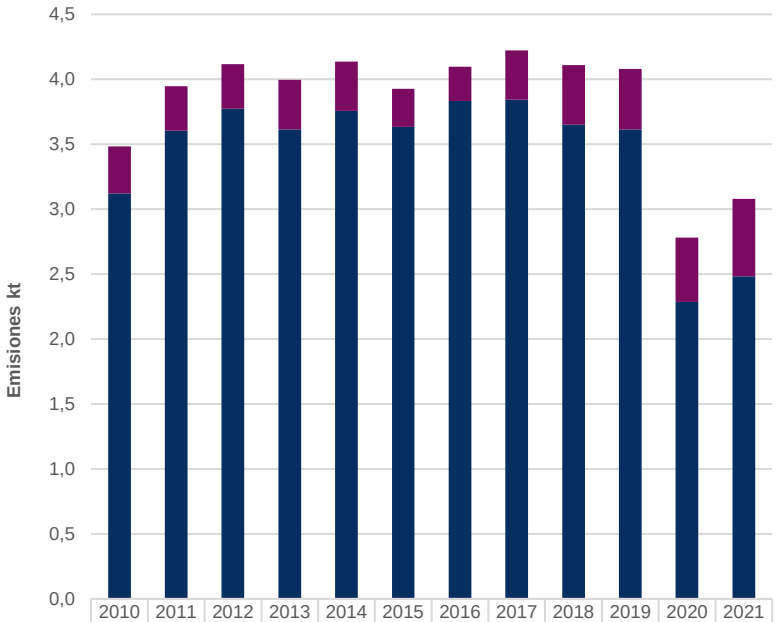
8.5.3.1.9.1.5 Material particulado (PM_{10} – $PM_{2.5}$)

Las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.B.1. que abarca Combustibles sólidos en Colombia durante el período 2010-2021, fueron de 3,83 kt PM_{10} y 0,57 kt $PM_{2.5}$. En 2010, se

estimaron en total 3,48 kt PM_{10} y 0,52 kt $PM_{2.5}$, mientras que en 2021 se registraron 3,08 kt PM_{10} y 0,54 kt $PM_{2.5}$. Esto representa un descenso del 11,51% para PM_{10} y un aumento del 3,85% para $PM_{2.5}$, con una tasa de crecimiento media anual del -1,10% para PM_{10} y del 0,34% para $PM_{2.5}$.

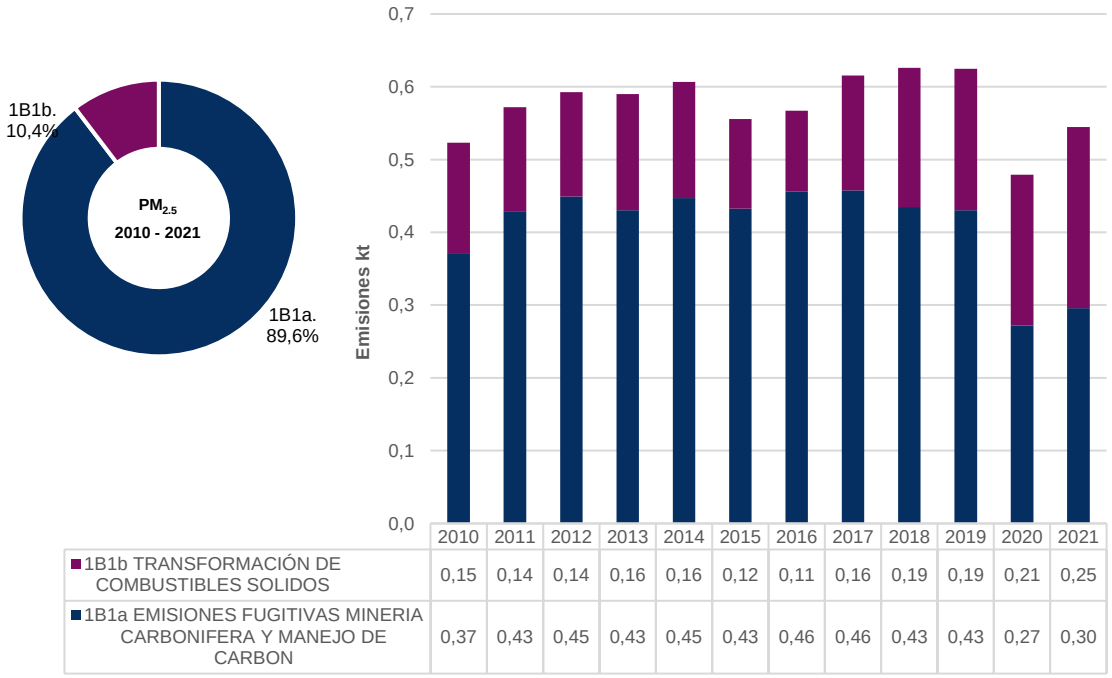
En la Figura 322 y Figura 323 se presentan los resultados de las emisiones de material particulado de las diferentes subcategorías para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual de cada una.





	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1B1b TRANSFORMACIÓN DE COMBUSTIBLES SOLIDOS	0,36	0,34	0,34	0,38	0,38	0,29	0,27	0,38	0,46	0,47	0,50	0,60
1B1a EMISIONES FUGITIVAS MINERIA CARBONIFERA Y MANEJO DE CARBON	3,12	3,60	3,77	3,61	3,76	3,63	3,83	3,84	3,65	3,61	2,29	2,48

Figura 322. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 – 1.B.1. Combustibles sólidos.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1B1b TRANSFORMACIÓN DE COMBUSTIBLES SOLIDOS	0,15	0,14	0,14	0,16	0,16	0,12	0,11	0,16	0,19	0,19	0,21	0,25
1B1a EMISIONES FUGITIVAS MINERIA CARBONIFERA Y MANEJO DE CARBON	0,37	0,43	0,45	0,43	0,45	0,43	0,46	0,46	0,43	0,43	0,27	0,30

Figura 323. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 – 1.B.1. Combustibles sólidos.

En promedio, para el PM_{10} y $PM_{2.5}$, la subcategoría 1.B.1.a, vinculada a la minería carbonífera y del carbón, representa para PM_{10} el 89,64%, para $PM_{2.5}$ el 71,15% de las emisiones de material particulado dentro de la subcategoría. La subcategoría 1.B.1.b Transformación de combustibles sólidos, representa para PM_{10} el 28,85% y para $PM_{2.5}$ el 10,36% de las emisiones totales. Esto se debe a las emisiones fugitivas producidas en los procesos de minería subterránea y superficial del carbón, esta actividad contribuye significativamente a las emisiones de material particulado en la subcategoría.

8.5.3.1.9.1.6 Carbono negro (CN)

Las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.B.1. en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 0,07 kt CN. En 2010, se estimaron en un total de 0,07 kt CN, mientras que en 2021 se registraron 0,07 kt CN. Este comportamiento indica que no hubo variación en las emisiones, manteniendo una tasa de crecimiento media anual del 0,0%.

La subcategoría 1.B.1.b, relacionada con la minería carbonífera y del carbón, es la única fuente de emisiones de CN en esta subcategoría. Esto se debe a las emisiones fugitivas producidas en los procesos de minería subterránea y superficial del carbón. No se incluye una gráfica, ya que es la única fuente de emisión.

8.5.3.1.9.2 Metodología

La ecuación empleada para la estimación de emisiones de carbono negro (CN) y contaminantes criterio en la subcategoría 1.B.1. se detalla en el siguiente cuadro:

Subcategoría 1.B.1. Combustibles solidos
$$Emisión = Producción\ x\ FE$$
E= Emisión anual por contaminante FE = Factor de emisión asociado al tipo de combustible, que indica la cantidad de contaminantes emitidos por unidad de combustible consumido.

Cuadro 66. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por Combustibles sólidos (1.B.1.).

Las emisiones se estimaron con nivel metodológico 1. En la Tabla 360 se detallan por subcategoría los factores de emisión empleados.

Tabla 360. Metodología y factores de emisión - Industrias manufactureras y de la construcción (1.B.1.).

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón	COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$,	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.B1a Tablas 3-1	COVDM 0,8 kg/Mg coal PM_{10} 0,042 kg/Mg coal $PM_{2.5}$ 0,005 kg/Mg coal
1.B.1.b. Transformación de combustibles sólidos	NOx, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.B.1b Tabla 3-1	NO_X 0,9 g/Mg coke CO 460 g/Mg coke COVDM 7,7 g/Mg coke SO_2 0,8 g/Mg coke PM_{10} 146 g/Mg coke $PM_{2.5}$ 61 g/Mg coke CN 0,49 % PM2.5

8.5.3.1.10 Petróleo y gas natural (subcategoría 1.B.2.)

Esta subcategoría abarca las emisiones de carbono negro y contaminantes criterio producidas en las actividades por extracción de petróleo, gas natural y ventilación. La Figura 324 presenta las subcategorías estimadas en el presente inventario.

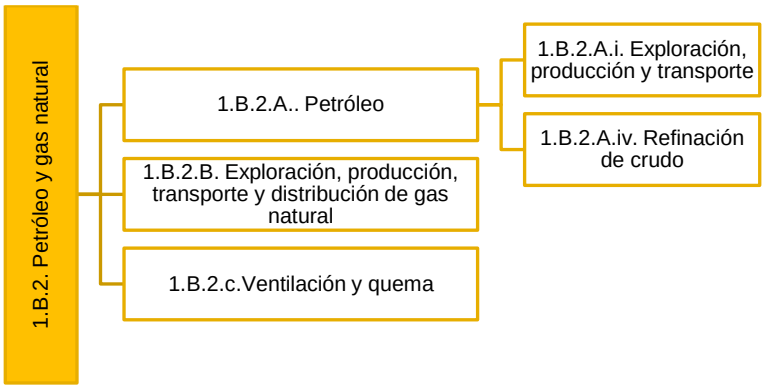


Figura 324. Subcategorías Petróleo y gas natural (1.B.2.)

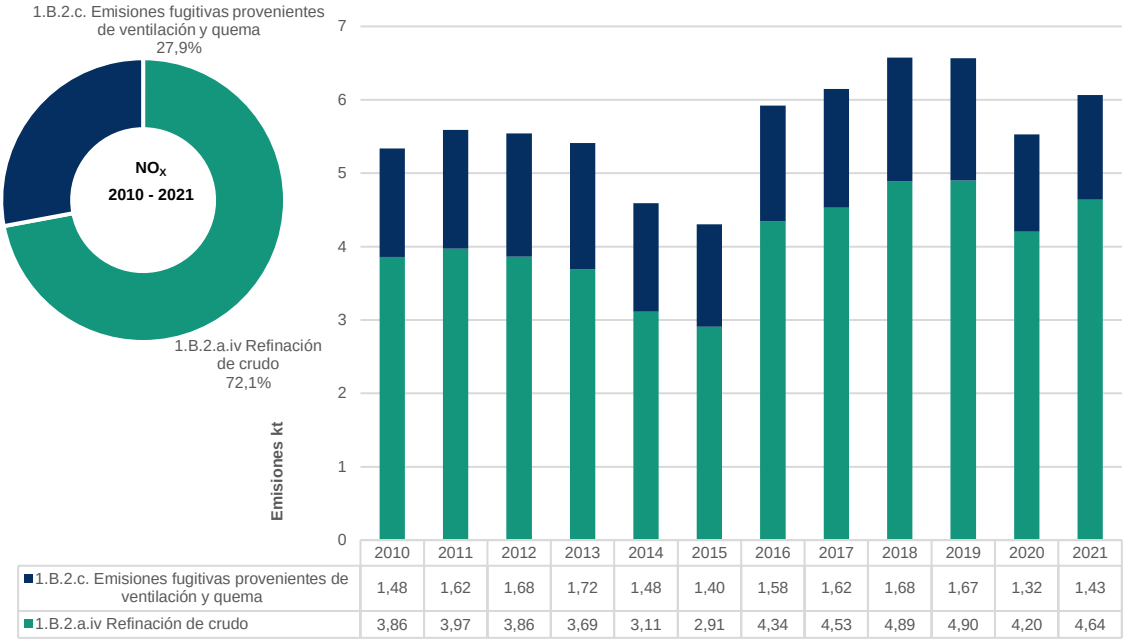
8.5.3.1.10.1 Tendencia de las emisiones (2010-2021)

Esta sección presenta las emisiones correspondientes a la subcategoría 1.B.2., que corresponde a Petróleo y gas natural, desglosadas por emisiones de las subcategorías Petróleo, Exploración, producción, transporte y distribución de gas natural y Ventilación y quema.

8.5.3.1.10.1.1 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Durante el período 2010-2021, las emisiones promedio anuales de la subcategoría de petróleo y gas natural en Colombia fueron de 6,08 kt NO_x. En el año 2010, se estimaron en 5,34 kt NO_x, mientras que para el año 2021, alcanzaron los 6,06 kt NO_x.

Para la subcategoría 1.B.2.a.iv Refinación de crudo, las emisiones presentan una tendencia general al alza se observa un pico en 2018 y 2019, por el contrario, para el año 2020, se presenta una disminución de emisiones, seguida de un aumento en 2021.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.B.2.c. Emisiones fugitivas provenientes de ventilación y quema	1,48	1,62	1,68	1,72	1,48	1,40	1,58	1,62	1,68	1,67	1,32	1,43
1.B.2.a.iv Refinación de crudo	3,86	3,97	3,86	3,69	3,11	2,91	4,34	4,53	4,89	4,90	4,20	4,64

Figura 325. Emisiones de NO_X de petróleo y gas natural (1.B.2.) por subcategoría, 2010 – 2021.

La principal fuente de emisión en la subcategoría 1.B.2. (Petróleo y gas natural) es la subcategoría 1.B.2.aiv (Refinamiento de crudo), donde se reportan las emisiones fugitivas por refinación de crudo. Esta subcategoría contribuye en promedio con el 72,06% de las emisiones de NO_x, El aumento en las emisiones de ambas subcategorías puede estar relacionado con el incremento en la producción de petróleo y gas natural en Colombia durante el periodo analizado. Otros factores que pueden influir son la eficiencia de los procesos de extracción, procesamiento y refinación, así como la implementación de medidas de mitigación de emisiones.

8.5.3.1.10.1.2 Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM)

Durante la serie temporal 2010-2021, las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.B.2. de petróleo y gas en Colombia fueron de 15,51 kt COVDM. En el año 2010, estas fueron estimadas en un total de 13,85 kt COVDM, mientras que en 2021 alcanzaron los 13,70 kt COVDM. Esto muestra un descenso del 1,08% en las emisiones, con una tasa de crecimiento media anual del -0,10%.

La Figura 326 presenta los resultados de las emisiones de COVDM de la subcategoría 1.B.2. correspondientes a Petróleo y gas natural, para cada año de la serie 2010-2021, acompañados de su participación promedio.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.B.2.c. Emisiones fugitivas provenientes de ventilación y quema	0,75	0,90	1,01	2,23	0,97	0,93	0,73	0,72	0,71	0,68	0,45	0,45
1.B.2.b Exploración producción, transporte y distribución de gas natural	1,30	1,31	1,41	1,52	1,63	1,43	1,30	1,27	1,34	1,36	1,33	1,34
1.B.2.a.iv Refinación de crudo	3,22	3,31	3,22	3,07	2,59	2,42	3,62	3,78	4,07	4,08	3,50	3,86
1.B.2.a.i Exploración, producción y transporte de petróleo	8,59	10,00	10,34	11,02	10,82	10,99	9,70	9,33	9,46	9,68	8,56	8,05

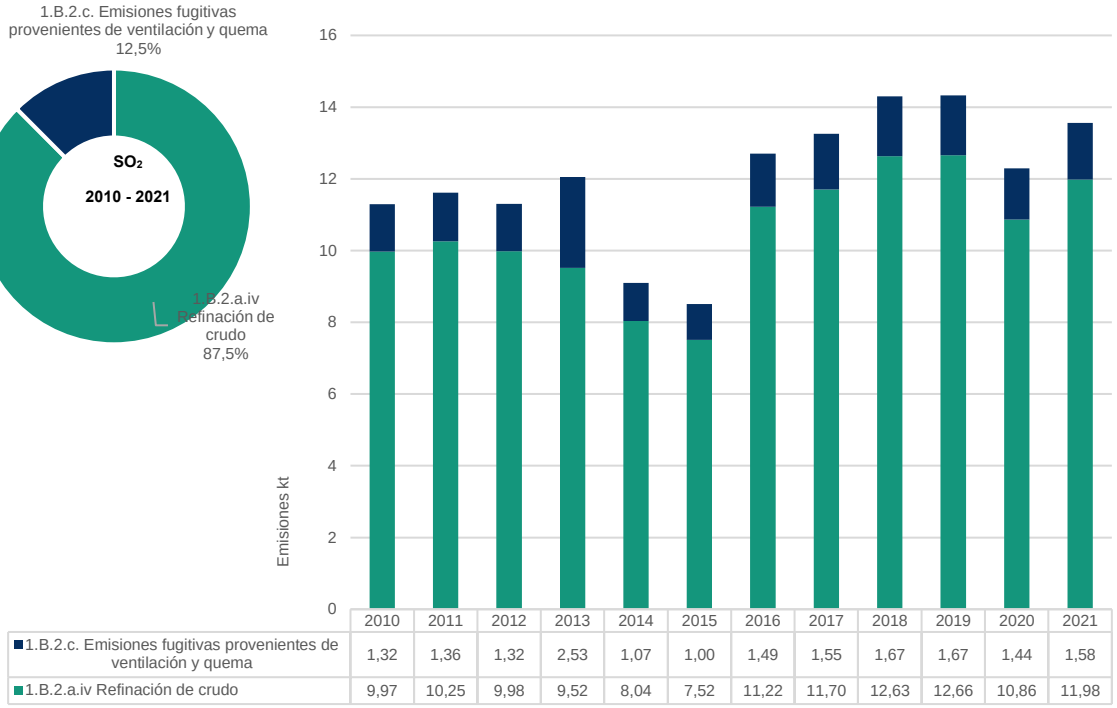
Figura 326. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – Petróleo y gas natural.

En general, la subcategoría 1.B.2.ai, relacionada con el sector de exploración, producción y transporte de petróleo, representa el 63,21% de las emisiones de COVDM dentro de la subcategoría 1.B.2. en Colombia.

8.5.3.1.10.1.3 Dióxido de azufre (SO_2)

Las emisiones anuales promedio de SO_2 provenientes de la subcategoría 1.B.2. petróleo y gas natural en Colombia, durante el período 2010-2021, fueron de 12,82 kt. En 2010, se estimaron en un total de 11,29 kt SO_2, mientras que en 2021 alcanzaron los 13,56 kt SO_2. Esto representa un aumento del 20,11% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del 1,68%.

En la Figura 327 se presentan los resultados de las emisiones de SO_2 de las diferentes subcategorías para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual de cada una.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.B.2.c. Emisiones fugitivas provenientes de ventilación y quema	1,32	1,36	1,32	2,53	1,07	1,00	1,49	1,55	1,67	1,67	1,44	1,58
1.B.2.a.iv Refinación de crudo	9,97	10,25	9,98	9,52	8,04	7,52	11,22	11,70	12,63	12,66	10,86	11,98

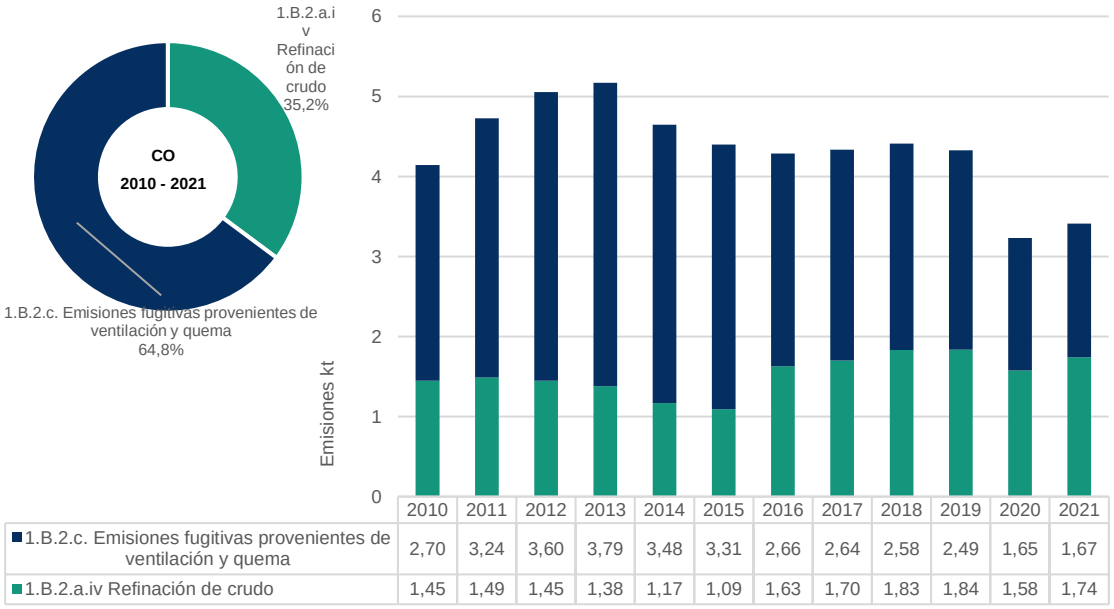
Figura 327. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 – Petróleo y gas natural.

Como se puede ver en la anterior figura, la fuente de emisión predominante en la subcategoría 1.B.2. Petróleo y gas natural es la subcategoría 1.B.2.aiv (Refinación de crudo), aportando el 87,53% de las emisiones de dióxido de azufre. Esto se debe al reporte de emisiones fugitivas por refinación de crudo.

8.5.3.1.10.1.4 Monóxido de carbono (CO)

Las emisiones anuales promedio de CO procedentes de la subcategoría 1.B.2. Petróleo y gas natural en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 4,81 kt CO. En 2010, se estimaron en un total de 4,15 kt CO, mientras que en 2021 se registraron los 3,41 kt CO. Este cambio representa una disminución del -17,63% en las emisiones de la subcategoría, con una tasa de crecimiento media anual del -1,75%.

La Figura 328 muestra los resultados de las emisiones de CO para cada subcategoría en cada año del período 2010-2021, así como la participación promedio anual de cada subcategoría.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.B.2.c. Emisiones fugitivas provenientes de ventilación y quema	2,70	3,24	3,60	3,79	3,48	3,31	2,66	2,64	2,58	2,49	1,65	1,67
1.B.2.a.iv Refinación de crudo	1,45	1,49	1,45	1,38	1,17	1,09	1,63	1,70	1,83	1,84	1,58	1,74

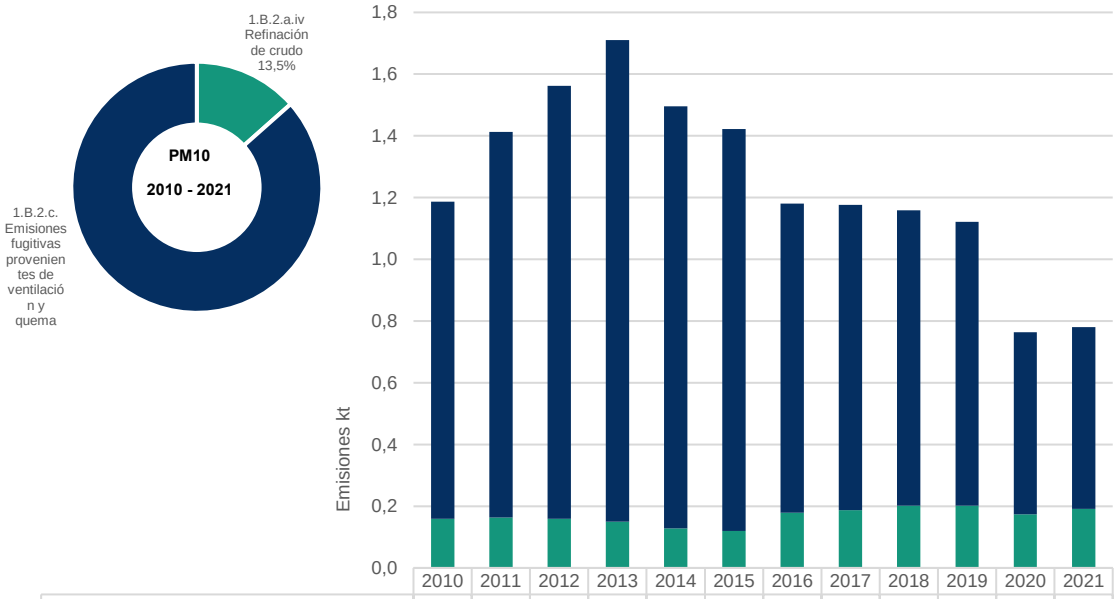
Figura 328. Emisiones de CO de petróleo y gas natural (1.B.2.) por subcategoría, 2010 – 2021.

La subcategoría 1.B.2.c, vinculada con la ventilación y quema, constituye la principal fuente de emisiones de CO, contribuyendo en promedio con el 64,83% del total de las emisiones, en términos generales, mientras que la subcategoría 1.B2.a.iv refinación de crudo representa el 35,17% de las emisiones de CO.

8.5.3.1.10.1.5 Material particulado (PM_{10} – $PM_{2.5}$)

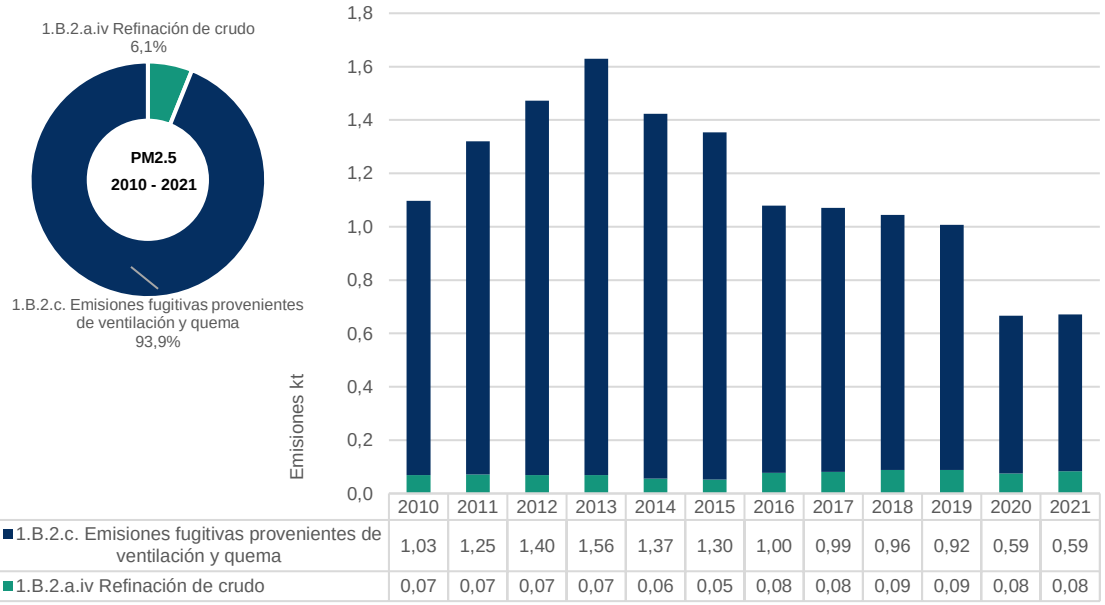
Las emisiones promedio anuales de la subcategoría 1.B.2., que corresponde a Petróleo y gas natural en Colombia durante el periodo 2010-2021, fueron de 1,39 kt PM_{10} y 1,29 kt $PM_{2.5}$. En 2010, se estimaron en total 1,19 kt PM_{10} y 1,10 kt $PM_{2.5}$, mientras que en 2021 se registraron 0,78 kt PM_{10} y 0,67 kt $PM_{2.5}$. Esto representa un descenso del -34,45% para PM_{10} y del -14,73% para $PM_{2.5}$, con una tasa de crecimiento media anual de -3,47% para PM_{10} y del -1,44para $PM_{2.5}$.

En la Figura 329 y Figura 330 se presentan los resultados de las emisiones de material particulado de las diferentes subcategorías para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual de cada una.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.B.2.c. Emisiones fugitivas provenientes de ventilación y quema	1,03	1,25	1,40	1,56	1,37	1,30	1,00	0,99	0,96	0,92	0,59	0,59
1.B.2.a.iv Refinación de crudo	0,16	0,16	0,16	0,15	0,13	0,12	0,18	0,19	0,20	0,20	0,17	0,19

Figura 329. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 – 1.B.2. Petróleo y gas natural.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.B.2.c. Emisiones fugitivas provenientes de ventilación y quema	1,03	1,25	1,40	1,56	1,37	1,30	1,00	0,99	0,96	0,92	0,59	0,59
1.B.2.a.iv Refinación de crudo	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08

Figura 330. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 – 1.B.2. Petróleo y gas natural.

En promedio, la subcategoría 1.B.2.c, relacionada a la ventilación y quema, representa el 86,54% de las emisiones de PM_{10} y el 93,9% de las emisiones de $PM_{2.5}$ de material particulado dentro de la subcategoría.

8.5.3.1.10.1.6 Carbono negro (CN)

Las emisiones promedio anuales para la subcategoría 1.B.2., Petróleo y gas natural en Colombia, durante el período 2010-2021, fueron de 0,27 kt CN. En 2010, se estimaron en un total de 0,25 kt CN, así mismo en 2021 se registraron 0,25 kt CN. Este análisis indica que no hubo variación en las emisiones en general, manteniendo una tasa de crecimiento media anual del 0,0%. La subcategoría 1.B.2. relacionada con petróleo y gas natural, cuenta únicamente con una fuente de emisiones, las cuales son las fugitivas producidas por la ventilación y quema.

No se presenta gráfica porque las emisiones promedio anuales para la subcategoría 1.B.2. (Petróleo y gas natural) se mantuvieron estables a lo largo del período analizado, sin variaciones significativas. Dado que los datos no permiten realizar comparaciones visuales, se ha optado por describir la información de manera textual.

8.5.3.1.10.2 Metodología

La ecuación empleada para la estimación de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio en la subcategoría 1.B.2. se detalla en el siguiente cuadro:

Subcategoría 1.B.2. Petróleo y gas natural
$Emisión = Producción\ x\ FE$ E= Emisión anual por contaminante FE = Factor de emisión asociado al tipo de combustible, que indica la cantidad de contaminantes emitidos por unidad de combustible consumido.

Cuadro 67. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por Combustibles sólidos (1.B.2.).

Las emisiones se estimaron con nivel metodológico 1. En la Tabla 361 se detallan por subcategoría los factores de emisión empleados.

Tabla 361. Metodología y factores de emisión - Industrias manufactureras y de la construcción (1.B.2.).

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
1.B.2.ai. Exploración, producción y transporte 1.B.2.b. Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	COVDM	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.B.2.A.i, 1.B2.B. Tablas 3-1 y 3-2	Petróleo COVDM 0,2 kg/Mg oil Gas natural COVDM 0,1 g/m3 gas
1.B.2.aiv. Refinación y almacenamiento	NOx, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.B.2.A.iv Tabla 3-1	NO_X 0,24 kg/Mg crudo ingresado CO 0,09 kg/Mg crudo ingresado COVDM 0,2 kg/Mg crudo ingresado SO_2 0,62 kg/Mg crudo ingresado PM_{10} 0,0099 kg/Mg crudo ingresado $PM_{2.5}$ 0,0043 kg/Mg crudo ingresado

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
1.B.2.c. Ventilación y quema	NOx, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH1.B.2c Tabla 3-1	Gas natural NO_x 1,4 kg/Mg gas quemado CO 6,3 kg/Mg gas quemado COVDM 1,8 kg/Mg gas quemado SO_2 0,013 kg/Mg gas quemado PM_{10} 2,6 kg/Mg gas quemado $PM_{2.5}$ 2,6 kg/Mg gas quemado Petróleo NO_x 54 g/m3 CO 12 g/m3 COVDM 2 g/m3 SO_2 77 g/m3

8.5.3.2 *Procesos industriales y uso de productos - IPPU*

8.5.3.2.1 Resumen del sector

En este sector se estiman las emisiones de diversos contaminantes, tales como Carbono Negro (CN), óxidos de nitrógeno (NO_X), compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO) y material particulado con diámetros menores a 2.5 y 10 micrómetros ($PM_{2.5}$ y PM_{10}). Estas emisiones provienen de las reacciones químicas involucradas en el procesamiento de materias primas y en el uso de ciertos productos.

El sector Procesos industriales y uso de productos – IPPU, se organiza en las categorías de la 2.A. a la 2.H. La estructura general de estas categorías, según el inventario actual, se presenta en la Figura 331.

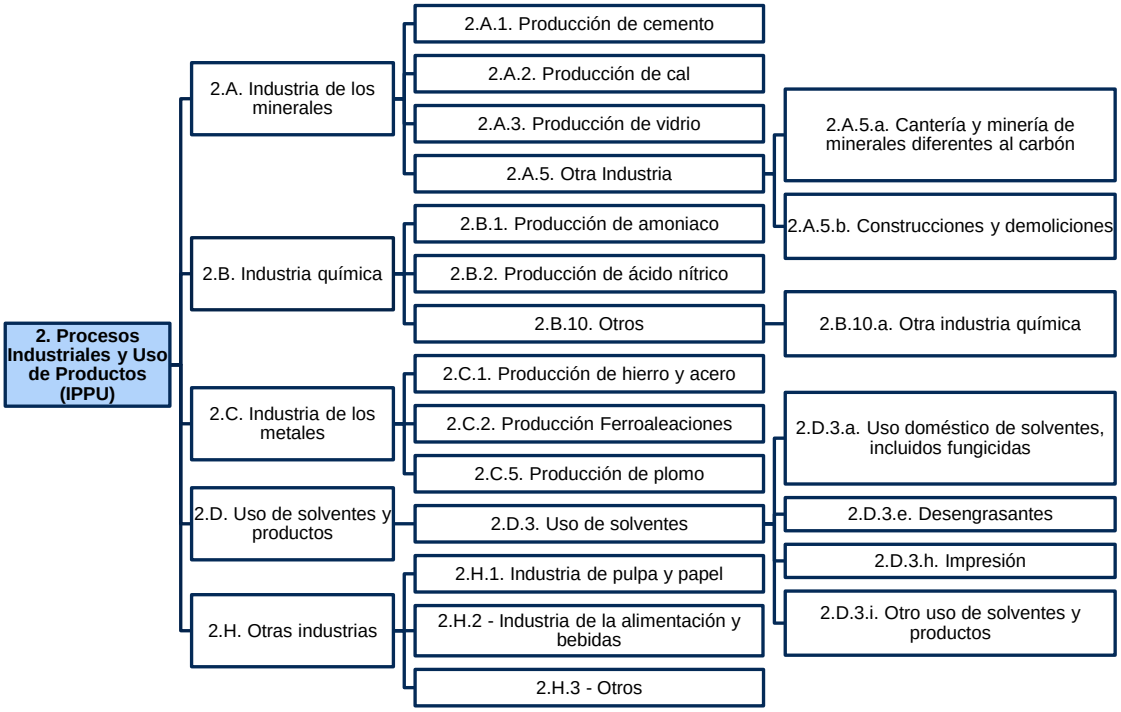


Figura 331. Categorías y subcategorías del sector IPPU estimadas en el inventario de carbono negro y contaminantes criterio

La Tabla 362 muestra las subcategorías y contaminantes estimados en el sector IPPU, de acuerdo con las subcategorías incluidas en el inventario nacional para el período 2010-2021.

Tabla 362. Subcategorías, Nivel Metodológico y Contaminantes Estimados en el Sector IPPU

Subcategorías incluidas en el Inventario nacional serie 2010 - 2021	Nivel metodológico	Contaminantes estimados
2.A.1. Producción de cemento	Nivel 1	PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
2.A.2. Producción de cal	Nivel 1	PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
2.A.3. Producción de vidrio	Nivel 2	PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
2.A.5. Otra industria	Nivel 1	PM_{10} y $PM_{2.5}$
2.B.1. Producción de amoníaco	Nivel 1	NO_X y CO
2.B.2. Producción de ácido nítrico	Nivel 1	NO_X
2.B.10. Otros	Nivel 2	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
2.C.1. Producción de hierro y acero	Nivel 2	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
2.C.2. Producción Ferroaleaciones	Nivel 1	PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
2.C.5. Producción de plomo	Nivel 1	SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$
2.D.3. Uso de solventes	Nivel 2	COVDM
2.H.1. Industria de pulpa y papel (Kraft)	Nivel 2	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas	Nivel 2	COVDM

La Tabla 322 del apartado 8.2 Completitud del Inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio del presente documento, contiene las subcategorías no estimadas (NE) junto con las observaciones correspondientes en el sector IPPU.

8.5.3.2.2 Emisiones del sector de Procesos industriales y uso de productos – Año 2021

Las emisiones totales estimadas de carbono negro y contaminantes criterio en kilotoneladas (kt), para el año 2021 en el sector IPPU se presentan a continuación.

Tabla 363. Emisiones totales del sector IPPU estimadas para el año 2021

Material particulado y carbono negro	Gases precursores
PM_{10}: 6,38 kt $PM_{2.5}$: 3,16 kt CN: 0,09 kt	CO: 2,51 kt NO_X: 4,64 kt SO_2: 2,51 kt COVDM: 122,64 kt

En la Tabla 364 se reportan las emisiones estimadas de carbono negro y contaminantes criterio en kilotoneladas kt, por subcategoría de fuente de emisión. En la Figura 332 se ilustran las emisiones de cada contaminante estimado y su participación por subcategoría para el año 2021.

Como se puede observar, las subcategorías que reportaron las mayores emisiones al sector IPPU por contaminante son:

- En relación con las emisiones de NO_x, la subcategoría 2.B.2, que corresponde a la producción de ácido nítrico, representa el 68,04%. La subcategoría 2.B.10, que abarca otra industria química, aporta el 18,10%, y la subcategoría 2.H.1, relacionada con la industria de pulpa y papel (Kraft), contribuye con el 9,16%. Las actividades de la industria química (categoría 2.B) son responsables del 88,36% de las emisiones totales de NO_x en el sector IPPU, mientras que la categoría 2.H aporta el 9,16% y la categoría 2.C. Industria de los metales contribuye con el 2,59% restante.
- En cuanto a las emisiones de COVDM, la subcategoría 2.D.3.a., correspondiente al uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas, aporta el 42,99%, mientras que la subcategoría 2.H.2., industria de alimentos y bebidas, contribuye con el 26,54%, y la subcategoría 2.D.3.i., uso de solventes y productos, con el 12,06%. La categoría 2.D., uso de solventes y productos, aporta el 71,59% de las emisiones totales del sector, la categoría 2.H., otros, contribuye con el 27,01%, y el 1,37% restante corresponde a la categoría industria química (2.B.).
- En cuanto a las emisiones de SO_2, la subcategoría 2.B.10., correspondiente a otras industrias químicas, aporta el 62,15%, mientras que la subcategoría 2.H.1., industria de pulpa y papel (Kraft), contribuye con el 33,86%. La categoría 2.B. industria química, aporta

el 62,15% de las emisiones totales del sector, la categoría 2.H., otros, contribuye con el 33,86%, y el 3,59% restante corresponde a la categoría 2.C., industria de los metales.

- En relación con las emisiones de CO, la subcategoría 2.H.1, que corresponde a la industria de pulpa y papel, representa el 92,86% del total de emisiones del sector. La subcategoría 2.B.10., que abarca otras industrias químicas, contribuye con el 6,75% restante. Por lo tanto, la categoría 2.H. aporta el 92,86% de las emisiones, mientras que la categoría 2.B. representa el 7,14% restante.
- Respecto a las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$, se observa que:
  PM_{10}: La subcategoría 2.A.5.b, Construcción y demolición, aporta el 52,40%, seguida por la subcategoría 2.A.5.a, Cantería y minería de minerales diferentes al carbón, con el 22,72%. Además, las emisiones por el proceso de producción de cemento (2.A.1.) contribuyen con el 14,56%. Las subcategorías 2.A.2. (producción de cal), 2.A.3. (producción de vidrio), 2.C.2 (producción de ferroaleaciones) y 2.H.1. (industria de pulpa y papel) en conjunto, representan el 10,32% restante. Las actividades de la industria de los minerales (categoría 2.A.) son las que más contribuyen al sector de IPPU para este contaminante, con el 96,03% de las emisiones totales.
  $PM_{2.5}$: En lo que respecta a las emisiones por el proceso de producción de cemento, la subcategoría 2.A.1. aporta el 39,59%, seguida por la subcategoría 2.A.5.b, Construcción y demolición, con el 25,60%, y la subcategoría 2.A.5.a, Cantería y minería de minerales diferentes al carbón, con el 11,23%. Las subcategorías restantes, 2.A.2. (emisiones por la producción de cal), 2.A.3. (emisiones por el proceso de producción de vidrio), 2.B.10. (Otras industrias químicas), 2.C.1. (Emisiones por el proceso de producción de hierro y acero), y 2.C.2 (Emisiones por el proceso de producción de ferroaleaciones), contribuyen con el 23,58% restante. Las actividades de la Industria de los minerales (categoría 2.A.) son las que más contribuyen al sector de IPPU para este contaminante, con el 86,35% de las emisiones totales.
- En cuanto a los aportes del CN, se destaca que la subcategoría 2.A.1., Producción de cemento, contribuye con el 67,70%, seguida por la subcategoría 2.C.2, Producción de Ferroaleaciones, con el 14,64%, y la subcategoría 2.H.1., Industria de pulpa y papel, con el 12,90%. Las subcategorías restantes, 2.A.2., Producción de cal, 2.B.10., Otras industrias químicas, y 2.C.1., Emisiones por el proceso de producción de hierro y acero, aportan el 4,76% restante. Se puede observar que las actividades de la Industria de los minerales (categoría 2.A.) son las que más contribuyen al sector de IPPU para este contaminante, representando el 69,18% de las emisiones totales.

Tabla 364. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio del sector IPPU para el año 2021

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	**Código NFR**	**Nombre**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**kt**	**Kt**
B_Industria	**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**4,64**	**182,49**	**2,51**	**2,52**	**14,35**	**2,93**	**0,05**
B_Industria	**2.A.**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**13,78**	**2,53**	**0,03**
B_Industria	2.A.1.	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	2,09	1,16	0,03
B_Industria	2.A.2.	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,72	0,14	0,00
B_Industria	2.A.3.	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,19	0,15	0,00
B_Industria	2.A.5.	Otra industria	NE	NE	NE	NE	10,78	1,08	NE
B_Industria	2.A.5.a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NE	NE	NE	NE	3,26	0,33	NE
B_Industria	2.A.5.b	Construcciones y demoliciones	NE	NE	NE	NE	7,52	0,75	NE
B_Industria	2.A.5.c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE
B_Industria	2.A.6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	**2.B.**	**Industria química**	**4,1**	**2,5**	**1,56**	**0,18**	**0,05**	**0,02**	**0,00**

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	Kt
B_Industria	2.B.1	Producción de amoníaco	0,10	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
B_Industria	2.B.2.	Producción de ácido nítrico	3,16	NA	NA	NA	NA	NE	NA
B_Industria	2.B.3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2.B.5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2.B.7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2.B.10.	Otros	0,84	2,50	1,56	0,17	0,05	0,02	0,00
B_Industria	2.B.10.a	Otras industrias químicas	0,84	2,50	1,56	0,17	0,05	0,02	0,00
B_Industria	2.B.10.b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
B_Industria	**2C**	**Industria de los metales**	**0,12**	**0,06**	**0,09**	**0,00**	**0,18**	**0,13**	**0,01**
B_Industria	2.C.1.	Producción de hierro y acero	0,12	0,06	0,05	0,00	0,07	0,05	0,00
B_Industria	2.C.2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,11	0,08	0,01
B_Industria	2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,04	NE	0,00	0,00	NE
B_Industria	2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**130,64**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**
B_Industria	2D3	Uso de solventes	NE	130,64	NE	NE	NA	NE	NE
B_Industria	2.D.3.a.	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	78,46	NA	NA	NA	NE	NA
B_Industria	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
B_Industria	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
B_Industria	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	2.D.3.e.	Uso de Desengrasantes	NA	15,77	NA	NA	NA	NE	NA
B_Industria	2D3.F.	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
B_Industria	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
B_Industria	2D3h	Impresión	NA	14,41	NA	NA	NA	NE	NE
B_Industria	2.D.3.i.	Otro uso de solventes y productos	NE	22,00	NE	NE	NA	NA	NA
B_Industria	**2.H.**	**Otros**	**0,43**	**49,29**	**0,85**	**2,34**	**0,34**	**0,26**	**0,01**
B_Industria	2.H.1.	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,43	0,85	0,85	2,34	0,34	0,26	0,01
B_Industria	2.H.2.	Industria de la alimentación y bebidas	NA	48,44	NA	NA	NE	NE	NE
B_Industria	2.H.3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B_Industria	**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
B_Industria	**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
B_Industria	**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manipulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**

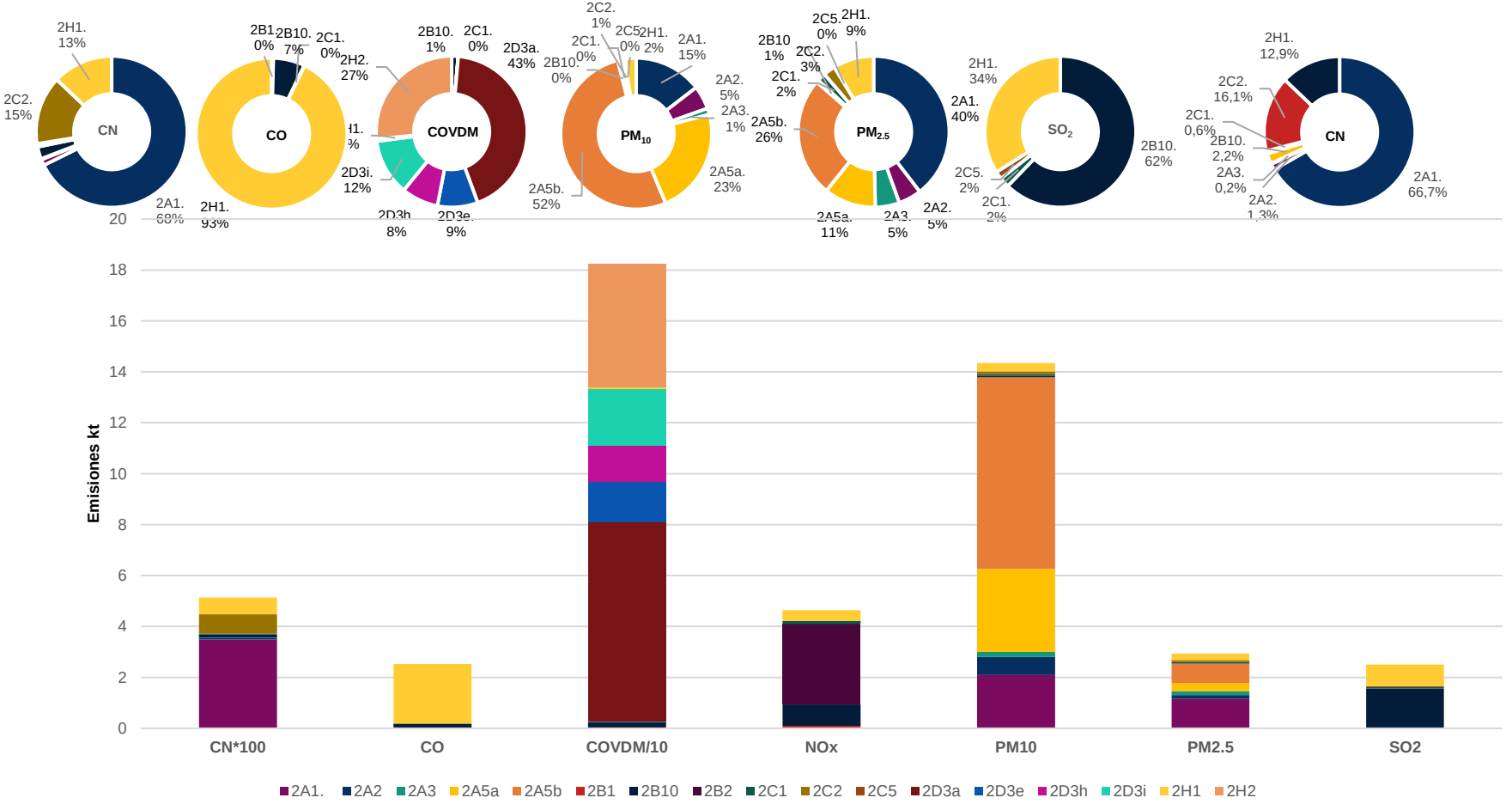


Figura 332. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio - sector IPPU para el año 2021

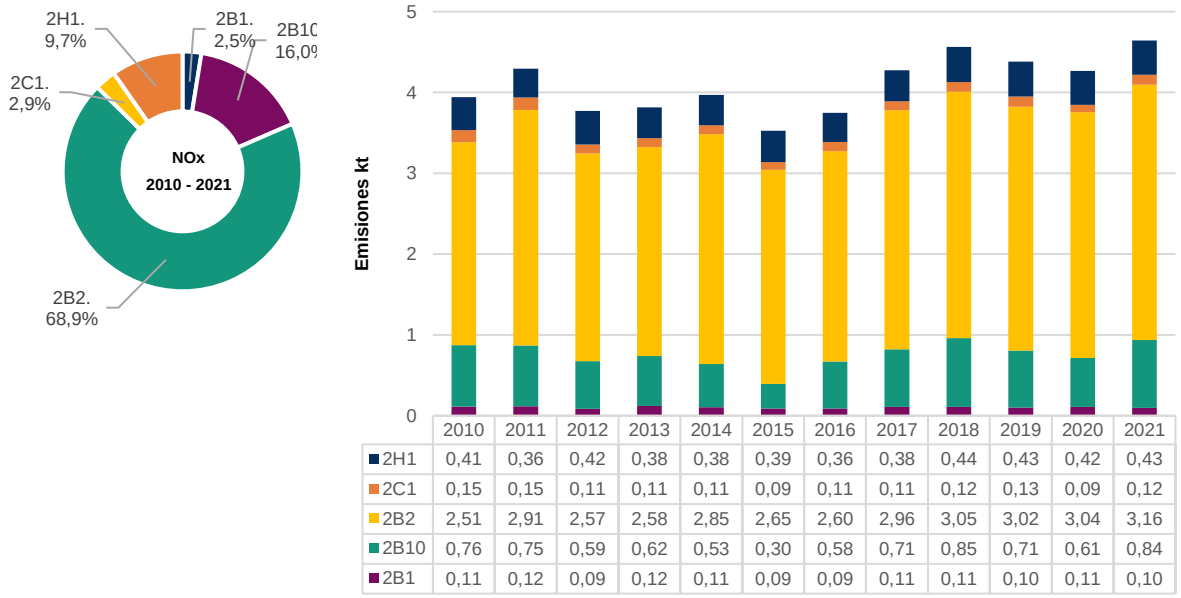
8.5.3.2.3 Tendencia de emisiones del sector IPPU (2010-2021)

8.5.3.2.3.1 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Las emisiones promedio anuales de NO_x del sector IPPU en Colombia durante el período 2010-2021 fueron de 4,10 kt NO_x. En 2010, las emisiones se estimaron en 3,94 kt NO_x, mientras que para 2021 se registraron 4,64 kt NO_x. Esto representa un incremento del 17,77% en las emisiones del sector IPPU, con una tasa de crecimiento anual promedio de 1,50%.

La

Figura 333 presenta los datos de las emisiones de óxidos de nitrógeno para las subcategorías del sector IPPU durante el período 2010-2021, así como la distribución promedio anual de cada subcategoría en el sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2H1	0,41	0,36	0,42	0,38	0,38	0,39	0,36	0,38	0,44	0,43	0,42	0,43
2C1	0,15	0,15	0,11	0,11	0,11	0,09	0,11	0,11	0,12	0,13	0,09	0,12
2B2	2,51	2,91	2,57	2,58	2,85	2,65	2,60	2,96	3,05	3,02	3,04	3,16
2B10	0,76	0,75	0,59	0,62	0,53	0,30	0,58	0,71	0,85	0,71	0,61	0,84
2B1	0,11	0,12	0,09	0,12	0,11	0,09	0,09	0,11	0,11	0,10	0,11	0,10

Figura 333. Tendencia emisiones de NO_x para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU

Se observa que la subcategoría 2.B.2., Producción de ácido nítrico, es la principal fuente de emisiones, contribuyendo en promedio con el 68,9% del total de NO_x. Esta subcategoría determina la tendencia general de las emisiones del sector IPPU, con picos notables en los años 2018, 2020 y 2021, correspondientes a las mayores producciones de NO_x con valores registrados de 3,05 kt, 3,04 kt y 3,16 kt, respectivamente.

La subcategoría 2.B.10., Otra industria química, contribuye con un promedio del 16% de las emisiones totales de NO_x del sector IPPU.

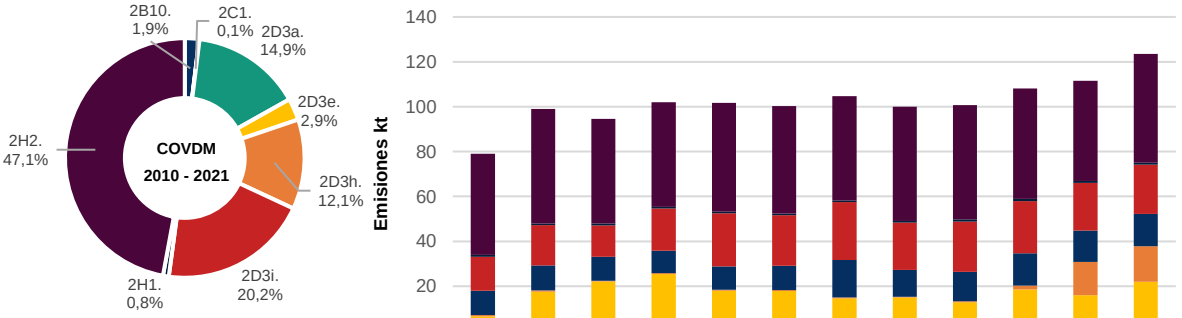
Finalmente, la subcategoría 2.H.1., Industria de pulpa y papel, contribuye con un 9,7% de las emisiones totales de NO_x del sector IPPU. Estas emisiones se originan principalmente en el proceso de fabricación de pulpa Kraft, que incluye emisiones en digestor, evaporación y condensado.

8.5.3.2.3.2 Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM)

Las emisiones promedio anuales provenientes del sector IPPU en Colombia, para la serie 2010-2021, fueron de 102,09 kt COVDM. En 2010, se estimaron en un total de 79,0 kt COVDM, mientras que en 2021 alcanzaron los 123,49 kt COVDM. Esto representa un incremento del 56,32% en las emisiones del sector IPPU, con una tasa de crecimiento media anual del 4,14%.

La

Figura 334 muestra los resultados de las emisiones de COVDM para las subcategorías del sector IPPU en cada año del periodo 2010-2021, así como la distribución promedio anual de cada subcategoría dentro del sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2H2	45,05	51,10	46,66	46,69	48,52	47,93	46,54	50,97	50,93	49,26	44,58	48,44
2H1	0,81	0,72	0,83	0,76	0,76	0,78	0,73	0,77	0,87	0,86	0,84	0,85
2D3i	15,16	17,94	13,88	18,74	23,63	22,42	25,72	21,13	22,44	23,27	21,26	22,00
2D3h	10,86	11,13	10,72	9,99	10,35	10,90	16,80	11,87	13,10	14,51	14,05	14,41
2D3e	0,58	0,52	0,31	0,42	0,52	0,41	0,30	0,26	0,41	1,61	14,82	15,77
2D3a	5,60	16,20	20,79	24,05	15,85	15,44	12,12	12,57	10,60	16,04	13,67	19,46
2C1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06
2B10	0,88	1,35	1,28	1,33	2,03	2,34	2,45	2,43	2,25	2,49	2,21	2,50

Figura 334. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU

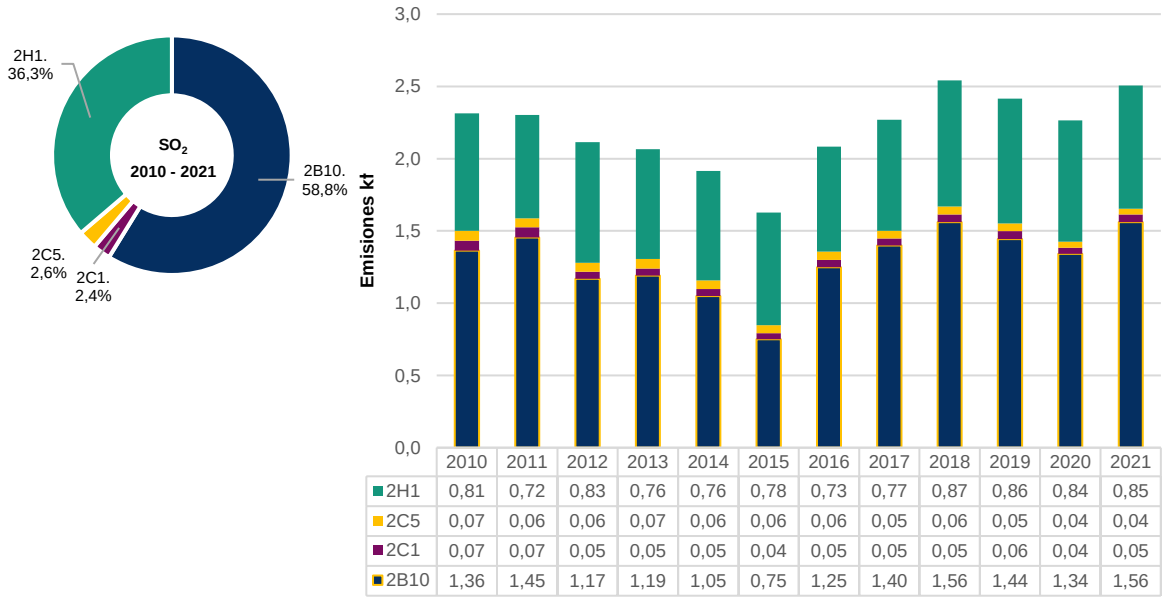
En términos generales, se observa que la subcategoría 2.D.3., relacionada con el Uso de Solventes, contribuye con el 50,1% de las emisiones COVDM en el sector IPPU. Por otro lado, la subcategoría 2.H.2., que abarca la Industria de Alimentación y Bebidas, representa el 47,1% de estas emisiones. Estas actividades son determinantes en el comportamiento y la tendencia de las emisiones del sector.

Durante los años 2020 y 2021, se ha observado un notable incremento en las emisiones de COVDM. Este aumento se correlaciona con periodos de alta actividad en la industria de alimentos y bebidas, así como con un crecimiento en la utilización de solventes en la fabricación de productos como impermeabilizantes asfálticos y adhesivos.

8.5.3.2.3.3 Dióxido de azufre (SO_2)

Las emisiones anuales promedio de SO_2 procedentes del sector IPPU en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 2,20 kt SO_2. En 2010, se estimaron en un total de 2,31 kt SO_2, mientras que en 2021 totalizaron 2,50 kt SO_2. Este incremento representa un aumento del 8,34% en las emisiones del sector IPPU, con una tasa de crecimiento media anual del 0,73%.

La siguiente figura presenta las emisiones de SO_2 para cada subcategoría del sector IPPU a lo largo del período 2010-2021, además de mostrar la participación promedio anual de cada subcategoría dentro del sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2H1	0,81	0,72	0,83	0,76	0,76	0,78	0,73	0,77	0,87	0,86	0,84	0,85
2C5	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04
2C1	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05
2B10	1,36	1,45	1,17	1,19	1,05	0,75	1,25	1,40	1,56	1,44	1,34	1,56

Figura 335. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU.

En promedio, la subcategoría 2.B.10., que comprende Otras Industrias Químicas, contribuye con el 58,8% de las emisiones de SO_2 del sector IPPU. Esta actividad ejerce una influencia determinante en el comportamiento y la tendencia de las emisiones reportadas por el sector de Procesos Industriales y Uso de Productos durante todo el período estudiado. Es importante destacar que dentro de la subcategoría 2.B.10., la producción de negro de humo y ácido sulfúrico son las únicas subcategorías que generan emisiones de SO_2. Además, durante el periodo de 2010 a 2021, se observa que los años con mayores niveles de contaminación, según las emisiones reportadas, son en el 2018 y 2021.

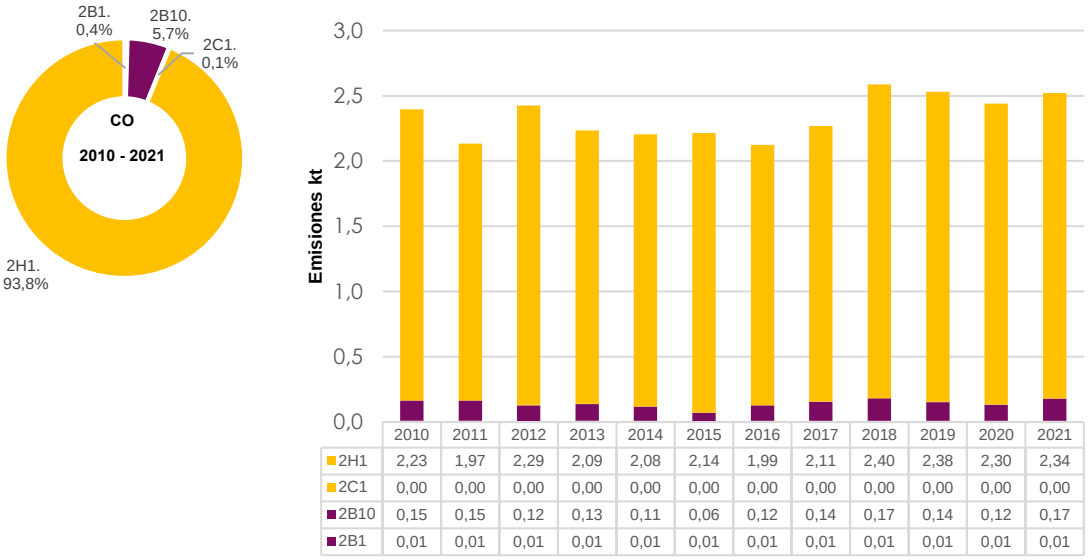
Por otro lado, la subcategoría 2.H.1., que corresponde a la Industria de Pulpa y Papel, destaca por su contribución significativa a las emisiones totales de SO_2 del sector IPPU, aportando en promedio un 36,3%. Dentro de esta subcategoría, las etapas de digestor, evaporación y condensado son las principales fuentes de emisión de gases.

Finalmente, las subcategorías 2.C.5., Producción de Plomo, y 2.C.1., Producción de Hierro y Acero, contribuyen con el 5% restante de las emisiones totales de SO_2 en el sector IPPU. En particular, para la subcategoría 2.C.1., que se refiere a la Producción de Hierro y Acero, se empleó un nivel metodológico 2 para la estimación de emisiones, lo cual permite el uso de Factores de Emisión específicos según el tipo de tecnología y el acero. Como resultado, las emisiones de SO_2 se calcularon únicamente para el acero producido en hornos de arco eléctrico (EAF).

8.5.3.2.3.4 Monóxido de carbono (CO)

Las emisiones promedio anuales del sector IPPU en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 2,34 kt CO. En 2010, se estimaron en total 2,40 kt CO mientras que en 2021 alcanzaron los 2,52 kt CO. Esto representa un incremento del 5,23% en las emisiones del sector IPPU, con una tasa de crecimiento media anual del 0,46%.

En la siguiente figura se presentan las emisiones de CO por subcategoría del sector IPPU para cada año del período 2010-2021. También se incluye la participación promedio anual de cada subcategoría en el sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2H1	2,23	1,97	2,29	2,09	2,08	2,14	1,99	2,11	2,40	2,38	2,30	2,34
2C1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2B10	0,15	0,15	0,12	0,13	0,11	0,06	0,12	0,14	0,17	0,14	0,12	0,17
2B1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Figura 336. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU.

La subcategoría 2.H.1, correspondiente a la industria de pulpa y papel, representa el 93,8% de las emisiones de CO del sector IPPU, lo que ejerce una influencia significativa en el comportamiento y la tendencia de las emisiones a lo largo del período analizado.

En este sentido, se puede observar que las emisiones durante el periodo 2010-2021 están determinadas principalmente por la producción anual de pulpa y papel. Específicamente, los años 2018, 2019 y 2021 fueron los que presentaron mayor contaminación, con una producción de 240.293 kt CO, 237.527 kt CO y 233.961 kt CO, respectivamente.

Por otro lado, la subcategoría 2.B.10., correspondiente a otra industria química, contribuye en promedio con un 5,7% de las emisiones totales de CO del sector IPPU. Dentro de esta subcategoría, solo la producción de negro de humo y formaldehído genera emisiones de CO.

Finalmente, las subcategorías 2.B.1., Producción de amoniaco, y 2.C.1., Producción de hierro y acero, contribuyen con una proporción muy mínima, representando apenas el 0,5% del total de las emisiones.

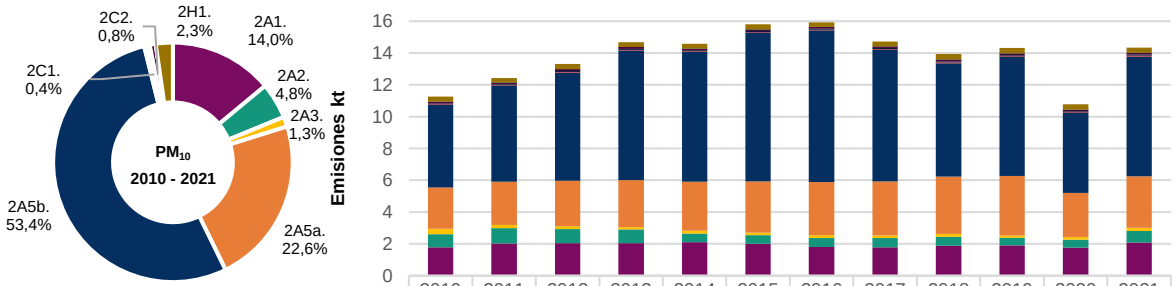
8.5.3.2.3.5 Material particulado (PM_{10} – $PM_{2.5}$)

Las emisiones promedio anuales provenientes del sector IPPU en Colombia, durante el periodo 2010-2021, fueron de 13,85 kt PM_{10} y 2,79 kt $PM_{2.5}$. En 2010, se estimaron en total 11,26 kt PM_{10} y 2,46 kt $PM_{2.5}$, mientras que en 2021 se registraron 14,34 kt PM_{10} y 2,93 kt $PM_{2.5}$ Esto indica un incremento del 27,39% para PM_{10} y 19,34% para $PM_{2.5}$, con una tasa de crecimiento media anual del 2,23% en PM_{10} y 1,62% en $PM_{2.5}$.

La

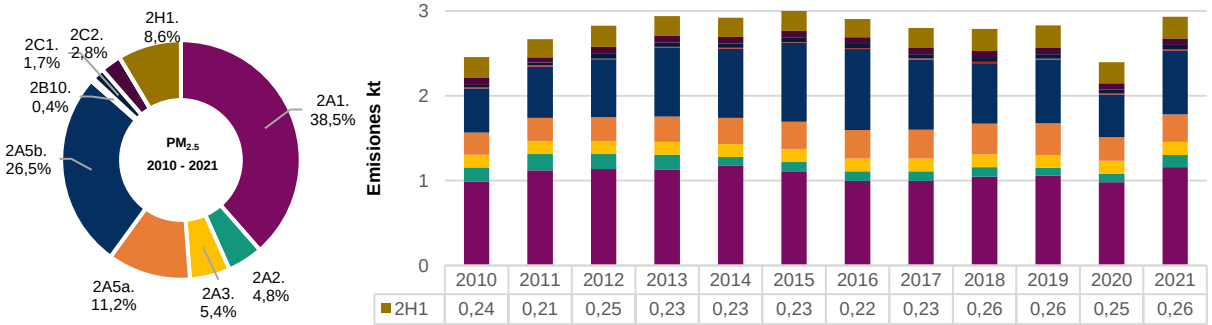
Figura 337 presenta las emisiones de PM_{10}, mientras que la

Figura 338 muestra las emisiones de $PM_{2.5}$ para las diversas subcategorías del sector IPPU durante el período 2010-2021. Ambas figuras incluyen, además, la participación promedio anual de cada subcategoría en el sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2H1	0,32	0,29	0,33	0,30	0,30	0,31	0,29	0,31	0,35	0,35	0,34	0,34
2C5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2C2	0,12	0,09	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,10	0,11
2C1	0,03	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07
2B10	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05
2A5b	5,20	6,06	6,80	8,14	8,16	9,34	9,54	8,26	7,14	7,49	5,02	7,52
2A5a	2,60	2,72	2,84	2,96	3,09	3,22	3,34	3,40	3,60	3,73	2,78	3,26
2A3	0,33	0,19	0,19	0,15	0,18	0,16	0,18	0,17	0,17	0,15	0,15	0,19
2A2	0,83	0,98	0,88	0,86	0,53	0,56	0,56	0,57	0,56	0,48	0,50	0,72
2A1	1,78	2,02	2,05	2,04	2,11	2,00	1,80	1,79	1,88	1,90	1,77	2,09

Figura 337. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2H1	0,24	0,21	0,25	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23	0,26	0,26	0,25	0,26
2C5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2C2	0,09	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08
2C1	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
2B10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
2A5b	0,52	0,61	0,68	0,81	0,82	0,93	0,95	0,83	0,71	0,75	0,50	0,75
2A5a	0,26	0,27	0,28	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,28	0,33
2A3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
2A2	0,17	0,20	0,18	0,17	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,14
2A1	0,99	1,12	1,14	1,13	1,17	1,11	1,00	1,00	1,05	1,06	0,98	1,16

Figura 338. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU.

En promedio, las dos subcategorías que más aportan de material particulado en el sector IPPU son 2.A.5., Otra industria de los minerales, y 2.A.1., Producción de cemento. La subcategoría 2.A.5., que incluye emisiones por extracción de materiales para construcción y construcciones de edificaciones no residenciales, representa el 76,0% del PM_{10} y el 37,7% del $PM_{2.5}$. Mientras tanto, la subcategoría 2.A.1., que abarca emisiones durante el proceso de fabricación del Clinker para la producción de cemento, representa el 14% del PM_{10} y el 38,5% del $PM_{2.5.}$ Esto indica que las emisiones de material particulado del sector IPPU están mayormente influenciadas por la producción de cemento y otras industrias de los minerales.

En relación con las emisiones de PM_{10}, la subcategoría 2.A.2., Producción de Cal, ocupa el tercer lugar con una contribución promedio del 4,8% del total del sector IPPU. A continuación, se encuentra la subcategoría 2.H.1., Industria de Pulpa y Papel, con un 2,3% de participación. Para las emisiones de $PM_{2.5}$, la subcategoría 2.H.1, Industria de Pulpa y Papel, es la tercera en términos de participación, representando el 8,6%, mientras que la subcategoría 2.A.3., Producción de Vidrio, sigue con una contribución del 5,4%.

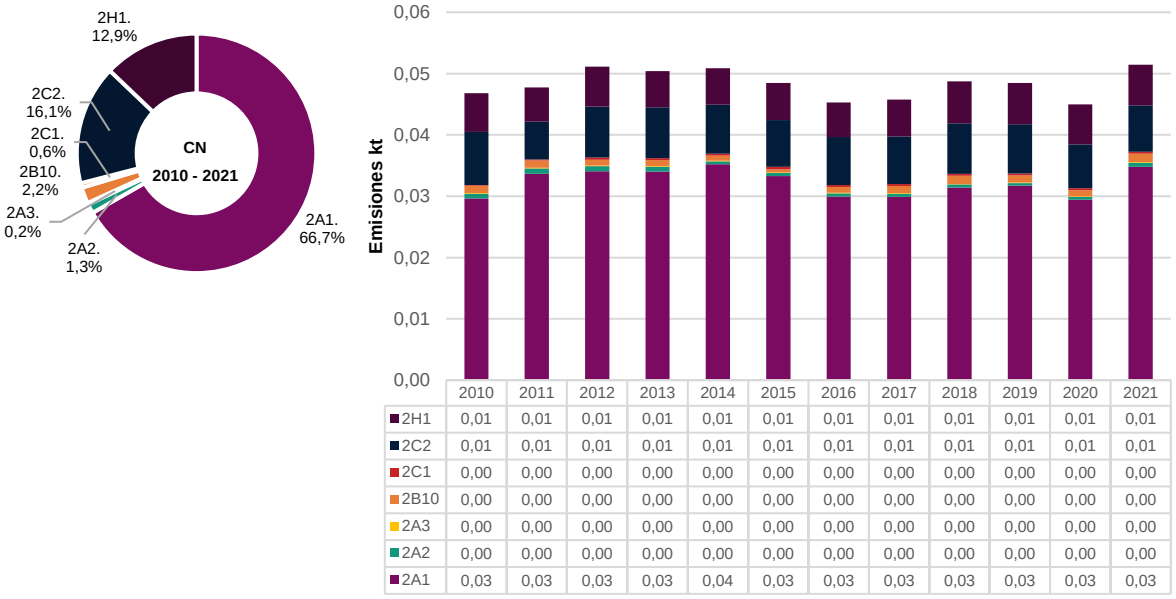
Las emisiones promedio anuales de material particulado para el período 2010-2021 se completan con aportes de diversas subcategorías del sector IPPU. La subcategoría 2.C.2., Producción de Ferroaleaciones, incluye las emisiones generadas durante la producción de ferroníquel. La subcategoría 2.B.10., Otra Industria Química, abarca las emisiones asociadas a la producción de negro de humo. Por su parte, la subcategoría 2.C.1., Producción de Hierro y Acero, proporciona datos desagregados de actividad según el tipo de tecnología empleada. Finalmente, la subcategoría 2.C.5., Producción de Plomo, reporta las emisiones correspondientes a la producción secundaria de plomo.

8.5.3.2.3.6 Carbono negro (CN)

Las emisiones promedio anuales provenientes del sector IPPU en Colombia, durante el periodo 2010-2021, ascendieron a 0,048 kt CN. En 2010, se estimaron en total 0,047 kt CN, mientras que en 2021 se registraron 0.051 kt CN. Este aumento representa un incremento del 9,84%, con una tasa de crecimiento media anual de 0,86%.

En la

Figura 339 se presentan los resultados de las emisiones de CN de las diferentes subcategorías del sector IPPU para cada año dentro del periodo 2010-2021, junto con la participación promedio anual de cada subcategoría dentro del sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2H1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2C2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2C1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2B10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2A3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2A2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2A1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

Figura 339. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU.

La subcategoría 2.A.1, correspondiente a la producción de cemento y específicamente a la fabricación de clinker, es responsable en promedio del 66,7% de las emisiones de CN. Esta actividad tiene un impacto notable en el comportamiento y la tendencia de las emisiones del sector Procesos Industriales y Uso de Productos a lo largo del período analizado. Se observan picos de emisiones en los años 2012, 2014 y 2021, coincidiendo con los mayores niveles de producción de clinker en el país.

En cuanto a otras contribuciones dentro del sector IPPU, la subcategoría 2.C.2, Producción de ferroaleaciones, ocupa el segundo lugar con un promedio del 16,1% de las emisiones totales de CN. La subcategoría 2.H.1., Industria de pulpa y papel, sigue en tercer lugar con un aporte del 12,9%, correspondiente a las emisiones durante el proceso de fabricación de pulpa Kraft, que incluye las etapas de digestión, evaporación y condensado.

Las restantes subcategorías del sector contribuyen con un 4,3% de las emisiones promedio anuales del período 2010-2021. De estas, la subcategoría 2.B.10., Otra industria química, representa el 2,2%, con emisiones derivadas de la producción de negro de humo. La subcategoría 2.A.2., Producción de cal, aporta el 1,3%, principalmente durante el proceso de calcinación de piedra caliza y dolomita. La subcategoría 2.C.1., Producción de hierro y acero, contribuye con el 0,6%, con datos desagregados por tipo de tecnología. Finalmente, la subcategoría 2.A.3., Producción de vidrio, genera el 0,2% de las emisiones, estimadas con factores de emisión y datos específicos por tecnología y tipo de vidrio.

8.5.3.2.4 Metodología

La metodología empleada para el sector IPPU corresponde a lo estipulado en la Parte B, capítulo 2 del *EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2023*. En el Cuadro 68, se muestra la ecuación empleada para estimar las emisiones.

2 Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)
$$E_{contaminante} = TA \; x \; FE_{contaminante}$$
$E_{contaminante}$ = Emisión anual por contaminante TA = Tasa de actividad / Dato de actividad $FE_{contaminante}$ = Factor de emisión por contaminante

Cuadro 68. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por los Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU)

Para el cálculo de emisiones se emplearon factores de emisión por defecto del Guidebook EMEP/EEA 2019, principalmente de nivel 1. No obstante, para ciertas subcategorías se dispone de información específica de producción por tecnología/proceso, lo que permite el cálculo bajo el nivel metodológico 2. Estas subcategorías incluyen la producción de vidrio (2.A.3.), otra industria química (2.B.10.a), producción de hierro y acero (2.C.1.), uso de solventes y productos (2D), industria de pulpa y papel (2.H.1.) e industria de la alimentación y bebidas (2.H.2.).

Para estimar las emisiones en este sector, se utilizan datos de producción de diversos sectores industriales. En general, las categorías del sector 2, Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU), se basan en la información proporcionada por la Encuesta Anual Manufacturera (EAM)[56]. No obstante, algunas categorías requieren datos adicionales específicos de cada sector.

En particular, para la categoría 2.A., Industria de los Minerales, se recurre a varias fuentes especializadas: la Cámara Colombiana del Cemento y el Concreto (PROCEMCO) para la producción anual de clinker; la Cuenta Satélite de Minería (CSM) para la cantidad de minerales de construcción extraídos cada año; y el Censo de Edificaciones (CEED)[57] para determinar el área total de apartamentos, casas y construcciones no residenciales.

En la categoría 2.B, Industria Química, la estimación de emisiones se basa en datos facilitados por la Cámara Procultivos de la Asociación Nacional de Industriales (ANDI), los cuales proporcionan información sobre la cantidad total de amoniaco y ácido nítrico producidos.

Para la categoría 2.C., Industria de los Metales, se utilizan diferentes fuentes de información según la subcategoría. En la subcategoría 2.C.1., Producción de Hierro y Acero, se recurre a datos proporcionados por la Asociación Mundial del Acero (WSA) y el Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO). En la subcategoría 2.C.2, Producción de Ferroaleaciones, se emplea información específica del sector suministrada por CERROMATOSO, una empresa dedicada a la producción de ferroníquel en el país. Finalmente, para la subcategoría 2.C.5., Producción de Plomo, los datos son proporcionados por empresas del sector productivo de plomo.

La Tabla 365 proporciona una descripción detallada de las categorías de emisiones dentro del sector IPPU. Esta tabla incluye los contaminantes estimados para cada categoría, el nivel metodológico aplicado, y las fuentes de información utilizadas para los datos de actividad y los factores de emisión.

Tabla 365. Metodología y fuentes de datos - sector IPPU

Categorías y subcategorías incluidas en el INGEI (serie 2010 – 2021)		**Contaminantes**	**Metodología**	**Fuente información factor de emisión**	**Fuente información dato de actividad**
2. IPPU					
2.A. Industria de los minerales	2.A.1. Producción de cemento 2.A.2. Producción de cal	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.1 Tabla 3-1 CH2.A.2 Tabla 3-1	Empresas cementeras PROCEMCO DANE – EAM

[56] Disponible para consulta en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam

[57] Disponible para consulta en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/censo-de-edificaciones

Categorías y subcategorías incluidas en el INGEI (serie 2010 – 2021)		Contaminantes	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
	2.A.3. Producción de vidrio	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.3 Tabla 3-2 a 3-4	DANE - EAM
	2.A.5.a. Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.5a Tabla 3-1	DANE - CSM
	2.A.5.b. Construcciones y demoliciones	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.5b Tabla 3-1 a 3-4	DANE - CEED
2.B. Industria química	2.B.1. Producción de amoniaco	NO_x, CO	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.B Tabla 3-2	ANDI – Cámara procultivos Empresas del sector
	2.B.2. Producción de ácido nítrico	NO_x	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.B Tabla 3-3	ANDI – Cámara procultivos Empresas del sector
	2.B.10.a. Otra industria química	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.B Tablas 3-21 a 3-61	DANE – EAM Ecopetrol
2.C. Industria de los metales	2.C.1. Producción de hierro y acero	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.C.1 Tabla 3-2, 3-8, 3-14 y 3-15	UPME-SIMCO WSA
	2.C.2. Producción Ferroaleaciones	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.C.2 Tablas 3-1	DANE - EAM CERROMATOSO UPME-SIMCO
	2.C.5. Producción de plomo	SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.C.5 Tablas 3-1	Empresas del sector
2.D. Uso de solventes y productos	2.D.3.a. Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas 2.D.3.e. . Desengrasantes 2.D.3.h. Impresión 2.D.3.i. Otro uso de solventes y productos	COVDM	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.D.3.a, CH2.D.3.e, CH2.D.3.h y CH2.D.3.i	DANE - EAM
2.H.. Otras industrias	2.H.1.. Industria de pulpa y papel	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.H.1 Tablas 3-2	DANE - EAM
	2.H.2.. Industria de la alimentación y bebidas	COVDM	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.H.2 Tablas 3-2 a 3-32	DANE - EAM

En la Tabla 366 se listan los factores de emisión empleados en la estimación de emisiones por subcategoría.

Tabla 366. Factores de emisión - sector IPPU

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
2.A.1. Producción de cemento 2.A.2. Producción de cal	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.1 Tabla 3-1	**Clinker:** PM_{10}: 234 g PM_{10}/Mg clinker $PM_{2.5}$: 130 g $PM_{2.5}$/Mg clinker CN: 0,03 % $PM_{2.5}$ **Cal viva:** PM_{10}: 3500 g PM_{10}/Mg cal $PM_{2.5}$: 700 g $PM_{2.5}$/Mg cal

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
			CH2.A.2 Tabla 3-1	CN: 0,0046 % $PM_{2.5}$ **Cal dolomita:** PM_{10}: 3500 g PM_{10}/Mg cal $PM_{2.5}$: 700 g $PM_{2.5}$/Mg cal CN: 0,0046 % $PM_{2.5}$
2.A.3. Producción de vidrio	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.3 Tabla 3-2 a 3-4	**Vidrio plano:** PM_{10}: 120 g PM_{10}/Mg vidrio $PM_{2.5}$: 100 g $PM_{2.5}$/Mg vidrio CN: 0,00062 % $PM_{2.5}$ **Botellas:** PM_{10}: 250 g PM_{10}/Mg vidrio $PM_{2.5}$: 220 g $PM_{2.5}$/Mg vidrio CN: 0,00062 % $PM_{2.5}$ **Fibra de vidrio:** PM_{10}: 90 g PM_{10}/Mg vidrio $PM_{2.5}$: 70 g $PM_{2.5}$/Mg vidrio CN: 0,02 % $PM_{2.5}$
2.A.5.a. Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.5a Tabla 3-1	PM_{10}: 50 g PM_{10}/t $PM_{2.5}$: 5 g $PM_{2.5}$/t
2.A.5.b. Construcciones y demoliciones	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.A.5b Tabla 3-1 a 3-4	**Apartamentos:** 0,3 kg PM_{10}/m2 0,03 kg $PM_{2.5}$/m2 **Casas:** 0,086 kg PM_{10}/m2 0,0086 kg $PM_{2.5}$/m2 **No residencial:** 1 kg PM_{10}/m2 0,1 kg $PM_{2.5}$/m2
2.B.1. Producción de amoniaco	NO_x, CO	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.B Tabla 3-2	1,00 kg NOx/t amoníaco 0,10 kg CO/t amoníaco
2.B.2. Producción de ácido nítrico	NO_x	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.B Tabla 3-3	10,000,00g NOx/t ácido nítrico
2.B.10.a. Otra industria química	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.B Tablas 3-21 a 3-61	**Negro de humo** 15,00 kg NOx/t 3,00 kg CO/t 0,70 kg COVDM/t 22,00 kg SO_2/t 0,27 kg PM_{10}/t 0,24 kg $PM_{2.5}$/t CN: 0,10 % $PM_{2.5}$ **Etileno** 0,60 t COVDM/kt **Polietileno** 2,40 kg COVDM/t **Policloruro de vinilo** 0,10 kg COVDM/t 0,10 kg PM_{10}/t 0,01 kg $PM_{2.5}$/t **Formaldehído** 1,50 kg COVDM/t 0,20 kg CO/t **Poliestireno** 3,20 kg COVDM/t **Polipropileno** 4,00 kg COVDM/t **Ácido sulfúrico** 3,00 kg SO_2/t **Anhídrido ftálico**

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				1,30 kg COVDM/t
2.C.1. Producción de hierro y acero	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.C.1 Tabla 3-2, 3-8, 3-14 y 3-15	**Acero BOF** 10 g NOx/Mg 3,5 g CO/Mg 32 g PM_{10}/Mg 28 g $PM_{2.5}$/Mg CN: 0,0036 % $PM_{2.5}$ **Acero EAF** 130 g NOx/Mg 1,7 g CO/Mg 46 g COVDM/Mg 60 g SO_2/Mg 24 g PM_{10}/Mg 21 g $PM_{2.5}$/Mg CN: 0,0036 % $PM_{2.5}$ **Acero sinterizado** 138 g COVDM/Mg 100 g PM_{10}/Mg 80 g $PM_{2.5}$/Mg CN: 0,0017 % $PM_{2.5}$ **Arrabio** 40 g PM_{10}/Mg 25 g $PM_{2.5}$/Mg CN: 0,024 % $PM_{2.5}$
2.C.2. Producción Ferroaleaciones	PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.C.2 Tablas 3-1	850,00 g PM_{10}/Mg 600,00 g $PM_{2.5}$/Mg CN: 0,10 % $PM_{2.5}$
2.C.5. Producción de plomo	SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.C.5 Tablas 3-1	5,00 g PM_{10}/Mg 2,50 g $PM_{2.5}$/Mg 50,00 g SO_2/Mg
2.D.3.a. Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas 2.D.3.e. . Desengrasantes 2.D.3.h. Impresión 2.D.3.i. Otro uso de solventes y productos	COVDM	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.D.3.a, CH2.D.3.e, CH2.D.3.h y CH2.D.3.i	**Uso doméstico de solventes** 950,00 g COVDM/kg **Desengrasantes** 460,00 g COVDM/kg **Impresión** Offset: 730,00 g COVDM/kg Flexografía: 800,00 g COVDM/kg **Otro uso de solventes** 522,00 g COVDM/kg
2.H.1.. Industria de pulpa y papel	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.H.1 Tablas 3-2	**Kraft** 1,00 kg NO_x/Mg 5,50 kg CO/Mg 2,00 kg COVDM/Mg 2,00 kg SO_2/Mg 0,80 kg PM_{10}/Mg 0,60 kg $PM_{2.5}$/Mg CN: 0,03 % $PM_{2.5}$
2.H.2.. Industria de la alimentación y bebidas	COVDM	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH2.H.2 Tablas 3-2 a 3-32	PAN 8,00 kg COVDM/t TORTAS, BIZCOCHOS Y CEREALES 1,00 kg COVDM/t CARNE, PESCADO Y AVES 0,30 kg COVDM/t AZÚCAR 10,00 kg COVDM/t MARGARINA Y GRASAS SÓLIDAS PARA COCINAR 10,00 kg COVDM/t COMIDA ANIMAL 1,00 kg COVDM/t CAFÉ TOSTADO 0,55 kg COVDM/t VINO TINTO 0,08 kg COVDM/hl

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				VINO BLANCO 0,04 kg COVDM/hl WHISKY 7,50 kg COVDM/hl CERVEZA 0,04 kg COVDM/hl BEBIDAS ESPIRITUALES 15,00 kg COVDM/hl BRANDY 3,50 kg COVDM/hl

En capítulos anteriores se indicó que los datos de actividad utilizados para calcular las emisiones de contaminantes criterio y carbono negro en el sector IPPU se basan principalmente en datos adaptados para el INGEI. Sin embargo, algunas categorías del sector IPPU generan emisiones de contaminantes criterio y CN, pero no de gases de efecto invernadero. La Tabla 367. presenta los datos de actividad para estas subcategorías específicas, que no están incluidas en el INGEI.

Tabla 367. Datos de actividad categorías que emiten contaminantes criterio y carbono negro, pero no GEI - sector IPPU.

NFR	Dato de actividad	Fuente de información dato de actividad	
		Periodo	Fuente de datos
2.A.5. Otra industria	Ver Tabla 365		
2.B.10.a. Otra industria química	Cantidad de productos químicos producidos por año: Negro de humo, etileno, polietileno, policloruro de vinilo, formaldehído, poliestireno, polipropileno, ácido sulfúrico, anhídrido ftálico	2010 – 2021	DANE – Encuesta Anual Manufacturera (EAM)
2.D.3. Uso de solventes	Ver Tabla 365		
2.H.1. Industria de pulpa y papel	Cantidad de Kraft (papel y cartón) producida por año	2010 – 2021	
2.H.2. Industria de la alimentación y bebidas	Cantidad de alimentos y bebidas producidas por año: Pan, tortas, bizcochos, cereales, carne, pescado, aves, azúcar, margarina, grasas sólidas para cocinar, comida animal, café tostado, vino tinto, vino blanco, whisky, cerveza, bebidas espirituales, brandy.	2010 – 2021	

8.5.3.3 *Agricultura*

8.5.3.3.1 Resumen del sector

El inventario nacional de emisiones en el sector agrícola abarca las emisiones de carbono negro y contaminantes criterio derivadas de las prácticas diarias en la agroindustria. Siguiendo las pautas del "Guidebook EMEP/EEA 2019", este inventario incluye diversas actividades, como el manejo de estiércol, la producción agrícola, el uso de tierras cultivables, la aplicación de pesticidas y cal, así como la quema de residuos agrícolas en campo abierto. La Figura 340 ofrece un desglose detallado de las categorías específicas incluidas en este sector de agricultura.

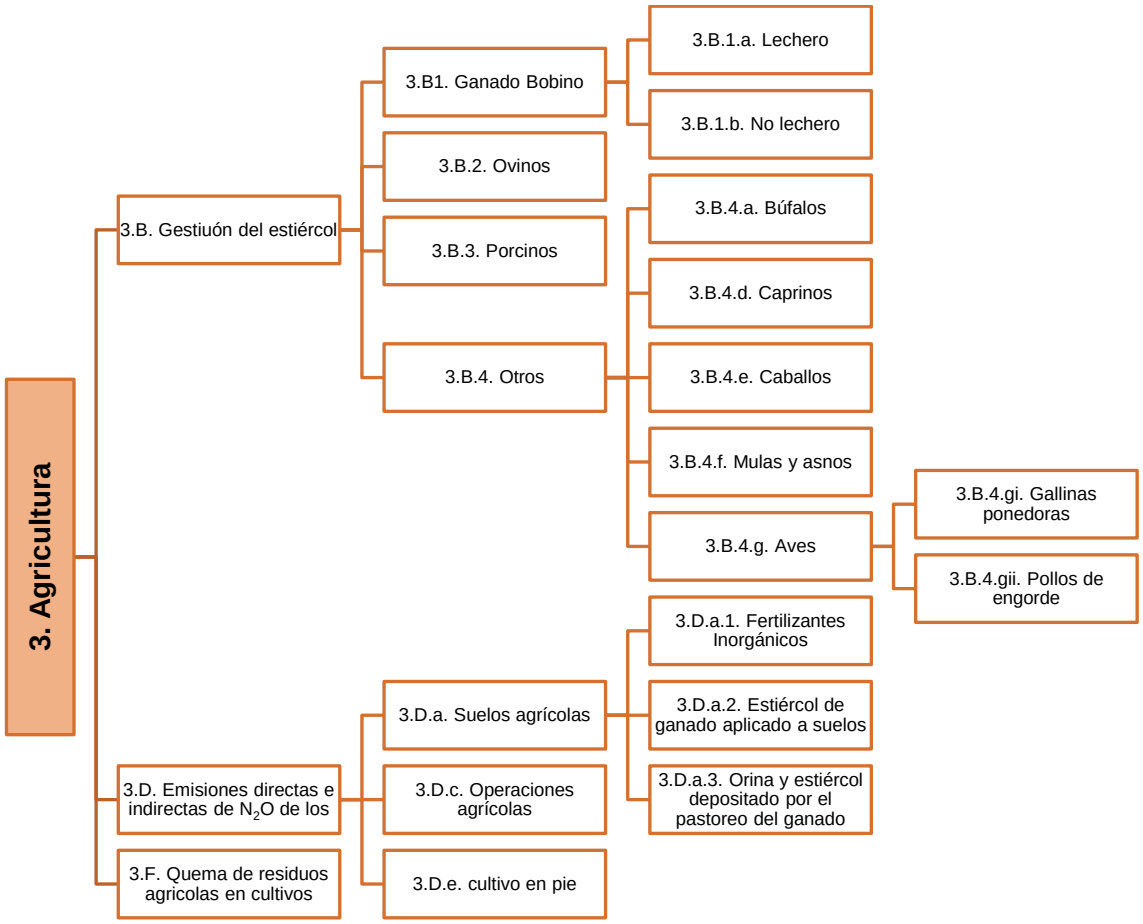


Figura 340. Categorías y subcategorías del sector Agricultura.

En la Tabla 368 el inventario detalla las subcategorías que incluyen diferentes tipos de ganado (como bovinos, ovinos, porcinos y otros), suelos agrícolas, prácticas agrícolas, cultivos en pie y la quema de residuos agrícolas. Para cada una de estas subcategorías, se especifican los contaminantes estimados, entre los que se encuentran los NO_x, COVDM, SO_2, CO, $PM_{2.5}$, PM_{10} y CN.

Tabla 368. Tipos de fuentes de emisión y contaminantes asociados considerados en el sector agricultura.

Categorías y Subcategorías incluidas en el Inventario nacional serie 2010 - 2021	Contaminantes estimados
3.B.1. Ganado bovino	NO_X, COVDM, PM_{10} y $PM_{2.5}$
3.B.2. Ovinos	NO_X, COVDM, PM_{10} y $PM_{2.5}$
3.B.3. Porcinos	NO_X, COVDM, PM_{10} y $PM_{2.5}$
3.B.4. Otros	NO_X, COVDM, PM_{10} y $PM_{2.5}$
3.D.a. Suelos agrícolas	NO_X
3.D.c. Operaciones agrícolas	PM_{10} y $PM_{2.5}$
3.D.e. Cultivos en pie	COVDM
3.F. Quema de residuos agrícolas en cultivos	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN

En el numeral correspondiente a la Completitud del Inventario, se enumeran las subcategorías no estimadas (NE) dentro del sector agricultura, como se muestra en la Tabla 322. Entre estas subcategorías se encuentran varias aves de corral (como pavos, patos y gansos), animales criados por su piel (como conejos y renos). La omisión de estas subcategorías en la estimación de emisiones

se debe a la falta de datos representativos a nivel nacional o a la ausencia de censos oficiales y estadísticas confiables sobre la población y distribución de estas especies, lo que dificulta una estimación precisa de sus emisiones.

8.5.3.3.2 Emisiones del sector de agricultura – Año 2021

Las emisiones para el sector de agricultura para el 2021 son las siguientes:

Tabla 369. Emisiones totales del sector Agricultura estimadas para el año 2021.

Material particulado y carbono negro	Gases precursores
PM_{10}: 23,72 kt $PM_{2.5}$: 11,3 kt CN: 0,94 kt	CO: 125,76 kt NO_X: 66,94 kt SO_2: 0,94 kt COVDM: 31,24 kt

Se presentan las emisiones de diversos contaminantes atmosféricos, expresadas en kilotoneladas kt. Los contaminantes incluidos son:

- PM_{10}: Las operaciones agrícolas y la quema de residuos agrícolas (3.F.) son la principal fuente de emisiones de material particulado PM_{10}, representando el 45.32% y el 35.67% del |total, respectivamente. En segundo lugar se encuentra la subcategoría 3.B.4. Otros con un 16.91%. El restante 5.07% de las emisiones proviene de la gestión del estiércol de ganado bovino (3.B.1.) y porcino (3.B.3.)
- $PM_{2.5}$: La quema de residuos agrícolas en cultivos es la fuente predominante de emisiones, contribuyendo con un 92.36% del total. Las subcategorías 3.B.4. Otros y Operaciones agrícolas (3.D.c.) representan un 3.63% y 2.99% respectivamente. El porcentaje restante se atribuye a la gestión del estiércol de ganado bovino lechero (3.B.1.a) y porcino (3.B.3).
- Para el caso de CN, la totalidad de las emisiones del sector Agropecuario proviene de la categoría 3F, que se refiere a la quema de residuos agrícolas en cultivos, siendo los residuos de caña los más relevantes en este contexto.
- En el contexto de CO, la quema de residuos agrícolas en cultivos es la única fuente de emisiones de este gas en el sector de agricultura.
- La emisión total de NO_x alcanzó 66.94 kt. La subcategoría 3.D.a., correspondiente a la producción de suelos agrícolas, contribuyó con 58.56 kt NO_x, lo que representa el 87.44% del total de emisiones de este contaminante. Dentro de esta subcategoría, la 3.D.a.3, que se refiere a la orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado, aportó 42.52 kt NO_x, mientras que la subcategoría 3.D.a.1. contribuyó con 14.81 kt NO_x.
- Todas las emisiones de SO_2 provenientes del sector agricultura son causadas por la quema de residuos agrícolas en los cultivos.
- El 82,7% de las emisiones de COVDM provienen de la categoría 3.B. Dentro de esta categoría, la subcategoría 3.B.4., que se refiere a la cría de animales, contribuye con el 64,41% de la emisión total.

La quema de residuos agrícolas en los campos de cultivo representa una fuente importante de contaminación atmosférica en el sector de agricultura, generando la totalidad de las emisiones de CN, CO y SO_2. Por su parte, la producción de suelos agrícolas, especialmente a través de la orina y el estiércol del ganado en pastoreo, es la principal fuente de emisiones de NOx, un gas precursor clave de la formación de ozono troposférico y material particulado. La Tabla 370 proporciona una visión detallada de los diferentes tipos de fuentes de emisión y los contaminantes asociados en el sector agricultura.

Tabla 370. Emisiones de carbono negro y precursores de gases en el sector agricultura durante el año 2021

Año 2021		Gases				Material Particulado		
Código NFR	Nombre	NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
		kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
3.	**Agricultura**	**66,94**	**31,24**	**0,94**	**125,76**	**23,72**	**11,03**	**0,94**
3.B.	**Gestión del estiércol**	**4,04**	**25,64**	**NA**	**NA**	**4,51**	**0,52**	**NA**
3.B.1.	Total ganado bovino	0,15	2,07	NA	NA	0,16	0,11	NA
3.B.1.a.	Ganado bovino lechero	0,15	2,07	NA	NA	0,16	0,11	NA
3.B.1.b.	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
3.B.2.	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
3.B.3.	Porcinos	0,34	3,44	NA	NA	0,34	0,02	NA
3.B.4.	Otros	3,55	20,13	NA	NA	4,01	0,40	NA
3.B.4.a.	Búfalos	0,00	0,09	NA	NA	0,01	0,01	NA
3.B.4.d.	Caprinos	0,00	0,18	NA	NA	0,02	0,01	NA
3.B.4.e.	Caballos	0,06	0,97	NA	NA	0,05	0,03	NA
3.B.4.f.	Mulas y asnos	0,01	0,05	NA	NA	0,01	0,00	NA
3.B.4.g.	Aves	3,48	18,84	NA	NA	3,92	0,35	NA
3.B.4.gi.	Gallinas ponedoras	0,63	7,47	NA	NA	1,81	0,14	NA
3.B.4.gii.	Pollos engorde	2,84	11,37	NA	NA	2,11	0,21	NA
3.D.	**Producción de cultivos y suelos agrícolas**	**58,56**	**4,67**	**NA**	**NA**	**8,46**	**0,33**	**NA**
3.D.a.	Suelos agrícolas	58,56	NA	NA	NA	NE	NE	NA
3.D.a.1.	Fertilizantes Inorgánicos	14,81	NA	NA	NA	NE	NE	NA
3.D.a.2.A.	Estiércol de ganado aplicado a suelos	1,22	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.D.a.3.	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	42,52	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.D.c.	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	8,46	0,33	NA
3.D.e.	Cultivos en pie	NA	4,67	NA	NA	NA	NA	NA
3.F.	**Quema de residuos agrícolas en cultivos**	**4,34**	**0,94**	**0,94**	**125,76**	**10,75**	**10,18**	**0,94**

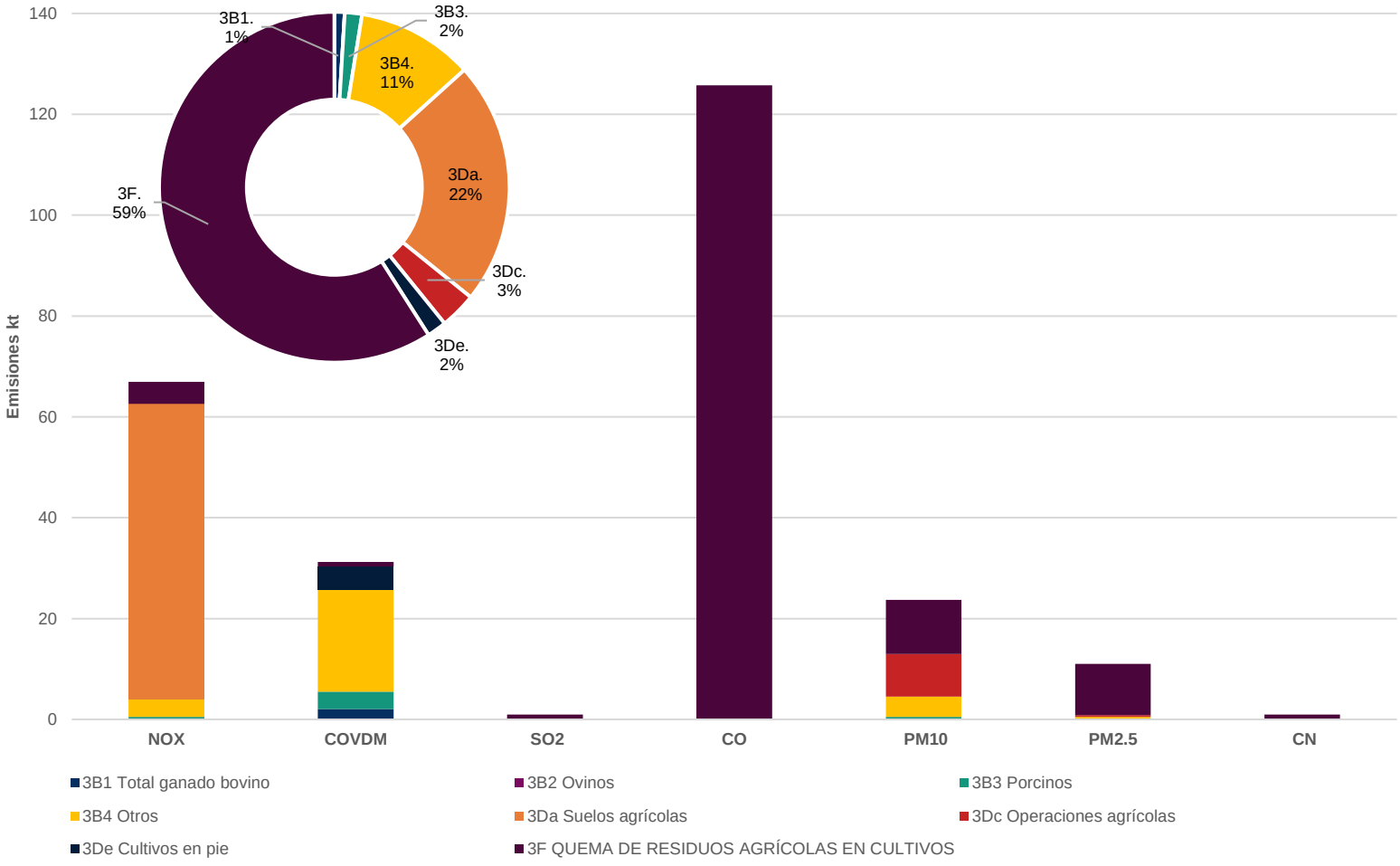


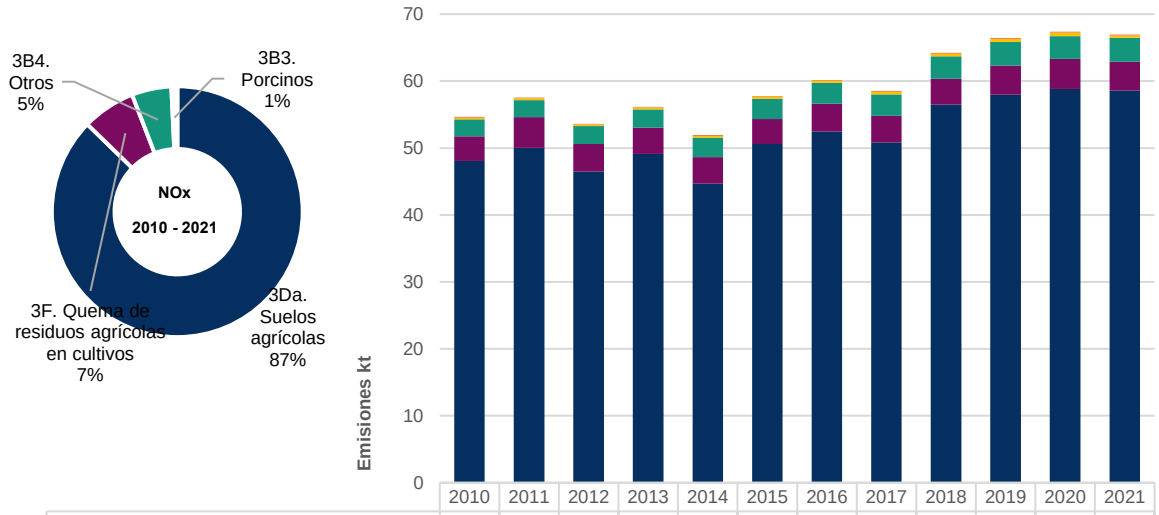
Figura 341. Tipos de fuentes de emisión y contaminantes asociados considerados en el sector agricultura 2021

8.5.3.3.3 Tendencia de las emisiones del sector de Agricultura (2010-2021)

En esta sección se detallan las emisiones desglosadas por tipo de contaminante y subcategoría, brindando información sobre su contribución y evolución durante el período comprendido entre 2010 y 2021. Además, se analiza el comportamiento de cada contaminante y subcategoría en el sector agricultura durante este intervalo de tiempo.

8.5.3.3.3.1 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

El promedio anual de emisiones de NO_x del sector agricultura en Colombia entre 2010 y 2021 fue de 59.61 kt. Para 2010 se estimaron 54,64 kt y para 2021, 66,94 kt. En la Figura 342 se presentan los datos sobre las emisiones de NO_x de las distintas subcategorías del sector Agricultura, para cada año entre 2010 y 2021, incluyendo la contribución promedio anual de cada subcategoría dentro de este sector.

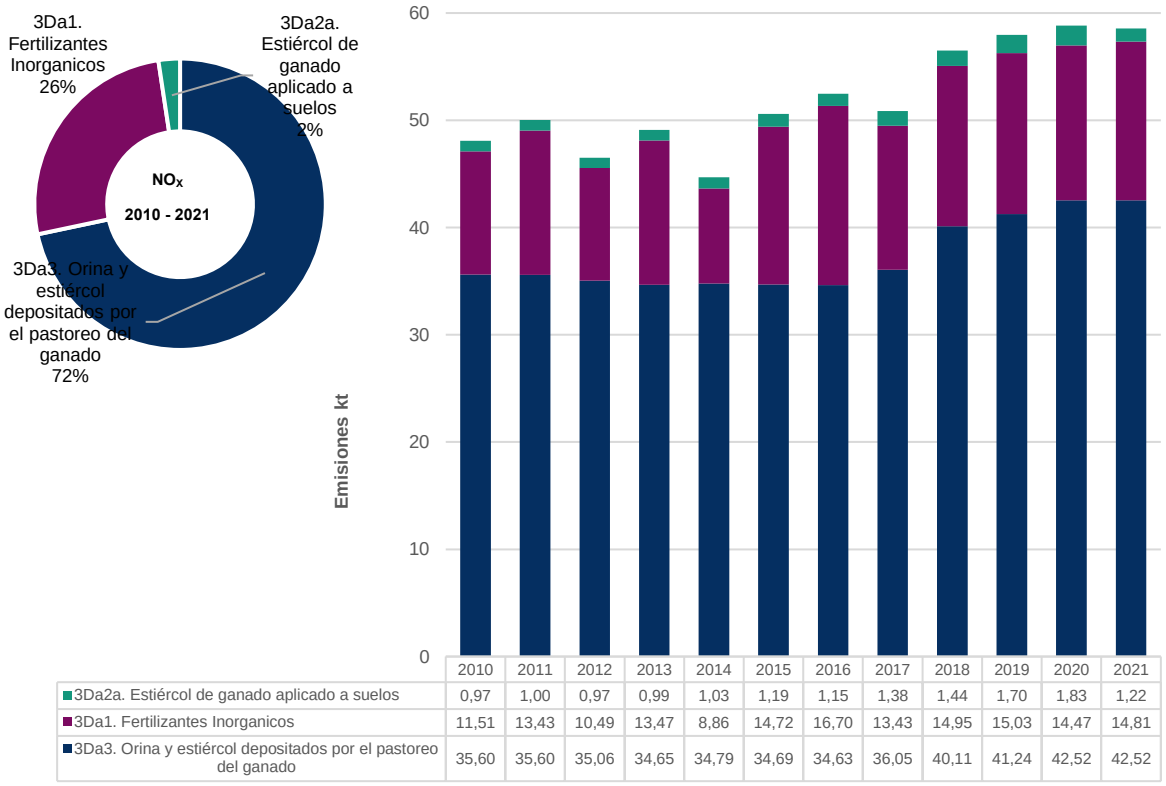


	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3B2. Ovinos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3B1. Total ganado bovino	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,15
3B3. Porcinos	0,24	0,26	0,25	0,26	0,27	0,31	0,31	0,38	0,39	0,46	0,50	0,34
3B4. Otros	2,55	2,54	2,64	2,72	2,89	3,03	3,15	3,22	3,34	3,53	3,41	3,55
3F. Quema de residuos agrícolas en cultivos	3,65	4,59	4,11	3,94	3,98	3,72	4,12	3,95	3,87	4,32	4,49	4,34
3Da. Suelos agrícolas	48,08	50,04	46,51	49,12	44,68	50,60	52,48	50,86	56,50	57,98	58,82	58,56

Figura 342. Tendencia emisiones de NO_X para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura.

Las emisiones de NO_x provenientes del sector de agricultura, cuentan con un crecimiento anual promedio del 1,87% entre 2010 y 2021, lo que se traduce en un incremento total del 14,84% durante ese período de tiempo.

El principal contribuyente a esta problemática es la subcategoría 3.D.a. Suelos Agrícolas, que representa un 87,27% de las emisiones totales de NO_x en el sector. Esta subcategoría engloba las emisiones de NO_x derivadas de la aplicación de nitrógeno al suelo, ya sea a través de fertilizantes sintéticos, orgánicos, o por la deposición de orina y estiércol de animales en pastoreo. En la Figura 343 se ilustran las emisiones de NO_x generadas por la subcategoría 3Da. Suelos agrícolas.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3Da2a. Estiércol de ganado aplicado a suelos	0,97	1,00	0,97	0,99	1,03	1,19	1,15	1,38	1,44	1,70	1,83	1,22
3Da1. Fertilizantes Inorganicos	11,51	13,43	10,49	13,47	8,86	14,72	16,70	13,43	14,95	15,03	14,47	14,81
3Da3. Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	35,60	35,60	35,06	34,65	34,79	34,69	34,63	36,05	40,11	41,24	42,52	42,52

Figura 343. Tendencia emisiones de NO_X para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura.

El 71,68% de las emisiones promedio anuales de NO_x proviene de la subcategoría 3.D.a.3., que incluye las emisiones generadas por la orina y el estiércol depositados directamente en los suelos durante el pastoreo del ganado. Este proceso es una fuente significativa de NO_x debido a la descomposición del estiércol en contacto con el suelo. Por otro lado, el 25,93% de las emisiones de NO_x se atribuye a la subcategoría 3.D.a.1. relacionada con el uso de fertilizantes inorgánicos, donde se reportan las emisiones resultantes de la aplicación de fertilizantes sintéticos. Finalmente, la subcategoría 3.D.a.2.a. que contempla el estiércol de ganado aplicado a suelos como fertilizante orgánico, contribuye con el 2,39% restante de las emisiones de NO_x en la subcategoría 3.D.a.

La categoría 3.F. quema de residuos agrícolas en cultivos ocupa el segundo lugar, está dedicada a la quema de residuos agrícolas en los cultivos y contribuye con un 6,86% de las emisiones de NO_x en el sector agricultura. Esta contribución está directamente relacionada con la extensión de las áreas de cultivo que se queman anualmente.

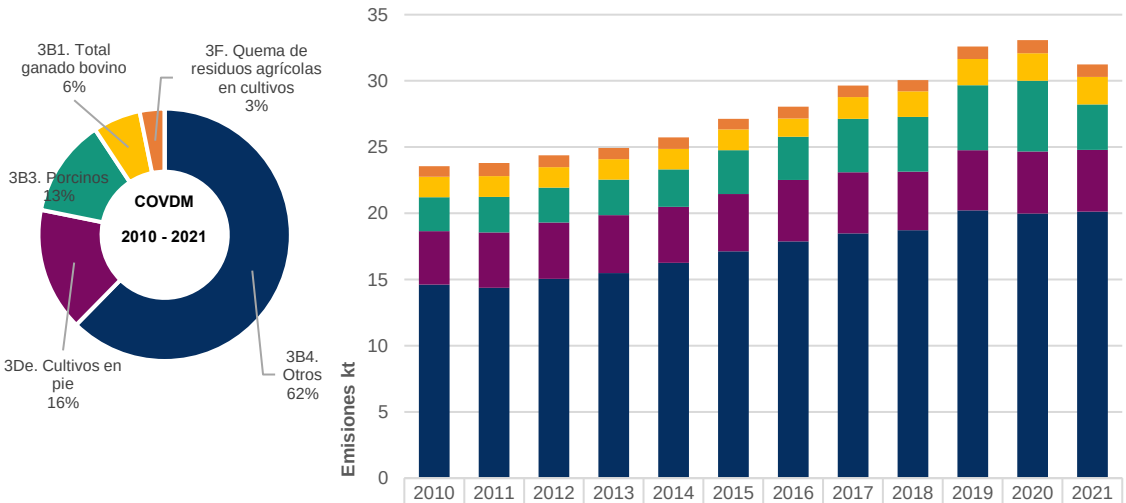
En tercer lugar, con una participación del 5,11%, se encuentra la subcategoría 3.B.4., que abarca la gestión del estiércol de otros animales, especialmente el manejo de estiércol de aves como gallinas

ponedoras y pollos de engorde. En esta subcategoría, se asume que el 100% del estiércol producido es gestionado a nivel nacional, lo que la convierte en la principal fuente de emisiones de NO_x dentro de las actividades de gestión de estiércol.

Entre 2018 y 2021, se registraron los niveles más altos de emisiones de NOx en el sector agrícola, con incrementos sostenidos: 64,23 kt en 2018, 66,42 kt en 2019, 67,37 kt en 2020 y 69,94 kt en 2021. Este crecimiento en las emisiones está principalmente vinculado a la subcategoría 3.D.a, que abarca la gestión de suelos agrícolas. En particular, la subcategoría 3.D.a.3, relacionada con la orina y el estiércol de ganado depositados durante el pastoreo, destaca como una fuente significativa de NOx. El nitrógeno presente en estos desechos se descompone por acción de microorganismos en el suelo, transformándose en compuestos nitrogenados que luego son liberados a la atmósfera, el aumento en la cantidad de cabezas de ganado puede ser un factor que contribuye a este incremento, la descomposición del nitrógeno en los suelos pastoreados sigue siendo una de las principales razones detrás de las mayores emisiones de NOx en el sector agrícola.

8.5.3.3.3.2 Compuestos orgánicos volátiles diferentes al carbono (COVDM)

El promedio anual de emisiones de COVDM del sector agricultura en Colombia entre 2010 y 2021 fue de 27,85 kt. Para 2010 se estimaron 23,56 kt y para 2021, 31,24 kt. En la Figura 344 se detalla las emisiones de COVDM del sector agricultura para cada año del período 2010-2021.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3B2. Ovinos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3F. Quema de residuos agrícolas en cultivos	0,79	1,00	0,89	0,86	0,86	0,81	0,90	0,86	0,84	0,94	0,98	0,94
3B1. Total ganado bovino	1,57	1,56	1,55	1,53	1,56	1,55	1,39	1,66	1,92	1,97	2,08	2,07
3B3. Porcinos	2,56	2,70	2,64	2,69	2,82	3,31	3,26	4,03	4,14	4,92	5,36	3,44
3De. Cultivos en pie	4,02	4,16	4,24	4,37	4,24	4,34	4,63	4,60	4,41	4,53	4,69	4,67
3B4. Otros	14,62	14,39	15,06	15,49	16,25	17,12	17,89	18,49	18,73	20,23	19,97	20,13

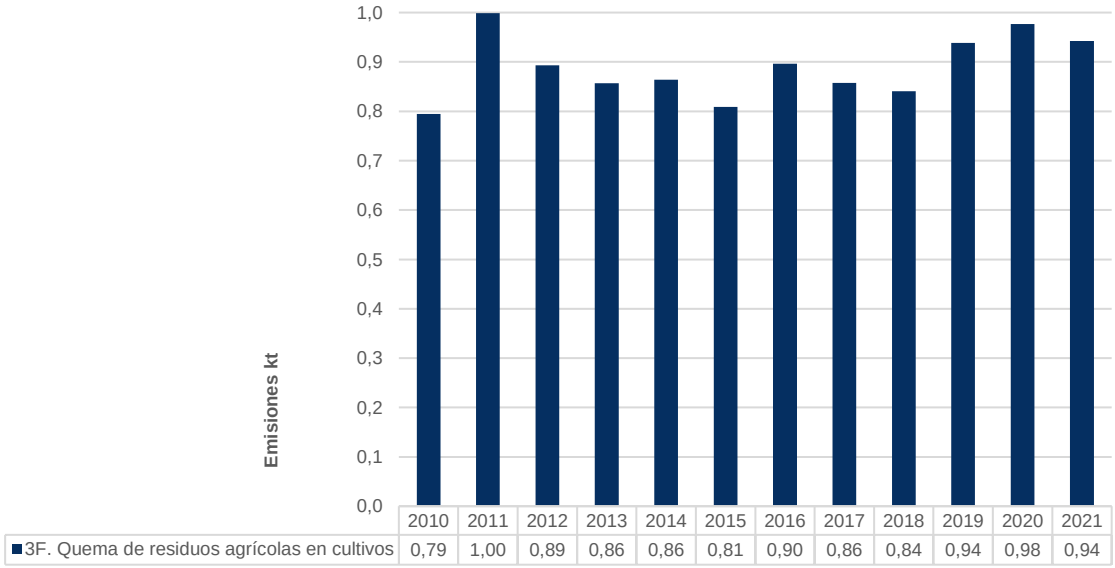
Figura 344. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura.

Los resultados totales del período analizado muestran que las emisiones tuvieron una tasa de crecimiento promedio anual del 2,71%. Entre 2010 y 2021, las emisiones de COVDM aumentaron en 7.68 kt, lo que representa un incremento del 32,56% entre esos dos años.

Dentro del sector Agricultura, la categoría 3.B. Gestión del estiércol es responsable del 80,98% de las emisiones promedio anuales de COVDM, siendo la subcategoría 3.B.4. Otros la mayor contribuyente con el 62,35%. Esta subcategoría incluye las emisiones derivadas del manejo del estiércol de aves, específicamente gallinas ponedoras y pollos de engorde. Le sigue en importancia 3.D.e. Cultivos en pie, con un 15,83% de las emisiones totales. En tercer lugar, se encuentra 3.B.3. Porcinos, que aporta un 12,53% de las emisiones, y la categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas en cultivos contribuye con el 3,19%

8.5.3.3.3.3 Dióxido de azufre (SO_2)

Entre 2010 y 2021, el sector agricultura colombiano emitió un promedio anual de 0,89 kt SO_2. Las emisiones aumentaron de 0,79 kt en 2010 a 0,94 kt en 2021. La Figura 345 detalla las emisiones anuales de SO_2 en este sector para el período 2010-2021. Cabe destacar que se ajustaron los datos correspondientes a las áreas de caña de azúcar y la superficie incendiada en este cultivo.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3F. Quema de residuos agrícolas en cultivos	0,79	1,00	0,89	0,86	0,86	0,81	0,90	0,86	0,84	0,94	0,98	0,94

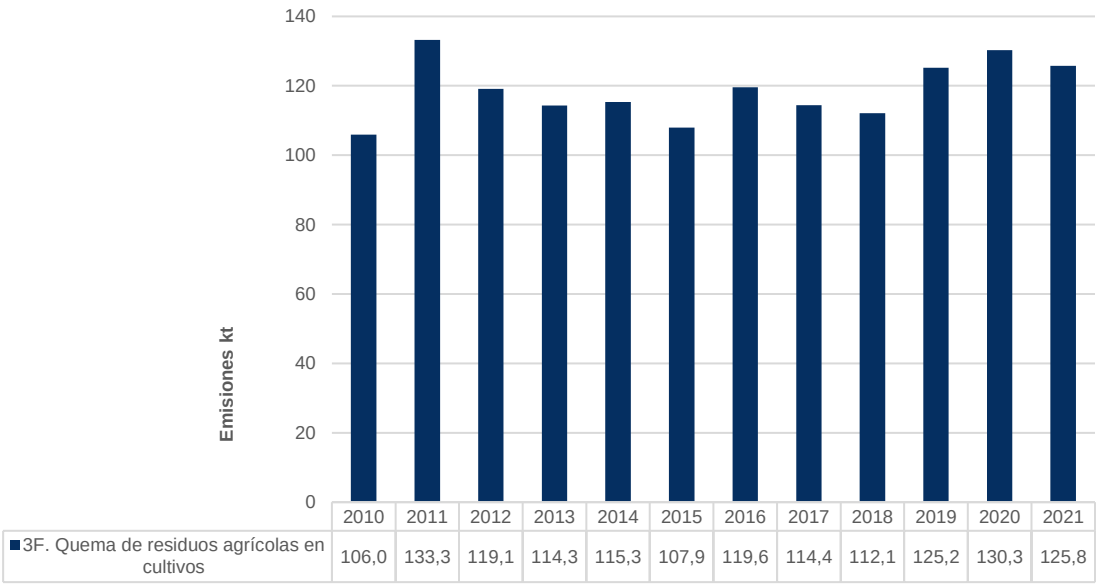
Figura 345. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura.

El análisis de las emisiones de SO_2 en el sector agricultura colombiano entre 2010 y 2021 revela un crecimiento anual promedio del 1,58%. Este incremento se tradujo en un aumento total de 0,15 kt SO_2 durante el período analizado.

La principal fuente de estas emisiones es la ocurrencia de incendios o quemas en áreas de cultivos principalmente de caña de azúcar, en el cual se emplea la practica categoría 3.F. siendo 2011, 2019, 2020 y 2021 los años con mayores registros, alcanzando cifras de 0,79, 0,94, 0,98 y 0,94 kt SO_2, respectivamente. El año 2010 reportó la menor cantidad de áreas quemadas y, en consecuencia, la menor emisión de SO_2, con un total de 0,79 kt SO_2.

8.5.3.3.4 Monóxido de carbono (CO)

En promedio, las emisiones históricas anuales de Colombia para el sector Agricultura en el periodo 2010 a 2021 fueron de 118,58 kt CO. Se estimaron 106,00 kt CO para el año 2010 y 125,81 kt CO para 2021. En la Figura 346 se reportan los resultados de emisiones de CO del sector Agricultura, para cada año durante el periodo 2010 a 2021.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3F. Quema de residuos agrícolas en cultivos	106,0	133,3	119,1	114,3	115,3	107,9	119,6	114,4	112,1	125,2	130,3	125,8

Figura 346. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura.

El análisis de las emisiones de CO en el sector agricultura colombiano entre 2010 y 2021 revela un crecimiento anual promedio del 1,55%. Este incremento se tradujo en un aumento total de 19,80 kt CO durante el período analizado.

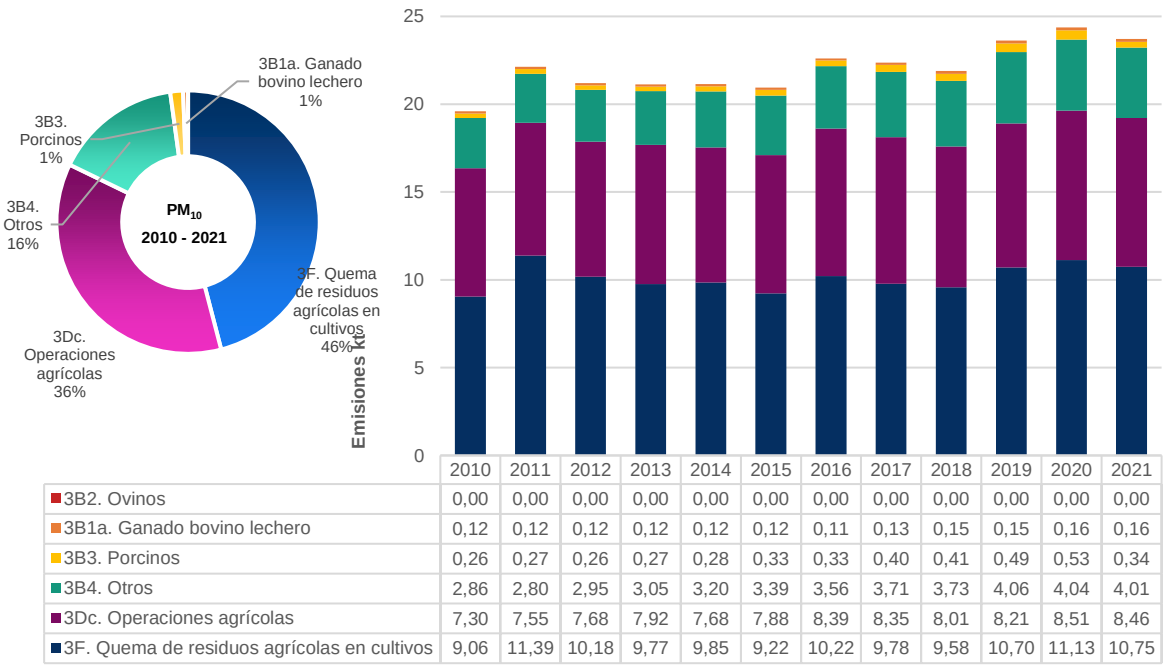
La única categoría que emite CO es 3.F. ocurrencia de incendios o quemas en áreas de cultivos, principalmente de caña de azúcar. En la gráfica se observa un leve aumento en las emisiones de CO , posiblemente relacionado con el incremento en las áreas de cultivo de caña de azúcar en Colombia y las prácticas de quema empleadas durante las siembras. Los años con mayores emisiones fueron 2011, 2019, 2020 y 2021, alcanzando cifras de 133,25, 125,18, 130,28 y 125,76 kt CO, respectivamente. En contraste, 2010 reportó la menor cantidad de áreas quemadas y, en consecuencia, la menor emisión de CO con un total de 105,96 kt CO.

8.5.3.3.3.5 Material particulado (PM_{10} – $PM_{2.5}$)

En promedio, las emisiones históricas anuales de Colombia para el sector Agricultura en el periodo 2010 a 2021 fueron de 15,20 kt PM_{10} y 3,97 kt $PM_{2.5}$. Se estimaron 14,08 kt PM_{10} y 3,85 kt $PM_{2.5}$ para el año 2010, y 15,58 kt PM_{10} y 3,65 kt $PM_{2.5}$ para 2021.

En la Figura 347 se presentan los resultados de las emisiones de material particulado menor a 10 micras, mientras que en la Figura 348 se presentan los resultados de las emisiones de material particulado menor a 2.5 micras, de las subcategorías del sector agricultura para cada año entre 2010 y 2021, incluyendo la participación promedio anual de cada subcategoría.

Los resultados totales de la serie de tiempo en estudio muestran que las emisiones presentaron una tasa de crecimiento media anual de 1,76% para PM_{10}. Entre 2010 y 2021, las emisiones incrementaron en 4.13 kt para PM_{10}, diferencias que representa un crecimiento de 21,8% para PM_{10}.

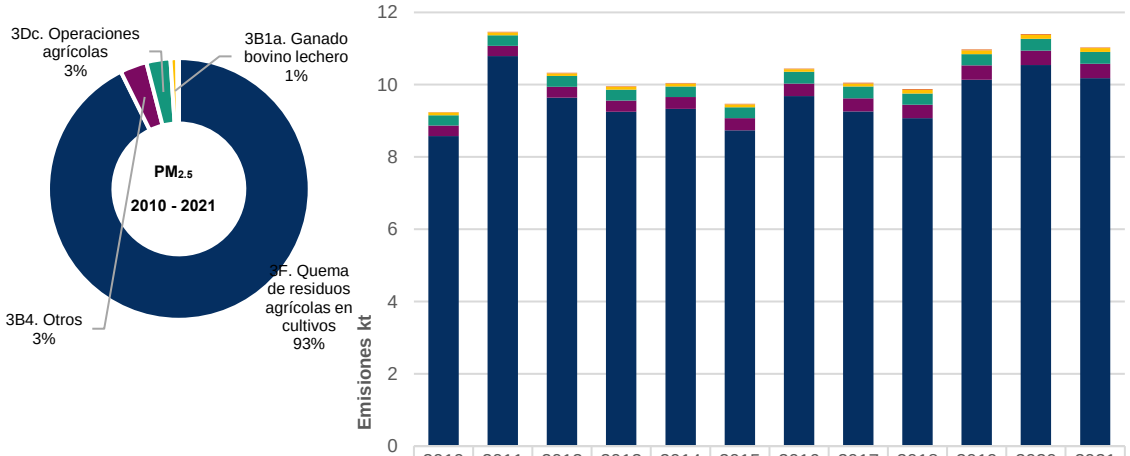


	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3B2. Ovinos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3B1a. Ganado bovino lechero	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,13	0,15	0,15	0,16	0,16
3B3. Porcinos	0,26	0,27	0,26	0,27	0,28	0,33	0,33	0,40	0,41	0,49	0,53	0,34
3B4. Otros	2,86	2,80	2,95	3,05	3,20	3,39	3,56	3,71	3,73	4,06	4,04	4,01
3Dc. Operaciones agrícolas	7,30	7,55	7,68	7,92	7,68	7,88	8,39	8,35	8,01	8,21	8,51	8,46
3F. Quema de residuos agrícolas en cultivos	9,06	11,39	10,18	9,77	9,85	9,22	10,22	9,78	9,58	10,70	11,13	10,75

Figura 347. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura.

En cuanto a las emisiones de PM_{10}, la categoría 3.F. es la principal fuente, aportando casi la mitad de su totalidad (45,95%). Esto se da principalmente por la combustión incompleta de residuos orgánicos, durante la quema de residuos de caña de azúcar, lo que genera partículas de material particulado que permanece suspendido en el aire. La subcategoría 3.D.c preparación de cultivos es la segunda fuente de emisiones de PM_{10} en la agricultura, responsable del 36,25% del total, debido a las labores de preparación del suelo, que liberan polvo al remover y fragmentar sus partículas. Por último, la categoría 3.B.4 gestión de estiércol de otras especies contribuye con el 15,63% de las emisiones de PM_{10}, asociadas al manejo de estiércol, el cual al descomponerse y durante su aplicación en pastizales o cultivos genera emisiones de material particulado.

Para el $PM_{2.5}$ los resultados totales de la serie de tiempo en estudio muestran que las emisiones presentaron una tasa de crecimiento media anual de 1,64%. Entre 2010 y 2021, las emisiones incrementaron en 1.78 kt para $PM_{2.5}$, lo que representa un crecimiento de 19.24% para $PM_{2.5}$, entre los dos años. En la Figura 348 se presentan los resultados de las emisiones de material particulado $PM_{2.5}$.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3B2. Ovinos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3B3. Porcinos	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02
3B1a. Ganado bovino lechero	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,10	0,10	0,11	0,11
3Dc. Operaciones agrícolas	0,28	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,32	0,32	0,31	0,32	0,33	0,33
3B4. Otros	0,29	0,29	0,30	0,31	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37	0,40	0,39	0,40
3F. Quema de residuos agrícolas en cultivos	8,58	10,79	9,64	9,25	9,33	8,74	9,68	9,26	9,08	10,13	10,55	10,18

Figura 348. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura.

Por otra parte, en cuanto a las emisiones de $PM_{2.5}$, la categoría 3.F. ocurrencia de incendios o quemas en áreas de cultivos principalmente de caña de azúcar, aporta el 92,69%, seguida por la subcategoría 3.B.4. Gestión del estiércol otros con el 3,31%, y en tercer lugar la subcategoría 3.D.c. Operaciones agrícolas con el 2,97%. Estas actividades se describen con mayor detalle a continuación.

Categoría 3.F.: Comprende las emisiones resultantes de la quema de residuos vegetales en terrenos agrícolas principalmente para cultivos de caña de azúcar. Subcategoría 3.D.c: Engloba las emisiones generadas durante la preparación del suelo para cultivos, como el arado, calculadas mediante un factor de emisión estándar en función del área total cultivada. Categoría 3.B.: Incluye las emisiones derivadas del manejo de estiércol animal. En Colombia, la subcategoría 3.B.4. Otros (que abarca búfalos, caprinos, caballos, mulas, asnos y aves) es la principal fuente de emisiones de material particulado, ya que se asume que todo el estiércol de aves es procesado.

8.5.3.3.3.6 Carbono negro (CN)

En el período comprendido entre 2010 y 2021, las emisiones anuales promedio de CN en Colombia, específicamente dentro del sector Agricultura, fueron de 0,89 kt CN. En 2010, se estimaron emisiones de 0,79 kt CN, mientras que en 2021 la cifra ascendió a 0,94 kt. La Figura 349 ilustra las emisiones de CN para la subcategoría 3.F. ocurrencia de incendios o quemas en áreas de cultivos principalmente de caña de azúcar.

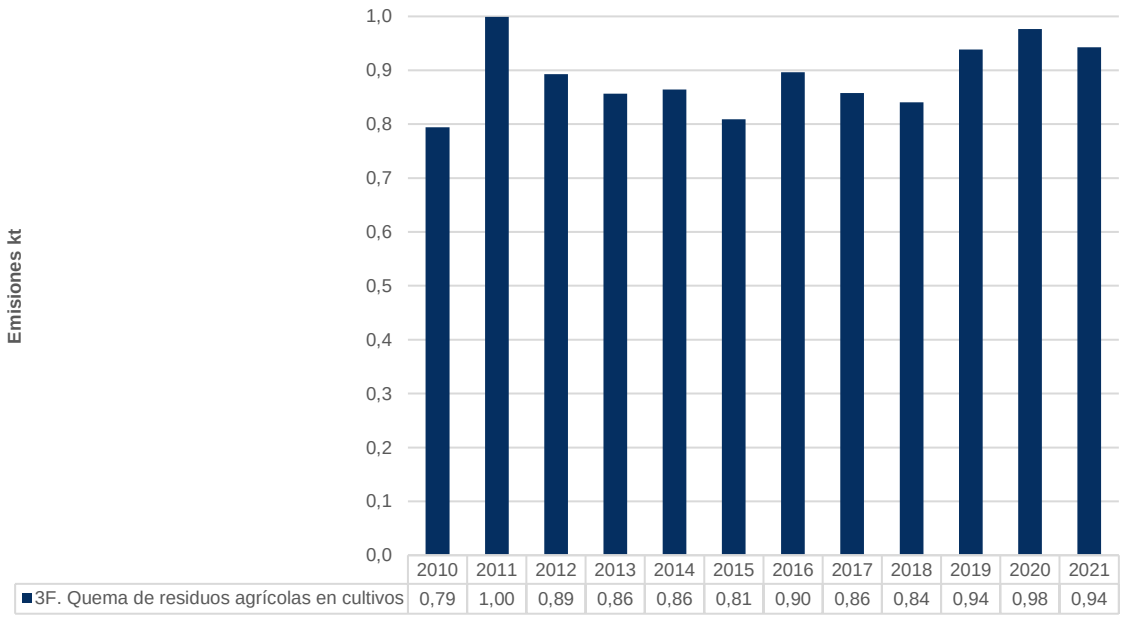


Figura 349. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura.

El análisis de las emisiones de CN en el sector agricultura colombiano entre 2010 y 2021 revela una tendencia preocupante: un crecimiento anual promedio del 1,50%, que se tradujo en un aumento total de 0,15 kt CN durante el período estudiado.

Las emisiones presentadas para el sector de agricultura corresponden a la categoría 3.F. ocurrencia de incendios o quemas en áreas, principalmente para cultivos de caña de azúcar, en los cuales se realizan quemas precosecha en aproximadamente el 30 % de área cultivada como una práctica para aumentar el rendimiento de los cultivos , los años 2011, 2019, 2020 y 2021 destacan por registrar los mayores niveles de emisiones de CN, lo que sugiere un incremento en la practicas de manejo de cultivo mencionadas.

En contraste, 2010 registró la menor cantidad de áreas quemadas y, consecuentemente, la menor emisión de CN. Esta variación podría estar relacionada con factores como el número de hectáreas cultivadas para cultivos de caña de azúcar.

8.5.3.3.4 Metodología

La metodología empleada para el sector agricultura sigue los lineamientos establecidos en la Parte B, capítulo 3 del Guidebook EMEP/EEA 2019. La estimación de emisiones se basa en una ecuación general detallada en dicho documento.

3.A.1. Ganado
La metodología empleada para Agricultura corresponde a la estipulada en la Parte B capítulo 3 del Guidebook EMEP/EEA 2019 $E_{contaminante} = TA \; x \; FE_{contaminante}$ Dónde: $E_{contaminante}$ = Emisión anual por contaminante $FE_{contaminante}$ = Factor de emisión por contaminante TA = Tasa de actividad / Dato de actividad

Cuadro 69. Ecuaciones empleadas para el cálculo de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio del sector Agricultura

Adicional a esta ecuación general, se presentan la ecuación utilizada para la estimación de masa quemada, utilizada en el cálculo de dato de actividad de la categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas en cultivos.

Categorías	Fuente	Ecuación
3.F. Quema de residuos agrícolas en cultivos	EMEP/EEA 2019 PART B CH 3.F. Field burning of agricultural residues	$AR_{residue_burnt} = A \cdot M_b \cdot C_f$ Donde: $AR_{residue_burnt}$: Tasa de actividad (AR), masa de residuo quemado [t materia seca] A : Área quemada [ha] M_b : Masa del combustible disponible para combustión [t/ha] C_f : Factor de combustión (adimensional)

Cuadro 70. Ecuaciones empleadas para el cálculo de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio del sector Agricultura

La metodología empleada para estimar las emisiones del sector agricultura se basó en los factores de emisión propuestos en el Guidebook EMEP/EEA 2019 (European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency, 2019), para lo que se utilizaron datos de actividad a escala nacional y un nivel metodológico 1 para todas las categorías.

En el caso de la categoría 3.B. Gestión del estiércol, se utilizó la población media anual (AAP) por tipo de animal, consolidada por el equipo del INGEI 3.A. Ganadería a partir de información y censos reportados por el ICA (Instituto Colombiano Agricultura), PORKCOLOMBIA, FENAVI (Federación Nacional de Avicultores de Colombia) y el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística).

Para la categoría 3.D. Producción de cultivos y suelos agrícolas, se empleó el número de hectáreas por cultivo reportadas en Agronet (Red de información y comunicación del sector Agricultura Colombiano) y la cantidad de nitrógeno aplicado, estimada por el equipo INGEI 3.A. Ganadería para las categorías del IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) 3.C.4.a. (Fertilizante sintético), 3.C.4.b. (Fertilizante orgánico) y 3.C.4.f. (Orina y estiércol de animales en pastoreo).

Para la categoría 3.F., Quema de residuos agrícolas en cultivos, se utilizó la información sobre áreas afectadas por quema de biomasa consolidada a nivel nacional por la Subdirección de Ecosistemas del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, n.d.). Sin embargo, estos datos fueron validados y ajustados por el equipo INGEI 3B – Tierras, para cumplir con los requisitos metodológicos del IPCC (2006). Debido a este proceso previo de preparación y con el objetivo de mantener la coherencia de la información, la base de datos utilizada para el inventario nacional de gases precursores provino del proceso de homologación y refinamiento realizado por los expertos del equipo INGEI. Para la categoría 3.F. solo se consideraron las áreas afectadas clasificadas con cobertura/uso de "Cultivo".

La Tabla 371 detalla las diferentes categorías que se consideran al calcular las emisiones del sector agricultura. Para cada categoría, la tabla especifica los contaminantes que se estiman, el nivel metodológico utilizado para el cálculo y las fuentes de información que proporcionan los datos de actividad y los factores de emisión.

Tabla 371. Metodología y fuente de datos - sector Agricultura

Categorías y subcategorías incluidas en el INGEI (serie 2010 – 2021)		**Contaminantes**	**Metodología**	**Fuente información factor de emisión**	**Fuente información dato de actividad**
3. AGRICULTURA					
3.B. Gestión del estiércol	3.B.1.a. Ganado bovino lechero 3.B.1.b. Ganado bovino no lechero 3.B.2. Ovinos 3.B.3. Porcinos 3.B.4.a. Búfalos 3.B.4.d. Caprinos 3.B.4.e. Caballos	NO_x, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH3.B Tablas 3-3 a 3-5	ICA, PORKCOLOMBIA, FENAVI, IPCC 2006, DANE – ENA, consulta expertos

Categorías y subcategorías incluidas en el INGEI (serie 2010 – 2021)		Contaminantes	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
	3.B.4.f. Mulas y asnos 3.B.4.gi. Gallinas ponedoras 3.B.4.gii. Pollos engorde				Consolidación equipo INGEI 3A - IDEAM
3.D. Producción de cultivos y suelos agrícolas	3.D.a.1. Fertilizantes inorgánicos 3Da2.A. Estiércol de ganado aplicado a suelos 3.D.a.3. Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	NO_x	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH 3.D Tablas 3-1	Estimación equipo INGEI Ganadería Categorías IPCC: 3C4a(FSN), 3C4b(FON) y 3C4f (FPRP)
	3.D.c. Operaciones agrícolas	PM_{10}, $PM_{2.5}$			MinAgricultura - Agronet Evaluaciones agropecuarias municipales - EVA
	3.D.e. . Cultivos en pie	COVDM			
3.F. Quema de residuos agrícolas en cultivos		NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH3.F Tabla 3-1	MinAgricultura - Agronet Evaluaciones agropecuarias municipales – EVA IPCC 2006 Homologación/ Refinamiento equipo INGEI 3B - IDEAM

En la Tabla 372 se listan los factores de emisión empleados en la estimación de emisiones por subcategoría.

Tabla 372. Factores de emisión - sector Agricultura

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
3.B.1.a. Ganado bovino lechero 3.B.1.b. Ganado bovino no lechero 3.B.2. Ovinos 3.B.3. Porcinos 3.B.4.a. Búfalos 3.B.4.d. Caprinos 3.B.4.e. Caballos 3.B.4.f. Mulas y asnos 3.B.4.gi. Gallinas ponedoras 3.B.4.gii. Pollos engorde	NO_x, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH3.B Tablas 3-3 a 3-5	**Ganado lechero** Sólido NO_x 0,752kg/AAP.a Sólido COVDM 8,047kg/AAP.a Sólido PM_{10} 0,63kg/AAP.a Sólido $PM_{2.5}$ 0,41kg/AAP.a Líquido NO_x 0,01kg/AAP.a Líquido COVDM 8,047kg/AAP.a Líquido PM_{10} 0,63kg/AAP.a Líquido $PM_{2.5}$ 0,41kg/AAP.a Baja producción Sólido NO_x 0,752kg/AAP.a Baja producción Sólido COVDM 8,047kg/AAP.a Baja producción Sólido PM_{10} 0,63kg/AAP.a Baja producción Sólido $PM_{2.5}$ 0,41kg/AAP.a Baja producción Líquido NO_x 0,01kg/AAP.a Baja producción Líquido COVDM 8,047kg/AAP.a Baja producción Líquido PM_{10} 0,63kg/AAP.a Baja producción Líquido $PM_{2.5}$ 0,41kg/AAP.a **Ganado no lechero** Terneros Sólido NO_x 0,217kg/AAP.a Terneros Sólido COVDM 3,602kg/AAP.a Terneros Sólido PM_{10} 0,16kg/AAP.a Terneros Sólido $PM_{2.5}$ 0,1kg/AAP.a Todos los demás bovinos excepto terneros Otros Sólido NO_x 0,217kg/AAP.a Todos los demás bovinos excepto terneros Otros Sólido COVDM 3,602kg/AAP.a Todos los demás bovinos excepto terneros Otros Sólido PM_{10} 0,27kg/AAP.a Todos los demás bovinos excepto terneros Otros Sólido $PM_{2.5}$ 0,18kg/AAP.a

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				Ovinos Sólido NO_x 0,012kg/AAP.a Sólido COVDM 0,169kg/AAP.a Sólido PM_{10} 0,06kg/AAP.a Sólido $PM_{2.5}$ 0,02kg/AAP.a **Porcinos** Cerdos en finalización Líquido NO_x 0,002kg/AAP.a Cerdos en finalización Líquido COVDM 0,551kg/AAP.a Cerdos en finalización Líquido PM_{10} 0,14kg/AAP.a Cerdos en finalización Líquido $PM_{2.5}$ 0,006kg/AAP.a Cerdos destetados Líquido NO_x 0,002kg/AAP.a Cerdos destetados Líquido COVDM 0,551kg/AAP.a Cerdos destetados Líquido PM_{10} 0,05kg/AAP.a Cerdos destetados Líquido $PM_{2.5}$ 0,002kg/AAP.a Cerdas Baja productividad Líquido NO_x 0,005kg/AAP.a Cerdas Baja productividad Líquido COVDM 1,704kg/AAP.a Cerdas Baja productividad Líquido PM_{10} 0,17kg/AAP.a Cerdas Baja productividad Líquido $PM_{2.5}$ 0,01kg/AAP.a Cerdas Alta productividad Líquido NO_x 0,005kg/AAP.a Cerdas Alta productividad Líquido COVDM 1,704kg/AAP.a Cerdas Alta productividad Líquido PM_{10} 0,17kg/AAP.a Cerdas Alta productividad Líquido $PM_{2.5}$ 0,01kg/AAP.a Cerdos en finalización Sólido NO_x 0,017kg/AAP.a Cerdos en finalización Sólido COVDM 0,551kg/AAP.a Cerdos en finalización Sólido PM_{10} 0,14kg/AAP.a Cerdos en finalización Sólido $PM_{2.5}$ 0,006kg/AAP.a Cerdos destetados Sólido NO_x 0,017kg/AAP.a Cerdos destetados Sólido COVDM 0,551kg/AAP.a Cerdos destetados Sólido PM_{10} 0,05kg/AAP.a Cerdos destetados Sólido $PM_{2.5}$ 0,002kg/AAP.a Cerdas Baja productividad Sólido NO_x 0,471kg/AAP.a Cerdas Baja productividad Sólido COVDM 1,704kg/AAP.a Cerdas Baja productividad Sólido PM_{10} 0,17kg/AAP.a Cerdas Baja productividad Sólido $PM_{2.5}$ 0,01kg/AAP.a Cerdas Alta productividad Sólido NO_x 0,471kg/AAP.a Cerdas Alta productividad Sólido COVDM 1,704kg/AAP.a Cerdas Alta productividad Sólido PM_{10} 0,17kg/AAP.a Cerdas Alta productividad Sólido $PM_{2.5}$ 0,01kg/AAP.a **Búfalos** Sólido NO_x 0,083kg/AAP.a Sólido COVDM 4,253kg/AAP.a

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
				Sólido PM_{10} 0,67kg/AAP.a Sólido $PM_{2.5}$ 0,44kg/AAP.a **Caprinos** Sólido NO_x 0,012kg/AAP.a Sólido COVDM 0,542kg/AAP.a Sólido PM_{10} 0,06kg/AAP.a Sólido $PM_{2.5}$ 0,02kg/AAP.a **Caballos** Sólido NO_x 0,25kg/AAP.a Sólido COVDM 4,275kg/AAP.a Sólido PM_{10} 0,22kg/AAP.a Sólido $PM_{2.5}$ 0,14kg/AAP.a **Mulas y asnos** Sólido NO_x 0,25kg/AAP.a Sólido COVDM 1,47kg/AAP.a Sólido PM_{10} 0,16kg/AAP.a Sólido $PM_{2.5}$ 0,1kg/AAP.a **Ponedoras** Sólido NO_x 0,014kg/AAP.a Sólido COVDM 0,165kg/AAP.a Sólido PM_{10} 0,04kg/AAP.a Sólido $PM_{2.5}$ 0,003kg/AAP.a **De engorde** Desechos NO_x 0,027kg/AAP.a Desechos COVDM 0,108kg/AAP.a Desechos PM_{10} 0,02kg/AAP.a Desechos $PM_{2.5}$ 0,002kg/AAP.a
3.D.a.1. Fertilizantes inorgánicos 3Da2.A. Estiércol de ganado aplicado a suelos 3.D.a.3. . Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	NO_x	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH 3.D Tablas 3-1	3Da1: 0,04kg NO_x/kg N aplicado 3Da2.A.: 0,04kg NO_x/kg N aplicado 3.D.a.3. : 0,04kg NO_x/kg N aplicado
3.D.c. . Operaciones agrícolas	PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH 3.D Tablas 3-1	1,56kg PM_{10}/ha 0,06kg $PM_{2.5}$/ha
3.D.e. . Cultivos en pie	COVDM			0,86kg COVDM/ha
3.F. Quema de residuos agrícolas en cultivos	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH3.F Tabla 3-1	0,0023kg NO_x/kg materia seca 0,0005kg SO_2/kg materia seca 0,0667kg CO/kg materia seca 0,0005kg COVDM/kg materia seca 0,0057kg PM_{10}/kg materia seca 0,0054kg $PM_{2.5}$/kg materia seca 0,0005kg CN/kg materia seca

8.5.3.4 *Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura*

8.5.3.4.1 Resumen del sector

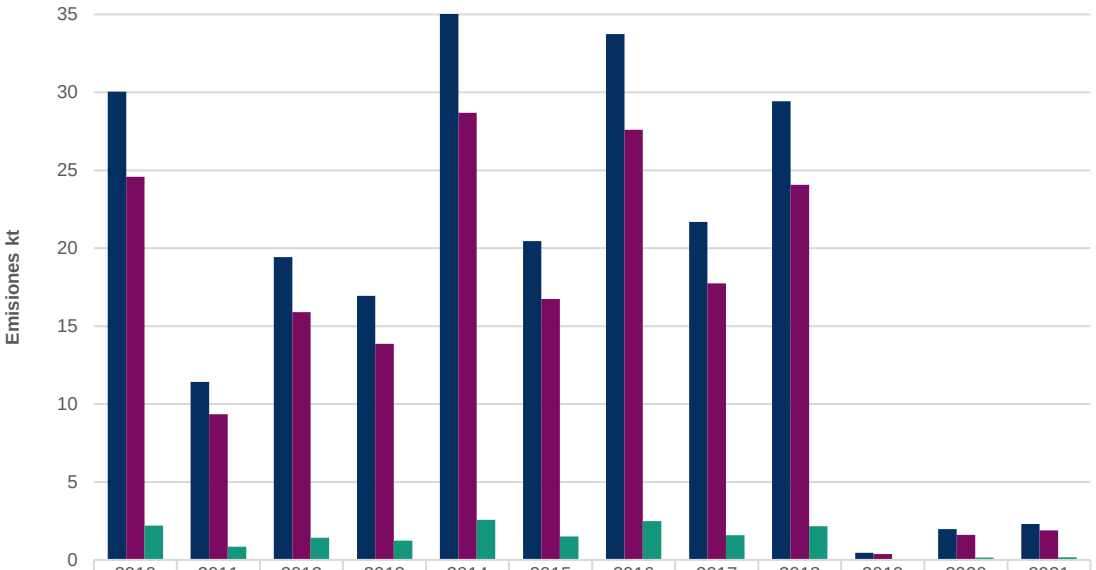
En este sector se presentan los elementos informativos del inventario nacional de CN y contaminantes criterio, para el periodo 2010 – 2021, así como las emisiones generadas por incendios forestales.

Las emisiones por incendios forestales, estimadas bajo la categoría NFR 11B, no se incluyen en los totales nacionales. Esta categoría se considera una fuente informativa, ya que agrupa actividades no cubiertas por otras categorías del inventario, brindando un panorama más completo de las

emisiones de carbono negro y contaminantes criterio (IPCC, 2019). Sin embargo, se presentan en este inventario como información de referencia informativa. Estas estimaciones se basan en la quema de biomasa en áreas afectadas, clasificadas como "Tierras Forestales" y "Pastizales".

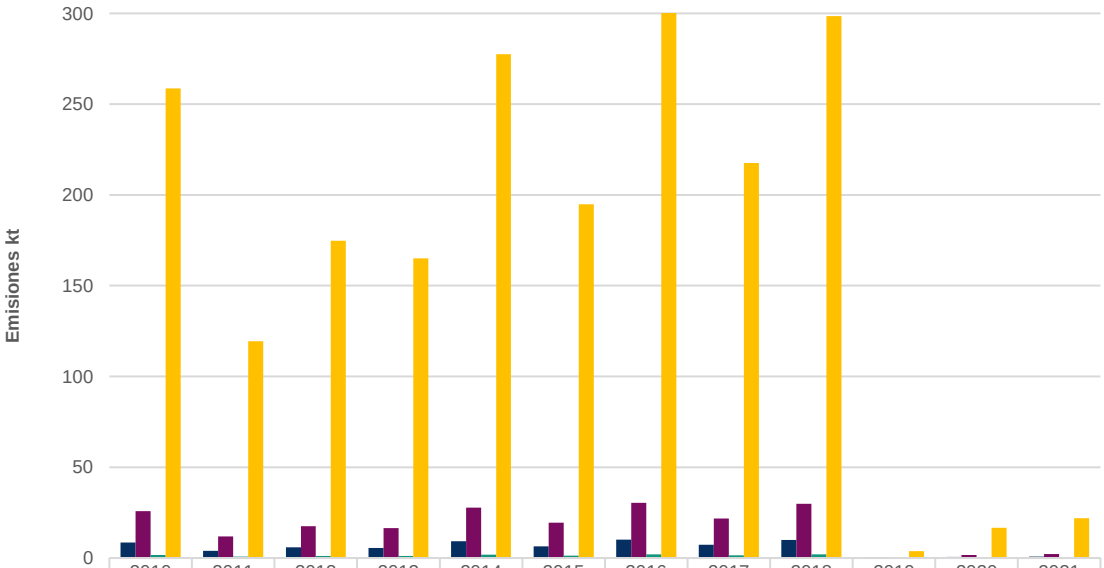
8.5.3.4.2 Emisiones de carbono negro por incendios forestales (2010 – 2021)

La Figura 350 muestra la tendencia de estas emisiones entre los años 2010 y 2021.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PM10	30,05	11,41	19,42	16,94	35,06	20,45	33,74	21,69	29,42	0,46	1,97	2,31
PM2.5	24,59	9,34	15,89	13,86	28,69	16,73	27,60	17,75	24,07	0,37	1,62	1,89
CN	2,21	0,84	1,43	1,25	2,58	1,51	2,48	1,60	2,17	0,03	0,15	0,17

Figura 350. Tendencia de las emisiones de material particulado y carbono negro por incendios forestales para la serie 2010 a 2021



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
NOx	8,6	4,0	5,8	5,5	9,2	6,5	10,1	7,3	10,0	0,1	0,6	0,7
COVDM	25,9	11,9	17,5	16,5	27,7	19,5	30,4	21,8	29,9	0,4	1,7	2,2
SO2	1,7	0,8	1,2	1,1	1,8	1,3	2,0	1,5	2,0	0,0	0,1	0,1
CO	258,7	119,5	174,8	165,1	277,5	194,9	303,9	217,7	298,6	3,8	16,7	22,0

Figura 351. Tendencia de las emisiones de contaminantes criterio para incendios forestales para la serie 2010 a 2021

La Figura 351 ilustra la evolución de las emisiones de contaminantes atmosféricos generadas por incendios forestales entre 2010 y 2021. Es importante destacar que la disminución observada en

2019 y 2021 se atribuye principalmente a la fuente de información sobre incendios del país, lo que sugiere un posible subregistro en esos años.

CO fue el contaminante predominante en todos los años analizados, con un aumento de 258,7 kilotoneladas (kt) en 2010 a 298,5 kt en 2018. Este incremento puede estar influenciado principalmente a un mejor reporte de información por parte de las autoridades ambientales. A través de la plataforma del Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF).

En contraste, el material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), aunque presenta fluctuaciones interanuales, muestra una tendencia general a la baja. Las emisiones de COVDM aumentaron de 25,8 kt en 2010 a 29,8 kt en 2018, siguiendo una tendencia similar a la del CO. Esto sugiere que ambos contaminantes podrían estar influenciados por factores comunes, como la cantidad y tipo de biomasa quemada.

Los demás contaminantes NO_x, SO_2 y CN mantienen emisiones relativamente bajas y estables a lo largo del tiempo, lo que indica que su generación está menos influenciada por la variabilidad en los incendios forestales.

La disminución observada en las emisiones totales entre 2019 y 2021 podría ser resultado de bajos registros de incendios forestales por parte de las autoridades ambientales en el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF) y no necesariamente refleja una reducción real en los incendios forestales.

8.5.3.4.3 Metodología

Las emisiones para la categoría de fuentes naturales reportadas como informativas se estimaron de acuerdo con los métodos establecidos en el Guidebook EMEP/EEA 2019. En Tabla 373 se indica el nivel metodológico y las fuentes de información

Tabla 373. Metodología y fuente de datos de las categorías reportadas como elementos informativos para la estimación de emisiones por quema de biomasa en el Inventario Nacional de Carbono Negro y Contaminantes Criterio

Categorías y subcategorías (serie 2010 – 2021)	**Contaminantes**	**Metodología**	**Fuente información factor de emisión**	**Fuente información dato de actividad**
11.B. Incendios forestales	NO_X, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH11.B Tabla 3-1	Homologación/ Refinamiento INGEI 3B - IDEAM

En cuanto a las fuentes naturales, se emplea la misma base de datos sobre quema de biomasa para calcular las emisiones tanto de la categoría 3.F. (quema de residuos agrícolas) como de la 11B (incendios forestales). Sin embargo, a diferencia de la categoría 3.F., en la 11.B. solo se consideran las áreas clasificadas como "Tierras Forestales" y "Pastizales", excluyendo las áreas de "Cultivo".

8.5.3.5 *Residuos*

8.5.3.5.1 Resumen del sector

En términos generales, la metodología utilizada para estimar el inventario nacional de carbono negro (CN) y contaminantes criterio generados en el sector de residuos se basa en las directrices del Guidebook EMEP/EEA 2019.

Este documento es esencial para asegurar la consistencia y precisión en la recopilación de datos sobre emisiones en los países europeos, facilitando la comparabilidad y el análisis de tendencias a nivel internacional, la estructura de categorías del inventario nacional, representada en la Figura 352 se presenta la estructura general de las categorías estimadas en el presente inventario.

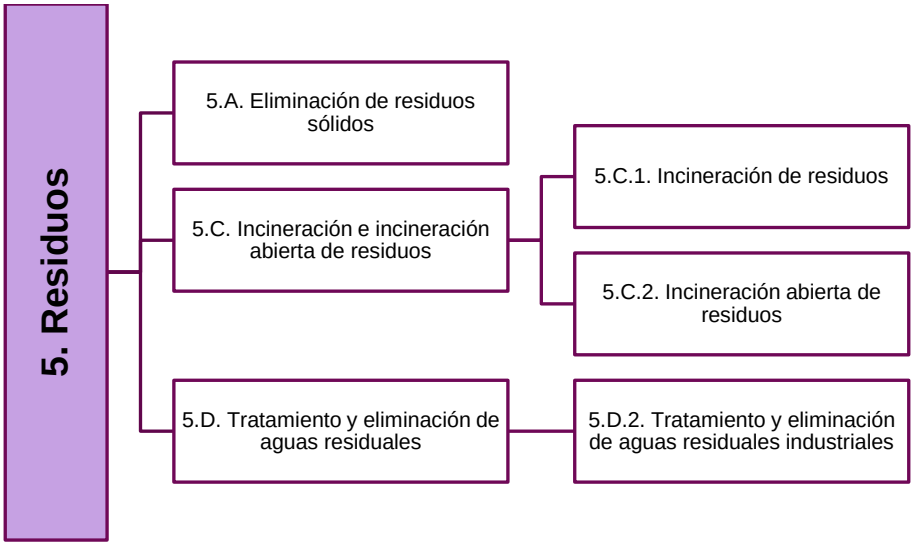


Figura 352. Categorías y subcategorías del sector Residuos

En la Tabla 374 se describen las subcategorías y contaminantes estimados en el sector Residuos del inventario de CN y contaminantes criterio de Colombia.

Tabla 374. Subcategorías, Nivel Metodológico y Contaminantes Estimados en el Sector Residuos

Categorías y subcategorías incluidas en el Inventario nacional serie 2010 – 2021	Nivel metodológico	Contaminantes estimados
5.A. Eliminación de desechos sólidos	Nivel 1	COVDM, PM_{10} y $PM_{2.5}$
5.C.1. Incineración de desechos	Nivel 1	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
5.C.2. Incineración abierta de desechos	Nivel 1	NO_X, COVDM, SO_2, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ y CN
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Nivel 2	COVDM

En la Tabla 321 sección de residuos se presenta la Completitud del Inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio, se enumeran las subcategorías no estimadas dentro del sector de Residuos, como se detalla en la Tabla 322.

8.5.3.5.2 Emisiones del sector de Residuos – Año 2021

Las emisiones totales del sector de Residuos estimadas para el año 2021 son:

Tabla 375. Emisiones totales del sector Residuos estimadas para el año 2021.

Material particulado y carbono negro	Gases precursores
PM_{10}: 5,6 kt $PM_{2.5}$: 5,6 kt CN: 0,4 kt	CO: 38,2 kt NO_X: 3,9 kt SO_2: 0,5 kt COVDM: 35,3 kt

En la Tabla 376 se reportan, por subcategoría de fuente de emisión, las emisiones estimadas de CN y contaminantes criterio en kilotoneladas (kt). En la Figura 353 se ilustran las emisiones de cada contaminante estimado y su participación por subcategoría, para el año 2021.

Como se observa, las subcategorías que reportaron las mayores emisiones al sector Residuos por contaminante son:

- Para las emisiones de NO_x, la subcategoría 5.C.2. Incineración abierta de desechos aporta el 97,70%, mientras que la subcategoría 5.C.1. Incineración de desechos contribuye con el 2,30%.

- En el caso de las emisiones de COVDM, la categoría 5.A. Eliminación de desechos sólidos aporta el 62,54%, la subcategoría 5.C.2. Incineración abierta de desechos contribuye con el 36,99%, y el 0,47% restante proviene de las actividades de incineración de desechos 5.C.1., tratamiento de aguas residuales 5.D.2. y sitios de eliminación de residuos sin subcategoría 5.A.3.
- Para las emisiones de SO_2, la subcategoría 5.C.2. Incineración abierta de desechos aporta el 96,93%, mientras que el 3,07% restante proviene de la subcategoría 5.C.1. Incineración de desechos.
- En cuanto a las emisiones de CO, la subcategoría 5.C.2. Incineración abierta de desechos contribuye con cerca del 100%, con una pequeña cantidad proveniente de la subcategoría 5.C.1. Incineración de desechos.
- Para las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$, la subcategoría 5.C.2. Incineración abierta de desechos aporta cerca del 100%, con una baja contribución de las categorías 5.A. Eliminación de desechos sólidos y la subcategoría 5.C.1. Incineración de desechos.
- En el caso de las emisiones de CN, la subcategoría 5.C.2. Incineración abierta de desechos contribuye con el 97,28%, mientras que el 2,71% restante proviene de la subcategoría 5.C.1. Incineración de desechos.

8.5.3.5.3 Tendencia de las emisiones del sector de Residuos (2010-2021)

Esta sección presenta la tendencia de las emisiones de CN y contaminantes criterio del sector Residuos, desagregadas por contaminante y subcategoría, describiendo su participación y comportamiento para el periodo 2010 – 2021

Tabla 376. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio del sector Residuos para el año 2021

Sectores NFR			Gases				Material particulado		
			NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
Agregación NFR	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
J_Residuos	**5.**	**RESIDUOS**	**3,89**	**35,35**	**0,53**	**38,22**	**5,66**	**5,66**	**0,39**
J_Residuos	**5.A.**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**20,09**	**NA**	**NE**	**0,0**	**0,0**	**NA**
J_Residuos	**5.B.**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
J_Residuos	5.B.1.	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
J_Residuos	5.B.2.	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
J_Residuos	**5.C.**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,89**	**15,26**	**0,53**	**38,22**	**5,66**	**5,66**	**0,39**
J_Residuos	5.C.1.	Incineración de desechos	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
J_Residuos	5.C.1.a.	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
J_Residuos	5.C.1.b.	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,13	0,18	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02
J_Residuos	5.C.2.	Incineración abierta de desechos	3,76	15,08	0,50	38,20	5,66	5,66	0,38
J_Residuos	5.C.2.a.	Incineración abierta de desechos domésticos	3,76	15,08	0,50	38,20	5,66	5,66	0,38
J_Residuos	**5.D.**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,01**	**NA**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**
J_Residuos	5.D.1.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE
J_Residuos	5.D.2.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,01	NA	NA	NE	NE	NE
J_Residuos	**5.E.**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**

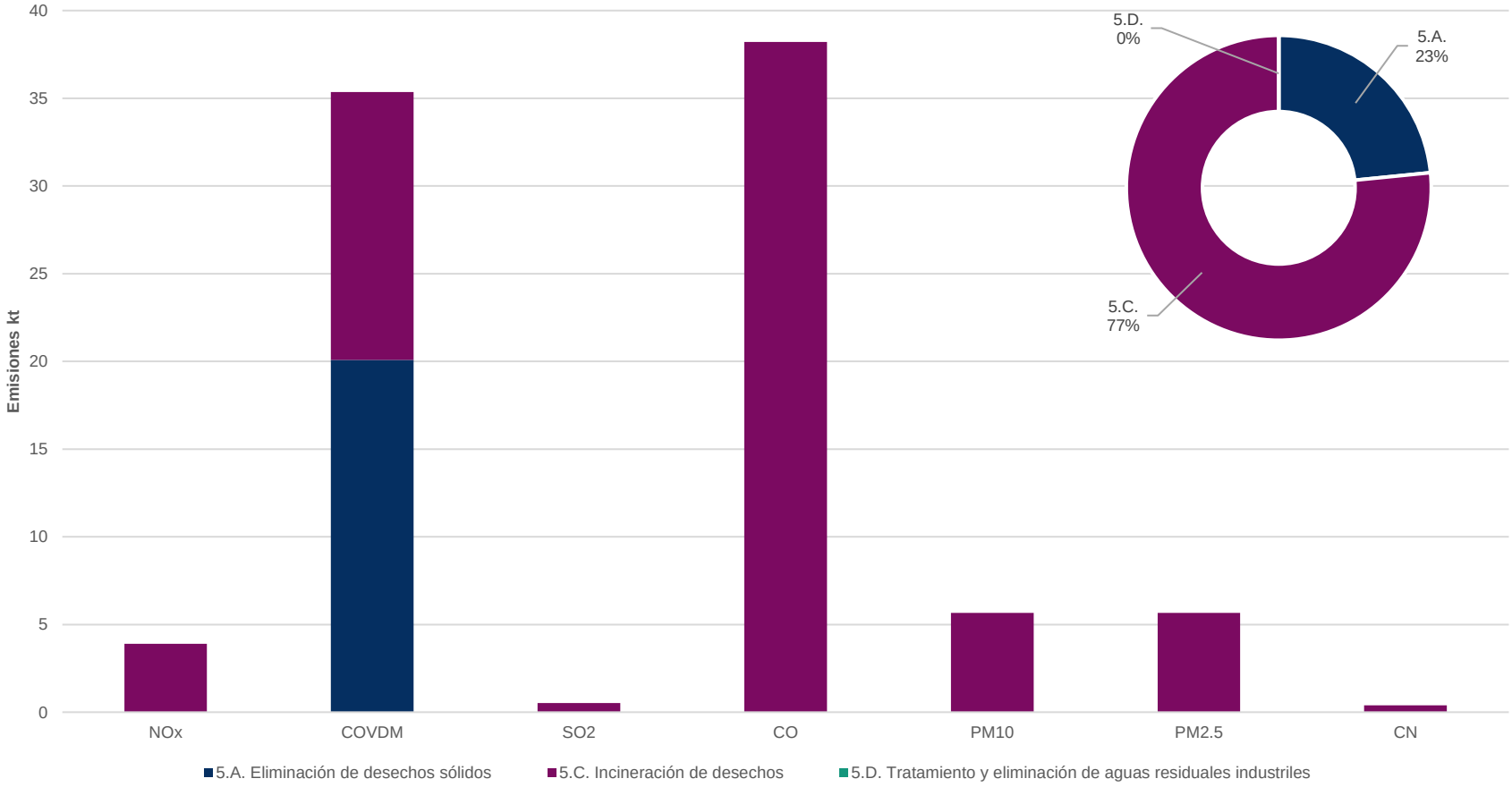
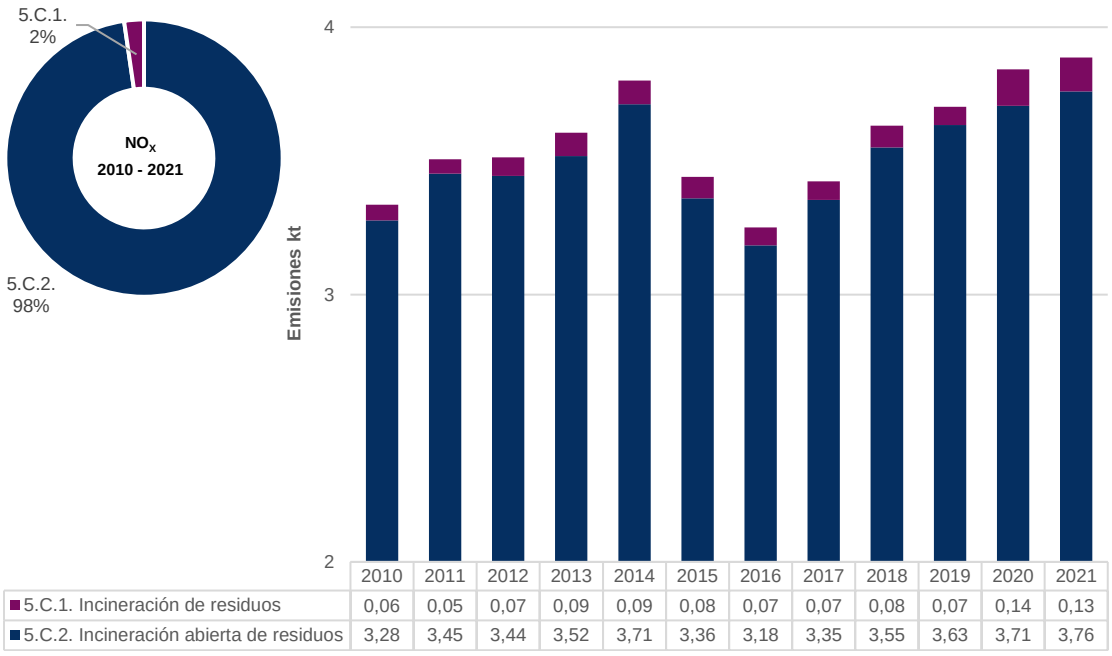


Figura 353. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio - sector Residuos para el año 2021

8.5.3.5.3.1 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Las emisiones anuales promedio de NO_x en Colombia, generadas por el sector de residuos, se situaron en 3,58 kt NO_x. En 2010, se estimaron 3,28 kt NO_x, mientras que en 2021 la cifra ascendió a 3,89 kt NO_x. Esto representa un incremento de 0,55 kt NO_x, equivalente a un aumento del 16,4% en las emisiones entre 2010 y 2021.

La Figura 354 presenta los resultados de las emisiones de NO_x para cada subcategoría dentro del sector de Residuos durante el período 2010-2021, así como la contribución anual promedio de cada una dentro de dicho sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.C.1. Incineración de residuos	0,06	0,05	0,07	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,14	0,13
5.C.2. Incineración abierta de residuos	3,28	3,45	3,44	3,52	3,71	3,36	3,18	3,35	3,55	3,63	3,71	3,76

Figura 354. Tendencia emisiones de NO_X para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos

De acuerdo con los resultados obtenidos, el 97,70% de las emisiones de NO_x asociadas al sector de Residuos provienen principalmente de la actividad de incineración abierta de desechos, específicamente clasificada bajo la subcategoría 5.C.2. Esta subcategoría incluye las emisiones generadas por la quema no controlada de residuos domésticos, designada como 5.C.2.a. Incineración abierta de desechos domésticos. Este tipo de incineración es común en áreas rurales y en zonas con infraestructura inadecuada para la gestión de residuos, lo que lleva a la liberación significativa de contaminantes atmosféricos, entre ellos los NO_x.

El 2,3% restante de las emisiones de NO_x proviene de la subcategoría 5.C.1, que engloba la incineración controlada de desechos. En esta subcategoría, Colombia reporta las emisiones derivadas de la quema controlada de residuos peligrosos, hospitalarios e inflamables, los cuales son procesados mediante la combustión de líquidos fósiles como solventes y aceites usados. Aunque esta práctica está más regulada y controlada que la incineración abierta, sigue contribuyendo al inventario total de emisiones de NO_x debido al uso de tecnologías que, en algunos casos, no son completamente eficaces para minimizar las emisiones (UNEP, 2019; EPA, 2017).

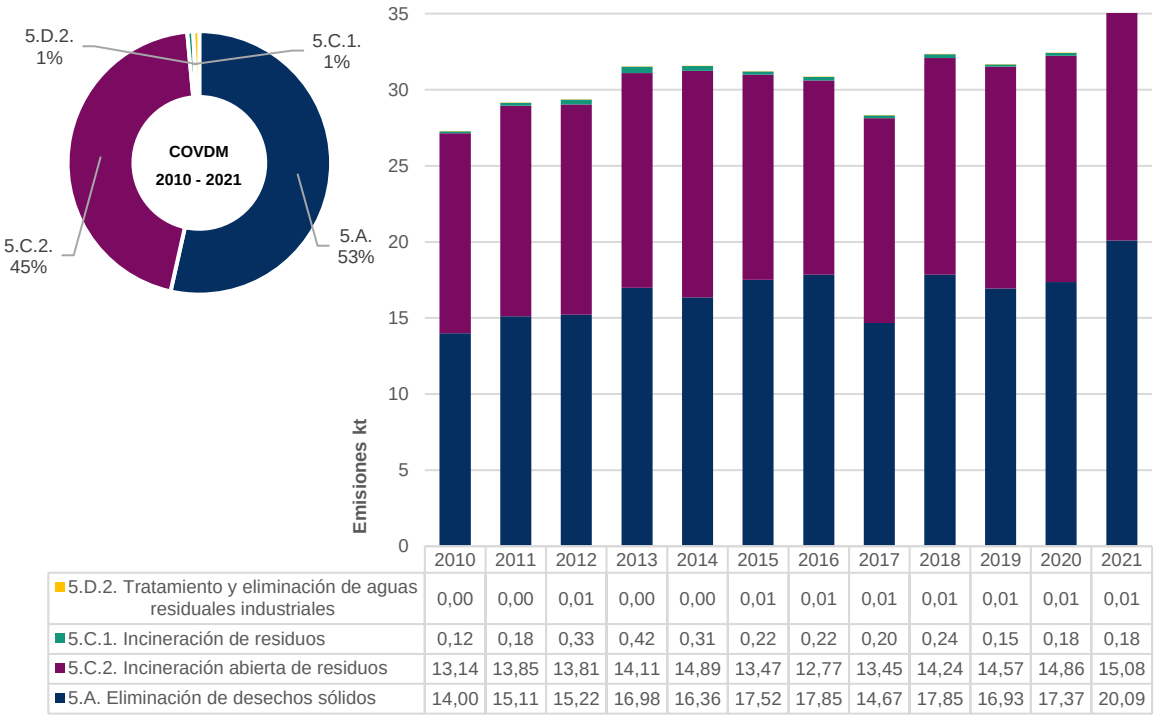
8.5.3.5.3.2 Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM)

Las emisiones promedio anuales de Compuestos Orgánicos Volátiles diferentes al Metano en Colombia, provenientes del sector de residuos, han sido objeto de un análisis detallado. Según los datos recabados, en el año 2010 se estimó que estas emisiones alcanzaron un total de 27,27 kt COVDM. Avanzando hacia el año 2021, este valor aumentó significativamente, llegando a alcanzar los 40,77 kt COVDM.

Este incremento en las emisiones a lo largo de la serie temporal de 2010 a 2021 revela un patrón de crecimiento consistente en el sector de residuos. Específicamente, se ha calculado una tasa de crecimiento media anual del 4,18%. Esta cifra proporciona una visión más detallada de la evolución de las emisiones a lo largo del tiempo, mostrando una tendencia al alza en la liberación de COVDM por parte del sector de residuos.

Resulta igualmente relevante destacar que, durante este periodo de análisis, (2010 y 2021), las emisiones aumentaron en 13,5 kt COVDM. Este incremento absoluto no solo refleja un cambio cuantitativo, sino que también se traduce en un aumento porcentual considerable del 49,48%. Este porcentaje de aumento subraya la magnitud del cambio experimentado en las emisiones de COVDM durante este intervalo de tiempo específico.

La Figura 355 ilustra los resultados de las subcategorías del sector de Residuos que reportan emisiones de COVDM para el período 2010-2021, destacando la participación promedio anual de cada subcategoría dentro del sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5.C.1. Incineración de residuos	0,12	0,18	0,33	0,42	0,31	0,22	0,22	0,20	0,24	0,15	0,18	0,18
5.C.2. Incineración abierta de residuos	13,14	13,85	13,81	14,11	14,89	13,47	12,77	13,45	14,24	14,57	14,86	15,08
5.A. Eliminación de desechos sólidos	14,00	15,11	15,22	16,98	16,36	17,52	17,85	14,67	17,85	16,93	17,37	20,09

Figura 355. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos

Los resultados indican que el 52,94% de las emisiones de COVDM en el sector de Residuos proviene de la subcategoría de eliminación de desechos sólidos (5.A.) Este alto porcentaje está estrechamente relacionado con el contenido de materia orgánica presente en los residuos dispuestos en vertederos, que, a través de procesos de descomposición anaeróbica, genera una liberación significativa de COVDM. Estos compuestos, aunque no son gases de efecto invernadero por sí mismos, contribuyen indirectamente al calentamiento global al participar en reacciones químicas que forman ozono troposférico, un potente gas de efecto invernadero.

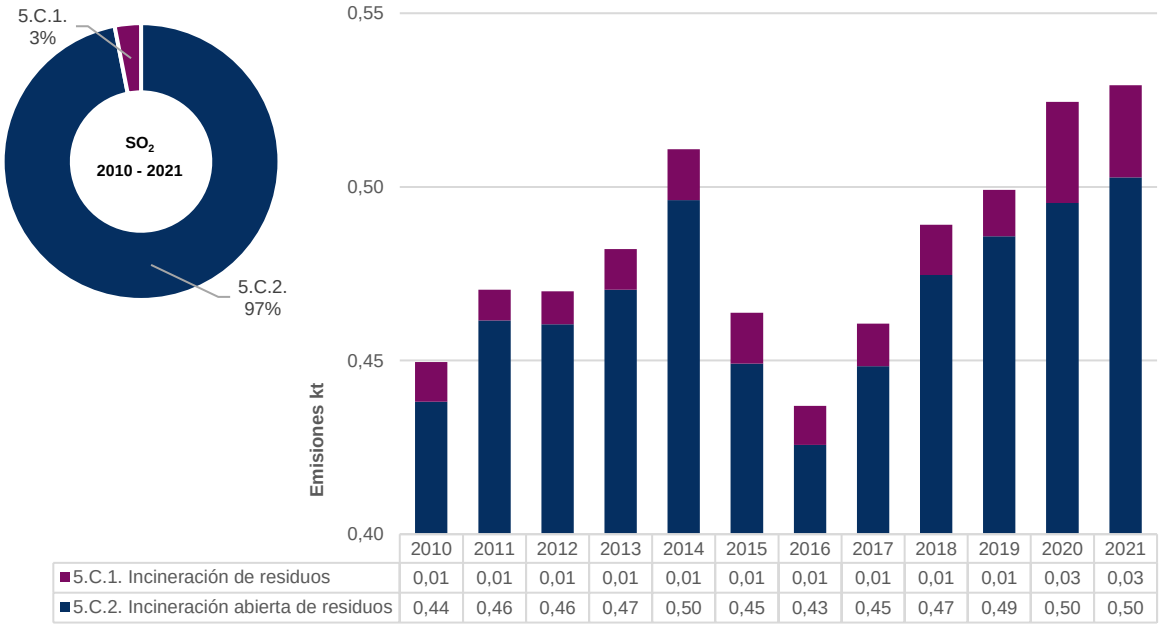
Por otro lado, la subcategoría de incineración abierta de desechos (5.C.2.) contribuye con el 44,70% de las emisiones de COVDM del sector de Residuos. Esta actividad se caracteriza por la quema no controlada de residuos, lo que resulta en la liberación directa de contaminantes a la atmósfera sin procesos de mitigación o filtrado. La incineración abierta es particularmente problemática en áreas rurales y urbanas donde la gestión formal de residuos es limitada, lo que lleva a un aumento en las emisiones de COVDM y otros contaminantes atmosféricos asociados.

8.5.3.5.3.3 Dióxido de azufre (SO_2)

Las emisiones promedio anuales de SO_2 en Colombia, provenientes del sector de residuos, alcanzan aproximadamente 0,48 kt SO_2 . En el año 2010, las emisiones se estimaron en 0,45 kt SO_2, mientras que para el año 2021, esta cifra aumentó a 0,53 kt SO_2.

El análisis de la serie temporal 2010-2021 revela una tasa de crecimiento anual promedio del 2,29% en las emisiones de SO_2 dentro del sector de residuos. Este aumento gradual se traduce en un incremento total de 0,08 kt SO_2 a lo largo de los años, lo que representa un crecimiento del 17,7% entre 2010 y 2021.

La Figura 356 ilustra los resultados específicos para las subcategorías del sector de residuos que reportan emisiones de SO_2 durante el período 2010-2021, mostrando además la participación promedio anual de cada una dentro del sector



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.C.1. Incineración de residuos	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03
5.C.2. Incineración abierta de residuos	0,44	0,46	0,46	0,47	0,50	0,45	0,43	0,45	0,47	0,49	0,50	0,50

Figura 356. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos

Los resultados muestran que el 96,93% de las emisiones de SO_2 provenientes del sector de residuos en Colombia se atribuyen a la práctica de la incineración abierta de desechos, categorizada como 5.C.2. Esta subcategoría específica engloba las emisiones resultantes de la quema no controlada de residuos domésticos, conocida como 5.C.2.a. Incineración abierta de desechos domésticos. Por otro lado, el restante 3,07% de las emisiones corresponde a la incineración de residuos 5.C.1. donde se incluye la quema controlada de residuos peligrosos, hospitalarios e inflamables, derivados de la utilización de líquidos fósiles, como solventes y aceites usados.

En cuanto a la subcategoría 5.C.2. se presume que los residuos dispuestos mediante la quema abierta son mayoritariamente residuos sólidos municipales. Se reconoce que, si bien en Colombia está prohibida la disposición de residuos sólidos mediante quema abierta, esta práctica persiste, especialmente en zonas rurales donde no hay servicios formales de recolección de desechos o donde la población opta por esta práctica por razones culturales. Por tanto, la tendencia en las emisiones de esta subcategoría está estrechamente relacionada con el número de personas que residen en hogares que recurren a las quemas como método de disposición de residuos.

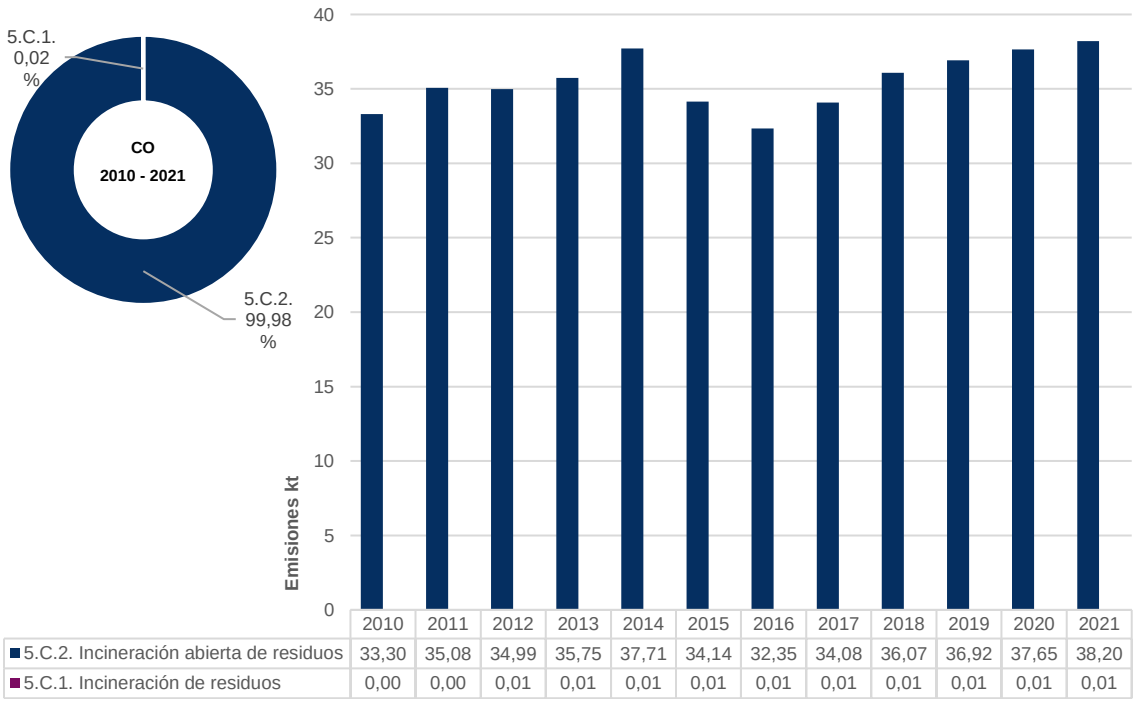
Por otro lado, dentro de la subcategoría 5.C.1. se registran los residuos que son sometidos a tratamiento térmico, es decir, la incineración, particularmente aquellos con características peligrosas en Colombia. Aunque el país cuenta con diversos métodos de tratamiento para la disposición de residuos peligrosos,

como tratamientos biológicos, fisicoquímicos y térmicos, esta subcategoría se enfoca únicamente en aquellos dispuestos mediante incineración.

8.5.3.5.3.4 Monóxido de carbono (CO)

Las emisiones promedio anuales de CO en Colombia, originadas en el sector de residuos, se han estimado en un valor promedio en 35,52 kt CO. En el año 2010, las emisiones de CO se calcularon en 33,30 kt, mientras que para 2021 esta cifra aumentó a 38,22 kt CO, reflejando un incremento sostenido en el tiempo.

Durante el período 2010-2021, el sector de residuos evidenció una tasa de crecimiento anual promedio del 1,23% en las emisiones de CO. Este aumento se traduce en un incremento total de 4,9 kt CO entre los años 2010 y 2021, lo que representa un crecimiento porcentual del 14,7% en este intervalo de tiempo. La Figura 357 presenta los resultados detallados de las subcategorías del sector de residuos que reportan emisiones de CO durante el período 2010-2021, y se observa la participación promedio anual de cada subcategoría dentro del sector.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.C.2. Incineración abierta de residuos	33,30	35,08	34,99	35,75	37,71	34,14	32,35	34,08	36,07	36,92	37,65	38,20
5.C.1. Incineración de residuos	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Figura 357. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos

El análisis de los resultados indica que el 97,28% de las emisiones de CO en el sector de residuos proviene de la incineración abierta de desechos (subcategoría 5.C.2). Esta subcategoría incluye las emisiones generadas por la quema no controlada de residuos domésticos (subcategoría 5.C.2.a), una práctica comúnmente realizada sin medidas de control adecuadas. Por otro lado, la incineración controlada de residuos (subcategoría 5.C.1) contribuye con el 2,72% del total de las emisiones de CO en este sector.

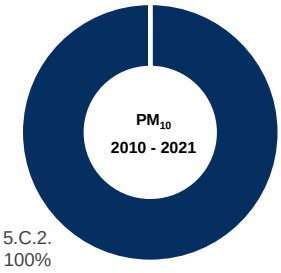
8.5.3.5.3.5 Material particulado (PM_{10} – $PM_{2.5}$)

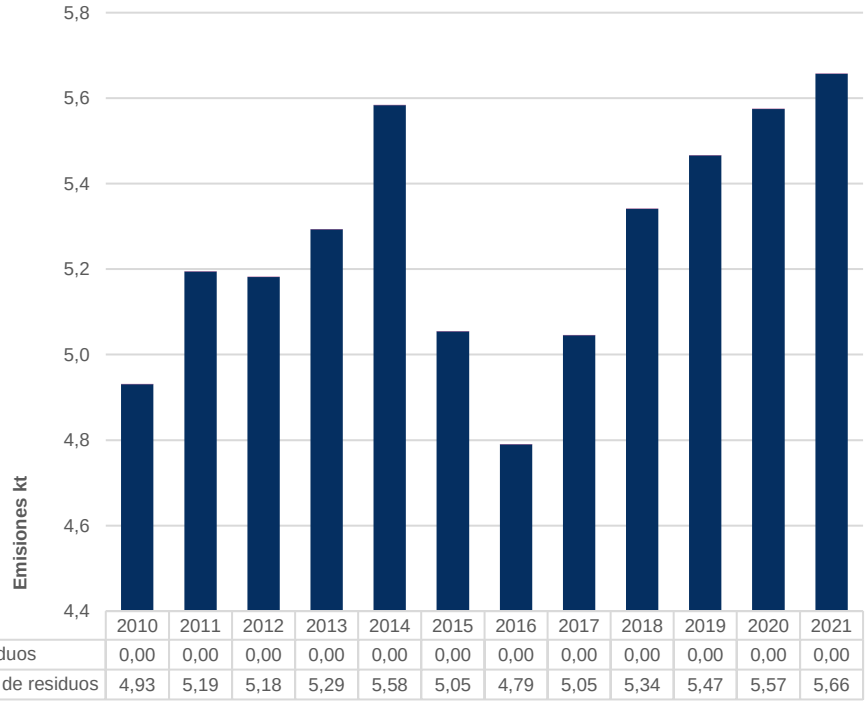
Las emisiones promedio anuales de material particulado en Colombia emitidas por el sector residuos alcanzan 5,26 kt PM_{10} y 5,21 kt $PM_{2.5}$. Para el año 2010 se estimó un total de 4,93 kt PM_{10} y 4,93 kt $PM_{2.5}$, y para el año 2021 un total de 5,66 kt PM_{10} y 5,65 kt $PM_{2.5}$.

La tasa de crecimiento anual de estas emisiones es del 1,23% tanto para PM_{10} como para $PM_{2.5}$. Esto significa que, entre 2010 y 2021, las emisiones totales de ambos contaminantes aumentaron en un 14,77%.

En promedio, cada año se emiten 5,26 kt PM_{10} y 5,21 kt $PM_{2.5}$, en la Figura 358 se presentan las tendencias de emisiones en el periodo de tiempo 2010-2021.

Es importante resaltar que, si bien la incineración de residuos está prohibida en Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2019), esta práctica persiste en municipios apartados que carecen de la infraestructura o tecnología necesaria para gestionar adecuadamente sus desechos (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018). Este problema se agrava por el crecimiento poblacional, que aumenta la generación de residuos y ejerce presión sobre los sistemas de manejo existentes (DANE, 2022).





	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.C.1. Incineración de residuos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C.2. Incineración abierta de residuos	4,93	5,19	5,18	5,29	5,58	5,05	4,79	5,05	5,34	5,47	5,57	5,66

Figura 358. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos

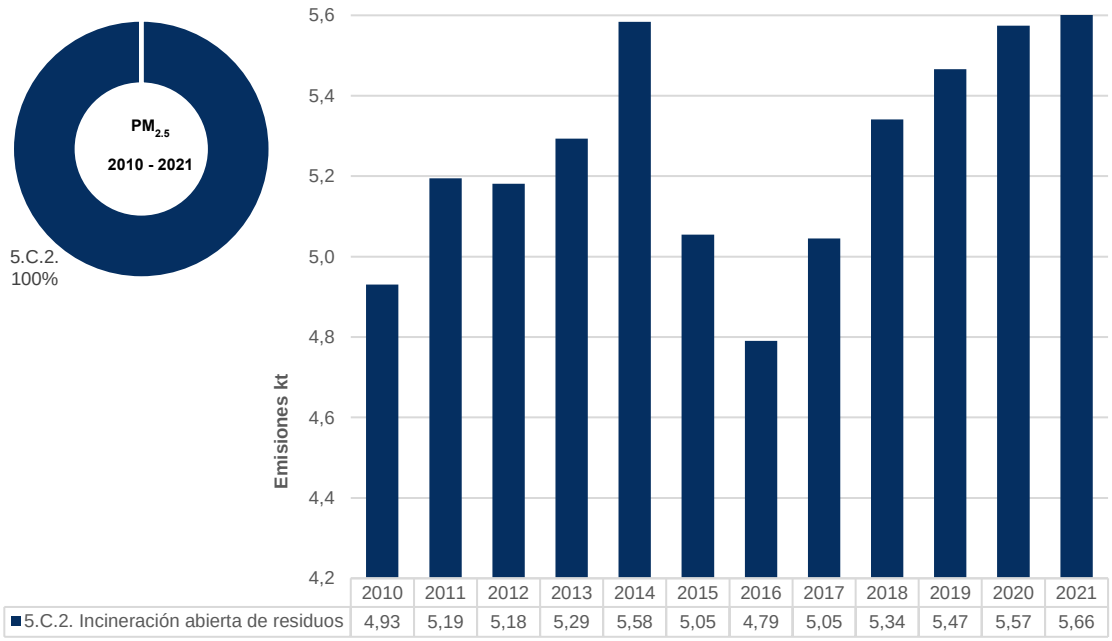


Figura 359. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos

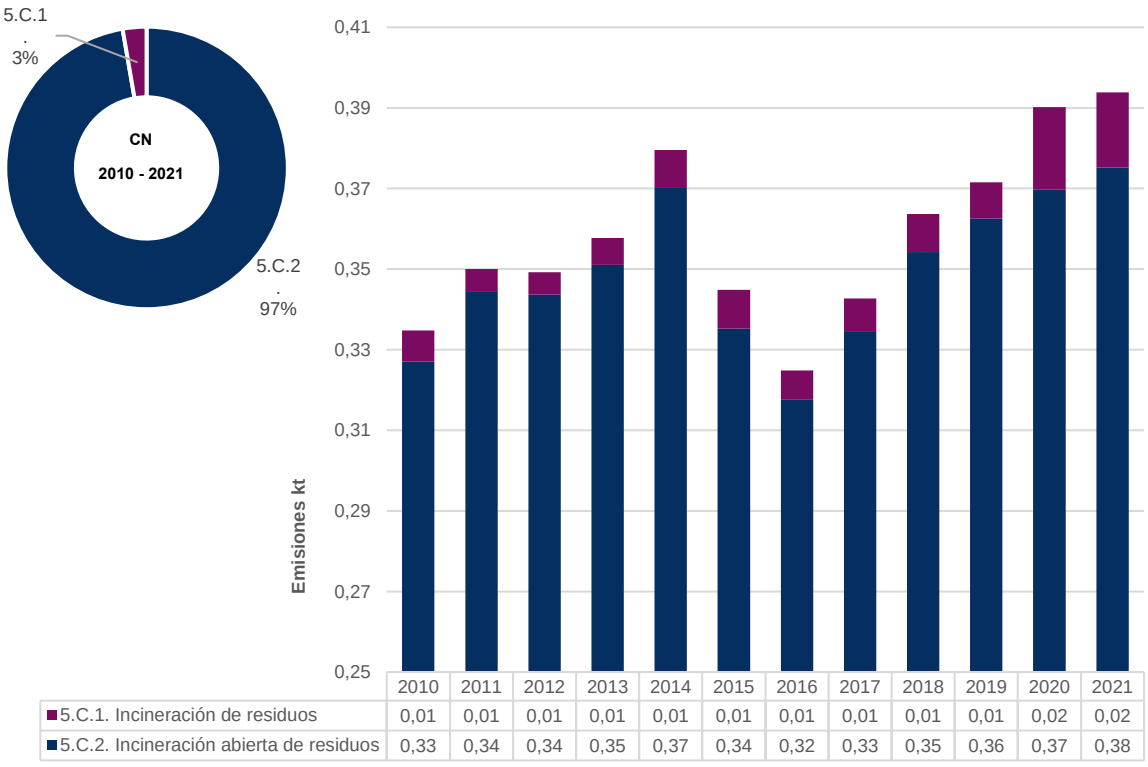
Los análisis muestran que la principal fuente de emisiones de material particulado en el sector de residuos es la quema no controlada de basura doméstica, representando un 100% del total. Esta actividad se clasifica dentro de la subcategoría 5.C.2. que engloba las emisiones generadas por la incineración abierta de desechos.

La incineración abierta de desechos domésticos implica la quema de residuos sin ningún tipo de control o tecnología para la reducción de emisiones, lo que resulta en una liberación significativa de material particulado al ambiente. Esta práctica es común en áreas donde no se cuenta con servicios adecuados de recolección y manejo de residuos, o en comunidades que recurren a la quema como método tradicional de eliminación de desechos.

El impacto ambiental de esta actividad es considerable, ya que las partículas liberadas pueden afectar la calidad del aire, contribuyendo a problemas de salud pública como enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Además, estas emisiones pueden tener efectos adversos sobre el clima y los ecosistemas locales.

8.5.3.5.3.6 Carbono negro (CN)

Las emisiones de CN provenientes del manejo de residuos en Colombia han experimentado un aumento constante. En promedio, se liberan 0.36 kt CN anualmente. Si observamos la evolución histórica, en 2010 esta cifra era de 0.33 kt CN, mientras que para 2021 se elevó a 0.39 kt CN, en la Figura 360 se presentan los resultados de la subcategoría para el período 2010-2021.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
5.C.1. Incineración de residuos	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
5.C.2. Incineración abierta de residuos	0,33	0,34	0,34	0,35	0,37	0,34	0,32	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38

Figura 360. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos

Los datos revelan que el 97,28% de las emisiones de CN en el sector de residuos provienen de la incineración abierta de desechos 5.C.2. Esta subcategoría engloba las emisiones generadas por la quema no controlada de residuos domésticos 5.C.2.a. (Incineración abierta de desechos domésticos), las cuales son liberadas directamente al ambiente sin filtrarse. El 2,72% restante corresponde a la incineración de desechos 5.C.1. que incluye residuos peligrosos, hospitalarios e inflamables generados por el uso de solventes y aceites usados. Es relevante mencionar que en Colombia no se práctica la incineración controlada de residuos sólidos municipales, por lo que en la subcategoría 5.C.1 no se consideran las emisiones de desechos domésticos.

En relación con la subcategoría 5.C.2. se presume que los desechos quemados de forma abierta son mayormente residuos sólidos municipales 5.C.2.a. (Incineración abierta de desechos domésticos). Esta práctica ocurre principalmente en áreas rurales donde no hay servicios de recolección de residuos, o donde la población prefiere esta técnica por razones culturales. La cantidad de personas que optan por quemar desechos como método de disposición influye directamente en las emisiones de esta subcategoría.

Dentro de la subcategoría 5.C.1. se encuentran los residuos que se someten a tratamiento térmico, especialmente aquellos de naturaleza peligrosa. A pesar de que en Colombia existen diversas formas de tratar estos residuos, como métodos biológicos o fisicoquímicos, la incineración es el único método considerado para esta subcategoría

8.5.3.5.4 Metodología

La estrategia empleada para el sector Residuos sigue las pautas establecidas en la Parte B, capítulo 5 del Manual EMEP/EEA 2019. En términos generales, se utiliza una ecuación específica para calcular las emisiones, que se expresa de la siguiente manera:

5. Residuos
$E_{contaminante} = TA \; x \; FE_{contaminante}$ Dónde: $E_{contaminante}$ = Emisión anual por contaminante $FE_{contaminante}$ = Factor de emisión por contaminante TA = Tasa de actividad / Dato de actividad

Cuadro 71. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro residuos

Los factores de emisión empleados para determinar las emisiones del sector de residuos se extrajeron del Manual EMEP/EEA 2019, con la excepción de la subcategoría 5.C.2. que aborda la Incineración abierta de desechos.

La información de actividad empleada para calcular las emisiones generadas por la incineración de residuos a cielo abierto se refiere a la cantidad de desechos domésticos dispuestos mediante este método, la cual se estima según la clasificación IPCC 5.C.2 del INGEI. Por lo tanto, no se emplearon los factores de emisión especificados en el Manual EMEP/EEA 2019, ya que estos se aplican exclusivamente a la quema de desechos agrícolas.

Las emisiones correspondientes a la subcategoría 5.C.2.a. es decir, la incineración abierta de desechos domésticos en este inventario, se calcularon utilizando factores de emisión proporcionados por el AP-42 de la EPA y por Akagi et al (2011). Estos autores realizaron un análisis de diversos factores de emisión disponibles para la quema de diferentes tipos de biomasa, incluida la quema de desechos domésticos.

En lo que respecta a los datos de actividad, se emplea información proveniente de diversas fuentes para diferentes subcategorías del sector de residuos. Para la categoría 5.A. referente a la Eliminación de desechos sólidos, se recurre a los datos reportados por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). En cuanto a la categoría 5.C. que aborda la Incineración de desechos, las emisiones se desglosan en subcategorías. Por ejemplo, las emisiones de la subcategoría 5.C.1. relacionada con la Incineración de residuos industriales, se estiman utilizando información proporcionada por el grupo RESPEL del IDEAM sobre la cantidad de residuos peligrosos y hospitalarios incinerados.

Para la subcategoría 5.C.2. que trata la Incineración abierta de desechos, se emplean datos provenientes de la SSPD sobre la cantidad de residuos quemados a cielo abierto. Además, se considera la población que realiza quemas como método de disposición, datos obtenidos de la Encuesta de Calidad de Vida (ECV) del DANE.

En relación con la categoría 5.D. centrada en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales, se utiliza el caudal de aguas industriales estimado por el equipo INGEI – Sector Industria. Esta estimación se basa en información proporcionada por la Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío (EAM) y el Registro Único Ambiental (RUA) manufacturero.

La Tabla 377 describe las categorías de emisiones consideradas en el cálculo del sector de Residuos, especificando para cada una los contaminantes estimados, el nivel metodológico utilizado y las fuentes de información para los datos de actividad y factores de emisión

Tabla 377. Metodologia y fuente de datos - sector Residuos

Categorías y subcategorías incluidas en el INGEI (serie 2010 – 2021)		Contaminantes	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
5. RESIDUOS					
5.A. Eliminación de desechos sólidos		COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH5.A Tabla 3-1	SSPD
5.C. Incineración de desechos	5.C.1.b. Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH5.C.1.b - CH5.C.1.b.iii Tabla 3-1	IDEAM - RESPEL

	5.C.2.a. Incineración abierta de desechos domésticos	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EPA AP-42 CH 2.5 Solid Waste Disposal - Open Burning Akagi et al (2011)	SSPD DANE – ECV DANE – Censo nacional de población y vivienda 2018
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales		COVDM	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH5.D Tabla 3-3	DANE – EAM RUA – IDEAM

En Tabla 378 presenta los factores de emisión empleados para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero en cada subcategoría del sector residuos.

Tabla 378. Factores de emisión - sector Residuos

NFR	Contaminante	Metodología	Fuente	Valor FE
5.A. Eliminación de desechos sólidos	COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH5.A Tabla 3-1	1.560,00 g COVDM/Mg 0,22 g PM_{10}/Mg 0,03 g $PM_{2.5}$/Mg
5.C.1.b. Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH5.C.1.b - CH5.C.1.b.iii Tabla 3-1	**Peligroso:** 0,07 kg CO/Mg 0,87 kg NO_x/Mg 0,05 kg SO_2/Mg 7,40 kg COVDM/Mg 0,01 kg PM_{10}/Mg 0,00 kg $PM_{2.5}$/Mg CN: 0,04 % $PM_{2.5}$ **Hospitalario:** 0,19 kg CO/Mg 2,30 kg NO_x/Mg 0,54 kg SO_2/Mg 0,70 kg COVDM/Mg 17,00 kg TSP/Mg CN: 0,02 % TSP
5.C.2.a. Incineración abierta de desechos domésticos	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, CN	Nivel 1	EPA AP-42 CH 2.5 Solid Waste Disposal - Open Burning Akagi et al (2011)	38,00 kg CO/Mg 3,74 kg NO_x/Mg 0,50 kg SO_2/Mg 15,00 kg COVDM/Mg 9,80 kg PM_{10}/Mg d.m 9,80 kg $PM_{2.5}$/Mg d.m 0,65 kg CN/Mg d.m
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	COVDM	Nivel 2	EMEP/EEA 2019 PART B CH5.D Tabla 3-3	15,00 mg COVDM/m^3

8.6 Plan de mejora

En la siguiente tabla se resume el plan de mejora sectorial propuesto para el inventario de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio:

Tabla 379. Plan de mejora para inventario de carbono negro y contaminantes criterio

Subcategoría	Oportunidad de mejora/hallazgos	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados
1.A.1.a. Electricidad pública y producción de calor	La información de consumo de combustibles por generador recopilada por XM podría ser desagregada tanto por tipo de combustible como por tecnología de la planta, sin embargo, actualmente se proporcionan consumos de combustible desagregados únicamente por tipo de combustible.	1.1: El nivel metodológico 2 requiere que los datos de actividad y factores de emisión se encuentren desagregados por tecnología de la unidad de combustión y el tipo de combustible. Se propone generar acuerdo de transferencia de información con XM y MinEnergía, con el fin de obtener información del consumo de combustibles en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), desagregada tanto por tipo de combustible como por tipo de tecnología de cada planta, con el fin de estimar las emisiones bajo nivel metodológico 2. Las tecnologías para las cuales se proponen FE por defecto en el guidebook EMEP/EEA 2019 para el nivel 2 son: Dry Bottom Boilers, Wet Bottom Boilers, Fluid Bed Boilers, Gas Turbines, Large stationary CI reciprocating engines, Stationary reciprocating Engines -gas-fired, Otra tecnología (estimar FE)	Mediano	MinEnergía
1.A.2. (Estacionarias) Mejora transversal para todas las subcategorías que reporten consumo de biomasa como combustible	El "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook" proporciona FE para la estimación de emisiones de amoniaco (NH_3), bajo enfoque Tier 1, para los combustibles que corresponden a biomasa. Con el fin de incorporar las emisiones de amoniaco a todo el inventario nacional, la estimación de estas emisiones puede ser incluidas en la categoría 1A2, si la estimación se realiza bajo nivel metodológico 1.	2.1: Se propone estimar las emisiones de amoniaco (NH3) de los combustibles correspondientes a biomasa, para las industrias manufactureras y de la construcción, bajo nivel metodológico 1. Cabe resaltar que en el nivel 1 se utiliza el mismo FE para todos los combustibles clasificados como biomasa. En el NIR, las industria que reportaron consumo de combustibles de biomasa corresponden a: 1A2a y b: Carbón vegetal y residuos 1A2c: Bagazo, leña, residuos 1A2d: Residuos 1A2e: Bagazo, carbón vegetal, leña, residuos 1A2f: Carbón vegetal, leña, residuos 1A2h: Carbón vegetal, residuos 1A2j: Leña 1A2l: Residuos 1A2m: Leña	Largo	Proceso interno IDEAM
1.A.3.a - Transporte aéreo	El "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook" establece dos opciones de cálculo para el nivel metodológico 3 (Tier 3). En el primero (Tier 3a) se estiman las emisiones para la fase CCD de acuerdo con la matriz Origen – Destino (OD) de los vuelos, y en el segundo (Tier 3b) se estiman las emisiones por modelación, de acuerdo con la información específica de cada vuelo realizada. En el inventario presentado en el NIR, las emisiones para la fase CCD se estiman por factores de emisión por defecto según el tipo de combustible (Tier	3.1: Utilizar la información de origen – Destino (matriz OD) generada por la aeronáutica civil en el archivo "Tráfico por equipo", para aviación civil, con el fin de realizar una estimación de la distancia recorrida por vuelo y tipo de aeronave que permita llevar las estimaciones de emisiones de la fase CCD (tanto de vuelos nacionales como de vuelos internacionales), de un nivel metodológico Tier 2 a un nivel metodológico Tier 3a.	Mediano	Proceso interno IDEAM

Subcategoría	Oportunidad de mejora/hallazgos	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados
	1). Sin embargo, la base "Tráfico por equipo" de la aeronáutica civil entrega el origen y destino de los vuelos realizados por año.			
1.A.3.b - Transporte terrestre	En la actualidad se emplea un nivel metodológico 2 para la estimación de las emisiones de esta subcategoría, sin embargo, al ser una categoría clave de los 7 contaminantes atmosféricos estimados, es necesario evaluar la posibilidad de incrementar de incrementar el nivel metodológico a Tier 3. Adicionalmente, el "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook" proporciona FE para vehículos híbridos, vehículos PHEV, vehículos de pasajeros a GLP y biodiésel, sin embargo, en el NIR únicamente se incluyeron los vehículos de pasajeros, livianos, pesados, buses y motos a gas natural, diésel, gasolina y convertidos a gas natural.	4.1: Estimar las emisiones de los vehículos que operan a biodiésel, GLP, y vehículos híbridos, de acuerdo con los lineamientos establecidos el "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook", complementando las emisiones generadas reportadas en la categoría de transporte terrestre. 4.2: Generar un acuerdo interinstitucional con Ministerio de Transporte, a partir del cual se establezcan estrategias que permitan recopilar la información requerida para la implementación de modelos para la estimación de emisiones atmosféricas provenientes del transporte en carretera (COPERT, IVE, MOVES), por regiones del país, según patrones de conducción : Información requerida: - Engine operation condition (urban, rural and highway drivin) - FE (driving situations, climatic conditions) - Vehicle speed (driving mode: average speed by road type, or speed distribution curves) - Fraction of mileage driven with a cold engine/catalyst - Cold/hot emission quotient for pollutant i and vehicles of k technolog - Catalyst vehicles	4.1_CN: Mediano 4.2_CN: LARGO	IDEAM - MinTransporte
1.A.3.bv - Evaporación de gasolina	En la actualidad se emplea un nivel metodológico 1 para la estimación de las emisiones de esta subcategoría, sin embargo, al ser una categoría clave de COVDM, es necesario realizar esfuerzos para mejorar la estimación e incrementar el nivel metodológico a Tier 2.	5.1: Generar un acuerdo interinstitucional con el Ministerio de Transporte a partir del cual se establezcan estrategias que permitan recopilar información necesaria para definir y calcular el número promedio de viajes por vehículo por día, el número de vehículos equipados con carburador y/o sistemas de retorno de combustible, y fracción de viajes terminado con hot engine	Mediano	IDEAM - MinTransporte

Subcategoría	Oportunidad de mejora/hallazgos	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados
1.A.4.b - Residencial	El "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook" proporciona FE para la estimación de emisiones de amoniaco (NH_3), bajo enfoques Tier 1 y 2, para los combustibles que corresponden a biomasa. Con el fin de incorporar las emisiones de amoniaco a todo el inventario nacional, la estimación de estas emisiones puede ser incluidas en la categoría 1A4b.	6.1: Se propone estimar las emisiones de amoniaco (NH_3) de los combustibles correspondientes a biomasa, para el sector residencial, bajo nivel metodológico 1. Cabe resaltar que en el nivel 1 se utiliza el mismo FE para todos los combustibles clasificados como biomasa.	Mediano	IDEAM - MnEnergía
1.B.2.ai. Exploración, producción y transporte 1.B.2.b. Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	En la actualidad se emplea un nivel metodológico 1 para la estimación de las emisiones de estas subcategorías, no obstante, se cuenta con la información necesaria para implementar FE por defecto para un nivel metodológico 2.	7.1: El nivel metodológico 2 requiere que los datos de actividad y factores de emisión se encuentren desagregados por ubicación de las plantas (Onshore y offshore). Se propone generar acuerdo de transferencia de información con MinEnergía, con el fin de obtener información de datos de actividad desagregados por ubicación de las facilidades.	Mediano	MinEnergía
1.B.2.av - Distribución de productos del petróleo	En la actualidad no se estima esta subcategoría dentro del inventario nacional de carbono negro y otros contaminantes atmosféricos. Se cuenta con la información desagregada por tipo de producto (gasolina) para poder estimar las emisiones de COVDM bajo nivel metodológico 1.	8.1: El nivel metodológico 1 requiere que los datos de actividad se encuentren desagregados por la cantidad de gasolina manejada (distribuida), no para todos los productos en general.	Mediano	MinEnergía
2.A.5.b - Construcciones y demoliciones	El "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook" proporciona factores de emisión por defecto para la construcción de casas, apartamentos, construcciones no residenciales, y construcción de vías. En el NIR únicamente se incluyeron las emisiones por edificaciones, pero no las emisiones provenientes de la construcción de vías. Por otra parte, el "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook" proporciona factores de corrección para el nivel metodológico 1: - Corrección por humedad del suelo (Índice de precipitación-evaporación de Thornthwaite) - Corrección por contenido	9.1: Para obtener la información climatológica, se deberá realizar procesamiento de la base de datos de las estaciones del IDEAM, con el fin de obtener promedios mensuales multianuales de precipitación y temperatura por municipio (cálculo del índice de Thornthwaite), y apoyarse del atlas climatológico (1981 - 2010). Para conocer el tipo de suelo por municipio (incluyendo las áreas urbanas) se deberá obtener información de tipo de suelo a partir de los mapas generados por el IGAC (atlas geológico) o de datos geográficos del NCAR.	Mediano	Proceso interno IDEAM

Subcategoría	Oportunidad de mejora/hallazgos	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados
	de limo en el suelo Esto factores de corrección pueden ser aplicados si la información se encuentra desagregada espacial y temporalmente, y asumiendo un contenido de limo por defecto de acuerdo con el tipo de suelo			
2.D.3.b. Pavimentación de vías con asfalto	No se incluye esta información en el NIR presentada para CN y contaminantes criterio año 2010 - 2021	10.1_CN: Establecer acuerdo con Ministerio de trasponte para obtener información relacionada con la longitud de vías pavimentadas, el espesor y la cantidad de asfalto usado por kilómetro pavimentado, que permitan estimar la masa total (toneladas) de asfalto utilizado en la pavimentación de vías	Mediano	MinTransporte
2.H.1 - Industria de pulpa y el papel	El “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook” proporciona factores de emisión por defecto para los niveles metodológicos 1 y 2 (Tier 1 y 2), los cuales se encuentran en función de la producción anual nacional de pulpa secada al aire en toneladas. No obstante, en el NIR se entregó un cálculo de emisiones utilizando la producción de papel y cartón kraft, de acuerdo con las estadísticas entregadas por el DANE en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM).	11.1: Establecer mecanismos de comunicación con la ANDI - Cámara Industria de pulpa, papel y cartón, con el fin de obtener el valor de producción anual nacional de pulpa secada al aire en el país, y refinar el cálculo presentado en el NIR. Además, verificar si es posible desagregar la información por proceso productivo, para estimar las emisiones bajo un nivel metodológico 2 (tier 2).	Corto	ANDI - Cámara Industria de pulpa, papel y cartón
5.A. Eliminación de desechos sólidos en tierra	En la actualidad se emplea un nivel metodológico 1 para la estimación de las emisiones de esta subcategoría, sin embargo, al ser una categoría clave del contaminante COVDM, es necesario realizar esfuerzos para mejorar la estimación (nivel metodológico 3, ya que 2 no existe). El nivel metodológico 3 requiere información de la velocidad media del viento, y del contenido de humedad de los residuos. Estas estimaciones se realizarían por sitio de disposición; si el operador no cuenta con información meteorológica se podría tomar la estación de IDEAM más cercana. El contenido de humedad	12.1: El nivel metodológico 3 requiere información de la velocidad media del viento, y del contenido de humedad de los residuos. Estas estimaciones se realizarían por sitio de disposición: La información meteorológica se tomará de la estación de IDEAM más cercana al punto de disposición. El contenido de humedad se puede estimar a partir de la caracterización de los residuos por departamento, y del contenido de materia seca. Esta información actualmente se encuentra en proceso de refinamiento por parte del INGEI, para tener valores específicos por sitio de disposición.	Mediano	IDEAM, SSPD

Subcategoría	Oportunidad de mejora/hallazgos	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados
	se puede estimar a partir de la caracterización de los residuos por departamento, y del contenido de materia seca.			
5.C.1.bv. Cremación	El “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook” proporciona factores de emisión por defecto para la actividad de cremación de cuerpos, bajo nivel metodológico 1. Los FE se encuentran en función del número de cuerpos cremados.	13.1: De acuerdo con el número de hornos de cremación, las permisos y licencias que se deben expedir para operar, y a la información de tiempos que demora un cuerpo en cremarse y capacidad diaria de los hornos de cremación (la cual tiene el Ministerio de salud), se podría hacer una estimación del dato de actividad requerido. Se propone establecer un mecanismo de comunicación con Ministerio de Salud con el fin de obtener el número de cuerpo cremados, desagregado espacial y temporalmente, y así, estimar las emisiones de otros contaminantes atmosféricos por la actividad de cremación en el país.	Mediano	Ministerio de salud y protección social

De manera transversal, el plan de mejora involucra realizar el diagnóstico de implementación de la actualización de la guía EMEP/EEA en su versión 2023, acorde con a estructura de los Informes bienales de transparencia, la disponibilidad de información y las circunstancias nacionales.

9. Recálculos y mejoras

Autores:

Daniela María Bernal Escobar – Líder INGEI y Profesional sectorial industria (IDEAM – PNUD - Fundación Natura).

Colaboradores:

Carlos Alberto Duarte Durán - Profesional Sectorial Transporte (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Diana Leidy Manrique Luna - Profesional sectorial agricultura (IDEAM - Proyecto Biocarbono Orinoquía), Laura María Aranguren Niño - Coordinadora del Proyecto CBIT (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Laura Natalia Solano - Profesional Sectorial Residuos (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Leonardo Alfredo Pineda Pardo - Coordinador del Grupo de Cambio Global, SEA (IDEAM), Lizet Jimena Robayo Rocha – Profesional Sectorial LULUCF (IDEAM - Proyecto Biocarbono Orinoquía), Luis Enrique Caicedo Navarro - Profesional Sectorial LULUCF (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Natalia Andrea Cifuentes Castellanos - Profesional Sectorial Energía (IDEAM – PNUD - Fundación Natura), Sergio Andrés Garcés Jiménez - Profesional Sectorial Energía - Emisiones Fugitivas (IDEAM – PNUD - Fundación Natura).

De acuerdo con las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG, por sus siglas en inglés) y las Directrices IPCC 2006, se deben reportar los recálculos desde el año de inicio hasta los años subsecuentes en la serie de tiempo del inventario, incluyendo las justificaciones de los cambios relevantes asociados a nuevos métodos de estimación, adición de nuevas categorías de emisiones y remociones, actualizaciones de datos, refinamientos, etc. (UNFCCC, 2018).

Los recálculos realizados responden al proceso de mejora continua al que es sometido el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Colombia y al resultado de los procesos de revisión internos y externos. Se resalta que en los capítulos sectoriales del presente informe en cada categoría se muestra al detalle los recálculos realizados.

9.1 Explicación y justificación de recálculos

Existen diferentes razones por las que se generan recálculos, asociadas a correcciones y al plan de mejora sectorial actualizado en cada ciclo de inventario, dentro de ellas se encuentran:

- Disponibilidad de datos adicionales
- Cambio de una fuente de información
- Actualizaciones o ajustes metodológicos
- Nuevos procesos de cálculo nacionales
- Implementación de recomendaciones provistas por revisores

9.2 Implicaciones en niveles de emisión y remoción

En la siguiente tabla se resumen las subcategorías en las que se incrementó el nivel metodológico de estimación respecto al INGEI 1990-2018, publicado en 2022.

Tabla 380. Subcategorías con actualización metodológica respecto al informe anterior

Sector	Subcategoría	Nivel – INGEI 1990-2018	Nivel – INGEI 1990-2021	Observaciones / Justificación
Agricultura	3.C.1.b.ii. Aireación múltiple	Nivel 1	Nivel 2	Factor de emisión bajo nivel metodológico 2 para la región de la Orinoquía desarrollado en el marco del proyecto Biocarbono
	3.C.2.b. Propenso a la sequía	Nivel 1	Nivel 2	Factor de emisión bajo nivel metodológico 2 para la región de la Orinoquía desarrollado en el marco del proyecto Biocarbono
	3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo	Nivel 1	Nivel 2	Factor de emisión bajo nivel metodológico 2 para la región de la Orinoquía desarrollado en el marco del proyecto Biocarbono

De acuerdo con la Tabla 380, para el presente inventario solamente en el sector de agricultura se logró incrementar el nivel metodológico para tres de sus subcategorías por el establecimiento del factor de emisión nivel 2 en el marco del proyecto Biocarbono. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, aunque en los demás sectores no hubo ajustes metodológicos a nivel superior (nivel 2 o 3), si se realizaron mejoras como las descritas en el Capítulo 1 del presente informe.

9.3 Implicaciones de la tendencia de emisiones y remociones, incluyendo consistencia y/o coherencia de la serie temporal

Para analizar la consistencia y coherencia de la serie temporal en la tendencia de emisiones y remociones del INGEI de Colombia, en la siguiente figura se resume la variación en las emisiones netas del INGEI del BUR3 con respecto a los resultados reportados en el presente informe.

El promedio de variación de las emisiones netas durante la serie de tiempo 1990 a 2018 es de -0,03%. De 1990 al 2000, las emisiones actualizadas son mayores a aquellas reportadas en el informe anterior, caso contrario del año 2004 al 2018, en el que las emisiones actualizadas son menores.

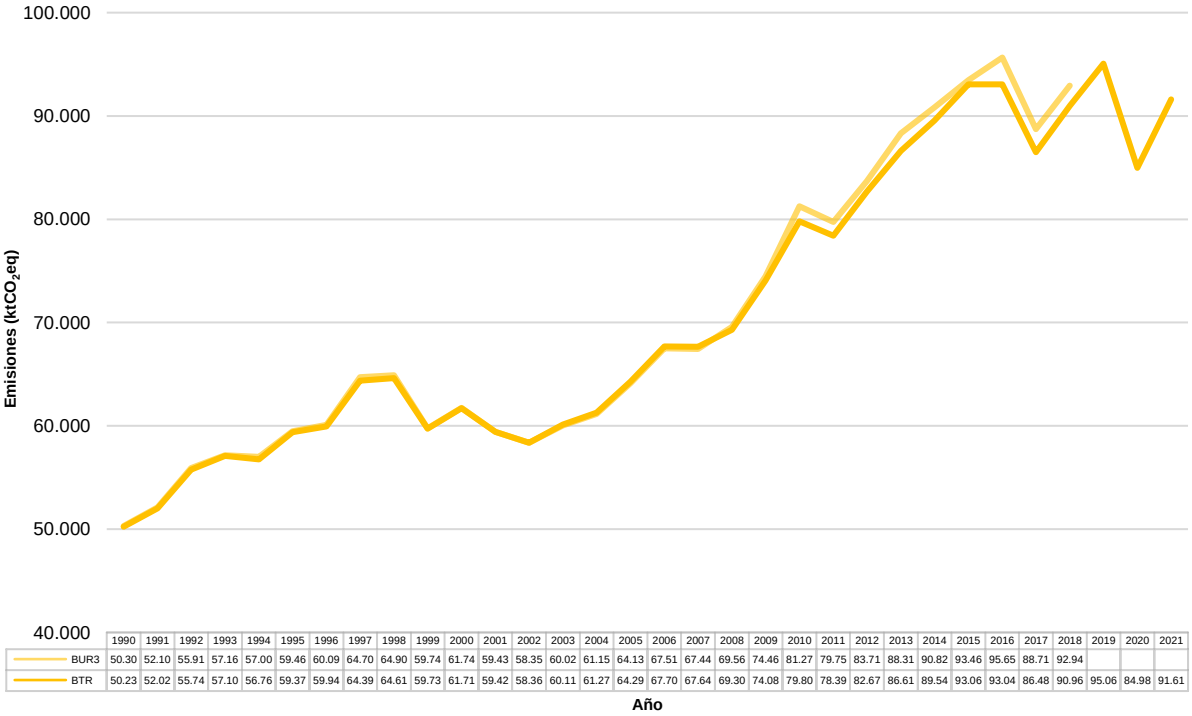
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	220.257	223.890	229.292	231.852	233.996	236.422	238.109	245.763	244.940	239.919	223.853	204.574	204.627	223.329	225.784	218.085	220.734	224.566	221.188	220.703	230.220	238.199	239.296	229.630	236.444	233.046	255.283	277.869	279.199			
BTR1	222.665	226.352	231.753	234.376	236.424	239.191	240.853	248.720	247.879	242.869	225.113	204.327	203.999	223.721	225.391	214.818	217.085	220.948	217.741	216.201	224.847	234.678	237.969	224.540	233.522	231.513	260.182	279.815	284.504	272.527	274.793	280.102

Figura 361. Variación entre INGEI – BUR3 (1990-2018) e INGEI – BTR1 (1990-2021).

Al analizar las variaciones por sector IPCC se destaca la siguiente información:

9.3.1 Energía

En la siguiente figura se resume la variación en la serie de tiempo de las emisiones del sector de energía respecto al INGEI (1990-2018), reportado en el Informe del BUR3:



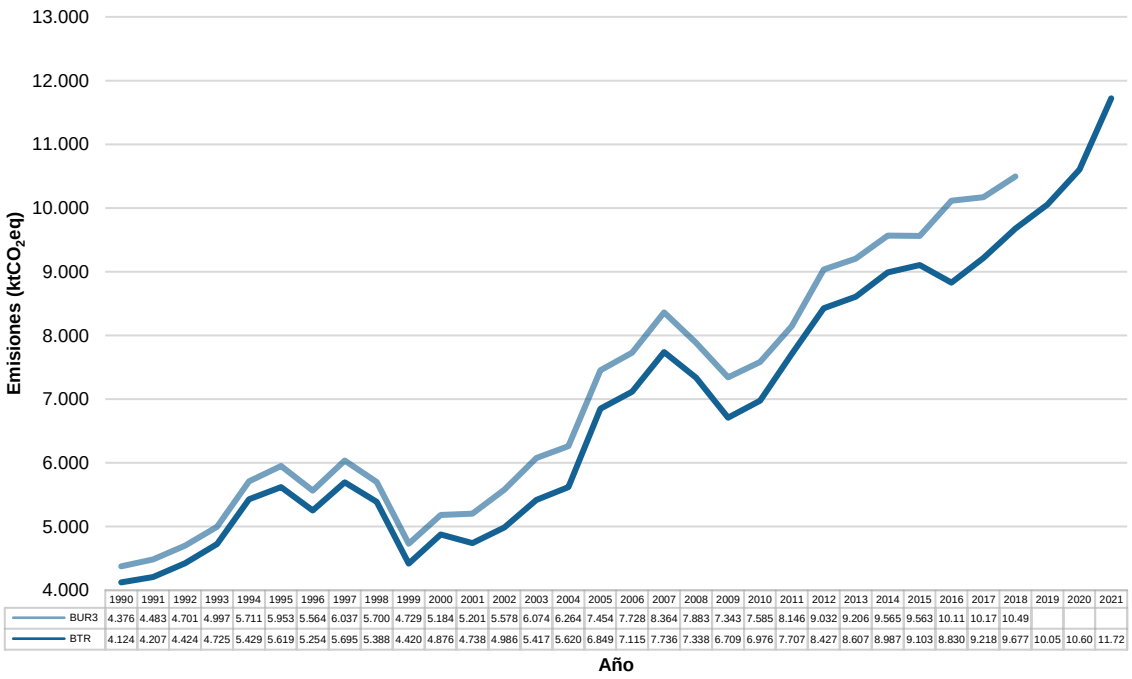
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	50.30	52.10	55.91	57.16	57.00	59.46	60.09	64.70	64.90	59.74	61.74	59.43	58.35	60.02	61.15	64.13	67.51	67.44	69.56	74.46	81.27	79.75	83.71	88.31	90.82	93.46	95.65	88.71	92.94			
BTR	50.23	52.02	55.74	57.10	56.76	59.37	59.94	64.39	64.61	59.73	61.71	59.42	58.36	60.11	61.27	64.29	67.70	67.64	69.30	74.08	79.80	78.39	82.67	86.61	89.54	93.06	93.04	86.48	90.96	95.06	84.98	91.61

Figura 362. Variación INGEI (1990-2018) vs INGEI (1990-2021) – Sector 1. Energía

Entre 2002 y 2007 las emisiones se incrementaron un 0,20%, reduciéndose en los otros años respecto al informe anterior. El promedio de variación entre los dos reportes para el sector de energía es de -0,63%. Dichas variaciones tienen relación con la inclusión de algunos consumos de combustibles, la estimación de los consumos de diesel oil para la generación de electricidad en las zonas no interconectadas (ZNI) (1990-2009) y la actualización de algunos datos de actividad, gracias a las mesas técnicas desarrolladas con el equipo técnico del MRV del Ministerio de Minas y Energía. Además, se resalta la estimación separada de las emisiones de 1.A.2.b.

9.3.2 Procesos industriales y uso de productos

En la Figura 363, se muestra la variación en las emisiones del sector IPPU respecto al reporte del BUR3:



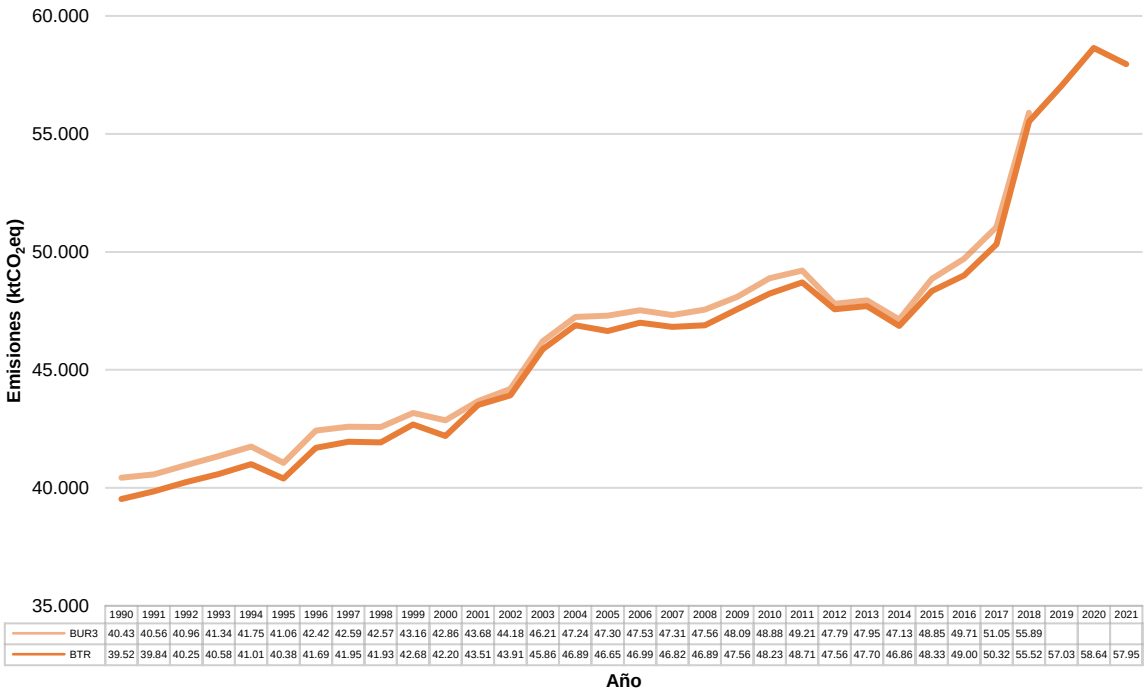
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	4.376	4.483	4.701	4.997	5.711	5.953	5.564	6.037	5.700	4.729	5.184	5.201	5.578	6.074	6.264	7.454	7.728	8.364	7.883	7.343	7.585	8.146	9.032	9.206	9.565	9.563	10.11	10.17	10.49			
BTR	4.124	4.207	4.424	4.725	5.429	5.619	5.254	5.695	5.388	4.420	4.876	4.738	4.986	5.417	5.620	6.849	7.115	7.736	7.338	6.709	6.976	7.707	8.427	8.607	8.987	9.103	8.830	9.218	9.677	10.05	10.60	11.72

Figura 363. Variación INGEI (1990-2018) vs INGEI (1990-2021) – Sector 2. IPPU

En dicha figura se aprecia que las emisiones del sector si bien presentan la misma tendencia, son menores a aquellas reportadas en el BUR3 con un promedio de variación de -7,24%, reducción asociada a los ajustes metodológicos realizados en la estimación de algunas categorías, como el uso de cantidad importada de clínker en 2.A.1 y no el uso de supuestos, la actualización de supuestos en 2.C.1 para determinar la cantidad de tipo de acero producido a nivel nacional a partir de la producción de hierro y acero total y el ajuste del factor de emisión para 2.C.2 producción de ferroaleaciones, que reduce considerablemente su emisión.

9.3.3 Agricultura

Como se aprecia en la siguiente figura, las emisiones del sector de agricultura se reducen respecto al reporte de BUR3 en un promedio de 1,23%, gracias a la actualización de diferentes datos de actividad e incremento a nivel 2 del factor de emisión de las subcategorías 3.C.1. Arroz riego, 3.C.2. Arroz secano y 3.D.1.c. Orina y estiércol para los departamentos de la región de la Orinoquía, desarrollados en el marco del proyecto Biocarbono.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	40.43	40.56	40.96	41.34	41.75	41.06	42.42	42.59	42.57	43.16	42.86	43.68	44.18	46.21	47.24	47.30	47.53	47.31	47.56	48.09	48.88	49.21	47.79	47.95	47.13	48.85	49.71	51.05	55.89			
BTR	39.52	39.84	40.25	40.58	41.01	40.38	41.69	41.95	41.93	42.68	42.20	43.51	43.91	45.86	46.89	46.65	46.99	46.82	46.89	47.56	48.23	48.71	47.56	47.70	46.86	48.33	49.00	50.32	55.52	57.03	58.64	57.95

Figura 364. Variación INGEI (1990-2018) vs INGEI (1990-2021) – Sector 3. Agricultura

9.3.4 Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra

En la Figura 365, se muestra el cambio en la tendencia de emisiones netas del sector 4. LULUCF (por sus siglas en inglés), respecto al BUR3. El comportamiento de las emisiones es elevado al inicio de la serie de tiempo (1990-2000), relacionado con la desagregación de un único dato de deforestación en proporciones iguales anuales durante dicho periodo. Posteriormente, el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) cuenta con mejores datos en periodos bienales hasta el año 2012 y anuales desde el 2013 hasta la actualidad.

Respecto a la variación del presente informe en referencia al reporte de BUR3, se debe tener en cuenta que para este sector se contempla la estimación de nuevas subcategorías, entre ellas 4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación), que aporta el 10% de las emisiones del año 2021, siendo la tercera subcategoría de mayor aporte a dichas emisiones.

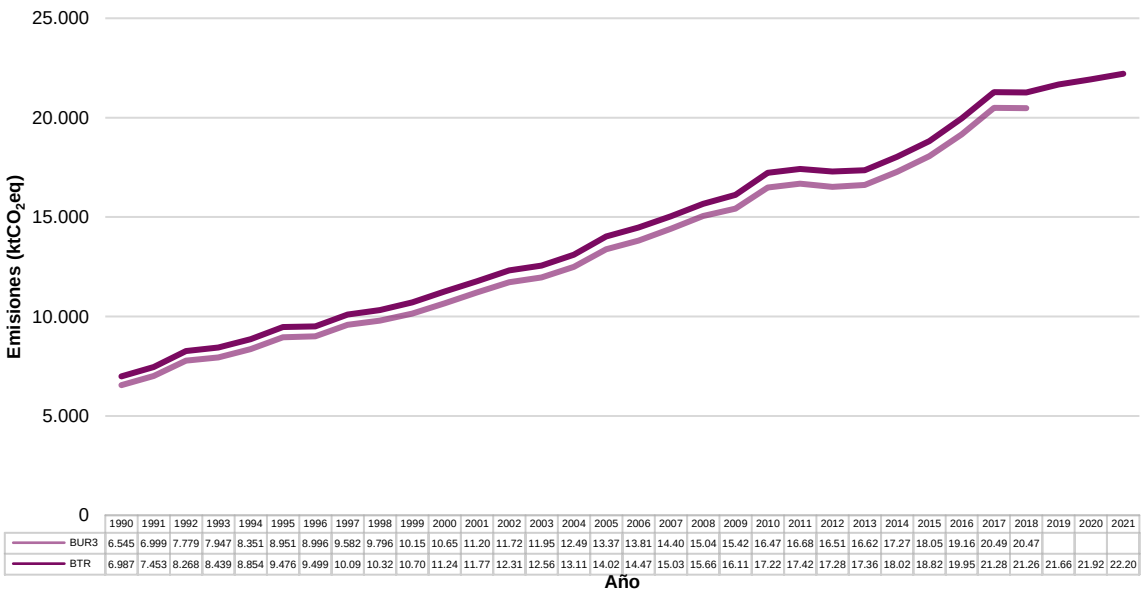
Otro cambio que explica el comportamiento es la actualización de los contenidos de carbono en biomasa y suelos y la inclusión de un nuevo depósito (detritos de madera) con el último reporte del avance del Inventario Forestal Nacional, los cuales se utilizan para las estimaciones de emisiones por deforestación.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	118.5	119.7	119.9	120.3	121.1	120.9	121.0	122.8	121.9	122.1	103.4	85.05	84.77	99.06	98.61	85.81	84.15	87.03	81.12	75.37	76.00	84.40	82.24	67.53	71.64	63.10	80.64	107.4	99.39			
BTR	121.7	122.8	123.0	123.5	124.3	124.3	124.4	126.5	125.6	125.3	105.0	84.87	84.42	99.76	98.48	83.00	80.80	83.70	78.54	71.73	72.60	82.43	82.02	64.25	70.09	62.18	89.34	112.5	107.0	88.71	98.62	96.60

Figura 365. Variación INGEI (1990-2018) vs INGEI (1990-2021) – Sector 4. LULUCF

9.3.5 Residuos

En la Figura 366, se observa que las emisiones para el sector residuos presentan una variación promedio de 5,04% respecto al reporte de emisiones de BUR3. Este cambio obedece al recálculo de las emisiones derivadas del tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5.D.2), por la actualización del factor de emisión ponderado con base en la información reportada en el RUA manufacturero.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BUR3	6.545	6.999	7.779	7.947	8.351	8.951	8.996	9.582	9.796	10.15	10.65	11.20	11.72	11.95	12.49	13.37	13.81	14.40	15.04	15.42	16.47	16.68	16.51	16.62	17.27	18.05	19.16	20.49	20.47			
BTR	6.987	7.453	8.268	8.439	8.854	9.476	9.499	10.09	10.32	10.70	11.24	11.77	12.31	12.56	13.11	14.02	14.47	15.03	15.66	16.11	17.22	17.42	17.28	17.36	18.02	18.82	19.95	21.28	21.26	21.66	21.92	22.20

Figura 366. Variación INGEI (1990-2018) vs INGEI (1990-2021) – Sector 5. Residuos

9.4 Principales recálculos por sector IPCC

Como se mencionó, en cada subcategoría en los capítulos sectoriales del presente informe se mencionan los recálculos realizados según corresponda, sin embargo, en la siguiente tabla se resumen los principales ajustes realizados:

Tabla 381. Principales recálculos por sector IPCC

Sector	Subcategoría	Justificación del recálculo
1. Energía	1.A.1. Industrias de la energía	En la subcategoría 1.A.1.a Producción de electricidad pública y calor como actividad principal, para la serie histórica 1990-2009 se realizó un cálculo relacionando el consumo de diésel con la población de las zonas denominadas como no interconectadas ZNI. En la subcategoría 1.A.1.b Refinación, los datos de consumo de gas natural en actividades de refinación fueron revisados por el equipo MRVme junto con Ecopetrol permitiendo identificar la cantidad de este energético usado en combustión dentro de las refinerías nacionales.
	1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Se estima separadamente la emisión de la subcategoría 1.A.2.b. de la subcategoría 1.A.2.a., gracias a las mesas técnicas con la empresa productora de níquel contenido en ferroníquel y el apoyo del equipo MRVme
	1.A.3. Transporte	Se incluyen los consumos de combustible desagregados de diésel, gas natural y petróleo para la subcategoría 1.A.3.e.ii
2. IPPU	2.A.1. Producción de cemento	Se sustituyen los datos de importación de clínker con el uso de supuesto por los datos reportados por PROCEMCO de 2013 a 2021. También se actualiza el dato de producción de cemento gris de la ECG (DANE).
	2.C.1. Producción de hierro y acero (No es una categoría clave, pero es importante para la sección de recálculos)	Se realizó un ajuste de supuestos para determinar la producción por tipo de acero a nivel nacional, de acuerdo con lo mencionado por la siderúrgica integrada. De igual forma, se ajusta el procesamiento del dato de actividad acorde con el funcionamiento del proceso de producción de acero en el alto horno.
	2.C.2. Producción de ferroaleaciones (No es una categoría clave, pero es importante para la sección de recálculos)	Se ajusta el factor de emisión para la serie de tiempo 1990-2021 en un trabajo colaborativo con la empresa productora y el equipo MRVme. En el que las emisiones por consumo de combustible en la producción de níquel contenido en ferroníquel son trasladadas y contabilizadas en la subcategoría 1.A.2.b.
	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado (No es una categoría clave, pero es importante para la sección de recálculos)	Para esta subcategoría se actualiza el porcentaje de distribución sectorial promedio entre 2001 y 2021.

Sector	Subcategoría	Justificación del recálculo
3. Agricultura	3.A.1. Ganado	El recalculo se centró en la actualización de la homologación de datos de actividad para todas las especies incluidas en las estimaciones desde el año 1990 hasta 2022. Dentro de las bases oficiales de cálculo se realizaron controles rutinarios y coherentes para revisar la consistencia de los datos y su exhaustividad.
	3.A.2. Ovinos	Reprocesamiento de datos de actividad optimizado mediante actividades de control de calidad.
	3.A.4. Otro ganado	Reprocesamiento de datos de actividad optimizado mediante actividades de control de calidad.
	3.B.5. Emisiones indirectas de N2O de gestión de estiércol	Recalculo asociado a los ajustes realizados en la categoría 3.A..
	3.C.1. Arroz riego	Se ajustan los datos de actividad empleando las fuentes de información de DANE y FEDEARROZ. Adicionalmente se emplea un factor de emisión nivel 2 para la región de la Orinoquia (Arauca, Casanare, Meta y Vichada), desarrollado en el marco del proyecto Biocarbono por el Centro Internacional de Agricultura Tropical-Bioversity International, basado en mediciones in situ mediante parcelas.
	3.C.2. Arroz secano	Se ajustan los datos de actividad empleando las fuentes de información de DANE y FEDEARROZ. Adicionalmente se emplea un factor de emisión nivel 2 para la región de la Orinoquia (Arauca, Casanare, Meta y Vichada), desarrollado en el marco del proyecto Biocarbono por el Centro Internacional de Agricultura Tropical-Bioversity International, basado en mediciones in situ mediante parcelas.
	3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados	Escalamiento a nivel 2 del factor de emisión de la subcategoría 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo en los departamentos de la región de Orinoquia. Adicionalmente se actualizaron los datos de actividad de fertilizantes inorgánicos y manejo de los residuos de cultivo, a través de la consulta nacional de expertos agropecuarios.
	3.D.2. Emisiones indirectas de N2O de suelos gestionados	Recalculo asociado con ajustes en la subcategoría 3.D.1.
	3.G. Encalado	Actualización de datos de actividad de urea aplicada a suelos agrícolas, mediante la consulta nacional de expertos agropecuarios.
	3.H. Aplicación de urea	Actualización de datos de actividad de cal dolomita aplicada a suelos agrícolas, mediante la consulta nacional de expertos agropecuarios.
4. LULUCF	4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	Se emplean datos de porcentaje de consumo de leña y consumos de leña en la población rural a nivel departamental empleando datos de la Encuesta de Calidad de Vida del año 2019; se incluyen estimaciones de CO2 por la degradación del bosque natural como nueva categoría; se realizan ajustes a las estimaciones por deforestación del Bosque natural desagregándolas por estratos de bosque núcleo y bosque borde y empleando los factores de contenidos de carbono en la biomasa aérea, subterránea, suelos y detritos de madera con la última actualización del IFN reportados en (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; IDEAM, 2024); se recalculó toda la serie de estimación de emisiones con los datos de actividad más actualizados a la fecha y se utiliza información más refinada de factores de emisión en plantaciones forestales desagregados a nivel regional; y se recalcularon las estimaciones por regeneración del bosque natural con la actualización de los factores de contenidos de carbono del bosque por región, empleando un enfoque de estimación de absorciones brutas.
	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Se realizan ajustes a las estimaciones por regeneración del bosque natural, empleando los factores de contenidos de carbono en la biomasa aérea, subterránea, suelos y detritos de madera con la última actualización del IFN reportados en (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; IDEAM, 2024).
	4.B.1. Cultivos que permanecen como tales	Se incluyo la estimación de emisiones por cultivo de marañón y se actualizaron los factores de contenido de carbono para el cultivo de cacao, incluyendo información para los depósitos de biomasa, materia orgánica muerta y suelos.
	4.B.2. Tierras convertidas en cultivos	Se realizan ajustes a las estimaciones por deforestación del Bosque natural desagregándolas por estratos de bosque núcleo y bosque borde y empleando los factores de contenidos de carbono en la biomasa aérea, subterránea, suelos y detritos de madera con la última actualización del IFN reportados en (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; IDEAM, 2024).
	4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	
	4.D.2. Tierras convertidas en humedales	

Sector	Subcategoría	Justificación del recálculo
5. Residuos	5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Para esta subcategoría se realiza el proceso de ponderación del factor de emisión para CH_4 y N_2O contemplando la influencia de los datos del RUA manufacturero desde 2015 a 2021.

9.5 Áreas de Mejora

Durante cada ciclo de inventario de emisiones GEI, se ejecutan avances en el plan de mejora sectorial planteado en el ciclo inmediatamente anterior y se diseñan nuevas estrategias para continuar con el proceso de mejora continua del INGEI.

Estos planes se enfocan principalmente en:

- Fortalecer la comunicación y transferencia de información oportuna entre el IDEAM como punto focal del INGEI y los proveedores de información
- Identificar nuevas fuentes de información
- Incluir categorías o subcategorías previamente no estimadas o incluidas en el INGEI.
- Revisar, actualizar y refinar las metodologías de estimación de cálculo de emisiones nacionales.
- Propender por el desarrollo de factores de emisión nacionales
- Refinar metodológicamente la estimación de emisiones de GEI
- Establecer espacios de trabajo y de fortalecimiento de capacidades entre el sector público, privado y el IDEAM en pro de la sinergia y el enfoque de esfuerzos sin duplicidad del trabajo.
- Establecer un comité técnico capacitado e involucrado con el INGEI.
- Fomentar el desarrollo del SINGEI.
- Fomentar el desarrollo de talleres y eventos de divulgación del INGEI.
- Establecer acuerdos interinstitucionales con sectores o entidades clave.
- Fomentar la participación colectiva del sector público, privado y la academia en la construcción e importancia del INGEI.
- Fortalecer las capacidades nacionales para garantizar la completitud de la serie de tiempo en la estimación del INGEI con relación a la flexibilidad aplicada.

A continuación, se resume el plan de mejora diseñado para el presente reporte.

9.5.1 Plan de mejora para el INGEI 1990-2021 (BTR1).

En la siguiente tabla se muestra el resumen del plan de mejora sectorial por subcategoría. Se resalta que la información detallada sobre el plan de mejora sectorial se resume en los Capítulos 3 a 7 del presente informe a nivel de categoría y subcategoría.

Tabla 382. Plan de mejora para las categorías clave del INGEI (1990-2021)

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
1. Energía	1.A.1. Industrias de la energía	7, 23, 25	Afinar la metodología aplicada rastreando a lo largo de la serie temporal 1990 - 2009 la variación de las poblaciones que pudieron estar clasificadas como Zonas No Interconectadas, debido a que esta información no es constante como se planteó en el ejercicio inicial del cálculo.	Solicitar información al IPSE sobre las zonas clasificadas como no interconectadas para la serie de tiempo 1990-2009	Corto	IDEAM - IPSE	Planeación
			Obtener la información sobre el consumo de combustible en operaciones mineras de extracción de carbón, para el periodo 1990-2009	Establecer mesas de trabajo con la UPME para definir estrategia de trabajo.	Mediano	IDEAM – UPME - MinEnergía	Planeación
			Trabajar articuladamente con la UPME para que la actualización del BECO cumpla con las recomendaciones IRES y así los datos de actividad usados en el inventario de emisiones coincidan con las estadísticas energéticas desarrolladas desde la UPME.	Establecer mesas de trabajo con la UPME para definir estrategia de trabajo	Corto	IDEAM – UPME - MinEnergía	Planeación
			Buscar fuentes de información para el Factor de Emisión para N_2O	Establecer mesas de trabajo con la UPME para definir estrategia de trabajo	Mediano	IDEAM – UPME - MinEnergía	Planeación
	1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	7, 23, 25	1. Promover el desarrollo de una mayor desagregación del BECO no solo por división de los Códigos CIIU sino al nivel de clase (4 dígitos). Esto permitirá obtener las emisiones a nivel de subsectores específicos 2. Fortalecer instrumentos de información como el SIMCO, SICOM y RUA manufacturero como proveedores de información para el INGEI	Establecer espacios de trabajo con el apoyo de MinEnergía, que permitan la socialización de necesidades y el trabajo colaborativo para la transferencia de información oportuna. Sobre todo, en aquellas subcategorías en las que no se cuenta con la información completa sobre consumos de combustible para toda la serie de tiempo.	Mediano	IDEAM - UPME - MinEnergía	Planeación
				Conocer el nuevo desarrollo metodológico del BECO para el reporte de 2022 e identificar su influencia sobre el INGEI, sobre todo en referencia a la implementación de la desagregación por el estándar ISIC para la sección industrial	Mediano	IDEAM - UPME - MinEnergía	Planeación
				Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años acorde con las MPG	Mediano	IDEAM - UPME - MinEnergía	Planeación

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
				Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo en las subcategorías en las que no se cuenta con la información para la serie de tiempo	Corto	IDEAM	Planeación
				Como categoría clave lograr reducir la incertidumbre de la emisión accediendo a la información detallada y fortaleciendo la interoperabilidad con el sector Capacitar a los sectores en la importancia y forma de estimar la incertidumbre y alentarlos a incluirla en el reporte de información.	Mediano	IDEAM - UPME - MinEnergía	Planeación
	1.A.3. Transporte Aviación	7, 23, 25	Las emisiones de la fase de crucero de las operaciones aéreas hoy se calculan con base en la diferencia de consumo de combustible total menos el utilizado en ciclos LTO, podría validarse y complementarse esta estimación con información basada en rendimientos (desplazamiento por unidad de consumo de combustible) para diferentes tipos de aeronaves y asociarla con información de distancia recorrida en crucero en viajes entre aeropuertos nacionales.	Realizar la estimación de emisiones de GEI para la fase crucero de la aviación civil, asociando datos de rendimiento para diferentes tipos de aeronaves y de distancias recorridas.	Mediano	IDEAM, Aerocivil	Planeación
				Consolidar una base de datos con rendimientos promedio para al menos las diferentes clases de aeronaves civiles que establece IPCC (Sección 3.6, capítulo de combustión móvil).	Mediano	IDEAM, Aerocivil	Planeación
				Construir una base de datos que estandarice las distancias de vuelo (en fase crucero) entre aeropuertos origen/destino en el país.	Mediano	IDEAM, Aerocivil	Planeación
				Recabar información desagregada (para el periodo del INGEI) de las operaciones por tipos de aeronave para cada uno de los aeropuertos del país.	Mediano	IDEAM, Aerocivil	Planeación
	1.A.3. Transporte Terrestre	7, 23, 25	Se hace necesario revisar periódicamente la información sobre recorridos y rendimientos de los vehículos, discriminados por cada una de las clases de automotores, así como contar con herramientas para refinar y hacer más preciso el diagnóstico del transporte terrestre	Aumentar el nivel de desagregación de la estimación de emisiones de CO_2 para los diferentes segmentos del transporte terrestre con base en información construida sobre consumo de combustible para los diferentes tipos de automotores, para lo cual se requiere:	Mediano	IDEAM, Mintransporte, Centros de Investigación	En planeación
				Definir y oficializar mediante algún mecanismo idóneo, los rendimientos (km/gal o km/m3) de los diferentes grupos de automotores (considerando criterios RUNT), Al igual que contar con mecanismos que permitan depurar la base de datos	Corto	IDEAM, Mintransporte, Centros de Investigación	En planeación

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
	1.A.3.e Otro tipo de transporte	7, 23, 25	Para la estimación de las emisiones de GEI para esta subcategoría se usó la metodología de Min ambiente (cooperación técnica internacional de CALAC+) para la proyección de la flota terrestre, ya que no se contaba con el 100% de la información	Gestionar juntamente con el Ministerio de Transporte y la DIAN el acceso a la información completa de vehículos todo terreno, tanto el accionada a diésel como a gasolina; información que es necesaria para la estimación GEI del segmento	Corto	IDEAM, MinAmbiente, MinTransporte, DIAN, Swisscontact	En planeación
	1.A.4. Otros sectores	7, 23, 25	Obtener los datos de actividad de Biogás recuperado de Rellenos Sanitarios y PTAR se encuentran disponibles para la serie histórica 1990 - 2008.	Hacer cálculo del dato de actividad para la serie histórica de 1990 – 2008 de los datos de actividad.	Corto	Profesional Sector Residuos	En planeación
			Mejorar la estimación del dato de actividad. 1.A.4.c.ii Vehículos todo terreno y maquinaria	Validar una metodología que permita obtener el dato de actividad de una fuente confiable para evitar la estimación.	Mediano	Profesional Sector Transporte	Planeación
	1.B.1. Combustibles sólidos		Actualización de los factores de emisión con la UPME como entidad generadora.	Realizar mesa de trabajo con la UPME para postular la necesidad y definir la estrategia de actualización	Mediano	UPME – Subdirección de Minería	Planeación
			Mejorar la estimación del dato de actividad. 1.B.1.a.ii.1 Minería	Validar con la Agencia Nacional de Minería los supuestos que se están realizando.	Mediano	Agencia Nacional de Minería	Planeación
			Establecer fuente de información respecto a las minas subterráneas abandonadas y evaluar su incorporación en el inventario.	Realizar mesa de trabajo con MinEnergía para postular la necesidad y definir la estrategia de cálculo	Mediano	Ministerio de Minas y Energía	Planeación
	1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía	7, 23, 25	Mejorar las estadísticas de transporte de petróleo	Acordar / Unificar la metodología de cuantificación de hidrocarburos transportados	Mediano	MRVme Ministerio Minas y Energía	Planeación
			Actualización de la estimación de las emisiones fugitivas de acuerdo con el Refinamiento IPCC 2019.	Acordar / Unificar la metodología de actualización de las emisiones fugitivas	Mediano	MRVme Ministerio Minas y Energía	Planeación
			Desarrollo de factores de emisión nacionales para segmentos de producción de petróleo y gas	Acordar / Unificar la metodología para el desarrollo de los factores de emisión nacionales.	Mediano	MRVme Ministerio Minas y Energía	Planeación
2. IPPU	2.A.1. Producción de cemento	7, 23, 25	Lograr obtener la información requerida para estimar las emisiones de la subcategoría con un nivel superior (Nivel 2 o 3) con el apoyo y participación de las empresas productoras, su gremio (PROCEMCO) y MinComercio como entidad de enlace.	Continuar las mesas técnicas en el marco del seguimiento a la medida de mitigación del sector, para realizar el monitoreo al comportamiento de las emisiones en relación con las medidas implementadas por el sector.	Corto	IDEAM - Empresas del sector - PROCEMCO - MinComercio - MinAmbiente	Ejecución
				Establecer acuerdos entre el IDEAM y las empresas productoras de cemento, para facilitar la transferencia de información continua (acuerdos interinstitucionales, acuerdos de confidencialidad, memorandos de entendimiento, u otros).	Mediano	IDEAM - Empresas del sector - PROCEMCO - MinComercio - MinAmbiente	Planeación

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
				Lograr la estimación de las emisiones en nivel superior (Nivel 2 o 3) o incluso adoptar la metodología de estimación del sector al INGEI.	Mediano	IDEAM - Empresas del sector - PROCEMCO - MinComercio - MinAmbiente	Planeación
			Completar la serie de tiempo en referencia a los datos de importación de clínker (1990-2012)	Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo en referencia a los datos de importación de clínker previo al 2013	Corto	IDEAM - Empresas del sector - PROCEMCO - MinComercio - MinAmbiente	Planeación
			Reducir la incertidumbre de la emisión como categoría clave de IPPU	A través del fortalecimiento de la interoperabilidad con el sector lograr reducir la estimación de incertidumbre con el acceso oportuno a la información detallada para estimar las emisiones en un nivel superior. Capacitar a los sectores, agremiaciones y empresas en la importancia y forma de estimar la incertidumbre y alentarlos a incluirla en el reporte de información.	Mediano	IDEAM - Empresas del sector - PROCEMCO - MinComercio - MinAmbiente	Planeación
	2.B.2. Producción de ácido nítrico	7, 23, 25	Si bien se han desarrollado acercamientos con una de las empresas productoras, se debe lograr obtener la información necesaria a nivel nacional por tipo de tecnología o planta para incrementar el nivel metodológico de estimación con apoyo de ANDI (Cámara Procultivos), MinComercio y MinAmbiente.	Establecer espacios de trabajo con las empresas productoras con el apoyo de la Cámara de procultivos de la ANDI, MinComercio, MinAmbiente y el grupo de acción climática del ácido nítrico (NACAG), para desarrollar mecanismos de transferencia oportuna y periódica de la información (producción de ácido nítrico por tipo de tecnología, tecnologías de reducción, entre otros) respetando la confidencialidad de los datos en el marco de elaboración del INGEI. Desarrollar mesas técnicas con el equipo que realiza el seguimiento a la medida de mitigación asociada a la reducción de emisiones de N2O por la producción de ácido nítrico, para alinear la información y unir esfuerzos en pro del monitoreo y reporte de emisiones del sector.	Mediano	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente – ANDI - NACAG	Ejecución
			Fortalecer el acercamiento con el sector privado, especialmente los productores de ácido nítrico para optimizar la calidad de información empleada en el inventario y lograr estimaciones de nivel superior (nivel 2 o 3)	Involucrar a las empresas productoras de ácido nítrico a nivel nacional en el proceso de construcción del inventario para la creación de capacidades técnicas	Mediano	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente – ANDI - NACAG	Ejecución
				Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una	Mediano	IDEAM - Empresas del sector - MinComercio - MinAmbiente – ANDI - NACAG	Ejecución

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
				diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años acorde con las MPG.			
	2.C.1. Producción de hierro y acero	7, 23, 25	Lograr acceder a la información requerida en referencia a la producción nacional por tipo de acero para evitar el uso de supuestos para determinar la producción de acero BOF y EAF a partir de datos recolectados de SIMCO y WSA.	Establecer espacios de trabajo con las empresas productoras con el apoyo del Comité Colombiano de productores de acero de la ANDI, MINCIT y MinAmbiente para establecer mecanismos de transferencia de información (Materiales de proceso, flujos de carbono, factores de emisión por proceso o planta) que permitan estimar las emisiones del sector con un nivel superior (Nivel 2 o 3).	Mediano	IDEAM - Empresas del sector - ANDI - MinComercio - MinAmbiente	Ejecución
	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado (No es una categoría clave, pero es importante para la priorización del sector)	7, 23, 25	Lograr incrementar el nivel metodológico de estimación de emisiones de la subcategoría con mecanismos de transferencia de información oportuna y periódica.	Mejorar la estimación de las emisiones con espacios de transferencia de conocimiento con expertos internacionales en el sector y con un plan de trabajo con la UTO orientado a acceder a la información de consumo de HFC y PFC por sub aplicación para las 6 subcategorías.	Mediano	IDEAM - UTO - MinAmbiente	Planeación
				Gestionar recursos financieros y técnicos para lograr estimar las emisiones al nivel de sub aplicación y equipos	Mediano	IDEAM - UTO - MinAmbiente	Planeación
				Como categoría clave lograr reducir la incertidumbre de la emisión accediendo a la información detallada y fortaleciendo la interoperabilidad con el sector Capacitar a los sectores en la importancia y forma de estimar la incertidumbre y alentarlos a incluirla en el reporte de información.	Mediano	IDEAM - UTO - MinAmbiente	Planeación
			Fortalecer el acercamiento con la UTO, la DIAN y demás posibles fuentes de información, para optimizar la desagregación requerida de los consumos de gases fluorados y lograr la completitud de la serie de tiempo (1990-2000, o aquellos en futuros reportes), acorde a los requisitos establecidos en las MPG del MRT del Acuerdo de París	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años con una serie completa de reporte desde 1990, acorde con las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo	Corto	IDEAM – UTO – DIAN - MinAmbiente	Planeación
3. Agricultura	3.A.1. Ganado	7, 23, 25	Determinar factores de emisión variables en el tiempo, teniendo en cuenta las diferentes variables que se relacionan con la fermentación entérica.	Recolectar datos para modelar los factores de emisión de fermentación entérica en el ganado bovino, a lo largo del tiempo. Este debe incluir la caracterización de animales, los	Mediano	IDEAM, Universidades, AGROSAVIA, CIAT	Planeación

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
				sistemas de producción, las dietas y otros parámetros importantes.			
			Generar metodología para la validación de factores de emisión propios, a partir de investigaciones realizadas en el país.	Mejorar los canales de comunicación con investigadores a nivel nacional para proporcionar directrices del requerimiento de los factores de emisión a través de mediciones directas de CH4 por fermentación entérica.	Mediano	IDEAM, Universidades, AGROSAVIA, CIAT, otros centros de investigación	Planeación
			Avanzar en la mejora del modelo de fermentación entérica para elevar los factores de emisión a un nivel 3, teniendo en cuenta todas las variables que afectan las emisiones de CH4 durante la fermentación entérica.	Analizar los datos de mediciones directas de CH4 entérico en ganado bovino proporcionados por universidades, centros de investigación y/o asociaciones nacionales con el fin de desarrollar un modelo de nivel 3.	Largo	IDEAM, Universidades, AGROSAVIA, CIAT, otros centros de investigación	Planeación
			Optimizar el cálculo de requerimientos energéticos para terneros pre destetos, ya que los modelos actuales sobreestiman sus requerimientos. Es fundamental identificar modelos específicos para mejorar la estimación de emisiones.	Llevar a cabo revisiones bibliográficas para identificar modelos específicos que calculen las necesidades energéticas de terneros pre destetos, e integrar estas ecuaciones en el modelo de fermentación entérica para perfeccionar las estimaciones.	Mediano	IDEAM, Centros de investigación	Planeación
			La ecuación 10.13 establece que el requerimiento de energía neta para la gestación es el 10% del mantenimiento, pero no considera el peso al nacer del ternero ni el tiempo de gestación. Es necesario crear una ecuación que incluya estos factores.	Optimizar la estimación del requerimiento de energía neta para la gestación mediante el uso de la ecuación específica del CNCPS (Fox et al., 2004).	Mediano	IDEAM, Universidades, centros de investigación y/o gremios	Planeación
			Actualizar la caracterización de la dieta de los animales en el modelo de fermentación entérica usando la nueva versión de la base de datos AlimenTro de AGROSAVIA.	Revisar la actualización de la base de datos para identificar dietas en diversas escalas espaciales y luego integrarlas en el modelo de fermentación entérica.	Corto	IDEAM, AGROSAVIA	Planeación
	3.A.3. Porcinos	7	Actualizar la desagregación de los sistemas porcinos de alta y baja producción.	Evaluar la actualización de la metodología para desglosar los datos de actividad en los sistemas de producción de cerdos en conjunto con la Asociación Colombiana de Porcicultores (Porkcolombia).	Corto	IDEAM, Porkcolombia	Planeación
	3.A.4. Otro Ganado	7, 23, 25	Ajustar las fuentes de información empleadas para la generación de los datos de actividad a fin de guardar coherencia en la serie temporal.	Revisar la coherencia de las series de datos en cada una de las fuentes de información oficiales y evaluar aquellas que mejor representen el crecimiento de los datos de actividad. Adicionalmente emplear técnicas de empalme para la información faltante, evitando utilizar diversas fuentes de información.	Corto	IDEAM, Instituciones proveedoras de información	Planeación

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
	3.B.1. Ganado	7	Modificar los métodos y la distribución de los sistemas de manejo de estiércol en la ganadería bovina.	Optimizar el proceso de consulta con expertos y la comunicación con universidades, centros de investigación y organizaciones ganaderas para ajustar los valores aplicados en la distribución de los sistemas de manejo de estiércol.	Corto	IDEAM, Universidades, Centro de investigación, gremio ganadero	Planeación
			Las emisiones de N2O del manejo de estiércol se estiman con metodología de nivel 1; se requiere un enfoque de nivel 2 para mayor precisión.	Se dispone de valores preliminares de nivel 2 para N2O sugeridos por el CIAT, los cuales están siendo revisados. Se espera que estos datos sean incluidos en la próxima actualización del inventario.	Corto	IDEAM, CIAT	En proceso
			Analizar la viabilidad de usar investigaciones sobre mediciones de CH4 del manejo de estiércol para desarrollar modelos de nivel 3.	Fortalecer la colaboración con centros de investigación y universidades para firmar acuerdos que proporcionen acceso a la información necesaria para crear una metodología alineada con las directrices del IPCC.	Largo	IDEAM, Centros de investigación y universidades	Planeación
	3.B.3. Porcinos	7	Se utiliza una metodología de nivel 1 avanzado para estimar las emisiones de CH4 y N2O, pero es importante desarrollar una metodología de nivel 2 para obtener estimaciones más precisas.	Se dispone de datos preliminares de factores de emisión de nivel 2 elaborados por el CIAT, que actualmente están siendo revisados para su inclusión en el próximo inventario.	Corto	IDEAM, CIAT, Universidades y otros centros de investigación	En proceso
	3.B.4. Otro Ganado 3.B.4.g. Aves	7	Las emisiones de CH4 y N2O (tanto directas como indirectas) en aves se estiman usando una metodología de nivel 1 avanzada. Dado su importancia en el perfil de emisiones de la categoría 3.B, es fundamental desarrollar una metodología de nivel 2 para obtener estimaciones más exactas.	Se dispone de datos preliminares de factores de emisión de nivel 2 desarrollados por el CIAT, los cuales están siendo revisados para su inclusión en el próximo inventario. Además, es necesario revisar estudios sobre mediciones de CH4 y N2O (tanto directos como indirectos) realizados por universidades, centros de investigación y/o asociaciones en Colombia.	Mediano	IDEAM, CIAT, Universidades y otros centros de investigación	En proceso
	3.C. Cultivo de arroz	7	Incorporar factores de emisión específicos del país en los sistemas de arroz riego y secano.	Analizar estudios científicos llevados a cabo por diversos actores en el sector arrocero para actualizar los factores de emisión y avanzar a un nivel metodológico 2 a nivel subnacional.	Corto-Mediano	AGROSAVIA, FEDEARROZ, CIAT, Universidades	Planeación
	3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados 3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	7, 23, 25	Perfeccionar las metodologías para estimar datos de actividad sobre el consumo de fertilizantes inorgánicos, utilizando información de CIAT-USAID.	Establecer contacto con centros de investigación y expertos a nivel nacional para ajustar la metodología de estimación relacionada con la fertilización inorgánica en distintas regiones.	Corto-Mediano	IDEAM-Centros de investigación, consulta de expertos	En proceso

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
	3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados 3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	7, 23, 25	Las estimaciones de fertilización inorgánica se basan en un nivel metodológico 1. Es necesario desarrollar factores de emisión de nivel 2 para obtener estimaciones de N2O más precisas para Colombia en futuros inventarios.	Analizar investigaciones sobre factores de emisión provenientes de fuentes nitrogenadas sintéticas y orgánicas (tanto directas como indirectas) a través de revisiones bibliográficas.	Corto-Mediano	IDEAM-Centros de investigación, consulta de expertos	Planeación
	3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados 3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos N	7, 23, 25	Para estimar fertilizantes orgánicos, se consideró el nitrógeno residual del estiércol. Es esencial mejorar las tasas de excreción mediante balances de nitrógeno que reflejen las características productivas del país, avanzando hacia una metodología de nivel 2.	Consultar expertos y realizar mesas de trabajo con ICA, DANE, MADR, UPRA, y asociaciones como PORKCOLOMBIA, FENAVI y FEDEGAN para desarrollar sistemas de información y metodologías sobre el consumo y producción de fertilizantes nitrogenados.	Corto-Mediano	IDEAM-Centros de investigación, consulta de expertos, DANE, MADR, UPRA, PORKCOLOMBIA, FENAVI, FEDEGAN	Planeación
	3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados 3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	7, 23, 25	Revisar las tasas de excreción de nitrógeno in situ para animales en pastoreo, basándose en investigaciones locales y grupos especializados.	Optimizar las tasas de excreción mediante balances de nitrógeno que consideren las características productivas del país para diversas especies, lo que permitirá avanzar hacia una metodología de nivel 2.	Corto-Mediano	IDEAM-Centros de investigación	Planeación
		7, 23, 25	Es necesario contar con datos nacionales (nivel 2) sobre los factores de emisión de orina y estiércol de animales en pastoreo para regiones distintas a la Orinoquia.	Desarrollar factores de emisión de N2O para el país, excluyendo la región de Orinoquia, basados en excretas de animales depositadas en los suelos. Actualmente Se realiza una consultoría (CBIT-Fundación Natura) para ajustar los factores de emisión de ganado bovino al contexto nacional y avanzar hacia una metodología de nivel 2 en el próximo BTR.	Corto	IDEAM-CBIT-Fundación Natura	En proceso
	3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados 3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	7, 23, 25	Actualizar la información sobre los datos de actividad relacionados con el carbono orgánico de manera dinámica a lo largo del tiempo.	Reforzar la colaboración con entidades que proporcionan información cartográfica en el país, como el IGAC y la UPRA. Esta es una oportunidad para discutir las características necesarias de los mapas en el INGEI.	Mediano-Largo	IDEAM, IGAC, UPRA	Planeación
	3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados 3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles).	7, 23, 25	Avanzar en el desarrollo de una metodología de nivel 2 para la estimación de suelos orgánicos.	Considerar la creación de factores de emisión de N_2O para suelos orgánicos gestionados, mediante acuerdos interinstitucionales con centros de investigación, que reflejen las condiciones edafoclimáticas del país.	Largo	IDEAM-Centros de investigación, Universidades	Planeación
	3.D.1. Emisiones directas de N2O de suelos gestionados 3.D.1.e.	7, 23, 25	Actualizar la información de las áreas de suelos minerales para lograr tener una desagregación en suelos de tierras de cultivo y pastizales.	Identificar las áreas de suelos minerales en las tierras de cultivo y pastizales	Mediano-Largo	IDEAM, IGAC	Planeación

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
	Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo.						
	3.E. Quema prescrita de sabanas	7	Reportar emisiones de quema prescrita de sabanas en el sector de agricultura	Trasladar las emisiones correspondientes a quema en tierras de cultivos y pastizales (se encuentran en LULUCF) al sector de agricultura, lo cual permitirá una clasificación más precisa y alineada con lo exigido en el BTR.	Corto	IDEAM	Planeación
	3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo	7	Reubicar las emisiones de caña de azúcar en el sector de la agricultura y además identificar de manera precisa las áreas de quema de residuos agrícolas de otros cultivos.	Reportar en el sector agricultura las emisiones de quema de residuos agrícolas de la caña de azúcar, así como de otros cultivos a partir de información recolectada en la consulta nacional de expertos agropecuarios.	Corto	IDEAM	Planeación
	3.G. Encalado	7	Incorporar en la categoría, estimaciones para la subcategoría 3.G.1. Piedra Caliza $CaCO_3$	Reforzar la comunicación con expertos en el campo, gremio minero y centros de investigación para obtener datos de dosis aplicada de piedra caliza en suelos agrícolas,	Mediano-Largo	IDEAM, Gremio de la minería, Expertos en territorio, Centros de investigación	Planeación
	3.H. Aplicación de urea	7	Continuar perfeccionando los datos de actividad obtenidos a través de la consulta nacional con expertos.	Reforzar la comunicación con expertos en el campo para ajustar o actualizar la información obtenida en la consulta nacional de expertos para este inventario.	Mediano-Largo	Expertos en territorio, Centros de investigación	Planeación
	3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	7	Identificación de otros fertilizantes que contienen carbono.	Revisar en la base de datos oficial de CIAT-USAID y MinAgricultura aquellos fertilizantes que pueden contener carbono.	Corto	IDEAM	Planeación
4. LULUCF	4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	7, 23, 25	Mejora en los factores de emisión de los bosques en el pais para los 5 biomas.	Actualización de los contenidos de carbono en biomasa, suelos y MOM con la información del levantamiento del 100% de los conglomerados del IFN	Corto	IDEAM	Planeación
			Se requiere la mejora en la determinación de las causas y agentes de la degradación	Completar el análisis de degradación actual, incluyendo análisis de agentes y causas de la degradación	Largo	IDEAM	Planeación
			Hacer la transición de información espacialmente referida a espacialmente explicita para Plantaciones forestales	Trabajo interinstitucional entre las entidades encargadas del manejo y la administración de la información de plantaciones forestales en el país.	Largo	IDEAM	Planeación
			Desagregar la categoría de Tierras forestales: en bosque natural y plantaciones y otras tierras forestales	Ajustar el reporte de la desagregación de las subcategorías de 4.A. de forma que muestren de forma más clara las	Corto	IDEAM	Planeación

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
				pérdidas y ganancias de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006.			
			Diferenciación de áreas de bosque y plantaciones por tipo de suelo (minerales/orgánicos)	Realizar la caracterización de los suelos del país de acuerdo con las categorías IPCC, discriminándolos en minerales y orgánicos y por tipo de uso.	Largo	IDEAM	Ejecución
	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	7, 23, 25	Con el mapa de coberturas CLC debe trabajar en identificar el cambio de uso, de otros usos a asentamientos para completar la matriz de cambio.	Recopilar información secundaria sobre FE en los ecosistemas priorizados (Manglar, Bosque Andino, Bosque Galería y Ripario)	Corto	IDEAM	Ejecución
			Identificación del uso previo a la conversión de tierras en Bosque natural	Realizar análisis de tipificación de la regeneración.	Mediano-Largo	IDEAM	Planeación
	4.B1.a Café, 4.B.1.b. Palma y 4.B.1.c. Cacao	7, 23, 25	Ajuste en la precisión de datos de actividad y factores de emisión empleados para las estimaciones de pérdidas y ganancias de carbono en estos cultivos permanentes, así como la inclusión de estimaciones en los depósitos de MOM y suelos en los cultivos de palma y café	Realizar mesas de trabajo con los gremios para refinar y/o actualizar la información empleada por el INGEI hasta el momento.	Corto-Mediano	IDEAM	Planeación
	4.B.1.l. Otro	7, 23, 25	Reportar adecuadamente las pérdidas y ganancias de carbono en cultivos de forma que muestren claramente las pérdidas y ganancias de acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006 y que se reportan en este momento en la subcategoría 4.B.1.l.	Ajustar el reporte de la desagregación de las subcategorías de 4.B. de forma que muestren de forma más clara las pérdidas y ganancias de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006.	Corto	IDEAM	Planeación
	4.B.2. Tierras convertidas en cultivos, 4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	7, 23, 25	Con el mapa de coberturas CLC debe trabajar en identificar el cambio de uso, de otros usos a asentamientos para completar la matriz de cambio.	Determinar los usos y cambios de uso a partir del mapa de cobertura CLC	Corto	IDEAM	Ejecución
	4.D.2. Tierras convertidas en humedales	7, 23, 25	Con el mapa de coberturas CLC debe trabajar en identificar el cambio de uso, de otros usos a asentamientos para completar la matriz de cambio.	Determinar los usos y cambios de uso a partir del mapa de cobertura CLC	Corto	IDEAM	Ejecución
			Recopilar información sobre FE para la subcategoría	Determinar los cambios de uso	Mediano	IDEAM	Planeación
5. Residuos	5.A. Eliminación de residuos sólidos	7, 23, 25	Mejorar la calidad de la información necesaria para estimar las emisiones derivadas de la disposición final de residuos.	Identificar el tipo tratamiento utilizado el sitio de eliminación de residuos sólidos (anaeróbico, semi- aeróbico, aireación activa).	Corto	MinVivienda SSPD	Planeación
				Completar la serie de tiempo para la estimación de emisiones de acuerdo	Corto	IDEAM	Planeación

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
				con los requerimientos del modelo FOD.			
				Apoyar la consolidación de la información relacionada con la caracterización de los residuos sólidos que son llevados a los sitios de eliminación de acuerdo con su grado de degradación	Mediano	MinVivienda SSPD CAR	Planeación
				Fomentar la consolidación de la información relacionada con generación y aprovechamiento de Biogás.	Mediano	MinVivienda MinAmbiente	Planeación
				Realizar mesas técnicas con las entidades del sector de residuos con el objetivo de validar la información recopilada e identificar oportunidades de mejora de esta.	Corto	MinVivienda MinAmbiente IDEAM	Planeación
				Utilizar técnicas de empalme adecuadas para la completitud de la información faltante.	Corto	IDEAM	Planeación
	5.B. Tratamiento de biologíco de residuos	7	Incluir las emisiones derivadas de esta actividad en el INGEI	Promover una mesa técnica para la articulación de las entidades necesarias para consolidación de la información.	Mediano	MinVivienda MinAmbiente IDEAM	Planeación
				Estimar las emisiones de acuerdo con los valores predeterminados en las guías del IPCC.	Corto	IDEAM	Planeación
	5.C.1 Incineración de residuos	7	Reducir la incertidumbre y mejorar la calidad de la información a través de la articulación entre la información necesaria para realizar la estimación de emisiones y registro de generación de RESPEL.	Establecer mesas de trabajo con el IDEAM y la Superintendencia de Salud, con el objetivo de consolidar la cantidad de residuos biogénicos que son incinerados.	Corto	MinAmbiente Superintendencia de Salud IDEAM	Planeación
				Identificar las iniciativas para aprovechamiento energético a partir de la incineración de residuos.	Largo	MinAmbiente MinVivienda	Planeación
	5.C.2 Quema a cielo abierto de residuos	7	Identificar y/o mejorar las fuentes de información de la información necesaria para estimar las emisiones de GEI	Identificar y validar la pertinencia de nuevas fuentes de información.	Corto	Min. Vivienda Min.Ambiente SSPD IDEAM	Ejecución
				Validar la coherencia y fiabilidad de la información utilizada dentro del cálculo de las emisiones de GEI, provenientes de las nuevas fuentes de información.	Corto	Min. Vivienda IDEAM	Planeación
	5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	7, 23, 25	Mejorar la calidad de la información necesaria para estimar las emisiones derivadas del tratamiento de agua residual doméstica	Identificar el tipo tratamiento utilizado por las PTAR municipales.	Mediano	Min. Vivienda SSPD	Planeación
				Reconocer la caracterización (DBO) de los vertimientos generados en las PTAR municipales	Corto	Min. Ambiente Min. Vivienda	Planeación

Sector	Subcategoría	Párrafo Decisión 18/CMA.3. (MPG)	Propuesta de mejora	Posibles acciones	Plazo	Actores involucrados	Estado
				Asociar y consolidar la información relacionada con generación y aprovechamiento de Biogás.	Mediano	CAR Min. Vivienda Min. Ambiente	Planeación
	5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	7, 23, 25	Reducir la incertidumbre de la información requerida para el cálculo de la emisión con el fortalecimiento del RUA manufacturero como fuente de información y la identificación de nuevas fuentes de información con el apoyo de MinComercio y MinAmbiente	Fortalecimiento del RUA manufacturero como fuente de información para la estimación del caudal vertido, los tratamientos y la carga orgánica de los mismos en establecimientos industriales Establecer acuerdos interinstitucionales con el apoyo de MinAmbiente y MinComercio con las Autoridades Ambientales, para identificar las empresas que cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales industriales y así, desarrollar espacios de trabajo que permitan reducir la incertidumbre de la información en esta subcategoría accediendo a data específica sobre caudales de vertimiento, tratamientos y carga contaminante (DQO). Así mismo, con esta vinculación del sector industrial a la construcción del inventario, identificar aquellas plantas que realizan captura, almacenamiento y aprovechamiento de biogás para contemplar su influencia dentro del inventario.	Largo	IDEAM - MinComercio - MinAmbiente - Autoridades ambientales - Empresas con PTARind	Planeación
				Como categoría clave lograr reducir la incertidumbre de la emisión accediendo a la información detallada y fortaleciendo la interoperabilidad con las empresas que cuentan con PTARind o aquellas dedicadas a tratar sus aguas. Capacitar a los sectores en la importancia y forma de estimar la incertidumbre y alentarlos a incluirla en el reporte de información.	Largo	IDEAM - MinComercio - MinAmbiente - Autoridades ambientales - Empresas con PTARind	Planeación
			Identificar las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales del país o en su defecto las principales y realizar acercamientos para acceder a la información relacionada con sus vertimientos, tratamientos empleados y reportes de DQO, además de la identificación de aquellas que realizan aprovechamiento de biogás.	Fortalecer la articulación entre el sector privado, la academia, el sector público y el IDEAM para la construcción conjunta del inventario de acuerdo con las MPG.	Mediano	IDEAM - DANE	Planeación

9.5.2 Plan de mejora para flexibilidades aplicadas en el INGEI de Colombia

La principal flexibilidad a la que Colombia aplica refiere a la serie de tiempo, ya que el presente informe no reporta emisiones al 2022, sino al 2021 con un rezago de 3 años y no de 2 (Párrafo 58, Decisión 18/CMA1.). Para ello se han realizado espacios de socialización de resultados y participación conjunta con el sector público-privado para el establecimiento de planes de mejora sectoriales, identificación de nuevas fuentes de información y el fortalecimiento de la comunicación y capacidades para la transferencia oportuna de información entre las partes.

Con base en lo anterior, el IDEAM como punto focal del INGEI busca continuar desarrollando dichos espacios en pro de fortalecer la transparencia, exhaustividad, precisión y calidad del inventario. Igualmente, el Instituto se centra en garantizar la completitud de la serie de tiempo desde 1990, gestionando la información requerida para las estimaciones oportunas o empleando las técnicas de empalme establecidas por las Directrices IPCC como respuesta a la aplicación a la flexibilidad descrita en el párrafo 57 de la Decisión 18/CMA1.

En la siguiente tabla se resume el plan de mejora propuesto para fortalecer la exhaustividad del inventario:

Tabla 383. Plan de mejora para las flexibilidades aplicadas en Colombia

Subcategoría	Flexibilidad aplicada	Disposición de MPG a la que se aplica flexibilidad (P. 6, Anexo Decisión 18/CMA1.)	Año	Limitaciones en materia de capacidad	Necesidades en materia de capacidades	Entidades involucradas	Estimación aproximada de plazo para introducir la mejora	Progresos realizados en los ámbitos susceptibles de mejora
1.A.2.g.i. Manufactura de maquinaria	Serie de tiempo	Decisión 18/CMA 1. Párrafo 57, 58.	1990-2005, 2022	Falta de información histórica y actualizada al año más reciente sobre los consumos de combustibles para cada tipo de industria.	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para entregar los reportes con una diferencia de tiempo inferior o igual a 2 años acorde con las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.	UPME - MinEnergía - IDEAM - DANE	BTR2-BTR3	Identificación de limitaciones en materia de capacidades. Posibilidad de implementar técnicas de empalme para la completitud de la serie de tiempo
1.A.2.g.ii. Equipo de transporte	Serie de tiempo	Decisión 18/CMA 1. Párrafo 57, 58.	1990-2005, 2022					
1.A.2.g.iii. Minería y cantería	Serie de tiempo	Decisión 18/CMA 1. Párrafo 57, 58.	1990-2009, 2022					
1.A.2.g.iv. Madera y productos de madera	Serie de tiempo	Decisión 18/CMA 1. Párrafo 57, 58.	1990-2005, 2022					
1.A.2.g.v. Construcción	Serie de tiempo	Decisión 18/CMA 1. Párrafo 57, 58.	1990-2009, 2022					
1.A.3.b Transporte terrestre	Serie de tiempo	Decisión 18/CMA 1. Párrafo 57, 58.	2022	No se contaba con los consumos de combustible totales para todos los vehículos de transporte terrestre. para el año 2022	Fortalecer la articulación entre las proveedoras de información para lograr la consolidación de la información para reportar la estimación de GEI con un periodo de tiempo inferior o igual a dos años conforme a las MPG.	IDEAM	BTR2-BTR3	Identificación de limitaciones en materia de capacidades. Posibilidad de implementar técnicas de empalme para la completitud de la serie de tiempo
2.A.3. Producción de vidrio	Serie de tiempo	Decisión 18/CMA 1. Párrafo 57, 58.	1990, 1991, 2022	Falta de disponibilidad de información actualizada ya que el DANE no contaba en el cierre de la etapa de verificación de cálculos con la información para el periodo indicado	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para reportar la estimación de GEI con un periodo de tiempo inferior o igual a dos años conforme a las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.	Empresas productoras de vidrio - DANE - IDEAM	BTR2-BTR3	Identificación de limitaciones en materia de capacidades. Posibilidad de implementar técnicas de empalme para la completitud de la serie de tiempo
2.B.8.b. Producción de etileno	Serie de tiempo	Decisión 18/CMA 1. Párrafo 57, 58.	1990-2001	Falta de disponibilidad de información histórica	Continuar fortaleciendo los lazos de comunicación con el	Ecopetrol - IDEAM	BTR2-BTR3	Identificación de limitaciones en

Subcategoría	Flexibilidad aplicada	Disposición de MPG a la que se aplica flexibilidad (P. 6, Anexo Decisión 18/CMA1.)	Año	Limitaciones en materia de capacidad	Necesidades en materia de capacidades	Entidades involucradas	Estimación aproximada de plazo para introducir la mejora	Progresos realizados en los ámbitos susceptibles de mejora
					equipo MRVme y la empresa productora para acceder a los datos de producción de etileno desde 1990. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.			materia de capacidades. Posibilidad de implementar técnicas de empalme para la completitud de la serie de tiempo
2.D.1. Uso de lubricantes	Serie de tiempo	Decisión 18/CMA 1. Párrafo 57, 58.	1990, 1991, 2022	Falta de disponibilidad de información actualizada ya que el DANE no contaba en el cierre de la etapa de verificación de cálculos con la información para el periodo indicado.	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para reportar la estimación de GEI con un periodo de tiempo inferior o igual a dos años conforme a las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.	DANE - IDEAM	BTR2-BTR3	Identificación de limitaciones en materia de capacidades. Posibilidad de implementar técnicas de empalme para la completitud de la serie de tiempo
2.D.2. Uso de cera de parafina	Serie de tiempo	Decisión 18/CMA 1. Párrafo 57, 58.	1990, 1991, 2022	Falta de disponibilidad de información actualizada ya que el DANE no contaba en el cierre de la etapa de verificación de cálculos con la información para el periodo indicado.	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para reportar la estimación de GEI con un periodo de tiempo inferior o igual a dos años conforme a las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.	DANE - IDEAM	BTR2-BTR3	Identificación de limitaciones en materia de capacidades. Posibilidad de implementar técnicas de empalme para la completitud de la serie de tiempo
2.F.1 RAC	Serie de tiempo	Decisión 18/CMA 1. Párrafo 57.	1990-2000	Falta de disponibilidad de información histórica	Fortalecer la articulación entre las entidades proveedoras de información y el ciclo de duración del inventario para reportar la estimación de GEI con un periodo de tiempo	UTO - ANLA - DIAN - IDEAM	BTR2-BTR3	Identificación de limitaciones en materia de capacidades. Posibilidad de
2.F.2 Espumas			1990-2016					
2.F.3 Incendios			1990-2008					
2.F.4 Aerosoles			1990-2007					
2.F.5 Solventes			1990-2007					

Subcategoría	Flexibilidad aplicada	Disposición de MPG a la que se aplica flexibilidad (P. 6, Anexo Decisión 18/CMA1.)	Año	Limitaciones en materia de capacidad	Necesidades en materia de capacidades	Entidades involucradas	Estimación aproximada de plazo para introducir la mejora	Progresos realizados en los ámbitos susceptibles de mejora
2.F.6 Otros			1990-2004		inferior o igual a dos años conforme a las MPG. Emplear técnicas de empalme establecidas por el IPCC para completar la serie de tiempo.			implementar técnicas de empalme para la completitud de la serie de tiempo

10. Referencias

Acerías Paz del Río. (2020). Informe anual - 2020. Https://Www.Pazdelrio.Com.Co/Wp-Content/Uploads/2024/01/Informe_Gestion_Anual_2020.Pdf.

Acolgen. (22 de octubre de 2021). Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica. Obtenido de https://www.acolgen.org.co/

Acosta, O. J. (2011). Evaluación del sistema intensivo de cultivo arrocero (SICA) en el municipio de Purificación Tolima. Universidad de Cundinamarca.

Aeronáutica Civil. (10 de 2021). Aeronáutica Civil Unidad Administrativa Especial - Bases de datos. Obtenido de https://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades- aeronáuticas/bases-de-datos.

AGROSAVIA. (2018). Alimentos del trópico para alimentación animal-AlimenTro. Composición química y valor nutricional. https://alimentro.agrosavia.co/Estadisticas/ReporteAnalisis

AGROSAVIA. (2022). La innovación de la ganadería ovino caprina con productores campesinos e indígenas del Tolima. Balance Social, 1–1.

Aguilar Revelo, L. (2019 de Enero de 2019). Género y cambio climático: retrospectiva y retos. Obtenido de Red de Revistas Científicas Redalyc: https://www.redalyc.org/journal/5156/515661223012/html/#fn1

Aguilar Revelo, L. (2021). La igualda de género ante el cambio climático. ¿Qué pueden hacer los mecanismos para el adelanto de las mujeres de América Latina y el Caribe? Serie Asuntos de Género N° 159, 3-49.

Aguilar, L. (2021). La igualdad de género ante el cambio climático. ¿Qué pueden hacer los mecanismos para el adelanto de las mujeres de América Latina y el Caribe? Santiago de Chile: CEPAL.

Aguirre, R., Gacía Saínz, C., & Carrasco, C. (2005). El tiempo, los tiempos, una vara de desigualdad. Santiago de Chile: CEPAL. Unidad Mujer y Desarrollo.

Alcaldía de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2024). Sistema de Árbol Urbano. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/sau/

Andersson, K., Johansson, B., & Tunér, M. (2014). NOx emissions from heavy-duty diesel vehicles: a review of the impact of engine technology and operating conditions. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, 228(7), 741-762.

Andrade, H. J. (2015). Huella de carbono del sistema de producción de arroz (Oryza sativa) en el municipio de Campoalegre. Huila, Colombia. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. doi:https://doi.org/10.21930/rcta.vo

Ángel, J., Ordoñez, M., Olivero, J., Echavarría, C., Ayala, H., & Cabrera, M. (2019). Consideraciones sobre la minería en el departamento del Chocó y recomendaciones para mejorar la gestión. Cali, Colombia: Geopatrimonio– Universidad de Cartagena - IIAP - WWF. Retrieved from https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/consideraciones_sobre_la_mineria_en_el_departamento_del_choco_doble_pagina.pdf

Angulo, R. A., Restrepo, L. F., & Berdugo, J. A. (2005). Características de calidad de las canales bufalinas y vacunas comercializadas en Medellín, Colombia. Livestock Research for Rural Development, 17(9).

ANLA. (s.f). Permisos y tramites ambientales. Obtenido de https://www.anla.gov.co/01_anla/tramites-y-servicios/permisos-y-tramites/permisos-y-autorizaciones

ANM. (2015). Calizas.

ANM. (2016). Calizas. Https://Www.Anm.Gov.Co/Sites/Default/Files/Ficha_calizas_es.Pdf.

ANM. (2024). Así es nuestra Colombia minera. Https://Www.Anm.Gov.Co/?Q=Asi-Es-Nuestra-Colombia-Minera.

Araya, S. (2015). La categoría analítica del género: notas para un debate. Bogotá: SciELO Colombia.

Aristizabal, M. C., & Corporación Biointropic. (2018). Estudio sobre bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia. Anexo 3: Análisis del sector químico.

Armenteras, D., Gonzáles, T., Meza, M., Ramírez, J., Cabrera, E., Galindo, G., & Yepes, A. (2018). Causas de degradación forestal en Colombia: una primera aproximación. In UN-REDD Programme Collaborative Online Workspace. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia-IDEAM, Programa ONU-REDD. Retrieved from https://www.unredd.net/documents/un-redd-partner-countries-181/latin-america-the-caribbean-334/colombia-706/16769-causas-de-degradacion-forestal-en-colombia-una-primera-aproximacion.html

Armenteras, D., González, T., Meza, M., Ramírez-Delgado, J., Cabrera, E., Galindo, G., & Yepes, A. (2018). Causas de Degradación Forestal en Colombia: una primera aproximación. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá. Instituto de Hidrología. Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia-IDEAM. . Bogotá: Programa ONU-REDD.

Ashford, P., Baker, J. A., Clodic, D., Devotta, S., Godwin, D., Harnisch, J., Irving, W., Jeffs, M., Kuijpers, L., McCulloch, A., De Aguiar Peixoto, R., Uemura, S., Vardonik, D. P., Kenyoy, W. G., Rand, S., & Woodcock, A. (2006). Chapter 7. Emissions of fluorinated substitutes for ozone depleting substances. In 22006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 3).

Asociación Colombiana de Minería. (2023). Minería en cifras. https://acmineria.com.co/sitio/wp-content/uploads/2023/06/ACM-MineriaEnCifras-2023.pdf

Banco de la República de Colombia. (2024). Unidad de valor real (UVR). Https://Www.Banrep.Gov.Co/Es/Estadisticas/Unidad-Valor-Real-Uvr.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). Gestión de residuos sólidos en Colombia: desafíos y oportunidades. Washington, D.C.: Autor.

Banik, A., Sen, M., & Sen, S. P. (1996). Effects of inorganic fertilizers and micronutrients on methane production from wetland rice (Oryza sativa L.). Biology and Fertility of Soils, 21(4). https://doi.org/10.1007/BF00334910

Barrios, A., Segura, M., & Andrade, H. (2021). Establecimiento de factores de emisión para plantaciones forestales de Colombia y en particular de la región Orinoquia. Bogotá: Proyecto Biocarbono Orinoquia.

Barrow, N. J., & Lambourne, L. J. (1962). Partition of excreted nitrogen, sulphur, and phosphorus between the faeces and urine of sheep being fed pasture. Australian Journal of Agricultural Research, 13(3). https://doi.org/10.1071/AR9620461

Benavides, J., Avellaneda, Y., Buitrago, C., Castro, E., Castillo, J., Rendón, C., & Vela, J. (2019). Guías de mejores prácticas en sistemas de producción de leche con base en pasturas para el trópico alto colombiano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. Recuperado de https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35641

BMC. (2020a). Serie de estudios sectoriales. Café. Estudios Económicos. Café.Bolsa Mercantil de Colombia. https://www.bolsamercantil.com.co/estudios-economicos

BMC. (2020b). Serie de estudios sectoriales. Carne de Cerdo (Porcino).

BMC. (2022). Análisis de producto - Arroz. In Análisis de producto - Arroz. Bolsa Mercantil de Colombia (p. 16).

Bogotá cómo vamos. (2023). Informe de calidad de vida en Bogotá. Bogotá.

Bouwman, A. F. (1996). Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 46(1). https://doi.org/10.1007/BF00210224

Bravo Parra, A. M. (2021). Cadenas sostenibles ante un clima cambiante. La ganadería en Colombia. https://cgspace.cgiar.org/items/c8168c50-85a1-4728-9840-f2c67eb5754f

Brown, S., Lim, B., & Schlamadinger, B. (1998). Evaluating Approaches for Estimating Net Emissions of Carbon Dioxide from Forest Harvesting and Wood Products.

Burkart, S., Díaz, M. F., Enciso-Valencia, K., Urrea Benítez, J. L., Charry-Camacho, A., & Triana Ángel, N. (2020). COVID-19 y el sector ganadero bovino en Colombia: Desarrollos actuales y potenciales, impactos y opciones de mitigación. International Center for Tropical Agriculture. https://hdl.handle.net/10568/108370

Butterbach-Bahl, K., Baggs, E. M., Dannenmann, M., Kiese, R., & Zechmeister-Boltenstern, S. (2013). Nitrous oxide emissions from soils: How well do we understand the processes and their controls? In Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences (Vol. 368, Issue 1621). https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0122

Caballero, L. (2019, July 18). “4 millones de bovinos entraron de contrabando entre 2016 y parte de 2018”: Lafaurie | CONtexto ganadero | Noticias principales sobre ganadería y agricultura en Colombia. 4 Millones de Bovinos Entraron de Contrabando Entre 2016 y Parte de 2018. https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/4-millones-de-bovinos-entraron-de-contrabando-entre-2016-y-parte-de-2018

Cali como vamos. (2015). Informe de Calidad de Vida en Cali, 2014 . Cali: Alcaldia de Santiago de Cali.

Cali como vamos. (2023). Análisis integral de la encuesta de percepción ciudadana y el informe anual de calidad de vida 2022. Calí: Alcaldia de Santiago de Cali.

Calvo, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., & Federici, S. (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Suiza: IPCC. Recuperado de https://www.ipcc-nktip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html

Cámara de Comercio de Bogotá. (2024). Descripción actividades económicas Código CIIU. https://linea.ccb.org.co/descripcionciiu/

Casas Varez, M. (2017). La transversalización del enfoque de género en las políticas públicas frente al cambio climático en América Latina. Santiago: CEPAL.

Casas, J. (2023). Producto 3. Metodología propuesta para realizar una identificación preliminar de categorías y subcategorías del ingei que pueden ser consideradas sensibles al género para orientar las medidas de mitigación a nivel. Bogotá: IDEAM.

Castellanos, H. G. (2021). Mapa nacional de coberturas de la tierra, escala 1:100000, periodo 2018. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Memoria técnica y resultados. Bogotá, D.C. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).

Castillo, A. (2007). Impacto de la quema de caña de azúcar sobre el N en suelos de la región Veracruz Central (Vol. 24(2)). México: Revista Cuba y Caña.

CEAM. (2014). Acuerdo de competitividad de la Cadena Equina, Asnal y Mular.

CEPAL. (9 de Agosto de 2018). Brechas de Género. Obtenido de CEPAL. Gobierno de la República de México: https://crpd.cepal.org/3/sites/crpd3/files/presentations/panel2_marcelaeternod.pdf

Cerro Matoso. (2024). ¿Quiénes somos? Https://Www.Cerromatoso.Com.Co/.

Certecnica. (2020). Paneles solares colombianos - Manufactura 100% colombiana. Https://Certecnica.Com/Paneles-Solares-Colombia/.

Chingaté, D., & Niño, L. (Noviembre de 2022). Toolkit para la territorialización del ODS 11. CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES. Obtenido de Toolkit para la territorialziación del ODS 11. CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES. : https://6265e5aa04ec1.site123.me/

Chols Torres, M. P. (2021). Consecuencias de la crisis financiera de 2008 en Colombia: Un análisis comparativo con América Latina de sus indicadores macroeconómicos.

Church, D. C. (1993). The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition. In Waveland Press.

Cicerone, R. J., & Oremland, R. S. (1988). Biogeochemical aspects of atmospheric methane. Global Biogeochemical Cycles, 2(4). https://doi.org/10.1029/GB002i004p00299

CMNUCC. (2018). Informe del inventario nacional de las emisiones antroógenas por las fuentes y la absorción antropógena por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros de gases de efecto invernadero. En Modalidades, procedimientos y directrices para el marco de trasnparencia para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo del París.

ColombiaCheck. (2020). Motos contaminan más el aire en Bogotá que TransMilenio, no al contrario. https://colombiacheck.com/chequeos/motos-contaminan-mas-el-aire-en-bogota-que-transmilenio-no-al-contrario

Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL. (2022). Informe Macroeconómico. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/001fce89-8075-4e7d-8d43-d627a9a97b9f/content

Comisión intersectorial de cambio climático. (2016). Acuerdo No. 001 del 13 de abril de 2016 por el cual se adopta el reglamento operativo de la CICC y se toman otras determinaciones.

Comité Colombiano de Productores de Acero, & ANDI. (2021). Informe del sector siderúrgico 2019-2020.

Comité Colombiano de Productores de Acero, & ANDI. (2022). Informe del sector siderúrgico 2020-2021.

Congreso de Colombia. (2014). Ley 1715 de 2014. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353

Congreso de Colombia. (s.f.). Ley 142 de 1994. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752

Congreso de la República . (2018). Ley 1931 de 2018. Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765#:~:text=Por%20medio%20de%20la%20cual,acciones%20de%20adaptaci%C3%B3n%20al%20cambio

Congreso de la República. (2017). Ley 1844 de 2017. Por medio de la cual se aprueba el "Acuerdo de París", adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París Francia". Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1844-2017.pdf

Congreso de la República. (2021). ley 2169 de 2021. Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones. Colombia.

Congreso de la República. (2023). Texto conciliado del proyecto de ley número 274 de 2023 cámara – 338 de 202 senado “Por el cual se expide el plan nacional de desarrollo 2022- 2026 “colombia potencia mundial de la vida”. República de Colombia.

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (21 de Noviembre de 2016). Conpes 3874. Obtenido de Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/conpes-3874-de-2016.pdf

Consejo profesional de química Colombia - CPQCOL. (2021). El sector químico en la industria manufacturera colombiana.

CONtexto Ganadero. (2016, March 3). Colombia produce 2,4 millones de litros de leche menos al día por El Niño. Colombia Produce 2,4 Millones de Litros de Leche Menos al Día Por El Niño. https://www.contextoganadero.com/regiones/colombia-produce-24-millones-de-litros-de-leche-menos-al-dia-por-el-nino

CONtexto ganadero. (2017, March 14). Sacrificio bovino ha disminuido 14 % en los últimos 4 años en el país | CONtexto ganadero | Noticias principales sobre ganadería y agricultura en Colombia. Sacrificio Bovino Ha Disminuido 14 % En Los Últimos 4 Años En El País.

https://www.contextoganadero.com/economia/sacrificio-bovino-ha-disminuido-14-en-los-ultimos-4-anos-en-el-pais

CONtexto Ganadero. (2020). Consumo de proteínas de origen animal bajó, salvo cerdo y huevo. Economía. https://www.contextoganadero.com/economia/consumo-de-proteinas-de-origen-animal-bajo-salvo-cerdo-y-huevo

Convención Marco Sobre el Cambio Climático. (19 de Marzo de 2019). Decisión 18/CMA.1. Obtenido de Modalidades, procedimientos y directrices para el marco: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2018_3a02S.pdf

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (2015). Inventario de Gases de Efecto Invernadero, Año Base 2010, Municipio de Palmira, Valle del Cauca. Convenio Interadministrativo No 033 de 2014, Cali. Recuperado el 21 de agosto de 2024, de https://palmira.gov.co/planeacion/wp-content/uploads/pot/potmoderno/Inventario%20de%20gases%20efecto%20invernadero%202010.pdf

DAGMA. (2014). Informe para el Cali como vamos 2013. Cali: Alcaldia de Santiago de Cali.

DAGMA. (2019). Reporte de indicadores ambientales DAGMA para Cali como Vamos. Capitulo Ambiental. Cali: Alcaldia de Santiago de Cali.

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). (2022). Proyecciones de población municipales 2018-2035. Bogotá: Autor.

DANE. (2010). Colombia estadística 2000-2009 Tomo 2. https://biblioteca.dane.gov.co/biblioteca/allbooks

DANE. (2015). Indicadores de la ILAC. Consumo de sustancias que agotan la capa de ozono. Https://Www.Dane.Gov.Co/Files/Investigaciones/Pib/Ambientales/Ilac/40-Consumo-de-SAO/Consumo-Sustancias-Agotadoras-Del-Ozono.Pdf.

DANE. (2020). Boletín Técnico Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019. Bogotá. Recuperado el 9 de agosto de 2024, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin_ena_2019.pdf

DANE. (2020). Informe de uso de energéticos en el hogar. Encuesta de Calidad de Vida (ECV) 2019. Convenio interadministrativo 005 celebrado entre la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, y el DANE.

DANE. (2022). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas. Revisión 4. Adaptada para Colombia. CIIU REV. 4 A.C (2022). Https://Www.Dane.Gov.Co/Files/Sen/Nomenclatura/Ciiu/CIIU_Rev_4_AC2022.Pdf.

DANE. (2022a). Encuesta nacional de arroz mecanizado (ENAM) históricos. Boletín Técnico Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado (ENAM). https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-de-arroz-mecanizado/encuesta-nacional-de-arroz-mecanizado-enam-historicos

DANE. (2022b). Producto Interno Bruto (PIB). Sistema de cuentas nacionales.

DANE. (2024). Cuentas Nacionales Anuales. Principales agregados macroeconómicos. Https://Www.Dane.Gov.Co/Index.Php/Estadisticas-Por-Tema/Cuentas-Nacionales/Cuentas-Nacionales-Anuales#matrices-Complementarias.

DANE. (s.f.). Conceptos básicos. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/inf_geo/4Ge_ConceptosBasicos.pdf

DeFries, R. A. (2006). Reducing greenhouse gas emissions from deforestation in developing countries: considerations for monitoring and measuring. Report of the global terrestrial observing system (GTOS) number, 46, 23. Obtenido de https://www.gofcgold.org/sites/default/files/docs/ReportSeries/GOLD_26.pdf

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2017). Energy Demand Situation in Colombia. Https://Www.Dnp.Gov.Co/LaEntidad_/Misiones/Mision-Crecimiento-Verde/Documents/Ejes-Tematicos/Energia/MCV%20-%20Energy%20Demand%20Situation%20VF.Pdf.

Departamento Nacional de Planeación. (21 de Noviembre de 2016). Conpes 3874 - Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Obtenido de file:///C:/Users/lanas/Downloads/73CE8A8B-F0D0-0286-F734-7581F5BA31C1_CONPES_3874-POLITICA_NACIONAL_PARA_LA_GESTION_INTEGRAL_DE_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (8 de Marzo de 2023). Mujeres, centro del cambio en el Plan Nacional de Desarrollo. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación: https://2022.dnp.gov.co/Paginas/mujeres-centro-del-cambio-en-el-plan-nacional-de-desarrollo.aspx

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Plan Nacional para la Gestión de Bancos de SAO/HFC (Fase-RAC) (ISBN: 978-958-8945-61-3).

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Unidad Técnica de Ozono (UTO), & Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017). Bancos de SAO y HFC. Sector de Refrigeración y acondicionamiento del aire Colombia. Https://Www.Minambiente.Gov.Co/Wp-Content/Uploads/2021/10/Bancos-de-Sao-y-Hfc.Pdf.

Ding, A., Willis, C. R., Sass, R. L., & Fisher, F. M. (1999). Methane emissions from rice fields: Effect of plant height among several rice cultivars. Global Biogeochemical Cycles, 13(4). https://doi.org/10.1029/1999GB900084

DNP. (2004). Vidrio: Generalidades de la cadena productiva.

DNP. (2004). Vidrio: Generalidades de la cadena productiva. Bogotá.

DNP. (7 de Septiembre de 2023). ¿Qué son los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS)?. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación: https://finanzasdelclima.dnp.gov.co/financiamientoclimatico/necesidades-de-financiacion/Paginas/que-son-los-planes-integrales-de-gestion-al-cambio-climatico-sectoriales-pigccs.aspx

Dong, H., Mangino, J., & McAllister, T. A. (2006). IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories - Chapter 10. Forestry, 4, 87. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html

Durango Morales, S. G., Barahona, R., Bolívar, D. M., Arango, J., Verchot, L., & Chirinda, N. (2021). Apparent Nitrogen Recovery in Milk and Early Dry Season Nitrous Oxide Emission Factors for Urine Deposited by Dual-Purpose Cattle on Different Soil Types. Frontiers in Sustainable Food Systems, 4. https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.602657

Ecopetrol. (2022). Manual de descripción de proceso de la unidad de etileno.

Ecopetrol. (2022). Refinería de Barrancabermeja. https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/?1dmy&page=detalleNoticias&urile=wcm%3Apath%3A%2Fecopetrol_wcm_library%2Fas_es%2Fnoticias%2Fnoticias%2B2021%2Fcentenario-refineria#:~:text=Cien%20a%C3%B1os%20despu%C3%A9s%2C%20cuenta%20con,los%20arom%C3%A1ticos%2C%20parafinas%20y%20polietileno.

Ecopetrol. (2023). Refinería de Cartagena - Informe de Sostenibilidad. https://www.refineriadecartagena.com.co/Informe%20de%20Gesti%C3%B3n%20y%20Sostenibilidad%20Refiner%C3%ADa%20de%20Cartagena%20SAS%20-%202023%20VF.pdf

EEA. (2019). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook.

Eghball, B., & Power, J. F. (1994). Beef cattle feedlot manure management. Journal of Soil & Water Conservation, 49(2).

El Tiempo. (2003). Aumenta sacrificio porcino. https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-999899

Ellis, J. L., Kebreab, E., Odongo, N. E., McBride, B. W., Okine, E. K., & France, J. (2007). Prediction of methane production from dairy and beef cattle. Journal of Dairy Science, 90(7). https://doi.org/10.3168/jds.2006-675

E-medida Revista española de Metrología. (Junio de 2024). La Metrología y su Papel en el Estudio del Clima: Variables Climáticas Esenciales. Obtenido de https://www.e-medida.es/numero-24/la-metrologia-y-su-papel-en-el-estudio-del-clima-variables-climaticas-esenciales/

Encyclopedia Britannica, & Walker, R. D. (2023). Iron processing. Https://Www.Britannica.Com/Technology/Iron-Processing.

EPA (2017). Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2015. U.S. Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks

EPA. (2010). Median Life, Annual Activity , and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling. Obtenido de https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P100058Z.TXT

Espinosa Baquero, A., & SGC. (1987). Recursos minerales de Colombia. Magnesita. Https://Catalogo.Sgc.Gov.Co/Cgi-Bin/Koha/Opac-Detail.Pl?Biblionumber=12291.

Etter, A. M. (2008). Historical Patterns and Drivers of of Landscape Change in Colombia Since 1500: A Regionalized Spatial Approach. Annals of the Association of American Geographers 98(1) 2-23. doi:10.1080/00045600701733911

FAO, O. d. (2023). Términos y Definiciones FRA 2025. Roma: FAO.

FAO, O. d. (2023). Términos y Definiciones FRA 2025. Roma: FAO.

FAO. (12 de Septiembre de 2023). El enfoque de género. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: https://www.fao.org/3/x2919s/x2919s04.htm#:~:text=Las%20relaciones%20de%20g%C3%A9nero%20derivan,materiales%20como%20el%20poder%20pol%C3%ADtico.

FAO. (2014). Sistema de Información de Suelos de America Latina y el Caribe-SISLAC I (2012-2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://54.229.242.119/sislac/es

FAO. (2023). FAOSTAT. Obtenido de Forestry Production and Trade: https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO

FAO. (2024). Enteric methane. Livestock and Enteric Methane.

Farfán Valencia, F., & Mestre Mestre, A. (2004). Manejo del sombrío y fertilización del café en la zona central colombiana. Avances técnicos Cenicafé, 120-178.

Farfán Valencia, Fernando. (2014). Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café. Manizales, Caldas (Colombia): FNC – Cenicafé.

FEDEARROZ. (2021). Cultivo de arroz en Colombia 1988-2016-Cambios espaciales. https://www.fedearroz.com.co/es/fondo-nacional-del-arroz/investigaciones-economicas/publicaciones-economicas/

FEDEGAN, & FNG. (2013). Análisis del inventario Ganadero colombiano. Comportamiento y variables explicativas. Documento Inventario Ganadero. https://es.slideshare.net/slideshow/documento-inventario-ganadero/28643931

FEDEGAN. (2012). Mapa de Orientación del hato colombiano por actividad ganadera 2010. En: Los retos de la globalización. Retos de La Globalización Carta Ganadera 130. https://es.slideshare.net/Fedegan/foro-internacionaldelalechefedegancarta130

FEDEGAN. (2017). Balance y Perspectivas del Sector Ganadero Colombiano 2016-2017. In Balance y Perspectivas del Sector Ganadero Colombiano 2016-2017-Federación Colombiana de Ganaderos FEDEGAN (pp. 12–17).

FEDEGAN. (2018). Ganadería Colombiana: Hoja de Ruta 2018 – 2022. https://www.fedegan.org.co/noticias/ganaderia-colombiana-hoja-de-ruta-2018-2022

FEDEGAN. (2022). Balance y perspectivas del sector ganadero colombiano 2021-2022.

Fenalcarbón; Federación Nacional de Productores de Carbón. (2022). El coque en cifras. https://fenalcarbon.org.co/2022/09/23/queremos-llegar-a-exportar-10-millones-de-toneladas-de-coque-al-ano-fenalcarbon/#:~:text=Durante%20el%202021%2C%20se%20logr%C3%B3,comercializa%20Colombia%20a%20nivel%20mundial.

FICEM. (2021). Informe estadístico 2021. Cifras de la industria del Cemento.

FINAGRO. (2020). Ficha de inteligencia:Porcicultura.

FNC - Cenicafé. (2015). Beneficio del café en Colombia. Bogotá D.C.

Forest Harvests and Wood Products: Sources and Sinks of Atmospheric Carbon Dioxide. (1998). Forest Science 44 (2), 272-284.

Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R., Fahey, D. W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D. C., & Myhre, G. (2007). Chapter 2. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. Climate Change 2007. The Physical Science Basis, 20(7).

Fox, D. G., Tedeschi, L. O., Tylutki, T. P., Russell, J. B., Van Amburgh, M. E., Chase, L. E., Pell, A. N., & Overton, T. R. (2004). The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. Animal Feed Science and Technology, 112(1–4). https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.10.006

Fox, D. G., Tylutki, T. P., Tedeschi, L. O., Amburgh, M. E., Van Chase, L. E., Pell, A. N., Overton, T. R., & Russell, J. B. (2003). The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. In D. G. Fox, T. P. Tylutki, L. O. Tedeschi, M. E. Van Amburgh, L. E. Chase, A. N. Pell, T. R. Overton, & J. B. Russell (Eds.), The Cornell University Nutrient Management Planning System: Vol. Versión 5. https://www.nutritionmodels.com/documents/CNCPS5manual.pdf

Freer, M., Moore, A. D., & Donnelly, J. R. (1997). GRAZPLAN: Decision support systems for Australian grazing enterprises - II. The animal biology model for feed intake, production and reproduction and the GrazFeed DSS. Agricultural Systems, 54(1). https://doi.org/10.1016/S0308-521X(96)00045-5

Garcia Valdes, M., & Suarez Marin, M. (2013). El método Delphi para la consulta a expertos en la investigación científica. Revista Cubana de Salud Pública, 39(2).

Garcia, J., Pérez, D., Orrego, M., & Castaño John. (2016). Un modelo casi ideal de demanda de combustibles para la industria. https://repository.eafit.edu.co/items/069e2144-13d2-4ba2-983e-f68a0bf0d4a8

Garcia-Apaza, E., Paz, O., & Arana, I. (2008). Greenhouse gas emissions from enteric fermentation of livestock in Bolivia: Values for 1990-2000 and future projections. Australian Journal of Experimental Agriculture, 48(1–2). https://doi.org/10.1071/EA07247

Gavrilova, O., Leip, A., Dong, H., MacDonald, J. D., Gomez Bravo, C. A., Amon, B., & Widiawati, Y. (2019). Chapter 10. Emissions from livestock and manure management. In 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use (p. 14). https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol4.html

GHG, P. (2022). Quantitative Inventory Uncertainty-GREENHOUSE GAS PROTOCOL.

Gobierno de Colombia. (2020). Portafolio de Medidas Secroriales de Mitigación del Cambio Climático de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020. Bogotá DC. Recuperado el 20 de agosto de 2024, de https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/portafolio-de-medidas-sectoriales-de-mitigacion-de-cambio-climatico-contribucion-determinada-Colombia-ndc-2020.pdf

Gobierno de México. (2024). Ferroaleaciones. Mercado Global. Https://Www.Economia.Gob.Mx/Datamexico/Es/Profile/Product/Ferroalloys?YearsBACI=2021.

GOFC-GOLD. (2011). A sourcebook of methods and procedures for monitoring andreporting anthropogenic greenhouse gas emissions and removals caused by deforestation, gains and losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation. Alberta, Canadá: GOFC-GOLD Report version COP17-1, (GOFC-GOLD Project Office, Natural Resources Canada. Obtenido de https://redd.unfccc.int/uploads/63_33_redd_20120509_gofc-gold.pdf

Gómez, D. R., Watterson, J. D., Americano, B. B., Ha, C., Marland, G., Matsika, E., Namayanga, L. N., Osman-Elasha, B., Kalenga Saka, J. D., Treanton, K., & Quadrelli, R. (2006). Chapter 2. Stationary Combustion. In 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 2).

González, J. C. (2018). Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional periodo 2005-2015. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa ONU-REDD Colombia. Recuperado el 1 de Agosto de 2024

González, J., Cubillos, A., Chadid, M., Cubillos, A., Arias, M., Zúñiga, E., . . . Berrío, V. (2018). Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional. M. y E. A. – I.-. M. de A. y D. Sostenible. P. O.-R. Colombia. Instituto de Hidrología, Ed. Retrieved from http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023780/Caracterizacion.pdf

González, J., Galindo, G., Arenas, L., Forero, J., Rubiano, C., Zuluaga, A., . . . Becerra, M. (2017). Dinámica de la deforestación en Colombia y acciones implementadas para su prevención y control.

Grêt Regamey, A., Hendrick, E., Hetsch, S., Pingoud, K., & Rüter, S. (2008). Challenges and Opportunities of Accounting for Harvested Wood Products. Geneva, Switzerland: Background Paper to the Workshop on Harvested Wood Products in the Context of Climate Change Policies.

Guendehou, G. S., Koch, M., Hockstad, L., Pipatti , R., & Yamada, M. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Obtenido de Volumen 5: Desechos - Capítulo 5: Incineración e incineración abierta de desechos: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/5_Volume5/V5_5_Ch5_IOB.pdf

Gupta, P. K., Gupta, V., Sharma, C., Das, S. N., Purkait, N., Adhya, T. K., Pathak, H., Ramesh, R., Baruah, K. K., Venkatratnam, L., Singh, G., & Iyer, C. S. P. (2009). Development of methane emission factors for Indian paddy fields and estimation of national methane budget. Chemosphere, 74(4). https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.09.042

Gutiérrez, J. A. B. (2013). Historia de la aplicación de biotecnologías reproductivas en la cría del búfalo en Colombia. Uni-Pluriversidad, 12(3), 87–91. https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.15160

Hanle, L., Maldonado, P., Onuma, E., Tichy, M., G. van Oss, H., Aume, V. O., Edwards, G. H., & Miller, M. M. (2006). Chapter 2. Mineral Industry Emissions. In 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 3).

Harnisch, J., Jubb, C., Nakhutin, A., Sena Cianci, V. C., Lanza, R., Martinsen, T., W. Muhammad, A. K., Santos, M., McCulloch, A., Mader, B. T., Pérez-Ramírez, J., Neelis, M., & Patel, M. (2006). Chapter 3. Chemical Industry Emissions. In 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 3).

Harnisch, J., Kojo Agye, am-B. W., Simmons, T., Oliver, J. G. J., Gaudioso, D., Gillenwater, M., Ha, C., Hockstad, L., Martinsen, T., Neelis, M., Park, H., Ottinger Schaefer, D., & Patel, M. (2006). Chapter 1. Introduction. In 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 3).

Harnisch, J., Lucon, O., Mckibbon, S., Saile, S., Wagner, F., & Walsh, M. (2006). Capítulo 3: Combustión móvil generalidades. In Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Henson, I., Ruiz, R., & Romero, H. (2012). The greenhouse gas balance of the oil palm induin Colombia: a preliminary analysis. I. Carbon sequestration and carbon offsets. Revista Agronomía Colombiana 30(3), 359-369.

Hernández Calderón, M. Á., & Nieves de la Hoz, C. E. (2015). Perfil logístico del sector cemento en Colombia. Universidad del Rosario.

Hernández, M., & Nieves, C. (2015). Perfil Logístico del Sector Cemento en Colombia. Bogotá.

ICA. (2021a). Censo Pecuario 2021. Tabla de Población Equina - Ovina - Caprina Por Municipio y Departamento 2021. https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018?aliaspath=%2fAreas%2fPecuaria%2fServicios%2fEpidemiologia-Veterinaria%2fCensos-2016%2fCenso-2018

ICA. (2021b). Censo Pecuario Nacional 2021. Tabla de Población Bovina Por Municipio y Por Departamento 2021. https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018?aliaspath=%2fAreas%2fPecuaria%2fServicios%2fEpidemiologia-Veterinaria%2fCensos-2016%2fCenso-2018

ICA. (2021c). Censo Pecuario Nacional 2021. Tabla de Población Bufalina Por Municipio y Departamento 2021. https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018?aliaspath=%2fAreas%2fPecuaria%2fServicios%2fEpidemiologia-Veterinaria%2fCensos-2016%2fCenso-2018

ICA. (2021d). Censo Pecuario Nacional. Bovinos 2021. Tabla de Población Bovina Por Municipio y Por Departamento 2021. https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018

IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, & Cancillería. (2022). Informe del inventario nacional de gases efecto invernadero 1990-2018 y carbono negro 2010-2018. Tercer informe bienal de actualización de cambio climático. Dirigido a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, & FMAM. (2022). Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2018 y Carbono negro 2010-2018 de Colombia. Tercer Informe Bienal de Actualización de cambio climático, BUR 3. Dirigido a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Informe Del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2018 y Carbono Negro 2010-2018 de Colombia. Tercer Informe Bienal de Actualización de Cambio Climático, BUR 3. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Annex%20BUR3%20COLOMBIA.pdf

IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. (2021). Tercer Informe Bienal de Actualización Colombia. Bogotá D.C.

IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. 2021. Tercer Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BUR3%20-%20COLOMBIA.pdf

IDEAM, IAvH, INVEMAR, IGAC. (2017). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos (MEC), Escala 1:100.000. Bogotá.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCILLERÍA. (2018). Segundo Reporte Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). Bogotá, D.C. Colombia: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, FMAM.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. (2017). Resumen ejecutivo tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco De Las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Bogotá D.C.: Punto aparte.

IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá, D. C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IDEAM. (2010a). Índice de vulnerabilidad hídrica (IVH). Condiciones Hídricas año medio. Subzonas Hidrográficas. República de Colombia. Escala 1:500.000. Estudio Nacional del Agua 2010. Catálogo de Metadatos Del Sistema de Información Ambiental Del IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. http://geoservicios.ideam.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/0d3f7ec4-248a-46ab-99f3-714130fee3c7

IDEAM. (2010b). Índice del uso del agua. http://www.ideam.gov.co/web/agua/iua

IDEAM. (2014a). Demanda hídrica para uso pecuario. Estudio Nacional del Agua 2014. Escala 1:500.000. Catálogo de Metadatos Del Sistema de Información Ambiental Del IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. http://geoservicios.ideam.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/e6236622-e822-419b-b300-689d690b1335

IDEAM. (2014b). Huella hídrica azul sector agrícola, año 2012, Estudio Nacional del Agua 2014, República de Colombia. Escala 1:500.000. IDEAM 2015. Catálogo de Metadatos Del Sistema de Información Ambiental Del IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. http://geoservicios.ideam.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/a19e6660-f63c-4a9e-b88a-feb51250bed1

IDEAM. (2014c). Zonificación de la degradación de suelos por salinización para el área continental e insular de Colombia a escala 1:100.000 y 1:10.000 respectivamente. Año 2016 - 2017. Zonificación de La Degradación de Suelos Por Salinización Para El Área Continental e Insular de Colombia a Escala 1:100.000 y 1:10.000 Respectivamente. Año 2016 - 2017. http://geoservicios.ideam.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search;jsessionid=58039BB41990B9151CA2A9F9ADFFEAEF#/metadata/c8e6934a-d527-4b67-96c7-c53759210e91

IDEAM. (2015). Clasificación de los climas. Bogotá. Obtenido de http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/clima-text.pdf

IDEAM. (2016). Zonas susceptibles de inundación. http://www.ideam.gov.co/documents/10182/512851/Susceptibilidad+a+Inundacion+500K+2010.jpg/acf21377-bbb8-47e8-ae48-30aa6c7996d7?version=1.0&t=1587758696211

IDEAM. (2023). BUR 3 Tercer Informe Bienal de Actualización de cambio climático de Colombia a a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). Bogotá: GEF CBIT.

IGAC. (2018). Mapa Digital de Geopedología en Colombia. Año 2008. Catálogo Nacional de Metadatos - ICDE. Obtenido de http://metadatos.igac.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search;jsessionid=59617F06151D47E1BFB20CBE8FD5106A#/metadata/1bfb4e44-41f8-4bbf-923b-ff4ec81274a8

INCOMBUSTION Unión Temporal, & FECOC. (2016). Consultoría técnica para el fortalecimiento y mejora de las bases de datos de factores de emisión de los combustibles colombianos - FECOC.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2021). Boletín de Calidad del Aire: Impactos del COVID-19 en la calidad del aire colombiano. IDEAM.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 1: General Guidance and Reporting. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/1_Volume1/19R_V1_Ch01_Introduction.pdf

International Cement Review. (2022). Uncertain Times. Https://Www.Cemnet.Com/Articles/Story/171972/Uncertain-Times.Html#:~:Text=In%202020%20annual%20global%20cement,Cent%20of%20the%20global%20total.

IPCC, J. J. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Capítulo 9: Otras tierras. Japón: IGES.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 1, Capitulo 3. Incertidumbre.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero-Volumen 1-Capitulo 4.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero-Volumen 1-Capitulo 4.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Capítulo 3: Representación coherente de las tierras. Japón: IGES.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos. Capítulo 8: Asentamientos Jenkins, Jennifer C.; Ginzo, Hector Daniel; Ogle, Stephen M.; Verchot , Louis V.;. Japan: IGES.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero Volumen 2 Energía, Capitulo 3.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 1 - Orientación general, Capitulo 4.

IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 1, Capitulo 3. Incertidumbre.

IPCC. (2006). Orientación general y generación de informes. Obtenido de Garantía de calidad / Control de calidad y verificación: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_6_Ch6_QA_QC.pdf

IPCC. (2014). 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. Switzerland: Eds.

IPCC. (2014a). Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre. La cuantificación de las incertidumbres en la práctica.

IPCC. (2018). Anexo I: Glosario. En J. R. Matthews, & e. al., Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5°C.

IPCC. (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Recuperado de https://www.ipcc-nktip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html

IPCC. (2019). Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 12: Harvested Wood Products. Rüter, Sebastian; Matthews, Robert William; Lundblad, Mattias; Sato, Atsushi ; Hassan. Switzerland.: IPCC/IGES.

IPCC. (n.d.). 2019 Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2006 para inventarios nacionales de gases efecto invernadero. 2019. Retrieved August 12, 2024, from https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html

IPSE. (2024a). Caracterización Energética de las ZNI. https://ipse.gov.co/cnm/caracterizacion-de-las-zni/

IPSE. (2024b). Transición Energética Justa. https://ipse.gov.co/transicion-energetica-justa/

ISO. (2015). ISO 9001:2015 (es) Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos. Obtenido de https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es

Jarvis, A., Reuter, H., Nelson, A., & Guevara, E. (2018). CGIAR-CSI SRTM – SRTM 90m DEM Digital Elevation Database. SRTM 90m DEM Digital Elevation Database. https://srtm.csi.cgiar.org/

Jarvis, S. C., Hatch, D. J., & Roberts, D. H. (1989). The effects of grassland management on nitrogen losses from grazed swards through ammonia volatilization; the relationship to excretal N returns from cattle. The Journal of Agricultural Science, 112(2). https://doi.org/10.1017/S0021859600085117

Joumard, R., Vidon, R., Billaud, F., & Samaras, Z. (2004). Exhaust emissions from heavy-duty diesel vehicles. The Science of the Total Environment, 334-335, 161-172.

Leitner, S., Pelster, D. E., Owino, J., Marquardt, S., & Merbold, L. (2020). Protocol for generating region-specific Tier 2 emission factors for methane (CH4) and nitrous oxide (N2O) emissions from cattle manure. International Livestock Research Institute. https://hdl.handle.net/10568/108788

MADR, & IICA. (2006). Agroindustria y competitividad. Estructura y dinámica en Colombia 1992-2005 (B. (Colombia) (MADR) Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Eds.). Mundo 3D.

MADR, IDEAM, MADS. (2021). Programa de Reducción de Emisiones de la Orinoquía.

MADR, M. (2007). Política Nacional de Sanidad e inocuidad para la cadena porcícola. In Documento Conpes- Consejo Nacional de Política Económica y Social (pp. 2–3). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Protección Social, DNP.

MADR. (2005). La cadena del arroz en Colombia : una mirada global de su estructura y dinámica 1991 - 2005. La Cadena Del Arroz En Colombia : Una Mirada Global de Su Estructura y Dinámica 1991 - 2005. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/18804

MADR. (2011). Agenda de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena cárnica porcina.

MADR. (2020). Cadena cárnica bovina. Cifras Sectoriales. Dirección de Cadenas Pecuarias Pesqueras y Acuícolas. https://es.scribd.com/document/512328964/2020-12-30-Cifras-Sectoriales

MADR. (2021). Red de información y comunicación del sector Agropecuario Colombiano - AGRONET. Obtenido de https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1

MADR. (2023). Boletín estadístico forestal. 8° Edición. Bogotá: Ministerio de Agricultura.

MADS. (2021). Estrategia Nacional de economía Circular. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/estrategia-nacional-de-economia-circular/

Magri, A. (2009). La elaboración del proyecto de investigación: guía para la presentación de proyectos. Montevideo: Instituto de Ciencia Política. Universidad de la República.

Mahecha, L., Gallego, L., & Peláez, F. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 15(2), 213–225. https://doi.org/ir-ART0000358602

Malagón, D. (2016). Los suelos de Colombia. Los Suelos de Colombia.

Marks, J., Lubetsky, J., Steiner, B. A., Faerden, T., Lindstad, T., Olsen, S. E., Tranell, G., Kojo Agyemang-Bonsu, W., Firmento Born, M., Green, L., Kvande, H., Martcheck, K., Rand, S., Tripp, T., Lanza, R., Van Son, V., Alonso, P., Knapp, R., Gauthier, S., … Bayliss, C. (2006). Chapter 4. Metal Industry Emissions. In 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 3).

Maurice, L., Hockstad, L., Höhne, N., Hupe, J., Lee, D., & Rypdal, K. (2006). Capítulo 3: Combustión móvil 3.6 aviación.

Mazzetto, A. M., Barneze, A. S., Feigl, B. J., Van Groenigen, J. W., Oenema, O., & Cerri, C. C. (2014). Temperature and moisture affect methane and nitrous oxide emission from bovine manure patches in tropical conditions. Soil Biology and Biochemistry, 76. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.05.026

Medellín cómo vamos. (2022). Informe de Calidad de vida de Medellín, 2021. Medellín: Pregón S.A.S.

Meeks, G. (07 de 08 de 2021). Productos de madera recolectada. Obtenido de https://naturespackaging.org/es/harvested-wood-products/

Min Transporte. (2014). Transporte en Cifras - Estadísticas 2014.

MinAmbiente; IDEAM. (2024). Propuesta del nivel de referencia de las emisiones de Colombia para el periodo 2023 – 2027 como mecanismo para optar al pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) – Programa ONU REDD Colombia. Obtenido de https://redd.unfccc.int/media/colombia_submission_nref_2023_-_2027_vf.pdf

MINEC. (2021). Metodología para incorporar la Perspectiva de Género desde el enfoque de Derechos Humanos en los Programas Ambientales de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas: PNUD.

MinEnergia. (2022). Eficiencia energética en vehículos livianos nuevos.

Ministerio de Ambiente Ecuador. (2019). Metodología para la transversalización de género en la NDC. Quito: PNUD.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2019). Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Aprobada la Enmienda de Kigali en Comisión Segunda del Senado. Https://Archivo.Minambiente.Gov.Co/Index.Php/Noticias-Minambiente/3847-Aprobada-La-Enmienda-de-Kigali-En-Comision-Segunda-Del-Senado#:~:Text=La%20Enmienda%20de%20Kigali%20est%C3%A1,Determinados%20HFC%2C%20sectores%2C%20tecnolog%C3%ADas%20y.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Género y Cambio Climático. Presidencia de la República.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Resolución 40103 de 2021. https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/resolucion-40103-de-2021/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia. Bogotá: Presidencia de la República de Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024a). Baterías Usadas Plomo Ácido. Https://Www.Minambiente.Gov.Co/Asuntos-Ambientales-Sectorial-y-Urbana/Baterias-Usadas-Plomo-Acido/.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024b). Unidad Técnica de Ozono (UTO). Https://Www.Minambiente.Gov.Co/Asuntos-Ambientales-Sectorial-y-Urbana/Unidad-Tecnica-de-Ozono/.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (26 de mayo de 2015). Decreto 1076 del 2015 Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente, & República Oriental del Uruguay. (2024). Las sustancias que agotan la capa de ozono (SAOs). Https://Www.Gub.Uy/Ministerio-Ambiente/Politicas-y-Gestion/Sustancias-Agotan-Capa-Ozono-Saos#:~:Text=Las%20sustancias%20que%20agotan%20la%20capa%20de%20ozono%20(SAO)%20son,Hidroclorofluorocarbonos%20(HCFC).

Ministerio de Comercio Industria y Turismo, & Oficina de estudios económicos. (2019). La industria manufacturera a enero de 2019.

Ministerio de Educación Nacional. (2006). Resolución No. 4434. Por la cual se establecen las condiciones y mecanismos para la validación de los modelos de gestión de calidadde los establecimientos de educación preescolar, básica y media. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105282_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje.

Ministerio de Educación Nacional. (2017). Guía de fortalecimiento curricular. Legis S.A.

Ministerio de Educación Nacional. (2018). Certificación y acreditación. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/portal/micrositios-preescolar-basica-y-media/Educacion-Privada/Calidad/179263:Certificacion-y-acreditacion

Ministerio de Justicia. (s.f.). Cartilla Género. Bogotá: Dirección de Justicia.

Ministerio de Minas y Energía & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Actualización de parámetros de calidad de los combustibles y biocombustibles. https://www.andi.com.co/Uploads/AIN-norma-emisiones-fuentes-moviles-minambiente.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2022). Minería de Carbón en Colombia. https://www.minenergia.gov.co/static/mineriaco/src/document/documento%20carbon.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2024a). Gas Natural. https://www.minenergia.gov.co/es/misional/hidrocarburos/funcionamiento-del-sector/gas-natural/

Ministerio de Minas y Energía. (2024b). Plataforma Intégrame. https://www.integrame.gov.co/tableros/

Ministerio de Saluld y Protección Social. (10 de septiembre de 2023). Género. Obtenido de Minsterio de Salud y Protección Social. República de Colombia: https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/promocion-social/Paginas/genero.aspx#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20Organizaci%C3%B3n,los%20hombres%20y%20las%20mujeres.

Ministerio de Vivienda y Saneamiento Básico. (2021). Saneamiento de Vertimientos. Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/saneamiento-de-vertimientos

Ministerio de Vivienda y Saneamiento Básico. (2022). Gestión de residuos sólidos. Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/gestion-de-residuos-solidos/tratamiento-y-disposicion-final

Ministerio de Vivienda y Saneamiento básico. (29 de Julio de 2024). Basura Cero. Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/basura-cero

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2022). Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales (PMAR) 2020 - 2050. Bogotá D.C Colombia: Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico.

Ministerio de Vivienda. (2021). Sala de prensa. Obtenido de La primera planta de valorización energética de residuos sólidos de Colombia se estrena en San Andrés: https://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/la-primera-planta-de-valorizacion-energetica-de-residuos-solidos-de-colombia-se-estrena-en-san-andres

MinVivienda. (sf). Programa Basura Cero. Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/basura-cero

Montoya, F. (2022). Contexto y retos de la porcicultura colombiana ante una nueva realidad socio económica. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 75 (Suplemento 1)(S39-43), 1.

Moreno, H., & Moreno, F. (2020). Análisis espacial del confort térmico como respuesta funcional para la zonificación de aptitud de la producción bovina en agroecosistemas ganaderos. En publicación. Universidad Nacional de Colombia.

Moreno, H., Torres, F., Gómez, L., Manrique, D., & Sanchez, A. (2021). Cálculo de factores de emisión de metano (CH4) entérico y de gestión de estiércol para ganado bovino en Colombia por metodología Tier 2 - Proyecto Biocarbono Orinoquia. Grupo de Cambio Global – Subdirección de Estudios Ambientales (SEA) – IDEAM».

Moreno, R., & Martínez, R. (s.f.). Guía para la construcción de sistemas de categorías. Sevilla: Facultad de Psicología. Universidad de Sevilla.

Mosier, A. R. (1998). Soil processes and global change. Biology and Fertility of Soils. https://doi.org/10.1007/s003740050424

Murcia, J. (2023, May 18). Colombia ya es el noveno país con más caballos del mundo con casi 1,6 millones. AGRONEGOCIOS- Colombia Ya Es El Noveno País Con Más Caballos Del Mundo Con Casi 1,6 Millones.

Murgibe. (s.f.). Cómo planificar un proyecto desde la perspectiva de género. Murgibe. Consultoría igualdad de oportunidades.

Myhre, G., D., ShindellF., Bréon, F., Collins, W., Fuglestvedt, J., Huang, J., Koch, D., François, J., Lamarque, F., Lee, D., Mendoza, B., Nakajima, T., Robock, A., Stephens, G., Takemura, T., Zhan, H., & Zhang, H. (2013). Anthropogenic and natural radiative forcing. In Climate Change 2013 the Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Vol. 9781107057, pp. 659–740). https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.018

Nancy, C., & Mateus, F. (2021). Impacto de la pandemia por COVID 19 en la operación de aviación comercial colombiana. IV CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN, EMPRESA Y SOCIEDAD CID/BES . https://doi.org/https://doi.org/10.34893/fpmb-6c30

Nazar, J. (1980). ADAPTACIÓN DEL GANADO VACUNO A ZONAS CÁLIDAS. Revista de Los CREA (Argentina), 14(82), 50–60. www.produccion-animal.com.ar

NRC. (2000). Nutrient Requirements of Beef Cattle: Seventh Revised Edition: Update 2000. The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/9791

OEC. (2024). Ferroníquel. Https://Oec.World/Es/Profile/Hs/Ferro-Nickel?YearSelector1=2021.

Oenema, O., Wrage, N., Velthof, G. L., Van Groenigen, J. W., Dolfing, J., & Kuikman, P. J. (2005). Trends in global nitrous oxide emissions from animal production systems. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 72(1). https://doi.org/10.1007/s10705-004-7354-2

Olariaga Díaz, O. (2016). Análisis del desarrollo reciente del transporte aéreo en Colombia. Revista Transporte y Territorio, 14.

Oliver, J. G. J., Gaudioso, D., Gillenwater, M., Ha, C., Hockstad, L., Martinsen, T., Neelis, M., Park, H., Simmons, T., & Patel, M. (2006). Chapter 5. Non-energy products from fuels and solvent use. In 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 3).

ONU Mujeres. (10 de septiembre de 2023). Igualdad de género. Obtenido de ONU Mujeres: https://lac.unwomen.org/es/digiteca/publicaciones/2015/6/igualdad-mujeres#view

ONU. (7 de septiembre de 2023). Igualdad de Género. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: https://www.un.org/es/global-issues/gender-equality

Organización Internacional del Trabajo. (9 de septiembre de 2013). ¿Qué son los roles de género? Obtenido de Organización Internacional del Trabajo: https://www.oitcinterfor.org/en/p%C3%A1gina-libro/%C2%BFqu%C3%A9-son-roles-g%C3%A9nero

Ortiz, A., & Soto, A. (2024). Cómo hacer de los caballos una empresa y no un hobbie [Universidad del Rosario]. https://repository.urosario.edu.co/items/1b7f3c3d-c00e-4327-aebe-6993ba7e3ab5

Ouariachi, T., Gutiérrez-Pérez, J., & Olvera-Lobo, M. D. (2017). CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE JUEGOS EN LÍNEA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO: Aplicación del método Delphi para su identificación. In Revista Mexicana de Investigacion Educativa (Vol. 22, Issue 73).

Pereira, L. G. R., Machado, F. S., Campos, M. M., Júnior, R. G., Tomich, T. R., Reis, L. G., & Coombs, C. (2015). Enteric methane mitigation strategies in ruminants: A review. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 28(2). https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v28n2a02

Pérez-Reyna, D. (2015). Historia del Banco de la República. Crisis 1999.

Pertuz Martínez, A. P., & Elías Caro, J. E. (2019). Competitividad en el sector ganadero en Colombia: Enfoque desde la historiografía económica, social y empresarial. Panorama Económico, 27(2). https://doi.org/10.32997/2463-0470-vol.27-num.2-2019-2637

Pertuz Martínez, A., & Santamaría Escobar, Á. (2014). La palmicultura colombiana: sostenibilidad económica, social y ambiental. Tendencias. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas., 173-186.

Pickering, A., & Wear, S. (2013). Detailed methodologies for agricultural greenhouse gas emission calculation. Ministry for Primary Industries. Version 2. https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/3059-Detailed-methodologies-for-agricultural-greenhouse-gas-emission-calculation-version-2

Plan nacional de sustitución de leña y otros combustibles de uso ineficiente y altamente contaminante para la cocción doméstica de alimentos

Porkcolombia. (2020). Análisis sobre la economía porcícola.

Porkcolombia. (2024). Estadísticas sectoriales. Estadísticas Sectoriales.

Presidencia de la República de Colombia. (1974). Función Pública. Obtenido de Decreto 2811 de 1974: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551

Promigas. (2018). Informe del sector Gas Natural 2018. https://www.promigas.com/Documents/InformedelSectorGasNaturalenColombia2018.pdf

Ramin, M., & Huhtanen, P. (2013). Development of equations for predicting methane emissions from ruminants. Journal of Dairy Science, 96(4). https://doi.org/10.3168/jds.2012-6095

Reinoso, M., Montalvo, A., Morales, H., & Castillo, G. (2020). Guía metodológica guía metodológica para la construcción del inventario de maquinaria móvil no de carretera.

Rosas García, C. H., & SGC. (1987). Recursos minerales de Colombia. Minerales de aluminio. Https://Catalogo.Sgc.Gov.Co/Cgi-Bin/Koha/Opac-Detail.Pl?Biblionumber=12255&shelfbrowse_itemnumber=12159.

Rua Bustamante, C. V. (2019). Producción Caprina en Colombia 2019. Tierra Caprino.

Ruiz Buitrago, J. D. (2016). Producción bufalina en Colombia: del trópico para el mundo. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 11(2), 0–0. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072016000200001&lng=en&nrm=iso&tlng=es

RUNT. (2023). Informe de parque automotor colombiano. Recuperado de https://www.runt.com.co/runt-en-cifras/parque-automotor

Rüter, S. (2017). The Contribution of the Material Wood Use to Climate Protection - the WoodCarbonMonitor Model (de). Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Doctoral thesis., 270 p.

Salinas, Y., & Álvarez, P. (2011). Dinámicas en el mercado de la tierra en Colombia. FAO. Recuperado el 15 de agosto de 2024, de https://indepaz.org.co/wp-content/uploads/2012/03/608_COLOMBIA-TIERRAS-SALINAS-MAYO-11.pdf

Sánchez, L. F., Carrillo, J. C., & Díaz, H. F. (2016). Emisiones de motocicletas de dos tiempos en Bogotá. Revista Ingeniería e Investigación, 36(1), 60-66.

Sbarbati, P. (2021). La pandemia del COVID-19 en la industria de transporte aéreo en América Latina y el Caribe: impactos, perspectivas y desafíos. CEPAL.

Schutz, H., Holzapfel-Pschorn, A., Conrad, R., Rennenberg, H., & Seiler, W. (1989). A 3-year continuous record on the influence of daytime, season, and fertilizer treatment on methane emission rates from an Italian rice paddy. Journal of Geophysical Research, 94(D13). https://doi.org/10.1029/jd094id13p16405

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, & Gobierno de México. (2022). Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono. Https://Www.Gob.Mx/Semarnat/Acciones-y-Programas/Protocolo-de-Montreal-Relativo-a-Las-Sustancias-Que-Agotan-La-Capa-de-Ozono-Protocolo-de-
Montreal#:~:Text=Para%20revertir%20el%20deterioro%20de,Pa%C3%ADses%20se%20comprometieron%20a%20cumplirlas.

Secretaría Distrital de Ambiente. (2021). Observatorio Ambiental de Bogotá. Obtenido de https://oab.ambientebogota.gov.co/

Selbie, D. R., Buckthought, L. E., & Shepherd, M. A. (2015). The Challenge of the Urine Patch for Managing Nitrogen in Grazed Pasture Systems. Advances in Agronomy, 129. https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.09.004

Servicio geológico colombiano. (2012). La caliza en Colombia. Geología, recursos, calidad y potencial (Primera Ed).

SIMCO, & UPME. (2024). Producción de calizas y dolomita. Https://Www1.Upme.Gov.Co/Simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/Caliza.Aspx.

SIOC. (2023). Ovinos y Caprinos. SIOC-Sistema de Información de Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadenas.

SISPA. (2021). Sistema de información estadística del sector palmero. http://sispa.fedepalma.org/sispaweb/default.aspx?Control=Pages/areas.

Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO). (2024). Producción de hierro. Https://Www1.Upme.Gov.Co/Simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/Hierro.Aspx.

Sociedad Nacional de Minería, P. y E. (SNMPE), & ANTAMINA. (2024). Plomo. Https://Www.Antamina.Com/Wp-Content/Uploads/2020/01/Infografia-Plomo-2018.Pdf.

Sprung, S. (2008). Cement. In Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley. https://doi.org/10.1002/14356007.a05_489.pub2

SSPD. (2019). Informe de Disposición FInal 2018. Bogotá.

Statista. (2023). Major countries in worldwide cement production in 2023. Https://Www.Statista.Com/Statistics/267364/World-Cement-Production-by-Country/.

Subagjo, Wulandari, W., Adinata, P. M., & Fajrin, A. (2017). Thermal decomposition of dolomite under CO2-air atmosphere. AIP Conference Proceedings, 1805(January 2017). https://doi.org/10.1063/1.4974427

Subdirección de demanda, & Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2021). Balance Energético Colombiano - Año 2020. Https://Www1.Upme.Gov.Co/DemandayEficiencia/Documents/Beco/Resultados_2020.Pdf.

Subdirección de Salud Ambiental. (2022). ABECÉ: Agua, saneamiento básico y gestión integral de residuos generados en la atención en salud y otras actividades. Bogotá D.C: Ministerio de Salud y Protección Social.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2021). Informe Sectorial de la prestación del servicio de energía eléctrica - ZNI. https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/informe_sectorial_zni_2021%20%281%29.pdf

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2021). Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado. Bogotá D.C: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2022). Informe Nacional de Disposición Final de Residuos Sólidos. Bogotá D.C.

Takai, Y. (1970). The mechanism of methane fermentation in flooded paddy soil. Soil Science and Plant Nutrition, 16(6). https://doi.org/10.1080/00380768.1970.10433371

Ternium. (2022). El acero y las industrias colombianas. Https://Co.Ternium.Com/Es/Novedades/Noticias/El-Acero-y-Las-Industrias-Colombianas--22646057622.

The Royal Society. (2015). Unconsious bias. Charity No 207043, 1-16.

Trejos, C., & Quevedo, J. (2021). Evaluación del desempeño financiero de las empresas del sector fabricación de cemento, cal y yeso (C2394) en Colombia durante el período 2014 - 2019. Santiago de Cali.

Trujillo-Diaz, J., Diaz-Piraquive, F. N., Herrera, M. M., Gomez, J., Rodriguez, J. A., & Sarmiento, H. R. (2019). Design of theoretical dimensions for a knowledge management model applied to the Colombian Swine Industry. 2019 Congreso Internacional de innovación y Tendencias En ingeniería, CONIITI 2019 - Conference Proceedings. https://doi.org/10.1109/CONIITI48476.2019.8960785

Tyrrell, H. F., & Reid, J. T. (1965). Prediction of the Energy Value of Cow's Milk. Journal of Dairy Science, 48(9). https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(65)88430-2

Ullmann, F. (2000). Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry.

UNAL, IPARM. (2019). Proyecto Educativo Institucional PEI. Obtenido de https://bienestar.bogota.unal.edu.co/divisiones/7iparm/PEI_IPARM.pdf

UNECE. (s.f.). Almacenamiento de carbono en productos de madera recolectada (HWP). Obtenido de https://unece.org/forests/carbon-storage-harvested-wood-products-hwp

UNEP (2019). Air Pollution in Asia and the Pacific: Science-Based Solutions. United Nations Environment Programme. https://www.unep.org/resources/report/air-pollution-asia-and-pacific-science-based-solutions

UNEP and IUCN. (2018). Gender and environment statistics: Unlocking information for action and measuring the SDGs. UN Environment. Nairobi, Kenya.

UNESCO. (2019). Recursos sensibles al género. Obtenido de UNESCO: https://es.unesco.org/themes/media-pluralism-and-gender-equality/womenmakenews/2019/gendersensitiveresources

UNFCCC. (2018). Decision 18/CMA.1 Modalities, procedures and guidelines for the transparency framework for action and support referred to in Article 13 of the Paris Agreement. https://unfccc.int/submissions_and_statements.

UNFCCC. (2018). Decision 18/CMA.1 Modalities, procedures and guidelines for the transparency framework for action and support referred to in Article 13 of the Paris Agreement. https://unfccc.int/submissions_and_statements.

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), & Ministerio de minas y energía. (2009). El níquel en Colombia.

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2019). Primer balance de Energía Útil para Colombia y Cuantificación de las Perdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética. Resumen

Ejecutivo BEU Sector Industrial. Https://Www1.Upme.Gov.Co/DemandayEficiencia/Documents/Balance_energia_util/BEU-Industria.Pdf.

Unidad de Planeación Minero-Energética. (2024). Balance energético colombiano, BECO Históricos. Https://Www1.Upme.Gov.Co/DemandayEficiencia/Paginas/BECO.Aspx.

UNIFEM. (7 de septiembre de 2023). Justicia de Género: Clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Obtenido de ONU Mujeres: unwomen.org/sites/default/files/Headquarters/Media/Publications/es/UNIFEM-MDG-Brief-2010-SP%20pdf.pdf

Universidad Industrial de Santander, & Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). (2018). Realizar un análisis potencial de reutilización de minerales en Colombia y definir estrategias orientadas a fomentar su aprovechamiento por parte de la industria en el país bajo el enfoque de economía circular. Https://Www.Andi.Com.Co/Uploads/_Documento%20An%C3%A1lisis%20Internacional.Pdf.

UPME - Unidad de Planeación Minero Energética). (2018). Documento metodológico del BECO. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Doc_Hemeroteca/Documento_metodologico_BECO_2018.pdf

UPME - Unidad de Planeación Minero Energética. (2016). FECOC - Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos. http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html

UPME - Unidad de Planeación Minero Energética. (2018). Metodología BECO. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Metodologia_BECO.pdf

UPME - Unidad de Planeación Minero Energética. (2019a). Guía para la incorporación de la dimensión minero energética en los Planes de Ordenamiento Territorial.

UPME - Unidad de Planeación Minero Energética. (2019b). Proyección Gas Natural en Colombia 2019-2033. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/HistoricoproyeccionesGN/Proyeccion_Demanda_GN_Mar_2019.pdf

UPME - Unidad de Planeación Minero Energética. (2022). Plan Nacional de Sustitución de Leña. https://www1.upme.gov.co/sipg/Publicaciones_SIPG/Tomo_I_Formulacion_PNSL_dic2.pdf

UPME - Unidad de Planeación Minero Energética. (2023). Balance Energético Colombiano. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/BECO-Consulta.aspx

UPME - Unidad de Planeación Minero Energético. (2020). Consumo Final de Energía - Sector Residencial. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/PEN.aspx

UPME. (2010). Boletín estadístico de mina y energía 1990-2010. https://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Balance_Minero_Energetico_2010.pdf

UPME. (2014). Plan de Energización Rural Sostenible - PERS. https://sig.upme.gov.co/SIPERS

UPME. (2019). Primer balance de Energía Útil para Colombia y Cuantificación de las pérdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética. Bogotá. USDE-EPA. (2020). Fuel Economy.

UPME. (2020). Realizar un estudio que permita identificar las clases de vehículos y modalidades de transporte susceptibles de realizar el ascenso tecnológico hacia tecnologías de cero y bajas emisiones a nivel nacional. www.steergroup.com

UPME. (2021). BECO consulta. Https://Www1.Upme.Gov.Co/DemandayEficiencia/Paginas/BECO-Consulta.Aspx.

UPME. (2021). Informe de Registro de Proyectos de Generación (a 31 de diciembre de 2021). Https://Www1.Upme.Gov.Co/Siel/Inscripcion_proyectos_generacion/Registro_diciembre_2021.Pdf.

UPME. (2022). Proyección demanda energía eléctrica, gas natural y combustibles líquidos. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Informe_proyeccion_demanda_energeticos.pdf

UPME. (2024a). Boletín estadístico 2018-2023. https://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin_Estadistico_2018-2023_S1v3.pdf

UPME. (2024b). Plan Energético Nacional 2020-2050. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/PEN.aspx

UPME. (2024c). SIMCO - Sistema de Información Minero Colombiana. https://www1.upme.gov.co/simco

UPRA. (2021). Análisis de resultados, Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2021.

UPTC. (2016). Propuesta para el cálculo del factor de emisión del carbón colombiano para estimar las emisiones fugitivas procedentes de la extracción del carbón en Colombia. https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/EstudiosPublicaciones/Informe_factores_emision_carbon_21_09_2016.pdf

US EPA. (2009). Greenhouse Gas Biogenic Sources. AP 42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 14. https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-fifth-edition-volume-i-chapter-14-greenhouse-gas-0

US EPA. (2009). Manual del Usuario Modelo Colombiano de Biogás . Phoenix.

US EPA. (2024). Sources of Greenhouse Gas Emissions. https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions#agriculture

USEPA. (2005). Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks: 1990–2003. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). https://www.epa.gov/ghgemissions/us-greenhouse-gas-inventory-report-archive

Vallejo, L. (2015). La caída de los precios del petróleo y sus efectos en la economía colombiana. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-30532015000200001

Viloria de la Hoz, J. (2005). Aspectos económicos de la ganadería en el departamento de Córdoba. Economía & Región, ISSN-e 2539-2093, Vol. 2, No. 1, 2005 (Ejemplar Dedicado a: Economía & Región), Págs. 87-123, 2(1), 87–123. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7752288&info=resumen&idioma=SPA

Waldron, C., Harnisch, J., Lucon, O., McKibbon, S., Saile, S., Wagner, F., & Walsh, M. (2006). Capítulo 3: Combustión móvil 3.3 Todo Terreno.

Watanabe, A., & Kimura, M. (1999). Influence of chemical properties of soils on methane emission from rice paddies. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 30(17–18). https://doi.org/10.1080/00103629909370386

Williams Crenshaw, K. (1991). Mapping the Margins: Intersectionality, Identity Politics, and Violence against Women of Color. Stanford Law Review, 43, 1241 - 1299.

Winjum, J. K., Brown, S., & Schlamadinger, B. (1998). Forest harvests and wood products: Sources and sinks of atmospheric carbon dioxide (Vol. 44(2)). Forest Science. doi:https://doi.org/10.1093/forestscience/44.2.272

Wokittel, R., & SGC. (1957). Perspectivas para los minerales de zinc en Colombia. Https://Catalogo.Sgc.Gov.Co/Cgi-Bin/Koha/Opac-Detail.Pl?Biblionumber=11078.

World Bank, G. (2024). SF6 gas emissions (thousand metric tons of CO2 equivalent Colombia. Obtenido de https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.SF6G.KT.CE?locations=CO

World Health Organization. (2022). Temas. Obtenido de Residuos sólidos: https://www.paho.org/en

World Population Review. (2024). Cement production by country. Https://Worldpopulationreview.Com/Country-Rankings/Cement-Production-by-Country.

World Steel Association (WSA). (2024). Total production of crude steel. Https://Worldsteel.Org/Data/Annual-Production-Steel-Data/?Ind=P1_crude_steel_total_pub/COL/WORLD_ALL/CHN.

Wulandari, W., Subagjo, Tri Mursito, A., Juanjaya, F. J., & Alwi, M. F. (2018). Performance of Dolomite Calcination in a Bench-Scale Rotary Kiln. MATEC Web of Conferences, 156, 1–5. https://doi.org/10.1051/matecconf/201815606008

XM Expertos. (2016). Reporte Sostenibilidad 2015. https://www.xm.com.co/sites/default/files/documents/INFORME-XM-180316-interactivo.pdf

XM Expertos. (2022, April). Reporte Integrado de Sostenibilidad 2021. https://informeanual.xm.com.co/informe/pages/xm/21-generacion-del-sin.html

XM. (2024). Generación del SIN. Obtenido de https://informeanual.xm.com.co/informe/pages/xm/21-generacion-del-sin.html

XM. (2024). XM. Obtenido de Qué hacemos?: https://www.xm.com.co/nuestra-empresa/nosotros/que-hacemos

Yagi, K., Tsuruta, H., & Minami, K. (1997). Possible options for mitigating methane emission from rice cultivation. Nutrient Cycling in Agroecosystems. https://doi.org/10.1023/a:1009743909716

Yepes, A. P., Duque, A. J., Navarrete, D. A., & Phillips, J. F. (2011). Estimación de las emisiones de dióxido de carbono generadas por deforestación durante el periodo 2005-2010. Retrieved from http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13548/Emisiones.pdf/a86b9bd1-0050-4bb9-a54f-c3ad6b3cda26

Zhang, F. Q., Pan, W., Gu, J. D., Xu, B., Zhang, W. H., Zhu, B. Z., Wang, Y. X., & Wang, Y. F. (2016). Dominance of ammonia-oxidizing archaea community induced by land use change from Masson pine to eucalypt plantation in subtropical China. Applied Microbiology and Biotechnology, 100(15). https://doi.org/10.1007/s00253-016-7506-8

Zuluaga, A., & Etter, A. (2018). Áreas aptas para la actividad ganadera en Colombia. Análisis espacial de los impactos ambientales y niveles de productividad de la ganadería. En L. A. Moreno, C. Rueda, y G. Andrade (Eds.), Biodiversidad 2017. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2017/cap4/

11. Anexos

Anexo 1-1. Método para la estimación de categorías clave

En las Directrices del IPCC de 2006 y su refinamiento 2019 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, se establecen dos métodos para efectuar el análisis de categorías clave o principales. El método 1, identifica las categorías principales evaluando la influencia que ejercen diversas categorías de fuentes y sumideros sobre el nivel respecto a las emisiones totales en el último año del inventario, y la tendencia en la cual, se evalúa el aporte del cambio de emisiones de cada categoría en el cambio de emisiones o absorciones totales, entre el último año y un año de referencia. El análisis de categorías clave del INGEI 1990-2021, se realiza por los dos métodos (según su aporte al nivel y a la tendencia). Las ecuaciones empleadas se presentan a continuación. (IPCC., 2006.)

Las categorías clave por el método 1, evalúa la influencia que ejercen diversas categorías de fuentes y sumideros sobre el nivel, acorde con el Cuadro 72, son aquellas que, al sumarse conjuntamente en orden de magnitud descendente, totalizan el 95 por ciento del total de $L_{x,t}$.

Evaluación de nivel (método 1)
Ecuación 4.1, Evaluación de Nivel (Método 1) (IPCC – 2019, volumen 1, capítulo 4) $$L_{x,t} = \frac{\left|E_{x,t}\right|}{\sum_i \left|E_{i,t}\right|}$$ Donde: $L_{x,t}$ = Evaluación de nivel para *x* de fuente o sumidero del último año del inventario (año *t*) $\left|E_{x,t}\right|$ = Valor absoluto de la estimación de emisión o absorción de la categoría *x* de fuente o sumidero del año *t.* $\sum_i \left|E_{i,t}\right|$ = Contribución total, es la suma de los valores absolutos de emisiones y absorciones para todas las n categorías (*i = 1,…. x, n*) en el año *t* calculado utilizando el nivel de agregación elegido por el país para el análisis de categorías clave.

Cuadro 72. Ecuación evaluación de nivel (método 1)

El objetivo de la evaluación de la tendencia es identificar las categorías de emisiones o absorciones que presentan cambios significativos a lo largo del tiempo, independientemente de su tamaño absoluto. Esto incluye tanto las categorías que muestran tendencias ascendentes como las que muestran tendencias descendentes.

Las ecuaciones en el Cuadro 73 y Cuadro 74 son utilizadas para el cálculo del método 1 por evaluación de tendencia. Las categorías clave por el método 1 - tendencia son aquellas que, al sumarse conjuntamente en orden de magnitud descendente, totalizan el 95 por ciento del total de $T_{x,t}$.

Evaluación de tendencia (método 1)
Ecuación 4.2, Evaluación de tendencia (Método 1) (IPCC – 2019, volumen 1, capítulo 4) $$T_{x,t} = \left|\frac{E_{x,t} - E_{x,0}}{\sum_i E_{i,t} - \sum_i E_{i,o}}\right|$$ Donde: $T_{x,t}$ = Evaluación de tendencias de la categoría de fuente o sumidero *x* en el año *t* en comparación con el año base (año 0) $E_{x,t}$ y $E_{x,0}$ = Valores reales de las estimaciones de la de la categoría *x* de fuente o sumidero de los años *t* y *0*, respectivamente. $\sum_i E_{i,t}$ y $\sum_i E_{i,0}$ = estimaciones totales del inventario de los años *t* y 0, respectivamente.

Cuadro 73. Ecuación evaluación de tendencia (método 1)

Evaluación de tendencia (método 1)
Ecuación 4.3, Evaluación de tendencia (Método 1) (IPCC – 2006, volumen 1, capítulo 4) $$T_{x,t} = \left\| \frac{E_{x,t}}{\sum_y \lvert E_{y,0} \rvert} \right\|$$ Donde: $T_{x,t}$ = Evaluación de tendencias de la categoría de fuente o sumidero *x* en el año *t* en comparación con el año base (año 0) $E_{x,t}$ = Valores reales de las estimaciones de la de la categoría *x* de fuente o sumidero de los años *t* $\sum_y E_{y,0}$ = Estimaciones totales del inventario de los años 0

Cuadro 74. Ecuación evaluación por tendencia con emisiones cero del año base (método 1)

En aquellas circunstancias en las que las emisiones del año de base para una categoría dada son cero, la expresión puede reformularse para evitar el cero en el denominador (véase Cuadro 74)

El Método 2 para identificar categorías principales mediante la evaluación de nivel se basa en un análisis más detallado que complementa el Método 1. Este método se centra en la incertidumbre asociada a las estimaciones de emisiones y absorciones, y busca proporcionar una comprensión más profunda de por qué ciertas categorías son consideradas principales, es decir que, se incluyen las incertidumbres de la categoría ponderando los resultados de la evaluación de nivel y tendencia del método 1. A continuación, se presentan las ecuaciones de categoría principal:

Evaluación de nivel (método 2)
Ecuación 4.4, Evaluación de Nivel (Método 2) (IPCC – 2006, volumen 1, capítulo 4) $$LU_{x,t} = \frac{(L_{x,t} * U_{x,t})}{\sum_y [(L_{y,t} * U_{y,t})]}$$ Donde: $LU_{x,t}$ = Evaluación de nivel para la categoría *x* del último año del inventario (año *t*) con incertidumbre. $L_{x,t}$ = Se computa como en la ecuación del Cuadro 73 $U_{x,t}$ = Porcentaje de incertidumbre de la categoría en el año *t*. Si la incertidumbre declarada es asimétrica, debe utilizarse la incertidumbre mayor. La incertidumbre relativa siempre tiene un signo positivo.

Cuadro 75. Ecuación evaluación de nivel (método 2)

La ecuación del Cuadro 75 es utilizada para el cálculo del método 2 por evaluación de nivel. Las categorías clave por el método 2 - nivel son aquellas que, al sumarse conjuntamente en orden de magnitud descendente, totalizan el 90 por ciento del total de $LU_{x,t}$

La ecuación del Cuadro 76, es utilizada para el cálculo del método 2 por evaluación de tendencia. Las categorías clave por el método 2 - tendencia son aquellas que, al sumarse conjuntamente en orden de magnitud descendente, totalizan el 90 por ciento del total de $TU_{x,t}$

Evaluación de tendencia (método 2)
Ecuación 4.5, Evaluación de tendencia (Método 2) (IPCC – 2006, volumen 1, capítulo 4)
$$TU_{x,t} = (T_{x,t} * U_{x,t})$$
Donde:
$TU_{x,t}$ = Evaluación de tendencia para la categoría *x* del último año del inventario (año *t*) con incertidumbre.
$T_{x,t}$= Evaluación de tendencia computada como en la ecuación del Cuadro 73
$U_{x,t}$= Porcentaje de incertidumbre de la categoría en el año t. La incertidumbre relativa siempre tiene un signo positivo.

Cuadro 76. Ecuación evaluación de tendencia (método 2)

Categorías clave en el inventario de GEI con LULUCF

Las categorías clave se estimaron utilizando los métodos 1 y 2, tanto a nivel como en tendencia, con datos de emisiones y/o absorciones de los años 1990 y 2021, las incertidumbres de emisiones y/o absorciones para 2021 y un listado del nivel de agregación deseado. Los resultados se reportaron con las siguientes notaciones: método 1 – nivel (N1), método 1 – tendencia (T1), método 2 – nivel (N2) y método 2 – tendencia (T2).

Tabla 384. Resultados categorías clave con LULUCF método 1 – nivel (N1)

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (Gg CO2eq)	|Ex,t| (Gg CO2eq)	Lx,t (%)	Total acumulativo (%)
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO_2	40.187,15	40.187,15	12,34	12,34
1.A.3.b. Transporte por carretera	CO_2	34.686,51	34.686,51	10,65	22,98
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	CO_2	32.072,24	32.072,24	9,85	32,83
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	CO_2	18.855,39	18.855,39	5,79	38,62
5.A.1.a. Anaeróbico	CH_4	11.372,72	11.372,72	3,49	42,11
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	CO_2	10.884,22	10.884,22	3,34	45,45
3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo	CH_4	10.105,34	10.105,34	3,10	48,55
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	CH_4	9.664,92	9.664,92	2,97	51,52
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH_4	8.944,77	8.944,77	2,75	54,26
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CO_2	8.668,35	8.668,35	2,66	56,92
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO_2	-7.432,29	7.432,29	2,28	59,21
3.A.1.a.ii. Ganado Bovino Vacas de Baja Producción	CH_4	7.401,45	7.401,45	2,27	61,48
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO_2	7.130,21	7.130,21	2,19	63,67
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH_4	6.025,42	6.025,42	1,85	65,52
1.A.4.b. Residencial	CO_2	4.874,74	4.874,74	1,50	67,01
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO_2	-4.852,87	4.852,87	1,49	68,50
2.A.1. producción de cemento	CO_2	4.794,32	4.794,32	1,47	69,97
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO_2	4.774,61	4.774,61	1,47	71,44
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO_2	4.324,26	4.324,26	1,33	72,77
2.F.1. Refrigeracion y aire acondicionado	HFC	3.931,65	3.931,65	1,21	73,97
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO_2	3.755,41	3.755,41	1,15	75,13
4.B.1.a. Cultivo de café	CO_2	-3.339,24	3.339,24	1,03	76,15
4.B.1.l. Otro	CO_2	3.223,50	3.223,50	0,99	77,14
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH_4	3.188,83	3.188,83	0,98	78,12
1.A.3.e. Otro transporte	CO_2	3.057,03	3.057,03	0,94	79,06
1.A.3.a. Aviación nacional	CO_2	3.052,59	3.052,59	0,94	80,00
3.A.1.a.v. Ganado Bovino Terneros pre-destetos	CH_4	2.982,82	2.982,82	0,92	80,91
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO_2	2.810,81	2.810,81	0,86	81,77
4.B.1.a. Cultivo de café	CO_2	2.720,42	2.720,42	0,84	82,61
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	N_2O	2.323,52	2.323,52	0,71	83,32
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CH_4	2.225,99	2.225,99	0,68	84,01
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO_2	2.197,51	2.197,51	0,67	84,68
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	N_2O	2.141,13	2.141,13	0,66	85,34
3.A.1.a.i. Ganado Bovino Vacas de Alta Producción	CH_4	2.139,82	2.139,82	0,66	85,99

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (Gg CO2eq)	|Ex,t| (Gg CO2eq)	Lx,t (%)	Total acumulativo (%)
4.B.1.c. Cacao	CO_2	-2.131,94	2.131,94	0,65	86,65
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO_2	1.950,63	1.950,63	0,60	87,25
4.B.1.b. Palma de aceite	CO_2	-1.777,15	1.777,15	0,55	87,79
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO_2	1.655,60	1.655,60	0,51	88,30
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	CO_2	1.585,83	1.585,83	0,49	88,79
1.A.2.a. Hierro y acero	CO_2	1.422,12	1.422,12	0,44	89,23
1.B.2.b. Gas natural	CH_4	1.358,31	1.358,31	0,42	89,64
4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	CO_2	-1.357,32	1.357,32	0,42	90,06
1.A.4.b. Residencial	CH_4	1.328,32	1.328,32	0,41	90,47
1.A.2.g. Otros	CO_2	1.255,22	1.255,22	0,39	90,85
3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	1.188,41	1.188,41	0,36	91,22
1.A.2.c. Productos químicos	CO_2	1.181,23	1.181,23	0,36	91,58
3.A.1.a.iv. Ganado Bovino Toros utilizados con fines reproductivos	CH_4	1.162,84	1.162,84	0,36	91,94
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CH_4	1.148,09	1.148,09	0,35	92,29
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO_2	1.093,13	1.093,13	0,34	92,62
3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	1.073,66	1.073,66	0,33	92,95
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	CO_2	883,58	883,58	0,27	93,23
3.A.4.a. Búfalos	CH_4	789,47	789,47	0,24	93,47
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CO_2	768,86	768,86	0,24	93,70
2.C.1. Producción de hierro y acero.	CO_2	755,64	755,64	0,23	93,94
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	N_2O	748,78	748,78	0,23	94,17
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O	711,56	711,56	0,22	94,38
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CH_4	677,37	677,37	0,21	94,59
3.A.4.e. Caballos	CH_4	671,22	671,22	0,21	94,80
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N_2O	629,57	629,57	0,19	94,99

Tabla 385. Resultados categorías clave con LULUCF método 1 – tendencia (T1)

Subcategoría IPCC	GEI	$E_{x,0}$ (Gg CO_2eq)	$E_{x,t}$ (Gg CO_2eq)	$T_{x,t}$	Contribución a la tendencia (%)	Total acumulativo (%)
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	CO_2	42.038,90	32.072,24	0,0889	13,75	13,75
1.A.3.b. Transporte por carretera	CO_2	17.286,01	34.686,51	0,0553	8,55	22,30
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	CO_2	10.111,82	627,80	0,0516	7,99	30,29
5.A.1.a. Anaeróbico	CH_4	1.327,88	11.372,72	0,0414	6,41	36,70
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	CO_2	16.160,33	10.884,22	0,0403	6,24	42,93
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO_2	-890,57	-7.432,29	0,0289	4,47	47,41
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	CO_2	19.666,74	18.855,39	0,0251	3,89	51,30
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO_2	1.262,74	7.130,21	0,0237	3,66	54,96
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO_2	0,00	-4.852,87	0,0207	3,21	58,16
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO_2	208,79	4.774,61	0,0193	2,98	61,14
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO_2	28.452,82	40.187,15	0,0188	2,90	64,05
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,00	3.931,65	0,0168	2,60	66,64
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH_4	2.495,72	6.025,42	0,0123	1,91	68,55
1.A.3.e. Otro transporte	CO_2	190,71	3.057,03	0,0120	1,86	70,41
4.B.1.a. Cultivo de café	CO_2	3.682,43	2.720,42	0,0082	1,26	71,67
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH_4	4.642,72	7.401,45	0,0067	1,03	72,71
3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo	CH_4	6.831,55	10.105,34	0,0065	1,00	73,70
4.B.1.b. Palma de aceite	CO_2	-367,50	-1.777,15	0,0064	0,99	74,70
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO_2	2.487,23	1.655,60	0,0063	0,97	75,67

Subcategoría IPCC	GEI	$E_{x,0}$ (Gg CO_2eq)	$E_{x,t}$ (Gg CO_2eq)	$T_{x,t}$	Contribución a la tendencia (%)	Total acumulativo (%)
1.A.3.a. Aviación nacional	CO_2	1.312,83	3.052,59	0,0060	0,93	76,60
2.A.1. producción de cemento	CO_2	2.739,65	4.794,32	0,0058	0,89	77,49
1.A.4.b. Residencial	CH_4	2.104,90	1.328,32	0,0056	0,87	78,36
1.A.4.b. Residencial	CO_2	2.826,45	4.874,74	0,0056	0,87	79,23
4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	CO_2	-125,17	-1.357,32	0,0054	0,84	80,07
4.B.1.c. Cacao	CO_2	-1.169,50	-2.131,94	0,0054	0,84	80,90
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO_2	3.932,92	3.755,41	0,0051	0,79	81,69
4.B.1.a. Cultivo de café	CO_2	-2.967,43	-3.339,24	0,0049	0,75	82,44
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO_2	1.351,80	2.810,81	0,0047	0,73	83,17
4.B.1.l. Otro	CO_2	1.687,53	3.223,50	0,0047	0,73	83,90
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CO_2	6.050,48	8.668,35	0,0045	0,70	84,60
3.A.1.a.iii. Ganado Bovino Vacas para producción de carne	CH_4	6.287,18	8.944,77	0,0044	0,68	85,28
1.B.2.b. Gas natural	CH_4	269,72	1.358,31	0,0044	0,67	85,96
3.A.1.a.vii. Ganado Bovino Ganado de engorde	CH_4	6.975,92	9.664,92	0,0038	0,59	86,54
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH_4	1.854,80	3.188,83	0,0037	0,57	87,11
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO_2	225,19	1.093,13	0,0035	0,54	87,64
3.A.4.a. Búfalos	CH_4	15,84	789,47	0,0033	0,51	88,15
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO_2	681,37	112,64	0,0032	0,49	88,64
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O	51,51	711,56	0,0028	0,43	89,07
3.A.1.a.v. Ganado Bovino Terneros pre-destetos	CH_4	1.887,29	2.982,82	0,0026	0,40	89,47
3.A.4.e. Caballos	CH_4	995,40	671,22	0,0025	0,38	89,86
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO_2	1.295,61	2.197,51	0,0024	0,38	90,23
1.A.2.a. Hierro y acero	CO_2	681,76	1.422,12	0,0024	0,37	90,60
3.A.1.a.i. Ganado Bovino Vacas de Alta Producción	CH_4	1.296,62	2.139,82	0,0022	0,34	90,94
4.B.1.e. Caucho	CO_2	-55,07	-549,25	0,0022	0,34	91,28
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	CO_2	888,67	1.585,83	0,0020	0,31	91,59
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CO_2	258,79	768,86	0,0019	0,29	91,88
4(IV).A.1.b. Incendios forestales	CH_4	373,86	38,17	0,0018	0,29	92,16
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N_2O	201,59	629,57	0,0016	0,25	92,41
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CH_4	1.476,47	2.225,99	0,0016	0,24	92,66
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH_4	355,04	98,80	0,0015	0,23	92,89
4.G.1.a. Madera aserrada	CO_2	0,00	346,46	0,0015	0,23	93,11
4.B.1.d. Aguacate	CO_2	-35,28	-371,64	0,0015	0,23	93,34
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CH_4	640,61	1.148,09	0,0015	0,23	93,57
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	CO_2	483,24	298,52	0,0013	0,20	93,77
4.B.1.g. Limón	CO_2	-1,96	-310,01	0,0013	0,20	93,98
4.B.1.i. Naranja	CO_2	-21,90	-311,09	0,0013	0,19	94,17
1.A.2.c. Productos químicos	CO_2	707,24	1.181,23	0,0012	0,19	94,36
3.D.2.b.iv. Lixiviación/escurrimiento Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O	22,69	313,37	0,0012	0,19	94,55
4.B.1.b. Palma de aceite	CO_2	8,68	272,65	0,0011	0,17	94,73
5.A.3. Sitios de eliminación de residuos sin categoría	CH_4	448,28	309,82	0,0011	0,17	94,89

Tabla 386. Resultados categorías clave con LULUCF método 2 – nivel (N2)

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (Gg CO_2eq)	|Ex,t| (Gg CO_2eq)	$L_{x,t}$ (%)	$U_{x,t}$ (%)	$LU_{x,t}$ (%)	Total acumulativo (%)
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	CO_2	32.072,24	32.072,24	9,85	16,98	9,49	9,49

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (Gg CO_2eq)	|Ex,t| (Gg CO_2eq)	$L_{x,t}$ (%)	$U_{x,t}$ (%)	$LU_{x,t}$ (%)	Total acumulativo (%)
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO_2	40.187,15	40.187,15	12,34	9,36	6,56	16,05
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	CO_2	18.855,39	18.855,39	5,79	15,47	5,09	21,14
5.A.1.a. Anaeróbico	CH_4	11.372,72	11.372,72	3,49	22,92	4,54	25,68
1.A.3.b. Transporte por carretera	CO_2	34.686,51	34.686,51	10,65	5,24	3,17	28,85
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO_2	4.324,26	4.324,26	1,33	41,81	3,15	32,00
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	CO_2	10.884,22	10.884,22	3,34	15,88	3,01	35,01
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO_2	2.197,51	2.197,51	0,67	71,46	2,74	37,75
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO_2	-7.432,29	7.432,29	2,28	18,46	2,39	40,14
3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo	CH_4	10.105,34	10.105,34	3,10	11,92	2,10	42,24
1.A.4.b. Residencial	CH_4	1.328,32	1.328,32	0,41	85,48	1,98	44,22
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	CH_4	9.664,92	9.664,92	2,97	11,44	1,93	46,15
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH_4	7.401,45	7.401,45	2,27	14,90	1,92	48,07
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH_4	8.944,77	8.944,77	2,75	12,04	1,88	49,95
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO_2	2.810,81	2.810,81	0,86	36,40	1,78	51,73
2.A.1. producción de cemento	CO_2	4.794,32	4.794,32	1,47	20,62	1,72	53,46
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH_4	3.188,83	3.188,83	0,98	30,21	1,68	55,14
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO_2	7.130,21	7.130,21	2,19	13,15	1,63	56,77
2.F.1. Refrigeracion y aire acondicionado	HFC	3.931,65	3.931,65	1,21	23,60	1,62	58,39
3.A.1.a.v. Ganado Bovino Terneros pre-destetos	CH_4	2.982,82	2.982,82	0,92	29,52	1,54	59,92
1.A.4.b. Residencial	CO_2	4.874,74	4.874,74	1,50	17,96	1,53	61,45
1.B.2.b. Gas natural	CH_4	1.358,31	1.358,31	0,42	64,39	1,52	62,98
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CH_4	1.148,09	1.148,09	0,35	67,82	1,36	64,33
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CH_4	2.225,99	2.225,99	0,68	34,50	1,34	65,67
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH_4	6.025,42	6.025,42	1,85	12,19	1,28	66,95
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO_2	1.950,63	1.950,63	0,60	37,14	1,26	68,21
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO_2	4.774,61	4.774,61	1,47	14,78	1,23	69,44
4.B.1.a. Cultivo de café	CO_2	-3.339,24	3.339,24	1,03	19,65	1,14	70,59
3.A.1.a.i. Ganado Bovino Vacas de Alta Producción	CH_4	2.139,82	2.139,82	0,66	30,19	1,13	71,72
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CO_2	8.668,35	8.668,35	2,66	7,45	1,13	72,84
1.A.3.a. Aviación nacional	CO_2	3.052,59	3.052,59	0,94	21,02	1,12	73,96
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO_2	-4.852,87	4.852,87	1,49	12,03	1,02	74,98
1.A.3.e. Otro transporte	CO_2	3.057,03	3.057,03	0,94	18,88	1,01	75,98
4.B.1.c. Cacao	CO_2	-2.131,94	2.131,94	0,65	26,92	1,00	76,98
4.B.1.l. Otro	CO_2	3.223,50	3.223,50	0,99	16,86	0,95	77,93
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CH_4	677,37	677,37	0,21	79,36	0,94	78,87
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	N_2O	2.323,52	2.323,52	0,71	22,70	0,92	79,79
1.A.2.a. Hierro y acero	CO_2	1.422,12	1.422,12	0,44	36,06	0,89	80,68
4.B.1.a. Cultivo de café	CO_2	2.720,42	2.720,42	0,84	17,35	0,82	81,51
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	N_2O	2.141,13	2.141,13	0,66	21,81	0,81	82,32
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	N_2O	748,78	748,78	0,23	57,49	0,75	83,07
1.A.2.c. Productos químicos	CO_2	1.181,23	1.181,23	0,36	35,55	0,73	83,80
3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	1.188,41	1.188,41	0,36	34,69	0,72	84,52
3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	1.073,66	1.073,66	0,33	36,30	0,68	85,20
4.B.1.b. Palma de aceite	CO_2	-1.777,15	1.777,15	0,55	21,37	0,66	85,86

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (Gg CO_2eq)	|Ex,t| (Gg CO_2eq)	$L_{x,t}$ (%)	$U_{x,t}$ (%)	$LU_{x,t}$ (%)	Total acumulativo (%)
3.A.4.a. Búfalos	CH_4	789,47	789,47	0,24	37,20	0,51	86,37
1.A.2.g. Otros	CO_2	1.255,22	1.255,22	0,39	23,27	0,51	86,88
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO_2	3.755,41	3.755,41	1,15	7,34	0,48	87,36
1.A.3.b. Transporte por carretera	N_2O	508,99	508,99	0,16	52,87	0,47	87,83
4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	CO_2	-1.357,32	1.357,32	0,42	17,75	0,42	88,25
2.C.1. Producción de hierro y acero.	CO_2	755,64	755,64	0,23	30,77	0,41	88,66
4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	CO_2	1.585,83	1.585,83	0,49	14,42	0,40	89,06
3.A.4.e. Caballos	CH_4	671,22	671,22	0,21	33,80	0,40	89,45
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO_2	1.093,13	1.093,13	0,34	20,66	0,39	89,85

Tabla 387. Resultados categorías clave con LULUCF método 2 – tendencia (T2)

Subcategoría IPCC	GEI	$E_{x,0}$ (Gg CO_2eq)	$E_{x,t}$ (Gg CO_2eq)	$T_{x,t}$	$U_{x,t}$ (%)	$TU_{x,t}$ (%)	Contribución a la tendencia (%)	Total acumulativo (%)
4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	CO_2	42.038,90	32.072,24	0,0889	16,98	1,51	12,56	12,56
5.A.1.a. Anaeróbico	CH_4	1.327,88	11.372,72	0,0414	22,92	0,95	7,90	20,46
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	CO_2	10.111,82	627,80	0,0516	14,90	0,77	6,40	26,86
4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	CO_2	16.160,33	10.884,22	0,0403	15,88	0,64	5,33	32,19
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO_2	-890,57	-7.432,29	0,0289	18,46	0,53	4,44	36,63
1.A.4.b. Residencial	CH_4	2.104,90	1.328,32	0,0056	85,48	0,48	4,01	40,64
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,00	3.931,65	0,0168	23,60	0,40	3,30	43,94
4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	CO_2	19.666,74	18.855,39	0,0251	15,47	0,39	3,23	47,17
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO_2	1.262,74	7.130,21	0,0237	13,15	0,31	2,59	49,76
1.A.3.b. Transporte por carretera	CO_2	17.286,01	34.686,51	0,0553	5,24	0,29	2,41	52,17
4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	CO_2	208,79	4.774,61	0,0193	14,78	0,28	2,37	54,54
1.B.2.b. Gas natural	CH_4	269,72	1.358,31	0,0044	64,39	0,28	2,33	56,87
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO_2	0,00	-4.852,87	0,0207	12,03	0,25	2,08	58,95
1.A.3.e. Otro transporte	CO_2	190,71	3.057,03	0,0120	18,88	0,23	1,89	60,83
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	CO_2	28.452,82	40.187,15	0,0188	9,36	0,18	1,46	62,30
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO_2	1.295,61	2.197,51	0,0024	71,46	0,17	1,44	63,74
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO_2	1.351,80	2.810,81	0,0047	36,40	0,17	1,44	65,17
4.B.1.a. Cultivo de café	CO_2	3.682,43	2.720,42	0,0082	19,65	0,16	1,34	66,51
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH_4	2.495,72	6.025,42	0,0123	12,19	0,15	1,25	67,76
4.B.1.c. Cacao	CO_2	-1.169,50	-2.131,94	0,0054	26,92	0,15	1,21	68,97
4.B.1.b. Palma de aceite	CO_2	-367,50	-1.777,15	0,0064	21,37	0,14	1,14	70,11
1.A.3.a. Aviación nacional	CO_2	1.312,83	3.052,59	0,0060	21,02	0,13	1,05	71,16
3.A.4.a. Búfalos	CH_4	15,84	789,47	0,0033	37,20	0,12	1,02	72,18
2.A.1. producción de cemento	CO_2	2.739,65	4.794,32	0,0058	20,62	0,12	0,99	73,16
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH_4	1.854,80	3.188,83	0,0037	30,21	0,11	0,92	74,08
1.A.4.b. Residencial	CO_2	2.826,45	4.874,74	0,0056	17,96	0,10	0,84	74,92

Subcategoría IPCC	GEI	$E_{x,0}$ (Gg CO_2eq)	$E_{x,t}$ (Gg CO_2eq)	$T_{x,t}$	$U_{x,t}$ (%)	$TU_{x,t}$ (%)	Contribución a la tendencia (%)	Total acumulativo (%)
3.A.1.a.ii. Ganado Bovino Vacas de Baja Producción	CH_4	4.642,72	7.401,45	0,0067	14,90	0,10	0,83	75,75
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CH_4	640,61	1.148,09	0,0015	67,82	0,10	0,82	76,57
4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	CO_2	-125,17	-1.357,32	0,0054	17,75	0,10	0,80	77,37
1.A.2.a. Hierro y acero	CO_2	681,76	1.422,12	0,0024	36,06	0,09	0,72	78,10
4.B.1.a. Cultivo de café	CO_2	-2.967,43	-3.339,24	0,0049	17,35	0,08	0,70	78,80
3.A.4.e. Caballos	CH_4	995,40	671,22	0,0025	33,80	0,08	0,70	79,49
1.A.4.b. Residencial	N_2O	261,75	166,78	0,0007	116,29	0,08	0,67	80,17
4.B.1.l. Otro	CO_2	1.687,53	3.223,50	0,0047	16,86	0,08	0,66	80,83
3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo	CH_4	6.831,55	10.105,34	0,0065	11,92	0,08	0,64	81,47
1.A.3.e. Otro transporte	N_2O	19,47	231,33	0,0009	87,00	0,08	0,64	82,11
3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	CH_4	1.887,29	2.982,82	0,0026	29,52	0,08	0,64	82,74
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CO_2	2.487,23	1.655,60	0,0063	11,68	0,07	0,61	83,36
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO_2	225,19	1.093,13	0,0035	20,66	0,07	0,59	83,95
3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción	CH_4	1.296,62	2.139,82	0,0022	30,19	0,07	0,55	84,50
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH_4	355,04	98,80	0,0015	40,00	0,06	0,49	84,99
1.A.3.b. Transporte por carretera	N_2O	204,23	508,99	0,0011	52,87	0,06	0,47	85,46
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO_2	681,37	112,64	0,0032	17,40	0,06	0,46	85,92
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CH_4	1.476,47	2.225,99	0,0016	34,50	0,05	0,45	86,38
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH_4	6.287,18	8.944,77	0,0044	12,04	0,05	0,44	86,82
4.G.1.a. Madera aserrada	CO_2	0,00	346,46	0,0015	35,07	0,05	0,43	87,25
4(IV).A.1.b. Incendios forestales	CH_4	373,86	38,17	0,0018	27,69	0,05	0,43	87,68
2.G.1. Equipos eléctricos	SF6	41,70	199,63	0,0006	79,06	0,05	0,41	88,09
4.B.1.e. Caucho	CO_2	-55,07	-549,25	0,0022	22,79	0,05	0,41	88,50
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O	51,51	711,56	0,0028	17,37	0,05	0,40	88,90
4.B.1.d. Aguacate	CO_2	-35,28	-371,64	0,0015	32,18	0,05	0,40	89,30
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	N_2O	748,78	748,78	0,0008	57,49	0,05	0,39	89,69

Categorías clave en el inventario de GEI sin LULUCF

A continuación, se muestran los resultados de las subcategorías clave, excluyendo el sector de Silvicultura y el uso y cambio de uso de la tierra.

Tabla 388. Resultados categorías clave sin LULUCF método 1 – nivel (N1)

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (Gg CO2eq)	|Ex,t| (Gg CO2eq)	Lx,t (%)	Total acumulativo (%)
1.A.3.b. Transporte por carretera	CO_2	34.686,51	34.686,51	18,90	18,90
5.A.1.a. Anaeróbico	CH_4	11.372,72	11.372,72	6,20	25,10
3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo	CH_4	10.105,34	10.105,34	5,51	30,61
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	CH_4	9.664,92	9.664,92	5,27	35,87
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH_4	8.944,77	8.944,77	4,87	40,75
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CO_2	8.668,35	8.668,35	4,72	45,47
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH_4	7.401,45	7.401,45	4,03	49,51
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO_2	7.130,21	7.130,21	3,89	53,39
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH_4	6.025,42	6.025,42	3,28	56,68
1.A.4.b. Residencial	CO_2	4.874,74	4.874,74	2,66	59,33
2.A.1. producción de cemento	CO_2	4.794,32	4.794,32	2,61	61,95

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (Gg CO2eq)	|Ex,t| (Gg CO2eq)	Lx,t (%)	Total acumulativo (%)
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO_2	4.324,26	4.324,26	2,36	64,30
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC	3.931,65	3.931,65	2,14	66,44
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO_2	3.755,41	3.755,41	2,05	68,49
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH_4	3.188,83	3.188,83	1,74	70,23
1.A.3.e. Otro transporte	CO_2	3.057,03	3.057,03	1,67	71,89
1.A.3.a. Aviación nacional	CO_2	3.052,59	3.052,59	1,66	73,56
3.A.1.a.v. Ganado Bovino Terneros pre-destetos	CH_4	2.982,82	2.982,82	1,63	75,18
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO_2	2.810,81	2.810,81	1,53	76,72
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	N_2O	2.323,52	2.323,52	1,27	77,98
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CH_4	2.225,99	2.225,99	1,21	79,19
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO_2	2.197,51	2.197,51	1,20	80,39
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	N_2O	2.141,13	2.141,13	1,17	81,56
3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción	CH_4	2.139,82	2.139,82	1,17	82,73
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO_2	1.950,63	1.950,63	1,06	83,79
1.A.2.a. Hierro y acero	CO_2	1.422,12	1.422,12	0,78	84,56
1.B.2.b. Gas natural	CH_4	1.358,31	1.358,31	0,74	85,30
1.A.4.b. Residencial	CH_4	1.328,32	1.328,32	0,72	86,03
1.A.2.g. Otros	CO_2	1.255,22	1.255,22	0,68	86,71
3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	1.188,41	1.188,41	0,65	87,36
1.A.2.c. Productos químicos	CO_2	1.181,23	1.181,23	0,64	88,00
3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	CH_4	1.162,84	1.162,84	0,63	88,64
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CH_4	1.148,09	1.148,09	0,63	89,26
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO_2	1.093,13	1.093,13	0,60	89,86
3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	1.073,66	1.073,66	0,59	90,44
3.A.4.a. Búfalos	CH_4	789,47	789,47	0,43	90,87
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CO_2	768,86	768,86	0,42	91,29
2.C.1. Producción de hierro y acero.	CO_2	755,64	755,64	0,41	91,70
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	N_2O	748,78	748,78	0,41	92,11
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O	711,56	711,56	0,39	92,50
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CH_4	677,37	677,37	0,37	92,87
3.A.4.e. Caballos	CH4	671,22	671,22	0,37	93,23
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N_2O	629,57	629,57	0,34	93,58
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	N_2O	623,05	623,05	0,34	93,92
1.A.3.b. Transporte por carretera	N_2O	508,99	508,99	0,28	94,19
3.C.1. Arroz riego	CH_4	467,50	467,50	0,25	94,45
3.D.2.b.i. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N inorgánicos	N_2O	407,16	407,16	0,22	94,67
3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad	CH_4	399,56	399,56	0,22	94,89

Tabla 389. Resultados categorías clave sin LULUCF método 1 – tendencia (T1)

Subcategoría IPCC	GEI	$E_{x,0}$ (Gg CO_2eq)	$E_{x,t}$ (Gg CO_2eq)	$T_{x,t}$	Contribución a la tendencia (%)	Total acumulativo (%)
5.A.1.a. Anaeróbico	CH_4	1.327,88	11.372,72	0,0888	13,82	13,82
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO_2	1.262,74	7.130,21	0,0479	7,46	21,27
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,00	3.931,65	0,0390	6,07	27,34
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO_2	3.932,92	3.755,41	0,0337	5,24	32,58
1.A.3.b. Transporte por carretera	CO_2	17.286,01	34.686,51	0,0321	5,00	37,59
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	CH_4	6.975,92	9.664,92	0,0300	4,67	42,25

Subcategoría IPCC	GEI	$E_{x,0}$ (Gg CO_2eq)	$E_{x,t}$ (Gg CO_2eq)	$T_{x,t}$	Contribución a la tendencia (%)	Total acumulativo (%)
1.A.3.e. Otro transporte	CO_2	190,71	3.057,03	0,0269	4,18	46,43
1.A.4.b. Residencial	CH_4	2.104,90	1.328,32	0,0248	3,86	50,29
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH_4	6.287,18	8.944,77	0,0247	3,84	54,13
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CO_2	6.050,48	8.668,35	0,0232	3,61	57,74
3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo	CH_4	6.831,55	10.105,34	0,0230	3,58	61,32
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO_2	3.394,17	4.324,26	0,0183	2,85	64,18
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH_4	2.495,72	6.025,42	0,0147	2,29	66,47
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO_2	1.738,32	1.950,63	0,0120	1,87	68,34
3.A.4.e. Caballos	CH_4	995,40	671,22	0,0113	1,76	70,09
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH_4	4.642,72	7.401,45	0,0103	1,61	71,71
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	N_2O	1.845,17	2.323,52	0,0102	1,59	73,30
1.B.2.b. Gas natural	CH_4	269,72	1.358,31	0,0086	1,34	74,64
3.A.4.a. Búfalos	CH_4	15,84	789,47	0,0075	1,17	75,81
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO_2	225,19	1.093,13	0,0068	1,05	76,87
1.A.3.a. Aviación nacional	CO_2	1.312,83	3.052,59	0,0066	1,03	77,89
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O	51,51	711,56	0,0061	0,95	78,84
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	N_2O	748,78	748,78	0,0061	0,95	79,79
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	N_2O	1.509,75	2.141,13	0,0060	0,93	80,72
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	CO_2	483,24	298,52	0,0058	0,90	81,62
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH_4	355,04	98,80	0,0054	0,84	82,46
1.A.2.g. Otros	CO_2	980,94	1.255,22	0,0052	0,82	83,28
5.A.3. Sitios de eliminación de residuos sin categoría	CH_4	448,28	309,82	0,0050	0,78	84,06
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CH_4	1.476,47	2.225,99	0,0046	0,71	84,77
3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	CH_4	1.887,29	2.982,82	0,0045	0,69	85,46
3.C.1. Arroz riego	CH_4	486,93	467,50	0,0041	0,65	86,11
3.A.2.a.i. Ovinos	CH_4	356,58	249,16	0,0040	0,62	86,72
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO_2	1.351,80	2.810,81	0,0035	0,54	87,27
2.C.1. Producción de hierro y acero.	CO_2	599,47	755,64	0,0033	0,52	87,78
1.A.4.b. Residencial	N_2O	261,75	166,78	0,0031	0,48	88,26
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CO_2	258,79	768,86	0,0030	0,46	88,72
3.D.2.b.iv. Lixiviación/escurrimiento Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O	22,69	313,37	0,0027	0,42	89,14
1.A.4.b. Residencial	CO_2	2.826,45	4.874,74	0,0026	0,41	89,55
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N_2O	201,59	629,57	0,0026	0,41	89,96
3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	CH_4	766,66	1.162,84	0,0023	0,36	90,32
3.H. Aplicación de urea	CO_2	245,92	217,73	0,0023	0,35	90,67
3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	777,25	1.188,41	0,0022	0,35	91,02
3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción	CH_4	1.296,62	2.139,82	0,0022	0,34	91,36
3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	704,13	1.073,66	0,0021	0,32	91,67
1.A.3.e. Otro transporte	N_2O	19,47	231,33	0,0019	0,30	91,98
2.A.1. producción de cemento	CO_2	2.739,65	4.794,32	0,0019	0,29	92,27
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH_4	1.854,80	3.188,83	0,0018	0,29	92,55
1.A.2.a. Hierro y acero	CO_2	681,76	1.422,12	0,0018	0,28	92,84
3.D.2.b.i. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N inorgánicos	N_2O	321,97	407,16	0,0018	0,28	93,11

Subcategoría IPCC	GEI	$E_{x,0}$ (Gg CO_2eq)	$E_{x,t}$ (Gg CO_2eq)	$T_{x,t}$	Contribución a la tendencia (%)	Total acumulativo (%)
2.F.2. Agentes espumantes	HFC	0,00	170,63	0,0017	0,26	93,37
5.C.2.b. No biogénicos	CO_2	270,42	323,14	0,0017	0,26	93,63
1.A.2.b. Metales no ferrosos	CO_2	127,20	399,36	0,0017	0,26	93,89
3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses	CH_4	277,14	342,33	0,0016	0,25	94,14
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO_2	1.295,61	2.197,51	0,0016	0,25	94,39
2.B.1. producción de amoníaco	CO_2	185,16	181,71	0,0015	0,24	94,63
3.B.4.g.ii. Pollos de engorde	CH_4	57,95	252,83	0,0015	0,23	94,86

Tabla 390. Resultados categorías clave sin LULUCF método 2 – nivel (N2)

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (Gg CO_2eq)	|Ex,t| (Gg CO_2eq)	$L_{x,t}$ (%)	$U_{x,t}$ (%)	$LU_{x,t}$ (%)	Total acumulativo (%)
5.A.1.a. Anaeróbico	CH_4	11.372,72	11.372,72	6,20	22,92	7,17	7,17
1.A.3.b. Transporte por carretera	CO_2	34.686,51	34.686,51	18,90	5,24	5,00	12,17
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO_2	4.324,26	4.324,26	2,36	41,81	4,97	17,14
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO_2	2.197,51	2.197,51	1,20	71,46	4,32	21,46
3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo	CH_4	10.105,34	10.105,34	5,51	11,92	3,31	24,78
1.A.4.b. Residencial	CH_4	1.328,32	1.328,32	0,72	85,48	3,12	27,90
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	CH_4	9.664,92	9.664,92	5,27	11,44	3,04	30,94
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH_4	7.401,45	7.401,45	4,03	14,90	3,04	33,98
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH_4	8.944,77	8.944,77	4,87	12,04	2,96	36,94
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO_2	2.810,81	2.810,81	1,53	36,40	2,82	39,76
2.A.1. producción de cemento	CO_2	4.794,32	4.794,32	2,61	20,62	2,72	42,48
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH_4	3.188,83	3.188,83	1,74	30,21	2,65	45,13
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO_2	7.130,21	7.130,21	3,89	13,15	2,58	47,71
2.F.1. Refrigeracion y aire acondicionado	HFC	3.931,65	3.931,65	2,14	23,60	2,55	50,26
3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	CH_4	2.982,82	2.982,82	1,63	29,52	2,42	52,68
1.A.4.b. Residencial	CO_2	4.874,74	4.874,74	2,66	17,96	2,41	55,09
1.B.2.b. Gas natural	CH_4	1.358,31	1.358,31	0,74	64,39	2,41	57,50
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CH_4	1.148,09	1.148,09	0,63	67,82	2,14	59,64
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CH_4	2.225,99	2.225,99	1,21	34,50	2,11	61,75
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH_4	6.025,42	6.025,42	3,28	12,19	2,02	63,78
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO_2	1.950,63	1.950,63	1,06	37,14	1,99	65,77
3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción	CH_4	2.139,82	2.139,82	1,17	30,19	1,78	67,55
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CO_2	8.668,35	8.668,35	4,72	7,45	1,78	69,32
1.A.3.a. Aviación nacional	CO_2	3.052,59	3.052,59	1,66	21,02	1,77	71,09
1.A.3.e. Otro transporte	CO_2	3.057,03	3.057,03	1,67	18,88	1,59	72,68
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CH_4	677,37	677,37	0,37	79,36	1,48	74,16
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	N_2O	2.323,52	2.323,52	1,27	22,70	1,45	75,61
1.A.2.a. Hierro y acero	CO_2	1.422,12	1.422,12	0,78	36,06	1,41	77,02
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	N_2O	2.141,13	2.141,13	1,17	21,81	1,28	78,30
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	N_2O	748,78	748,78	0,41	57,49	1,18	79,49
1.A.2.c. Productos químicos	CO_2	1.181,23	1.181,23	0,64	35,55	1,16	80,64
3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	1.188,41	1.188,41	0,65	34,69	1,13	81,78
3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	1.073,66	1.073,66	0,59	36,30	1,07	82,85
3.A.4.a. Búfalos	CH_4	789,47	789,47	0,43	37,20	0,81	83,66
1.A.2.g. Otros	CO_2	1.255,22	1.255,22	0,68	23,27	0,80	84,46
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO_2	3.755,41	3.755,41	2,05	7,34	0,76	85,22
1.A.3.b. Transporte por carretera	N_2O	508,99	508,99	0,28	52,87	0,74	85,96

Subcategoría IPCC	GEI	Ex,t (Gg CO_2eq)	|Ex,t| (Gg CO_2eq)	$L_{x,t}$ (%)	$U_{x,t}$ (%)	$LU_{x,t}$ (%)	Total acumulativo (%)
2.C.1. Producción de hierro y acero.	CO_2	755,64	755,64	0,41	30,77	0,64	86,60
3.A.4.e. Caballos	CH_4	671,22	671,22	0,37	33,80	0,62	87,22
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO_2	1.093,13	1.093,13	0,60	20,66	0,62	87,85
3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	CH_4	1.162,84	1.162,84	0,63	19,24	0,62	88,46
1.A.3.e. Otro transporte	N_2O	231,33	231,33	0,13	87,00	0,55	89,02
1.A.4.b. Residencial	N_2O	166,78	166,78	0,09	116,29	0,53	89,55
1.A.3.b. Transporte por carretera	CH_4	244,55	244,55	0,13	65,83	0,44	89,99

Tabla 391. Resultados categorías clave sin LULUCF método 2 – tendencia (T2)

Subcategoría IPCC	GEI	$E_{x,0}$ (Gg CO_2eq)	$E_{x,t}$ (Gg CO_2eq)	$T_{x,t}$	$U_{x,t}$ (%)	$TU_{x,t}$ (%)	Contribución a la tendencia (%)	Total acumulativo (%)
1.A.4.b. Residencial	CH4	2.104,90	1.328,32	0,0248	85,48	2,12	13,50	13,50
5.A.1.a. Anaeróbico	CH_4	1.327,88	11.372,72	0,0888	22,92	2,04	12,96	26,46
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,00	3.931,65	0,0390	23,60	0,92	5,86	32,32
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO_2	3.394,17	4.324,26	0,0183	41,81	0,77	4,88	37,21
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras energías.	CO_2	1.262,74	7.130,21	0,0479	13,15	0,63	4,01	41,22
1.B.2.b. Gas natural	CH_4	269,72	1.358,31	0,0086	64,39	0,55	3,53	44,75
1.A.3.e. Otro transporte	CO_2	190,71	3.057,03	0,0269	18,88	0,51	3,23	47,98
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO_2	1.738,32	1.950,63	0,0120	37,14	0,45	2,84	50,82
3.A.4.e. Caballos	CH_4	995,40	671,22	0,0113	33,80	0,38	2,43	53,25
1.A.4.b. Residencial	N_2O	261,75	166,78	0,0031	116,29	0,36	2,27	55,52
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)	N_2O	748,78	748,78	0,0061	57,49	0,35	2,23	57,75
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	CH_4	6.975,92	9.664,92	0,0300	11,44	0,34	2,18	59,94
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	CH_4	6.287,18	8.944,77	0,0247	12,04	0,30	1,90	61,83
3.A.4.a. Búfalos	CH_4	15,84	789,47	0,0075	37,20	0,28	1,79	63,62
3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo	CH_4	6.831,55	10.105,34	0,0230	11,92	0,27	1,75	65,36
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO_2	3.932,92	3.755,41	0,0337	7,34	0,25	1,58	66,94
3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos	N_2O	1.845,17	2.323,52	0,0102	22,70	0,23	1,48	68,42
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH_4	355,04	98,80	0,0054	40,00	0,22	1,38	69,80
3.A.2.a.i. Ovinos	CH_4	356,58	249,16	0,0040	45,46	0,18	1,15	70,95
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH_4	2.495,72	6.025,42	0,0147	12,19	0,18	1,14	72,09
1.A.1.a. Producción de electricidad pública y calor como actividad principal	CO_2	6.050,48	8.668,35	0,0232	7,45	0,17	1,10	73,19
1.A.3.e. Otro transporte	N_2O	19,47	231,33	0,0019	87,00	0,17	1,08	74,27
1.A.3.b. Transporte por carretera	CO_2	17.286,01	34.686,51	0,0321	5,24	0,17	1,07	75,34
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón.	CH_4	1.476,47	2.225,99	0,0046	34,50	0,16	1,00	76,34
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	CH_4	4.642,72	7.401,45	0,0103	14,90	0,15	0,98	77,33
1.A.4.a. Comercial/institucional	CO_2	225,19	1.093,13	0,0068	20,66	0,14	0,89	78,22
1.A.3.a. Aviación nacional	CO_2	1.312,83	3.052,59	0,0066	21,02	0,14	0,88	79,10

Subcategoría IPCC	GEI	$E_{x,0}$ (Gg CO_2eq)	$E_{x,t}$ (Gg CO_2eq)	$T_{x,t}$	$U_{x,t}$ (%)	$TU_{x,t}$ (%)	Contribución a la tendencia (%)	Total acumulativo (%)
3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	CH_4	1.887,29	2.982,82	0,0045	29,52	0,13	0,84	79,94
3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.	N_2O	1.509,75	2.141,13	0,0060	21,81	0,13	0,83	80,77
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO_2	1.351,80	2.810,81	0,0035	36,40	0,13	0,81	81,58
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	CO_2	483,24	298,52	0,0058	21,24	0,12	0,78	82,36
1.A.2.g. Otros	CO_2	980,94	1.255,22	0,0052	23,27	0,12	0,78	83,14
5.A.3. Sitios de eliminación de residuos sin categoría	CH_4	448,28	309,82	0,0050	22,52	0,11	0,72	83,86
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO_2	1.295,61	2.197,51	0,0016	71,46	0,11	0,72	84,58
3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O	51,51	711,56	0,0061	17,37	0,11	0,68	85,25
3.D.2.b.iv. Lixiviación/escurrimiento Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N_2O	22,69	313,37	0,0027	38,77	0,10	0,67	85,92
2.C.1. Producción de hierro y acero.	CO_2	599,47	755,64	0,0033	30,77	0,10	0,65	86,57
2.G.1. Equipos eléctricos	SF_6	41,70	199,63	0,0012	79,06	0,10	0,62	87,19
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	CH_4	429,58	677,37	0,0010	79,36	0,08	0,52	87,71
3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	777,25	1.188,41	0,0022	34,69	0,08	0,49	88,20
3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo	N_2O	704,13	1.073,66	0,0021	36,30	0,07	0,47	88,68
1.A.3.b. Transporte por carretera	N_2O	204,23	508,99	0,0014	52,87	0,07	0,46	89,14
1.A.3.c. Ferrocarriles	CO_2	69,41	54,74	0,0007	92,97	0,07	0,42	89,56
1.A.3.b. Transporte por carretera	CH_4	189,91	244,55	0,0010	65,83	0,07	0,42	89,98

Anexo 1-2. Métodos para realizar el análisis de incertidumbre del INGEI de Colombia

La propagación de error es una técnica estadística basada en la combinación analítica de las incertidumbres de los diferentes parámetros que intervienen en las ecuaciones de cálculo de emisiones. Este se aplica para las categorías de Energía, IPPU y Residuos. Además, la agregación de la incertidumbre de las subcategorías, sectores y del INGEI se lleva a cabo exclusivamente utilizando este mismo método.

En los sectores de Agricultura y LULUCF, la variabilidad y complejidad de los sistemas biológicos y ecológicos exigen un enfoque más robusto y flexible para estimar la incertidumbre. Se utiliza la simulación Monte Carlo debido a su capacidad para manejar múltiples fuentes de incertidumbre. Sin embargo, la agregación de la incertidumbre de las subcategorías, sectores y del INGEI se realiza mediante el método de propagación de errores.

Los valores de incertidumbre acompañan a cada dato de actividad según su fuente respectiva. En caso de no estar disponibles, se recurre al juicio de expertos. Específicamente, para los sectores de Agricultura y LULUCF, se utiliza el método de Monte Carlo, considerando la incertidumbre asociada a cada una de las variables que componen los modelos utilizados en la estimación de los datos de actividad.

La incertidumbre de los factores de emisión por defecto se basa en las recomendaciones del IPCC 2006. Para los factores de emisión propios, los valores de incertidumbre provienen de la fuente respectiva de cada factor de emisión, y en algunos casos, se obtienen mediante el juicio de expertos.

11.1 Descripción metodológica para estimar la incertidumbre para Energía, IPPU, Residuos

11.1.1 Metodología para la estimación de incertidumbre por propagación de error.

El método de propagación de error, también conocido como Método 1, se basa en la idea de que la incertidumbre asociada con los datos de actividad y los factores de emisión se propaga a través de todo el inventario. Las ecuaciones del Cuadro 77 y Cuadro 78 se utilizan para aplicar este método, permitiendo calcular la incertidumbre desde una categoría específica del inventario hasta la incertidumbre de cada sector o de todo el inventario.

La ecuación del Cuadro 77 se utiliza para determinar la incertidumbre de una multiplicación de variables, mientras que la ecuación del Cuadro 78 se aplica cuando se suman o restan variables. En general, la ecuación del Cuadro 77 se usa para estimar la incertidumbre de subcategorías, mientras que la ecuación del Cuadro 78 se emplea para calcular las incertidumbres de categorías, sectores o de todo el inventario. Por empleo en la estimación de las incertidumbres de las emisiones (ver Tabla 394, Tabla 395, Tabla 396 en la sección de Resultados de incertidumbre asociada a los sectores en el presente anexo).

Combinación de incertidumbres – método 1 - multiplicación
Ecuación 3.2A, IPCC – 2019, volumen 1, capítulo 3. $$U_{emision} = \sqrt{U_{DA}^2 + U_{FE}^2}$$ Donde: $U_{emisión}$ = Incertidumbre de la emisión expresado en porcentaje. U_{AD}^2 = Incertidumbre asociada al dato de actividad expresado en porcentaje U_{FE}^2 = Incertidumbre asociada al factor de emisión expresado en porcentaje

Cuadro 77. Cálculo de la incertidumbre de una emisión.

Combinación de incertidumbres – método 1 – suma y resta
Ecuación 3.2, IPCC – 2019, volumen 1, capitulo 3.

$$U_{Total} = \frac{\sqrt{(U_1 * x_1)^2 + .. + (U_i * x_i)^2 + .. + (U_n * x_n)^2}}{|x_1 + .. + x_i + .. + x_n|}$$

Donde:

U_{total} = Incertidumbre total expresada en porcentaje.

U_n = Incertidumbre de la emisión (n) expresada en porcentaje

X_n = Emisión positiva o negativa asociada a la incertidumbre U_n

Cuadro 78. Cálculo de la incertidumbre total de una categoría, modulo o inventario

El Método 1 proporciona una estimación de la incertidumbre expresada como incertidumbre relativa a la media aritmética de los resultados del inventario. Experimentalmente, el método de propagación de error y las simulaciones de Monte Carlo muestran resultados similares cuando las incertidumbres relativas son inferiores al 100%. Sin embargo, a medida que la incertidumbre aumenta por encima de este nivel, el método de propagación de error tiende a subestimar sistemáticamente la incertidumbre. Para corregir esta subestimación, las Guías IPCC 2006 proponen las ecuaciones del Cuadro 79 y el Cuadro 80, que fueron calibradas para intervalos de incertidumbre entre el 10% y el 230%. Estas ecuaciones solo se aplican a incertidumbres mayores al 100% y menores al 230%, tal como recomiendan las guías IPCC 2006. Para incertidumbres superiores al 230%, no se ha realizado ninguna corrección.

Factor de corrección para medio intervalo de incertidumbre

Ecuación 3.3, IPCC – 2006, volumen 1, capitulo 3.

$$F_C = \left[\frac{(-0{,}720 + 1{,}092U - 1{,}63 * 10^{-3} + 1.11 * 10^{-5}U^3)}{U}\right]^2$$

Donde:

U = medio intervalo de incertidumbre estimado a partir de la propagación del error, en unidades de porcentaje.

Fc = Factor de corrección para la estimación analítica de la varianza, relación independiente de las dimensiones entre la incertidumbre corregida y la no corregida.

Cuadro 79. Factor de corrección para medio intervalo de incertidumbre.

Medio intervalo de incertidumbre corregido

Ecuación 3.4, IPCC – 2006, volumen 1, capitulo 3

$$U_{corregida} = U * F_C$$

Donde:

$U_{corregida}$ = Medio intervalo de incertidumbre estimado a partir de la propagación del error corregido, en unidades de porcentaje.

Cuadro 80. Medio intervalo de incertidumbre corregido

El cálculo de intervalos de confianza asimétricos para grandes incertidumbres es un proceso que se utiliza para estimar la incertidumbre en los resultados de modelos, especialmente cuando se trata de variables que son no negativas y donde la incertidumbre es considerable. Cada emisión tiene asociada una incertidumbre positiva y negativa. En algunos casos, la incertidumbre negativa puede superar el 100%. Sin embargo, para las emisiones de los sectores de Energía, IPPU y Residuos, la incertidumbre negativa debe limitarse a un máximo de 100%. Una incertidumbre negativa mayor al 100% indicaría que la emisión podría adquirir valores negativos, lo cual no es válido para estos sectores, ya que no existen sumideros de carbono. En estos casos, se utilizan las ecuaciones de los Cuadro 81, Cuadro 82 y Cuadro 83 propuestas en las guías IPCC 2006.

Intervalos asimétricos de confianza: media geométrica

Ecuación 3.5, IPCC – 2006, volumen 1, capitulo 3.

$$\mu_g = exp\left\{\ln(\mu) - \frac{1}{2} ln\left(1 + \left[\frac{U}{200}\right]^2\right)\right\}$$

Donde:

μg = media geométrica

μ = media aritmética.

Cuadro 81. Intervalos asimétricos de confianza: media geométrica

Intervalos asimétricos de confianza: desviación geométrica estándar
Ecuación 3.6, IPCC – 2006, volumen 1, capitulo 3.

$$\sigma_g = exp\left\{\sqrt{ln\left(1 + \left[\frac{U}{200}\right]^2\right)}\right\}$$

Donde:

σ_g = desviación geométrica estándar

Cuadro 82. Intervalos asimétricos de confianza: desviación geométrica estándar

Medio intervalo de incertidumbre inferior/superior de propagación del error
Ecuación 3.7, IPCC – 2006, volumen 1, capitulo 3.

$$U_{baja} = \left(\frac{exp\{ln(\mu_g) - 1{,}96 * ln(\sigma_g)\} - \mu}{\mu}\right) * 100$$

$$U_{alta} = \left(\frac{exp\{ln(\mu_g) + 1{,}96 * ln(\sigma_g)\} - \mu}{\mu}\right) * 100$$

Donde:

U_{baja} = medio intervalo inferior de incertidumbre estimado a partir de la propagación del error, en unidades de porcentaje.

U_{alta} = medio intervalo superior de incertidumbre estimado a partir de la propagación del error, en unidades de porcentaje.

Cuadro 83. Medio intervalo de incertidumbre inferior/superior de propagación del error

El cálculo de incertidumbre mediante la propagación de error también implica evaluar el comportamiento de las emisiones a lo largo del periodo de estudio. Para este informe, se define el año base como 1990 y el año presente como 2021. El método de propagación de error para la evaluación de la tendencia de error asume, por defecto, que los factores de emisión tenderán a mostrar autocorrelación a través de los años, mientras que los datos de actividad no lo harán. Sobre este supuesto se realizaron los cálculos de incertidumbre de la tendencia, ya que no se comprobó la presencia o ausencia de estas correlaciones. Las ecuaciones de los Cuadro 87 y Cuadro 88 ya contemplan el supuesto antes mencionado. A continuación, se presentan todas las ecuaciones necesarias para la aplicación del Método 1 a la incertidumbre de la tendencia:

Tendencia de la incertidumbre
Ecuación 3.2c, IPCC – 2019, volumen 1, capitulo 3.

$$U_T = \sqrt{\sum_i \left(U_{Te,i}^2 + U_{Ta,i}^2\right)}$$

Donde:

U_t = Incertidumbre en la tendencia de las emisiones totales.

$U_{Te,i}$ = Incertidumbre de tendencia introducida por la incertidumbre asociada con el factor de emisión de cada categoría para el gas i.

$U_{ta,i}$ = Incertidumbre de tendencia introducida por la incertidumbre asociada con los datos de actividad de cada categoría para el gas i.

Cuadro 84. Tendencia de la incertidumbre

Cálculo de la sensibilidad tipo A
Ecuación 3.2d, IPCC – 2019, volumen 1, capitulo 3. $$A_X = \left\lvert \frac{0{,}01 * E_{i,t} + \sum_i E_{i,t} - \left(0{,}01 * E_{x,BY} + \sum_i E_{i,BY}\right)}{\left(0{,}01 * E_{x,BY} + \sum_i E_{i,BY}\right)} * 100 - \frac{\sum_i E_{i,t} - \sum_i E_{i,BY}}{\sum_i E_{i,BY}} * 100 \right\rvert$$ Donde: A_x = Sensibilidad A para la categoría y gas *x*. $E_{i,t}$ = Emisiones/remociones por categoría/gas *i* en el año *t*. $E_{i,BY}$ = Emisiones/remociones por categoría/gas *i* en el año base.

Cuadro 85. Cálculo de la sensibilidad tipo A

Cálculo de la sensibilidad tipo B
Ecuación 3.2e, IPCC – 2019, volumen 1, capitulo 3. $$B_X = \left\lvert \frac{100 * 0{,}01 * E_{x,t}}{\sum_i E_{i,BY}} \right\rvert$$ Donde: B_x = Sensibilidad B para la categoría/gas *x*. $E_{x,t}$ = Emisiones/remociones por categoría/gas *x* en el año *t*. $E_{i,BY}$ = Emisiones/remociones por categoría/gas *i* en el año base.

Cuadro 86. Cálculo de la sensibilidad tipo B

Incertidumbre en la tendencia debida al factor de emisión
Ecuación 3.2f, IPCC – 2019, volumen 1, capitulo 3. $$U_{te,i} = A_i * U_{FE,i}$$ Donde: $U_{te,i}$ = Incertidumbre de tendencia introducida por la incertidumbre asociada con el factor de emisión de cada categoría para el gas *i*. A_i = Sensibilidad A para la categoría y gas *i*. $U_{FE,i}$ = Incertidumbre del factor de emisión para la categoría/gas *i*.

Cuadro 87. Incertidumbre en la tendencia debida al factor de emisión

Incertidumbre en la tendencia debida al dato de actividad
Ecuación 3.2g, IPCC – 2019, volumen 1, capitulo 3. $$U_{Ta,i} = B_i * U_{DA,i} * \sqrt{2}$$ Donde: $U_{ta,i}$ = Incertidumbre de tendencia introducida por la incertidumbre asociada con los datos de actividad de cada categoría para el gas i. B_i = Sensibilidad B para la categoría/gas i. $U_{DA,i}$ = Incertidumbre de actividad para la categoría/gas i.

Cuadro 88. Incertidumbre en la tendencia debida al dato de actividad

La incertidumbre de los factores de emisión se tomó directamente de la fuente de información en la mayoría de los casos. Típicamente, los valores de incertidumbre se expresan en términos relativos a un valor central o promedio. Las ecuaciones de los Cuadro 89 y Cuadro 90 permiten calcular la incertidumbre relativa en función de la desviación estándar (σ), el error estándar (SE, por sus siglas en inglés Standard Error) o de un rango de valores mínimos y máximos posteriormente se trabajan con incertidumbres estándar. En ausencia de valores de incertidumbre reportados para el factor de emisión, se asignó un valor por concepto experto.

Cálculo de incertidumbre en función de la desviación estándar y error estándar
BOX 3.0A, IPCC – 2019, volumen 1, capitulo 3. *Se puede derivar un intervalo de confianza del 95 por ciento considerando la desviación estándar (σ) o el error estándar (SE) alrededor del parámetro estimado (μ).* $$Incertidumbre\ (\sigma) = \left(\frac{1{,}96 * \sigma}{\mu}\right) * 100\%$$ $$Incertidumbre\ (SE) = \left(\frac{1{,}96 * SE}{\mu}\right) * 100\%$$

Cuadro 89. Cálculo de incertidumbre en función de la desviación estándar y error estándar.

Cálculo de incertidumbre en función de rangos mínimos y máximos
BOX 3.0B, IPCC – 2019, volumen 1, capitulo 3. $$Incertidumbre\ (min) = \left(\frac{FE_{min} - FE}{FE}\right) * 100\%$$ $$Incertidumbre\ (max) = \left(\frac{FE_{max} - FE}{FE}\right) * 100\%$$ Donde: FE = Factor de emisión FE_{min} = Rango mínimo del FE FE_{max} = Rango máximo del FE

Cuadro 90. Cálculo de incertidumbre en función de rangos mínimos y máximos

11.1.2 Consideraciones para la estimación de la incertidumbre mediante juicio experto.

Generalmente, los datos de actividad no reportan valores de incertidumbre, para lidiar con esta ausencia de información, fue usada la metodología cualitativa-cuantitativa desarrollada para BUR3. A través de esta metodología, se establece una escala para la asignación de valores de incertidumbre según la opinión de expertos de cada sector. La Tabla 392 muestra los rangos de los valores que pueden ser asignados, los cuales se asumen simétricos, es decir, tienen una distribución normal, Cada experto debió considerar la metodología de levantamiento de la información, la comparabilidad con fuentes similares, la calidad de la información, los supuestos realizados para el levantamiento de la información, entre otros criterios para poder asignar un valor de incertidumbre relativa.

Tabla 392. Propuesta de incertidumbre asociada a niveles cualitativos de error para las actividades que no reportan error cuantitativo. Fuente: NIR BUR3 Colombia

Nivel de incertidumbre	Incertidumbre relativa
Muy baja (IMB)	<10%
Baja (IB)	25%
Media (IM)	50%
Alta (IA)	75%
Muy alta (IMA)	>100%

De forma complementaria se utilizó en algunos datos de actividad que fuera difícil para el experto considerar una incertidumbre, se aplicó un enfoque de matriz genealógica para calcular sus incertidumbres, una vez que se han determinado los valores de incertidumbre de los parámetros con este enfoque, los valores se pueden propagar utilizando técnicas de combinación de incertidumbres.

En el enfoque de matriz genealógica, los resultados de la evaluación de la calidad de los datos cualitativos se utilizan para relacionar los indicadores de calidad de los datos con los rangos de incertidumbre para parámetros individuales. Los resultados de la evaluación

de la calidad de los datos de la actividad y los factores de emisión deben asignarse por separado; se realizan operaciones conjuntas en la sección de incertidumbre de los parámetros de propagación.

En la matriz genealógica se asigna un factor de incertidumbre a cada uno de los cinco indicadores de calidad de los datos y cuatro criterios de calidad de los datos (muy buena, buena, justa y pobre), (estandarizar el concepto experto). Los factores de incertidumbre se utilizan para calcular la desviación estándar geométrica (σg) que es el valor numérico cuyas unidades son las de los valores observados; mide la tendencia de los datos a la dispersión. Estos factores de incertidumbre, que se muestran en la Tabla 393, se basan en última instancia en el juicio de expertos o dictamen de expertos. (GHG, 2022).

Tabla 393. Matriz genealógica sugerida para determinar factores de escala de incertidumbre basados en calificaciones de calidad de datos. (GHG, 2022)

Puntuación del indicador	Muy Buena	Buena	Justa	Pobre
Precisión	1.00	1.10	1.20	1.50
Completitud	1.00	1.05	1.10	1.20
Representatividad temporal	1.00	1.10	1.20	1.50
Representatividad geográfica	1.00	1.02	1.05	1.10
Representatividad tecnológica	1.00	1.20	1.50	2.00

En las Tabla 394, Tabla 395 y Tabla 396 se presentan los resultados de las incertidumbres tanto de los factores de emisión, datos de actividad y las emisiones de las subcategorías.

11.2 Descripción metodológica para estimar la incertidumbre para Agricultura y LULUCF

La metodología para la estimación de la incertidumbre asociada a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para Agricultura y LULUCF se basa en dos enfoques principales: la simulación de Monte Carlo y la propagación de error.

La simulación de Monte Carlo es una técnica probabilística que se utiliza para evaluar la incertidumbre en las estimaciones de emisiones. Se basa en:

1. Identificación de Variables: Se comienza identificando las variables de entrada que afectan las emisiones, como los datos de actividad y los factores de emisión. A cada una de estas variables se le asigna una distribución de probabilidad.

2. Generación de Muestras Aleatorias: Se generan múltiples muestras aleatorias de estas variables de entrada, lo que permite simular diferentes escenarios de emisión. Este proceso se repite un número considerable de veces (n iteraciones), lo que resulta en una distribución de resultados de emisiones.

3. Análisis de Resultados: Al final del proceso, se analizan las emisiones estimadas para obtener estadísticas descriptivas, como la media, la desviación estándar y los intervalos de confianza, lo que proporciona una representación clara de la incertidumbre asociada a las emisiones.

Una vez que se han estimado las emisiones utilizando el método de Monte Carlo, se puede aplicar la técnica de propagación de error para consolidar la incertidumbre en las estimaciones finales.

1. Cálculo de Incertidumbres Individuales: Se calcula la incertidumbre asociada a cada variable (datos de actividad y factores de emisión) utilizando la fórmula de propagación de error. Esto implica sumar las incertidumbres individuales de cada componente, considerando su variabilidad y correlaciones.

2. Combinación de Incertidumbres: La propagación de error se puede realizar mediante la combinación de sumas o productos, dependiendo de cómo se relacionen las variables.

3. Estimación de la Incertidumbre Global: Finalmente, se obtiene una estimación de la incertidumbre global asociada a las emisiones, que integra todas las fuentes de error y proporciona una visión más precisa de la variabilidad en las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI.

11.2.1 Metodología para la estimación de incertidumbre por simulaciones Montecarlo

El método de Monte Carlo es adecuado para una evaluación detallada, categoría por categoría, de la incertidumbre, en particular en los casos en los que las incertidumbres son grandes, la distribución no es normal, los algoritmos son funciones complejas y/o hay correlaciones entre algunos de los conjuntos de actividades, factores de emisión o ambos.

Las simulaciones de Monte Carlo utilizan modelos probabilísticos de los datos de actividad y los factores de emisión para cuantificar la incertidumbre asociada a cada subcategoría. Para realizar estos cálculos, es necesario conocer la incertidumbre de cada dato de actividad y factor de emisión, así como las funciones de densidad de probabilidad (FDP) de todas las variables. Un algoritmo desarrollado en el lenguaje de programación R realiza las iteraciones (típicamente 10,000) para estimar las FDP asociadas a cada

emisión. A partir de las FDP obtenidas, se calcula la incertidumbre considerando un intervalo de confianza del 95%. El ajuste del algoritmo de Monte Carlo siguió la metodología presentada en la siguiente figura:

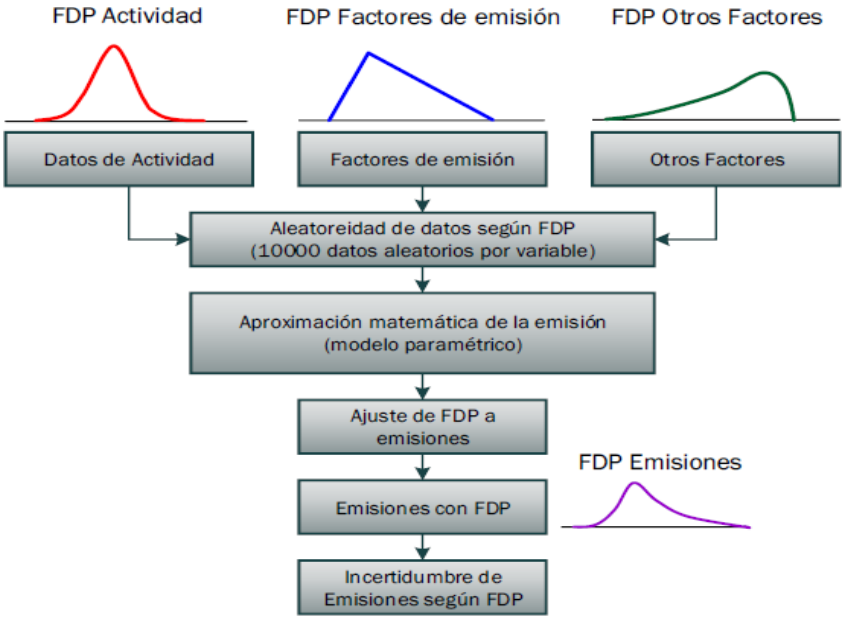


Figura 367. Metodología general del algoritmo de simulaciones Montecarlo. Fuente: NIR BUR3 Colombia

El enfoque de Monte Carlo se puede establecer en 4 pasos de cálculo:

Paso 1: Especificar incertidumbres de la categoría. Incluye los parámetros de estimación y los datos de la actividad, sus medias y FDP asociadas, y las correlaciones.

Paso 2: Seleccionar variables aleatorias. Seleccionar los valores de entrada. Los valores de entrada son las estimaciones aplicadas al cálculo del inventario. Es el comienzo de las iteraciones. Para cada dato de entrada, se selecciona un número en forma aleatoria de la FDP de esa variable.

Paso 3: Estimar emisiones y absorciones. Las variables seleccionadas en el Paso 2 se utilizan para estimar las emisiones y absorciones, sobre la base de los valores de entrada. Las correlaciones de 100 por ciento son fáciles de incorporar. Dado que los cálculos de emisiones deben ser iguales a los utilizados para estimar el inventario nacional, se podría integrar totalmente el proceso de Monte Carlo en las estimaciones de emisiones.

Paso 4: Repetir y monitorear los resultados. Repetir y monitorear los resultados. Se guarda el total calculado en el Paso 3, y el proceso luego se repite desde el Paso 2. Los resultados de las repeticiones se usan para calcular la media y la FDP.

11.2.2 Metodología para la estimación de incertidumbre asociados a GEI de los sectores de agricultura y LULUCF

La evaluación de la incertidumbre en las categorías de estimación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) ha experimentado avances significativos en los últimos años. Estos avances se deben, en gran medida, a la disponibilidad de fuentes de información más robustas y detalladas, así como al perfeccionamiento de metodologías que permiten integrar de manera más precisa las fuentes de error de las variables involucradas en los modelos de estimación de los factores de emisión. Un aspecto clave es la capacidad de medir con mayor claridad la incertidumbre asociada a los GEI, lo cual permite obtener estimaciones más confiables.

Cabe destacar que las metodologías empleadas no tienen como objetivo reducir necesariamente las incertidumbres, sino proporcionar una representación más confiable de su magnitud, lo que permite evaluar con mayor confianza los cálculos realizados.

Para calcular las incertidumbres de las emisiones, normalmente se utiliza una combinación de métodos estadísticos, juicio de expertos y simulaciones. Las incertidumbres en las emisiones pueden surgir de diversos factores, incluidos errores de medición, suposiciones en los datos de actividad, factores de emisión y la variabilidad de los procesos naturales.

En cuanto a la metodología empleada para evaluar la incertidumbre de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en Colombia, se utilizó principalmente la simulación de Monte Carlo en los niveles de desagregación más detallados, abarcando desde las escalas departamentales y regionales hasta el nivel nacional para cada una de las subcategorías, tanto de agricultura como en LULUCF, en función de la información disponible. Esta técnica permitió modelar la incertidumbre mediante la incorporación de distribuciones probabilísticas para cada una de las variables presentes en los modelos de estimación de los factores de emisión, así como para los

datos de actividad. De este modo, se logró capturar la variabilidad propia de las estimaciones de los GEI, generando resultados que reflejaran de manera más precisa la incertidumbre asociada a dichas mediciones.

En los niveles agregados de información, la estimación de la incertidumbre se llevó a cabo utilizando el método de propagación de error por combinación de sumas. Este enfoque permitió calcular el impacto acumulado de los errores de medición de las variables, integrando las incertidumbres de cada una de ellas para generar una estimación global más precisa de la incertidumbre asociada a las estimaciones finales. Así, la propagación de error facilitó una evaluación más robusta de la variabilidad de los resultados, considerando cómo los errores se propagan a través del proceso de agregación. Este método es particularmente útil cuando las fuentes de incertidumbre están interrelacionadas y su propagación no puede simplificarse fácilmente.

Estimación de incertidumbre asociados a GEI de los sectores de agricultura y LULUCF por método Montecarlo

La metodología de Monte Carlo para la estimación de los **factores de emisión** en las subcategorías en un año determinado consiste en replicar los modelos de cálculo, teniendo en cuenta la incertidumbre asociada a cada una de las variables que los componen. Este procedimiento se lleva a cabo mediante múltiples iteraciones, lo que permite capturar la variabilidad combinada de las variables involucradas y generar una distribución probabilística que refleje la incertidumbre de los resultados. El esquema general de estimación se presenta en gráfico No. 2, y después se describe detalladamente.

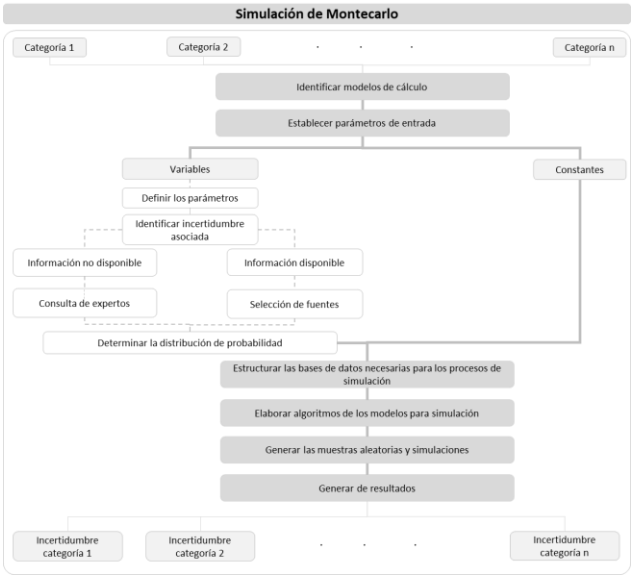


Figura 368. Esquema general del proceso de simulación Montecarlo. Fuente: Elaboración propia.

Identificar modelos de cálculo

Este paso consiste en definir el modelo de cálculo o la función matemática que describe la relación entre las variables de entrada y el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para cada subcategoría. El modelo debe especificar cómo se combinan estas variables para determinar el comportamiento general de las emisiones, proporcionando una representación precisa y coherente.

Establecer parámetros de entrada

Este paso consiste en identificar las medidas estadísticas que representan el comportamiento de cada variable o componente del modelo, tales como los totales, la media, el coeficiente de variación o la desviación estándar de cada componente (variable) involucrado en el cálculo de los datos de actividad o factores de emisión. Además, se identifican otras características relevantes que pueden influir en la precisión y validez de las estimaciones del modelo. En este paso también se identifican las constantes o coeficientes que acompañan el modelo.

Cuando no se dispone de estos parámetros directamente a partir de las fuentes de datos disponibles, se recurre a la consulta con expertos para su estimación, lo que garantiza que las estimaciones sean válidas y pertinentes en el contexto del modelo.

Las variables de entrada con incertidumbre deben modelarse con distribuciones de probabilidad, entre las más usadas están la Normal, Uniforme, Triangular, Log-normal (IPCC, 2016). Si no tienes datos históricos o desagregados de las variables, es necesario hacer supuestos basados en el conocimiento del dominio o consultar expertos.

Estructurar las bases de datos necesarias para los procesos de simulación

Consiste en garantizar que los datos estén organizados, limpios y preparados adecuadamente para su uso en las simulaciones, asegurando su accesibilidad, consistencia y calidad. Este proceso incluye la identificación y clasificación de las variables de entrada, la codificación adecuada de los datos y la verificación de que las bases de datos cumplan con los requisitos técnicos necesarios para su integración en un software especializado para garantizar un análisis preciso y eficiente.

Elaborar algoritmos de los modelos de simulación

Este paso consiste implementan los modelos de estimación a través de algoritmos en un software especializado. Implica la definición de las secuencias lógicas y matemáticas necesarias para realizar las simulaciones, de acuerdo con las relaciones entre las variables de entrada y los resultados esperados. El proceso incluye la selección de técnicas de modelado adecuadas, la codificación de las reglas y fórmulas que rigen el comportamiento del sistema simulado, y la validación de que los algoritmos generan resultados precisos y coherentes con los objetivos del modelo.

Generar las muestras aleatorias y simulaciones

Para cada variable de entrada, se utiliza un generador de números aleatorios para obtener una muestra aleatoria según la distribución de probabilidad definida en el paso anterior. En el caso del cálculo de incertidumbre para **factores de emisión** se tiene:

a. Simulación de *n* valores aleatorios para cada variable x_i mediante simulaciones de Monte Carlo para los componentes (variables) de cada función, asumiendo una distribución normal $N(\mu_i, \sigma_i^2)$ en cada caso. Este supuesto se adoptó debido a que no fue posible determinar la distribución teórica de los componentes.

b. Cálculo de los *n* valores de factores de emisión (FE) mediante la combinación de las *i* variables simuladas, de acuerdo con el modelo diseñado para cada subcategoría y tipo de gas seleccionado. Este paso se expresa como:

$$FE_{h,g,d,n} = f(x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}, \dots, x_{ni})$$

Donde

$FE_{h,g,n}$ *n-ésimo* valor de factor de emisión calculado de la subcategoría *h*, tipo de gas *g* y zona geográfica *d* (departamento, región).

$f(x_{ni})$ Modelo (función) para estimación de factores de emisión

c. Cálculo de la media y desviación estándar de los factores de emisión en la subcategoría *h*, tipo de gas *g* y zona geográfica *d*.

$$\overline{FE}_{h,g,d} = \frac{\sum_{k=1}^{n} FE_{h,g,d,n}}{n}$$

$$\sigma(FE)_{h,g,d} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{n} \left(FE_{h,g,d,k} - \overline{FE}_{h,g,z}\right)^2}{n}}$$

Donde

$\overline{FE}_{h,g,d}$ media del factor de emisión para la subcategoría *h*, tipo de gas *g* y zona geográfica *d* a partir de las n simulaciones.

$\sigma(FE)_{h,g,d}$ desviación estándar del factor de emisión para la subcategoría *h*, tipo de gas *g* y zona geográfica *d* a partir de las n simulaciones.

d. Cálculo de la incertidumbre de factores de emisión de la subcategoría *h*, tipo de gas *g* y zona geográfica *d.*

$$U(FE)_{h,g,z} = \frac{\sigma(FE)_{h,g,d} * z}{\overline{FE}_{h,g,d}}$$

Donde

z nivel de confianza del 95% (1,96)

Los **datos de actividad** se representan como funciones univariadas generalmente. No obstante, para estimar la incertidumbre asociada a estos datos, se emplea una metodología similar a la utilizada para los factores de emisión, que se describe a continuación:

a. Generación de n valores aleatorios para cada variable y_i mediante simulaciones de Monte Carlo, asumiendo una distribución normal $N(\mu_i, \sigma_i^2)$ en cada caso. Este supuesto se adoptó debido a la imposibilidad de determinar la distribución teórica de los componentes.
b. Cálculo de los *n* valores de datos de actividad (DA) mediante la combinación de las *i* variables simuladas, de acuerdo con el modelo diseñado para cada subcategoría seleccionada. Este paso se expresa como:

$$DA_{h,g,d,n} = m(y_{n1}, y_{n2}, y_{n3}, \dots, y_{ni})$$

c. Cálculo de la media y desviación estándar de los datos de actividad en la subcategoría *h*, tipo de gas *g* y zona geográfica *d*.

$$\overline{DA}_{h,g,d} = \frac{\sum_{k=1}^{n} DA_{h,g,d,n}}{n}$$

$$\sigma(DA)_{h,g,d} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{n}\left(DA_{h,g,d,k} - \overline{DA}_{h,g,d}\right)^2}{n}}$$

Donde

$\overline{DA}_{h,g,d}$ media del dato de actividad para la subcategoría *h*, tipo de gas *g* y zona geográfica *d* a partir de las n simulaciones.

$\sigma(DA)_{h,g,d}$ desviación estándar del dato de actividad para la subcategoría *h*, tipo de gas *g* y zona geográfica *d* a partir de las n simulaciones.

d. Cálculo de la incertidumbre de datos de actividad de la subcategoría *h*, tipo de gas *g* y zona geográfica *d*.

$$U(DA)_{h,g,d} = \frac{\sigma(DA)_{h,g,d} * z}{\overline{DA}_{h,g,d}}$$

Donde

z nivel de confianza del 95% (1,96)

Generar resultados

La incertidumbre asociada a las emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) para cada subcategoría *h*, tipo de gas *g* y zona geográfica *d* se calcula mediante la siguiente expresión:

$$GEI_{h,g,d,n} = f(x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}, \dots, x_{ni}) * m(y_{n1}, y_{n2}, y_{n3}, \dots, y_{ni})$$

Para determinar la incertidumbre de los GEI, se estiman previamente la media y la desviación estándar de la siguiente manera:

$$\overline{GEI}_{h,g,d} = \frac{\sum_{k=1}^{n} GE_{h,g,d,n}}{n}$$

$$\sigma(GEI)_{h,g,d} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{n}\left(GEI_{h,g,d,k} - \overline{GEI}_{h,g,d}\right)^2}{n}}$$

Finalmente, la incertidumbre asociada a GEI de la subcategoría *h*, tipo de gas *g* y zona geográfica *d* se obtiene como:

$$U(GEI)_{h,g,d} = \frac{\sigma(GEI)_{h,g,d} * z}{\overline{GEI}_{h,g,d}}$$

Donde

z nivel de confianza del 95% (1,96)

Una vez recopiladas y analizadas todas las medidas de incertidumbre a nivel de subcategorías y zonas geográficas, se procede a la estimación de la incertidumbre nacional mediante el método de propagación de errores.

Estimación de incertidumbre por propagación de error

Como se mencionó previamente, la estimación de la incertidumbre se lleva a cabo mediante dos técnicas principales: la propagación de error y los procesos de simulación utilizando métodos de Monte Carlo. La técnica de propagación de error se aplica una vez completado el proceso de simulación de Monte Carlo para cada subcategoría.

11.3 Resultados de Incertidumbre asociada a los sectores

Tabla 394. Incertidumbre asociada al sector Energía

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	CARBON MINERAL	CENTRALES TERMICAS	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			57,51	57,51
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	CARBON MINERAL	CENTRALES TERMICAS	CH_4	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	68,47	68,47		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	CARBON MINERAL	CENTRALES TERMICAS	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	CARBON MINERAL	CENTRALES TERMICAS	CO_2	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	37,50	37,50		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	CARBON MINERAL	CENTRALES TERMICAS	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			64,62	64,62
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	CARBON MINERAL	CENTRALES TERMICAS	N_2O	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	74,55	74,55		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	CENTRALES TERMICAS	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,41	64,41	IPCC 2006			64,60	64,60
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	CENTRALES TERMICAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41			IPCC 2006	69,09	69,09		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	CENTRALES TERMICAS	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	CENTRALES TERMICAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	CENTRALES TERMICAS	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			64,62	64,62
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	CENTRALES TERMICAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	FUEL OIL	CENTRALES TERMICAS	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,41	64,41	IPCC 2006			64,60	64,60
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	FUEL OIL	CENTRALES TERMICAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41			IPCC 2006	69,09	69,09		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	FUEL OIL	CENTRALES TERMICAS	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	FUEL OIL	CENTRALES TERMICAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	FUEL OIL	CENTRALES TERMICAS	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			64,62	64,62
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	FUEL OIL	CENTRALES TERMICAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	GAS NATURAL	CENTRALES TERMICAS	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			57,51	57,51
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	GAS NATURAL	CENTRALES TERMICAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	GAS NATURAL	CENTRALES TERMICAS	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	GAS NATURAL	CENTRALES TERMICAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	GAS NATURAL	CENTRALES TERMICAS	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			57,51	57,51
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	GAS NATURAL	CENTRALES TERMICAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	QUEROSENE	CENTRALES TERMICAS	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,41	64,41	IPCC 2006			64,60	64,60
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	QUEROSENE	CENTRALES TERMICAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41			IPCC 2006	69,09	69,09		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	QUEROSENE	CENTRALES TERMICAS	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	QUEROSENE	CENTRALES TERMICAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	QUEROSENE	CENTRALES TERMICAS	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			64,62	64,62
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	QUEROSENE	CENTRALES TERMICAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	ZNI	CH_4			37,50	37,50	Juicio Experto /MRVme			64,41	64,41	IPCC 2006			74,53	74,53
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	ZNI	CH_4	50,00	50,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41			IPCC 2006	81,54	81,54		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	ZNI	CO_2			37,50	37,50	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			37,50	37,50
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	ZNI	CO_2	50,00	50,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	50,00	50,00		
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	ZNI	N_2O			37,50	37,50	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			74,55	74,55
ENERGÍA	1.A.1.a. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD PÚBLICA Y CALOR COMO ACTIVIDAD PRINCIPAL	DIESEL OIL	ZNI	N_2O	50,00	50,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	81,56	81,56		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	DIESEL OIL	REFINERÍAS	CH_4			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			65,63	64,62
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	DIESEL OIL	REFINERÍAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	DIESEL OIL	REFINERÍAS	CO_2			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			12,50	5,00

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	DIESEL OIL	REFINERÍAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	DIESEL OIL	REFINERÍAS	N_2O			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			65,63	64,62
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	DIESEL OIL	REFINERÍAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	FUEL OIL	REFINERÍAS	CH_4			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,41	64,41	IPCC 2006			65,61	64,60
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	FUEL OIL	REFINERÍAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41			IPCC 2006	69,09	69,09		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	FUEL OIL	REFINERÍAS	CO_2			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			12,50	5,00
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	FUEL OIL	REFINERÍAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	FUEL OIL	REFINERÍAS	N_2O			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,41	64,41	IPCC 2006			65,61	64,60
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	FUEL OIL	REFINERÍAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41			IPCC 2006	69,09	69,09		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS DE REFINERIA	REFINERÍAS	CH_4			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			58,64	57,51
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS DE REFINERIA	REFINERÍAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS DE REFINERIA	REFINERÍAS	CO_2			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			12,50	5,00
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS DE REFINERIA	REFINERÍAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS DE REFINERIA	REFINERÍAS	N_2O			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			58,64	57,51
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS DE REFINERIA	REFINERÍAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS NATURAL	REFINERÍAS	CH_4			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			58,64	57,51
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS NATURAL	REFINERÍAS	CH_4	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	68,47	68,47		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS NATURAL	REFINERÍAS	CO_2			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			12,50	5,00
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS NATURAL	REFINERÍAS	CO_2	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	37,50	37,50		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS NATURAL	REFINERÍAS	N_2O			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			58,64	57,51
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GAS NATURAL	REFINERÍAS	N_2O	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	68,47	68,47		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GASOLINA PARA MOTORES	REFINERÍAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GASOLINA PARA MOTORES	REFINERÍAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GASOLINA PARA MOTORES	REFINERÍAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GLP	REFINERÍAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GLP	REFINERÍAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	GLP	REFINERÍAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	OFF GAS	REFINERÍAS	CH_4			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			72,15	72,15	IPCC 2006			65,40	64,38
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	OFF GAS	REFINERÍAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	72,15	72,15			IPCC 2006	68,89	68,89		

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	OFF GAS	REFINERÍAS	CO_2			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			12,50	5,00
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	OFF GAS	REFINERÍAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	OFF GAS	REFINERÍAS	N_2O			12,50	5,00	Juicio Experto /MRVme			72,15	72,15	IPCC 2006			65,40	64,38
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	OFF GAS	REFINERÍAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	72,15	72,15			IPCC 2006	68,89	68,89		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	PETROLEO	REFINERÍAS	CH_4	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	64,62	64,62		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	PETROLEO	REFINERÍAS	CO_2	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	5,00	5,00		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	PETROLEO	REFINERÍAS	N_2O	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	64,62	64,62		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	QUEROSENE	REFINERÍAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41			IPCC 2006	69,09	69,09		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	QUEROSENE	REFINERÍAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.b. REFINACIÓN DEL PETRÓLEO	QUEROSENE	REFINERÍAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL	MINERIA	CH_4			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			65,63	65,63
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL	MINERIA	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL	MINERIA	CO_2			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL	MINERIA	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL	MINERIA	N_2O			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			65,63	65,63
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL	MINERIA	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL	MINERIA	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			57,51	57,51
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL	MINERIA	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL	MINERIA	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL	MINERIA	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL	MINERIA	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			57,51	57,51
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL	MINERIA	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GASOLINA PARA MOTORES	MINERIA	CH_4			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			65,63	65,63

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GASOLINA PARA MOTORES	MINERIA	CH_4	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	74,55	74,55		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GASOLINA PARA MOTORES	MINERIA	CO_2			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GASOLINA PARA MOTORES	MINERIA	CO_2	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	37,50	37,50		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GASOLINA PARA MOTORES	MINERIA	N_2O			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			65,63	65,63
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GASOLINA PARA MOTORES	MINERIA	N_2O	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	74,55	74,55		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL		CH_4			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			65,63	65,63
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL		CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL		CO_2			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL		CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL		N_2O			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			65,63	65,63
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	DIESEL OIL		N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL		CH_4			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			58,64	58,64
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL		CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL		CO_2			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL		CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL		N_2O			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			58,64	58,64
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GAS NATURAL		N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GLP		CH_4			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			58,64	58,64
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GLP		CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GLP		CO_2			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			12,50	12,50

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GLP		CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GLP		N_2O			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			58,64	58,64
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	GLP		N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	62,51	62,51		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	PETROLEO		CH_4			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			65,63	65,63
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	PETROLEO		CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	PETROLEO		CO_2			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	PETROLEO		CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	PETROLEO		N_2O			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			65,63	65,63
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.	PETROLEO		N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	69,11	69,11		
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.			CH_4	46,90	45,22	36,00	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	12,50	12,50	12,50	12,50	IPCC 2006	48,54	46,92	38,11	17,68
ENERGÍA	1.A.1.c. FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS Y OTRAS ENERGÍAS.			CO_2	27,93	47,74	47,28	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	12,50	12,50	12,50	12,50	IPCC 2006	30,60	49,35	48,91	17,68
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	BAGAZO		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	BAGAZO		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	CARBON MINERAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	CARBON MINERAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	CARBON MINERAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	CARBON VEGETAL		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	43,75	43,75	43,75	43,75	IPCC 2006	50,39	50,39	50,39	50,39
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	CARBON VEGETAL		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	COQUE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	COQUE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	DIESEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	DIESEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	DIESEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	FUEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	FUEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	FUEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	GAS NATURAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	GAS NATURAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	GAS NATURAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	GASOLINA		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	GASOLINA		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	GASOLINA		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	GLP		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	GLP		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	GLP		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	LENA		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	LENA		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	PETROLEO		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	PETROLEO		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	PETROLEO		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	QUEROSENE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	QUEROSENE		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	QUEROSENE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	RESIDUOS		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,00	66,00	66,00	66,00	IPCC 2006	70,58	70,58	70,58	70,58
ENERGÍA	1.A.2.a. HIERRO Y ACERO	RESIDUOS		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,10	45,10	45,10	45,10	IPCC 2006	51,56	51,56	51,56	51,56
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	BAGAZO		CH_4	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	65,63	65,63	64,48	64,48
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	BAGAZO		N_2O	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	50,23	50,23	48,71	48,71
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	BIODIESEL		CH_4	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,11	45,11	45,11	45,11	IPCC 2006	46,81	46,81	45,18	45,18
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	BIODIESEL		CO_2	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	2,50	2,50
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	BIODIESEL		N_2O	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	42,80	42,80	42,80	42,80	IPCC 2006	44,58	44,58	42,87	42,87
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	CARBON MINERAL		CH_4	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	58,66	58,66	57,36	57,36
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	CARBON MINERAL		CO_2	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	2,50	2,50
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	CARBON MINERAL		N_2O	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	65,63	65,63	64,48	64,48

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	CARBON VEGETAL		CH_4	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	43,75	43,75	43,75	43,75	IPCC 2006	45,50	45,50	43,82	43,82
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	CARBON VEGETAL		N_2O	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	50,23	50,23	48,71	48,71
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	COQUE		CH_4	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	58,66	58,66	57,36	57,36
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	COQUE		CO_2	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	4,42	4,42	4,42	4,42	IPCC 2006	13,26	13,26	5,08	5,08
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	COQUE		N_2O	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	65,63	65,63	64,48	64,48
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	DIESEL OIL		CH_4			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			64,41	64,41	IPCC 2006			64,46	64,46
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	DIESEL OIL		CH_4	12,50	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41			IPCC 2006	65,61	65,61		
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	DIESEL OIL		CO_2			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			2,50	2,50
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	DIESEL OIL		CO_2	12,50	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	12,50	12,50		
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	DIESEL OIL		N_2O			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			64,48	64,48
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	DIESEL OIL		N_2O	12,50	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	65,63	65,63		
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	FUEL OIL		CH_4	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	65,61	65,61	64,46	64,46
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	FUEL OIL		CO_2	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	2,50	2,50
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	FUEL OIL		N_2O	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	65,63	65,63	64,48	64,48
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GAS NATURAL		CH_4			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			57,31	57,31	IPCC 2006			57,36	57,36
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GAS NATURAL		CH_4	12,50	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31			IPCC 2006	58,66	58,66		
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GAS NATURAL		CO_2			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			2,50	2,50
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GAS NATURAL		CO_2	12,50	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	12,50	12,50		
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GAS NATURAL		N_2O			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			57,29	57,29	IPCC 2006			57,34	57,34
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GAS NATURAL		N_2O	12,50	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29			IPCC 2006	58,64	58,64		
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GASOLINA		CH_4			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			64,41	64,41	IPCC 2006			64,46	64,46
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GASOLINA		CH_4	12,50	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41			IPCC 2006	65,61	65,61		
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GASOLINA		CO_2			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			2,50	2,50
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GASOLINA		CO_2	12,50	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	12,50	12,50		
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GASOLINA		N_2O			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			64,48	64,48
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GASOLINA		N_2O	12,50	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43			IPCC 2006	65,63	65,63		
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GLP		CH_4	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	58,66	58,66	57,36	57,36
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GLP		CO_2	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	2,50	2,50
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	GLP		N_2O	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	58,64	58,64	57,34	57,34

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	LENA		CH_4	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	65,63	65,63	64,48	64,48
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	LENA		N_2O	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	50,23	50,23	48,71	48,71
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	PETROLEO		CH_4	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	65,63	65,63	64,48	64,48
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	PETROLEO		CO_2	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	2,50	2,50
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	PETROLEO		N_2O	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	65,63	65,63	64,48	64,48
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	QUEROSENE		CH_4	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	65,61	65,61	64,46	64,46
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	QUEROSENE		CO_2	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	2,50	2,50
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	QUEROSENE		N_2O	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	65,63	65,63	64,48	64,48
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	RESIDUOS		CH_4	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,00	66,00	66,00	66,00	IPCC 2006	67,17	67,17	66,05	66,05
ENERGÍA	1.A.2.b. METALES NO FERROSOS	RESIDUOS		N_2O	12,50	12,50	2,50	2,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,10	45,10	45,10	45,10	IPCC 2006	46,80	46,80	45,17	45,17
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	BAGAZO		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	BAGAZO		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	CARBON MINERAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	CARBON MINERAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	CARBON MINERAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	CARBON VEGETAL		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	43,75	43,75	43,75	43,75	IPCC 2006	50,39	50,39	50,39	50,39
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	CARBON VEGETAL		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	COQUE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	COQUE		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	4,42	4,42	4,42	4,42	IPCC 2006	37,76	37,76	25,39	25,39
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	COQUE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	DIESEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	DIESEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	DIESEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	FUEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	FUEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	FUEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	GAS NATURAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	GAS NATURAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	GAS NATURAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	GASOLINA		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	GASOLINA		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	GASOLINA		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	GLP		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	GLP		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	GLP		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	LENA		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	LENA		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	PETROLEO		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	PETROLEO		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	PETROLEO		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	QUEROSENE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	QUEROSENE		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	QUEROSENE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	RESIDUOS		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,00	66,00	66,00	66,00	IPCC 2006	70,58	70,58	70,58	70,58
ENERGÍA	1.A.2.c. PRODUCTOS QUÍMICOS	RESIDUOS		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,10	45,10	45,10	45,10	IPCC 2006	51,56	51,56	51,56	51,56
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	BAGAZO		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	BAGAZO		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	CARBON MINERAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	CARBON MINERAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	CARBON MINERAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	CARBON VEGETAL		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	43,75	43,75	43,75	43,75	IPCC 2006	50,39	50,39	50,39	50,39
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	CARBON VEGETAL		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	COQUE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	COQUE		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	4,42	4,42	4,42	4,42	IPCC 2006	37,76	37,76	25,39	25,39
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	COQUE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	DIESEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	DIESEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	DIESEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	FUEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	FUEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	FUEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	GAS NATURAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	GAS NATURAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	GAS NATURAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	GASOLINA		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	GASOLINA		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	GASOLINA		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	GLP		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	GLP		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	GLP		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	LENA		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	LENA		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	PETROLEO		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	PETROLEO		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	PETROLEO		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	QUEROSENE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	QUEROSENE		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	QUEROSENE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	RESIDUOS		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,00	66,00	66,00	66,00	IPCC 2006	70,58	70,58	70,58	70,58
ENERGÍA	1.A.2.d. PULPA, PAPEL E IMPRENTA	RESIDUOS		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,10	45,10	45,10	45,10	IPCC 2006	51,56	51,56	51,56	51,56
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	BAGAZO		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	BAGAZO		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	CARBON MINERAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	CARBON MINERAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	CARBON MINERAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	CARBON VEGETAL		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	43,75	43,75	43,75	43,75	IPCC 2006	50,39	50,39	50,39	50,39
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	CARBON VEGETAL		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	COQUE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	COQUE		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	4,42	4,42	4,42	4,42	IPCC 2006	37,76	37,76	25,39	25,39
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	COQUE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	DIESEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	DIESEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	DIESEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	FUEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	FUEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	FUEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	GAS NATURAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	GAS NATURAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	GAS NATURAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	GASOLINA		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	GASOLINA		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	GASOLINA		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	GLP		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	GLP		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	GLP		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	LENA		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	LENA		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	PETROLEO		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	PETROLEO		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	PETROLEO		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	QUEROSENE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	QUEROSENE		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	QUEROSENE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	RESIDUOS		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,00	66,00	66,00	66,00	IPCC 2006	70,58	70,58	70,58	70,58
ENERGÍA	1.A.2.e. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	RESIDUOS		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,10	45,10	45,10	45,10	IPCC 2006	51,56	51,56	51,56	51,56
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	BAGAZO		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	BAGAZO		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	CARBON MINERAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	CARBON MINERAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	CARBON MINERAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	CARBON VEGETAL		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	43,75	43,75	43,75	43,75	IPCC 2006	50,39	50,39	50,39	50,39
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	CARBON VEGETAL		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	COQUE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	COQUE		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	4,42	4,42	4,42	4,42	IPCC 2006	37,76	37,76	25,39	25,39
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	COQUE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	DIESEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	DIESEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	DIESEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	FUEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	FUEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	FUEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	GAS NATURAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	GAS NATURAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	GAS NATURAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	GASOLINA		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	GASOLINA		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	GASOLINA		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	GLP		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	GLP		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	GLP		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	LENA		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	LENA		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	PETROLEO		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	PETROLEO		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	PETROLEO		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	QUEROSENE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	QUEROSENE		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	QUEROSENE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	RESIDUOS		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,00	66,00	66,00	66,00	IPCC 2006	70,58	70,58	70,58	70,58
ENERGÍA	1.A.2.f. MINERALES NO METÁLICOS	RESIDUOS		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,10	45,10	45,10	45,10	IPCC 2006	51,56	51,56	51,56	51,56
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	BAGAZO		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	BAGAZO		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	CARBON MINERAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	CARBON MINERAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	CARBON MINERAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	CARBON VEGETAL		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	43,75	43,75	43,75	43,75	IPCC 2006	50,39	50,39	50,39	50,39
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	CARBON VEGETAL		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	COQUE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	COQUE		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	4,42	4,42	4,42	4,42	IPCC 2006	37,76	37,76	25,39	25,39
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	COQUE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	DIESEL OIL		CH_4			25,00	25,00	Juicio Experto /MRVme			64,41	64,41	IPCC 2006			69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	DIESEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	DIESEL OIL		CO_2			25,00	25,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	DIESEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	DIESEL OIL		N_2O			25,00	25,00	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	DIESEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	FUEL OIL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	FUEL OIL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	FUEL OIL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GAS NATURAL		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GAS NATURAL		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GAS NATURAL		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GASOLINA		CH_4			25,00	25,00	Juicio Experto /MRVme			64,41	64,41	IPCC 2006			69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GASOLINA		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GASOLINA		CO_2			25,00	25,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GASOLINA		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GASOLINA		N_2O			25,00	25,00	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GASOLINA		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GLP		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,31	57,31	57,31	57,31	IPCC 2006	68,49	68,49	62,52	62,52
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GLP		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	GLP		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,29	57,29	57,29	57,29	IPCC 2006	68,47	68,47	62,51	62,51
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	LENA		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	LENA		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	48,65	48,65	48,65	48,65	IPCC 2006	54,69	54,69	54,69	54,69
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	PETROLEO		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	PETROLEO		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	PETROLEO		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	QUEROSENE		CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	74,53	74,53	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	QUEROSENE		CO_2	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	QUEROSENE		N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	74,55	74,55	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	RESIDUOS		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,00	66,00	66,00	66,00	IPCC 2006	70,58	70,58	70,58	70,58
ENERGÍA	1.A.2.g. OTROS	RESIDUOS		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,10	45,10	45,10	45,10	IPCC 2006	51,56	51,56	51,56	51,56
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL		LTO JET A1	CH_4	12,50	12,50	5,00		Juicio experto IDEAM/BUR3	72,59	72,59	72,59		IPCC 2006	65,69	65,69	64,68	
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL		LTO JET A1	CO_2	12,50	12,50	5,00		Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10		FECOC-UPME	12,50	12,50	5,00	
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL		LTO JET A1	N_2O	12,50	12,50	5,00		Juicio experto IDEAM/BUR3	72,59	72,59	72,59		IPCC 2006	65,69	65,69	64,68	
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	707	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	707	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	707	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	727-100	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	727-100	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	727-100	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	727-200	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	727-200	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	727-200	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-100/200	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-100/200	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-100/200	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-300/400/500	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-300/400/500	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-300/400/500	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-600	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-600	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-600	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-700	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-700	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-700	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-800/900	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-800/900	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	737-800/900	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-100	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-100	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-100	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-200	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-200	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-200	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-300	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-300	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-300	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-400	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-400	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	747-400	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	757-200	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	757-200	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	757-200	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	757-300	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	757-300	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	757-300	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	767-200	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	767-200	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	767-200	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	767-300	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	767-300	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	767-300	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	767-400	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	767-400	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	767-400	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	777-200/300	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	777-200/300	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	777-200/300	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A300	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A300	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A300	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A310	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A310	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A310	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A319	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A319	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A319	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A320	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A320	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A320	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A321	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A321	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A321	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A330-200/300	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A330-200/300	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A330-200/300	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A340-200	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A340-200	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A340-200	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A340-300	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A340-300	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A340-300	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A340-500/600	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A340-500/600	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	A340-500/600	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	ATR72-500	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	ATR72-500	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	ATR72-500	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Beech King Air	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Beech King Air	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Beech King Air	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Cessna 525/560	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Cessna 525/560	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Cessna 525/560	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	CRJ-100ER	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	CRJ-100ER	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	CRJ-100ER	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DC-10	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DC-10	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DC-10	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DC-8-50/60/70	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DC-8-50/60/70	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DC-8-50/60/70	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DC-9	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DC-9	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DC-9	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DHC8-100	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DHC8-100	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	DHC8-100	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Dornier 328 Jet	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Dornier 328 Jet	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Dornier 328 Jet	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	ERJ-145	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	ERJ-145	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	ERJ-145	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Fokker 100/70/28	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Fokker 100/70/28	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Fokker 100/70/28	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	GASOLINA PARA AVIACION	VUELOS NACIONALES	CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	41,85	41,85	41,85	41,85	IPCC 2006	48,75	48,75	43,68	43,68
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	GASOLINA PARA AVIACION	VUELOS NACIONALES	CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	GASOLINA PARA AVIACION	VUELOS NACIONALES	N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	59,19	59,19	59,19	59,19	IPCC 2006	64,26	64,26	60,50	60,50
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Gulfstream V	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Gulfstream V	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	Gulfstream V	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	JET - A1 PARA MOTOR A REACCION	VUELOS NACIONALES	CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	72,59	72,59	72,59	72,59	IPCC 2006	69,16	69,16	65,69	65,69
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	JET - A1 PARA MOTOR A REACCION	VUELOS NACIONALES	CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	JET - A1 PARA MOTOR A REACCION	VUELOS NACIONALES	N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	72,59	72,59	72,59	72,59	IPCC 2006	69,16	69,16	65,69	65,69
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	MD-11	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	MD-11	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	MD-11	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	MD-80	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	MD-80	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	MD-80	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	RJ-RJ85	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	RJ-RJ85	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	RJ-RJ85	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	TU-134	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	TU-134	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	TU-134	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	TU-154-M	VUELOS NACIONALES	CH_4				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				41,85	IPCC 2006				42,15
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	TU-154-M	VUELOS NACIONALES	CO_2				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				0,10	FECOC-UPME				5,00
ENERGÍA	1.A.3.a. AVIACIÓN NACIONAL	TU-154-M	VUELOS NACIONALES	N_2O				5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				59,19	IPCC 2006				59,40
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	ALCOHOL	AUTOMOVILES	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	40,21	40,21	40,21	40,21	IPCC 2006	42,11	42,11	40,52	40,52
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	ALCOHOL	AUTOMOVILES	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	69,52	69,52	69,52	69,52	IPCC 2006	63,61	63,61	62,57	62,57
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	BIODIESEL	AUTOMOVILES	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,11	45,11	45,11	45,11	IPCC 2006	46,81	46,81	45,38	45,38
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	BIODIESEL	AUTOMOVILES	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	59,90	59,90	59,90	59,90	IPCC 2006	61,19	61,19	60,11	60,11
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	AUTOMOVILES	CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,11	45,11	45,11	45,11	IPCC 2006	51,57	51,57	45,38	45,38
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	AUTOMOVILES	CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,11	0,11	0,11	0,11	FECOC-UPME	25,00	25,00	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	AUTOMOVILES	N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	59,90	59,90	59,90	59,90	IPCC 2006	64,91	64,91	60,11	60,11
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	AUTOMOVILES	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	93,08	93,08	93,08	93,08	IPCC 2006	77,99	77,99	77,14	77,14
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	AUTOMOVILES	CO_2	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	AUTOMOVILES	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	127,14	127,14	127,14	127,14	IPCC 2006	93,85	93,85	93,15	93,15
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	AUTOMOVILES	CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,38	66,38	66,38	66,38	IPCC 2006	70,94	70,94	66,57	66,57
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	AUTOMOVILES	CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	AUTOMOVILES	N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	46,25	46,25	46,25	46,25	IPCC 2006	52,58	52,58	46,52	46,52
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	ALCOHOL	MOTOCICLETAS	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	40,21	40,21	40,21	40,21	IPCC 2006	42,11	42,11	40,52	40,52
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	ALCOHOL	MOTOCICLETAS	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	69,52	69,52	69,52	69,52	IPCC 2006	63,61	63,61	62,57	62,57

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	BIODIESEL	MOTOCICLETAS	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,11	45,11	45,11	45,11	IPCC 2006	46,81	46,81	45,38	45,38
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	BIODIESEL	MOTOCICLETAS	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	59,90	59,90	59,90	59,90	IPCC 2006	61,19	61,19	60,11	60,11
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	MOTOCICLETAS	CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,11	45,11	45,11	45,11	IPCC 2006	51,57	51,57	45,38	45,38
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	MOTOCICLETAS	CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,11	0,11	0,11	0,11	FECOC-UPME	25,00	25,00	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	MOTOCICLETAS	N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	59,90	59,90	59,90	59,90	IPCC 2006	64,91	64,91	60,11	60,11
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	MOTOCICLETAS	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	93,08	93,08	93,08	93,08	IPCC 2006	77,99	77,99	77,14	77,14
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	MOTOCICLETAS	CO_2	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	MOTOCICLETAS	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	127,14	127,14	127,14	127,14	IPCC 2006	93,85	93,85	93,15	93,15
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	MOTOCICLETAS	CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,38	66,38	66,38	66,38	IPCC 2006	70,94	70,94	66,57	66,57
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	MOTOCICLETAS	CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	MOTOCICLETAS	N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	46,25	46,25	46,25	46,25	IPCC 2006	52,58	52,58	46,52	46,52
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	ALCOHOL	SERVICIO LIGERO	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	40,21	40,21	40,21	40,21	IPCC 2006	42,11	42,11	40,52	40,52
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	ALCOHOL	SERVICIO LIGERO	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	69,52	69,52	69,52	69,52	IPCC 2006	63,61	63,61	62,57	62,57
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	BIODIESEL	SERVICIO LIGERO	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,11	45,11	45,11	45,11	IPCC 2006	46,81	46,81	45,38	45,38
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	BIODIESEL	SERVICIO LIGERO	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	59,90	59,90	59,90	59,90	IPCC 2006	61,19	61,19	60,11	60,11
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	SERVICIO LIGERO	CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,11	45,11	45,11	45,11	IPCC 2006	51,57	51,57	45,38	45,38
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	SERVICIO LIGERO	CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,11	0,11	0,11	0,11	FECOC-UPME	25,00	25,00	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	SERVICIO LIGERO	N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	59,90	59,90	59,90	59,90	IPCC 2006	64,91	64,91	60,11	60,11
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	SERVICIO LIGERO	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	93,08	93,08	93,08	93,08	IPCC 2006	77,99	77,99	77,14	77,14
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	SERVICIO LIGERO	CO_2	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	SERVICIO LIGERO	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	127,14	127,14	127,14	127,14	IPCC 2006	93,85	93,85	93,15	93,15
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	SERVICIO LIGERO	CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,38	66,38	66,38	66,38	IPCC 2006	70,94	70,94	66,57	66,57
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	SERVICIO LIGERO	CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	SERVICIO LIGERO	N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	46,25	46,25	46,25	46,25	IPCC 2006	52,58	52,58	46,52	46,52
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	ALCOHOL	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	40,21	40,21	40,21	40,21	IPCC 2006	42,11	42,11	40,52	40,52
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	ALCOHOL	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	69,52	69,52	69,52	69,52	IPCC 2006	63,61	63,61	62,57	62,57
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	BIODIESEL	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,11	45,11	45,11	45,11	IPCC 2006	46,81	46,81	45,38	45,38

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	BIODIESEL	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	59,90	59,90	59,90	59,90	IPCC 2006	61,19	61,19	60,11	60,11
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,11	45,11	45,11	45,11	IPCC 2006	51,57	51,57	45,38	45,38
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,11	0,11	0,11	0,11	FECOC-UPME	25,00	25,00	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	DIESEL OIL	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	59,90	59,90	59,90	59,90	IPCC 2006	64,91	64,91	60,11	60,11
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	CH_4	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	93,08	93,08	93,08	93,08	IPCC 2006	77,99	77,99	77,14	77,14
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	CO_2	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GAS NATURAL	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	N_2O	12,50	12,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	127,14	127,14	127,14	127,14	IPCC 2006	93,85	93,85	93,15	93,15
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,38	66,38	66,38	66,38	IPCC 2006	70,94	70,94	66,57	66,57
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.b. TRANSPORTE POR CARRETERA	GASOLINA PARA MOTORES	SERVICIO PESADO Y AUTOBUSES	N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	46,25	46,25	46,25	46,25	IPCC 2006	52,58	52,58	46,52	46,52
ENERGÍA	1.A.3.c. FERROCARRILES	CARBON MINERAL	FERREO	CH_4	50,00	50,00	50,00	50,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,37	58,37	58,37	58,37	IPCC 2006	76,86	76,86	76,86	76,86
ENERGÍA	1.A.3.c. FERROCARRILES	CARBON MINERAL	FERREO	CO_2	50,00	50,00	50,00	50,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	50,00	50,00	50,00	50,00
ENERGÍA	1.A.3.c. FERROCARRILES	CARBON MINERAL	FERREO	N_2O	50,00	50,00	50,00	50,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	70,54	70,54	70,54	70,54	IPCC 2006	80,50	80,50	80,50	80,50
ENERGÍA	1.A.3.c. FERROCARRILES	DIESEL OIL	FERREO	CH_4	50,00	50,00	50,00	50,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,01	45,01	45,01	45,01	IPCC 2006	67,28	67,28	67,28	67,28
ENERGÍA	1.A.3.c. FERROCARRILES	DIESEL OIL	FERREO	CO_2	50,00	50,00	50,00	50,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,11	0,11	0,11	0,11	FECOC-UPME	50,00	50,00	50,00	50,00
ENERGÍA	1.A.3.c. FERROCARRILES	DIESEL OIL	FERREO	N_2O	50,00	50,00	50,00	50,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	55,61	55,61	55,61	55,61	IPCC 2006	74,78	74,78	74,78	74,78
ENERGÍA	1.A.3.c. FERROCARRILES	FUEL OIL	FERREO	CH_4	50,00	50,00	50,00	50,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	81,56	81,56	81,56	81,56
ENERGÍA	1.A.3.c. FERROCARRILES	FUEL OIL	FERREO	CO_2	50,00	50,00	50,00	50,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	50,00	50,00	50,00	50,00
ENERGÍA	1.A.3.c. FERROCARRILES	FUEL OIL	FERREO	N_2O	50,00	50,00	50,00	50,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	81,56	81,56	81,56	81,56
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	DIESEL MARINO	NAVEGACION NACIONAL	CH_4	37,50	37,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	72,59	72,59	72,59	72,59	IPCC 2006	74,60	74,60	65,69	65,69
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	DIESEL MARINO	NAVEGACION NACIONAL	CO_2	37,50	37,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	DIESEL MARINO	NAVEGACION NACIONAL	N_2O	37,50	37,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	72,59	72,59	72,59	72,59	IPCC 2006	74,60	74,60	65,69	65,69
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	FUEL OIL	NAVEGACION NACIONAL	CH_4	37,50	37,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	25,00	25,00	25,00	25,00	IPCC 2006	45,07	45,07	27,95	27,95
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	FUEL OIL	NAVEGACION NACIONAL	CO_2	37,50	37,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	12,50	12,50

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	FUEL OIL	NAVEGACION NACIONAL	N_2O	37,50	37,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	49,78	49,78	49,78	49,78	IPCC 2006	62,32	62,32	51,32	51,32
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	GASOLINA PARA MOTORES	NAVEGACION NACIONAL	CH_4	37,50	37,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	25,00	25,00	25,00	25,00	IPCC 2006	45,07	45,07	27,95	27,95
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	GASOLINA PARA MOTORES	NAVEGACION NACIONAL	CO_2	37,50	37,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	GASOLINA PARA MOTORES	NAVEGACION NACIONAL	N_2O	37,50	37,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	49,78	49,78	49,78	49,78	IPCC 2006	62,32	62,32	51,32	51,32
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	PETROLEO	NAVEGACION NACIONAL	CH_4	37,50	37,50	12,50		Juicio experto IDEAM/BUR3	25,00	25,00	25,00		IPCC 2006	45,07	45,07	27,95	
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	PETROLEO	NAVEGACION NACIONAL	CO_2	37,50	37,50	12,50		Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10		FECOC-UPME	37,50	37,50	12,50	
ENERGÍA	1.A.3.d. NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y FLUVIAL NACIONAL	PETROLEO	NAVEGACION NACIONAL	N_2O	37,50	37,50	12,50		Juicio experto IDEAM/BUR3	49,78	49,78	49,78		IPCC 2006	62,32	62,32	51,32	
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			46,22	46,22	Swisscontact - CALAC+, EPA.			46,49	46,49
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	CH_4	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	46,22	46,22			Swisscontact - CALAC+, EPA.	59,52	59,52		
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			11,91	11,91	Swisscontact - CALAC+, EPA.			12,92	12,92
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	CO_2	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	11,91	11,91			Swisscontact - CALAC+, EPA.	39,35	39,35		
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			43,98	43,98	Swisscontact - CALAC+, EPA.			44,27	44,27
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	N_2O	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	43,98	43,98			Swisscontact - CALAC+, EPA.	57,80	57,80		
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			93,08	93,08	IPCC 2006			77,14	77,14
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	CH_4	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	93,08	93,08			IPCC 2006	85,63	85,63		
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	CO_2	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10			FECOC-UPME	37,50	37,50		
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			127,14	127,14	IPCC 2006			93,15	93,15
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	OLEODUCTOS-GASODUCTOS-POLIDUCTOS	N_2O	37,50	37,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	127,14	127,14			IPCC 2006	100,29	100,29		
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	TRANSPORTE POR OLEODUCTO	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			46,22	46,22	Swisscontact - CALAC+, EPA.			46,49	46,49
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	TRANSPORTE POR OLEODUCTO	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			11,91	11,91	Swisscontact - CALAC+, EPA.			12,92	12,92
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	TRANSPORTE POR OLEODUCTO	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			61,09	61,09	Swisscontact - CALAC+, EPA.			61,29	61,29

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	TRANSPORTE POR OLEODUCTO	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			93,08	93,08	IPCC 2006			77,14	77,14
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	TRANSPORTE POR OLEODUCTO	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	TRANSPORTE POR OLEODUCTO	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			127,14	127,14	IPCC 2006			93,15	93,15
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	PETROLEO	TRANSPORTE POR OLEODUCTO	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			64,43	64,43	IPCC 2006			64,62	64,62
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	PETROLEO	TRANSPORTE POR OLEODUCTO	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,10	0,10	FECOC-UPME			5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	PETROLEO	TRANSPORTE POR OLEODUCTO	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			36,50	36,50	IPCC 2006			36,84	36,84
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	ALCOHOL	TRANSPORTE TODO TERRENO	CH_4	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	40,21	40,21	40,21	40,21	IPCC 2006	40,52	40,52	40,52	40,52
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	ALCOHOL	TRANSPORTE TODO TERRENO	N_2O	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	69,52	69,52	69,52	69,52	IPCC 2006	62,57	62,57	62,57	62,57
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	BIODIESEL	TRANSPORTE TODO TERRENO	CH_4	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,11	45,11	45,11	45,11	IPCC 2006	45,38	45,38	45,38	45,38
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	BIODIESEL	TRANSPORTE TODO TERRENO	N_2O	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	59,90	59,90	59,90	59,90	IPCC 2006	60,11	60,11	60,11	60,11
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	TRANSPORTE TODO TERRENO	CH_4	37,50	37,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	46,22	46,22	46,22	46,22	Swisscontact - CALAC+, EPA.	59,52	59,52	46,49	46,49
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	TRANSPORTE TODO TERRENO	CO_2	37,50	37,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	11,91	11,91	11,91	11,91	Swisscontact - CALAC+, EPA.	39,35	39,35	12,92	12,92
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	DIESEL OIL	TRANSPORTE TODO TERRENO	N_2O	37,50	37,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	43,98	43,98	43,98	43,98	Swisscontact - CALAC+, EPA.	57,80	57,80	44,27	44,27
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	TRANSPORTE TODO TERRENO	CH_4	37,50	37,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	93,08	93,08	93,08	93,08	IPCC 2006	85,63	85,63	77,14	77,14
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	TRANSPORTE TODO TERRENO	CO_2	37,50	37,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GAS NATURAL	TRANSPORTE TODO TERRENO	N_2O	37,50	37,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	127,14	127,14	127,14	127,14	IPCC 2006	100,29	100,29	93,15	93,15
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GASOLINA PARA MOTORES	TRANSPORTE TODO TERRENO	CH_4	37,50	37,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,38	66,38	66,38	66,38	IPCC 2006	76,24	76,24	66,57	66,57
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GASOLINA PARA MOTORES	TRANSPORTE TODO TERRENO	CO_2	37,50	37,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	37,50	37,50	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.3.e. OTRO TRANSPORTE	GASOLINA PARA MOTORES	TRANSPORTE TODO TERRENO	N_2O	37,50	37,50	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	46,25	46,25	46,25	46,25	IPCC 2006	59,54	59,54	46,52	46,52
ENERGÍA	1.A.4.a. COMERCIAL/INSTITUCIONAL	BIOGAS		CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.a. COMERCIAL/INSTITUCIONAL	BIOGAS		N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.a. COMERCIAL/INSTITUCIONAL	GAS NATURAL		CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.a. COMERCIAL/INSTITUCIONAL	GAS NATURAL		CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.4.a. COMERCIAL/INSTITUCIONAL	GAS NATURAL		N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.a. COMERCIAL/INSTITUCIONAL	GLP		CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.a. COMERCIAL/INSTITUCIONAL	GLP		CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	12,50	12,50

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.4.a. COMERCIAL/INSTITUCIONAL	GLP		N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	CARBON MINERAL		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	41,93	41,93	41,93	41,93	IPCC 2006	48,82	48,82	48,82	48,82
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	CARBON MINERAL		CO_2	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	CARBON MINERAL		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	66,04	66,04	66,04	66,04	IPCC 2006	70,61	70,61	70,61	70,61
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	CARBON VEGETAL		CH_4	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	41,27	41,27	41,27	41,27	IPCC 2006	48,25	48,25	48,25	48,25
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	CARBON VEGETAL		N_2O	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	63,52	63,52
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	GAS NATURAL		CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	GAS NATURAL		CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	GAS NATURAL		N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	GASOLINA PARA MOTORES		CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	GASOLINA PARA MOTORES		CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	GASOLINA PARA MOTORES		N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	69,09	69,09	65,61	65,61
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	GLP		CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	GLP		CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	GLP		N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	LENA		CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	41,93	41,93	41,93	41,93	IPCC 2006	48,82	48,82	43,76	43,76
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	LENA		N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	57,90	57,90	57,90	57,90	IPCC 2006	63,07	63,07	59,24	59,24
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	QUEROSENE		CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	QUEROSENE		CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.4.b. RESIDENCIAL	QUEROSENE		N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	69,11	69,11	65,63	65,63
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	ALCOHOL	FUENTES ESTACIONARIAS	CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	ALCOHOL	FUENTES ESTACIONARIAS	N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	69,09	69,09	65,61	65,61
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	BAGAZO	FUENTES ESTACIONARIAS	CH_4	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	41,93	41,93	41,93	41,93	IPCC 2006	56,26	56,26	48,82	48,82
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	BAGAZO	FUENTES ESTACIONARIAS	N_2O	37,50	37,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,10	45,10	45,10	45,10	IPCC 2006	58,65	58,65	51,56	51,56
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	DIESEL OIL	FUENTES ESTACIONARIAS	CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	DIESEL OIL	FUENTES ESTACIONARIAS	CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	12,50	12,50

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	DIESEL OIL	FUENTES ESTACIONARIAS	N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	69,09	69,09	65,61	65,61
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	FUEL OIL	FUENTES ESTACIONARIAS	CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	FUEL OIL	FUENTES ESTACIONARIAS	CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	FUEL OIL	FUENTES ESTACIONARIAS	N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	69,09	69,09	65,61	65,61
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	GAS NATURAL	FUENTES ESTACIONARIAS	CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	58,61	58,61
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	GAS NATURAL	FUENTES ESTACIONARIAS	CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	5,00	5,00
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	GAS NATURAL	FUENTES ESTACIONARIAS	N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	58,61	58,61
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	GASOLINA PARA MOTORES	FUENTES ESTACIONARIAS	CH_4	12,50	12,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	59,72	59,72	63,52	63,52
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	GASOLINA PARA MOTORES	FUENTES ESTACIONARIAS	CO_2	12,50	12,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	GASOLINA PARA MOTORES	FUENTES ESTACIONARIAS	N_2O	12,50	12,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	65,61	65,61	69,09	69,09
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	LENA	FUENTES ESTACIONARIAS	CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	41,93	41,93	41,93	41,93	IPCC 2006	48,82	48,82	43,76	43,76
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	LENA	FUENTES ESTACIONARIAS	N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,10	45,10	45,10	45,10	IPCC 2006	51,56	51,56	46,80	46,80
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	PETROLEO	FUENTES ESTACIONARIAS	CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	63,52	63,52	59,72	59,72
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	PETROLEO	FUENTES ESTACIONARIAS	CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	25,00	25,00	12,50	12,50
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	PETROLEO	FUENTES ESTACIONARIAS	N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,41	64,41	64,41	64,41	IPCC 2006	69,09	69,09	65,61	65,61
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	QUEROSENE	FUENTES ESTACIONARIAS	CH_4	12,50	12,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	58,40	58,40	58,40	58,40	IPCC 2006	59,72	59,72	63,52	63,52
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	QUEROSENE	FUENTES ESTACIONARIAS	CO_2	12,50	12,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,10	0,10	0,10	0,10	FECOC-UPME	12,50	12,50	25,00	25,00
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	QUEROSENE	FUENTES ESTACIONARIAS	N_2O	12,50	12,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	64,43	64,43	64,43	64,43	IPCC 2006	65,63	65,63	69,11	69,11
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	RESIDUOS	FUENTES ESTACIONARIAS	CH_4	12,50	12,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	41,93	41,93	41,93	41,93	IPCC 2006	43,76	43,76	48,82	48,82
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	RESIDUOS	FUENTES ESTACIONARIAS	N_2O	12,50	12,50	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	45,10	45,10	45,10	45,10	IPCC 2006	46,80	46,80	51,56	51,56

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	DIESEL OIL	FUENTES MOVILES	CH_4	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	46,22	46,22	46,22	46,22	Swisscontact - CALAC+, EPA.	52,55	52,55	47,88	47,88
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	DIESEL OIL	FUENTES MOVILES	CO_2	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	11,91	11,91	11,91	11,91	Swisscontact - CALAC+, EPA.	27,69	27,69	17,27	17,27
ENERGÍA	1.A.4.c. AGRICULTURA/SILVICULTURA/PESCA	DIESEL OIL	FUENTES MOVILES	N_2O	25,00	25,00	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	43,98	43,98	43,98	43,98	Swisscontact - CALAC+, EPA.	50,59	50,59	45,72	45,72
ENERGÍA	1.B.1.a. MINERÍA CARBONÍFERA Y MANEJO DEL CARBÓN.	MINERIA DE SUPERFICIE	MINERIA	CH_4			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			50,00	50,00	UPME - UPTC			51,54	51,54
ENERGÍA	1.B.1.a. MINERÍA CARBONÍFERA Y MANEJO DEL CARBÓN.	MINERIA DE SUPERFICIE	MINERIA	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	50,00	50,00			UPME - UPTC	55,90	55,90		
ENERGÍA	1.B.1.a. MINERÍA CARBONÍFERA Y MANEJO DEL CARBÓN.	MINERIA DE SUPERFICIE	MINERIA	CO_2			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			67,69	67,69	IPCC 2006			62,35	62,35
ENERGÍA	1.B.1.a. MINERÍA CARBONÍFERA Y MANEJO DEL CARBÓN.	MINERIA DE SUPERFICIE	MINERIA	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	67,69	67,69			IPCC 2006	66,00	66,00		
ENERGÍA	1.B.1.a. MINERÍA CARBONÍFERA Y MANEJO DEL CARBÓN.	MINERIA SUBTERRANEA	MINERIA	CH_4			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			37,50	37,50	UPME - UPTC			39,53	39,53
ENERGÍA	1.B.1.a. MINERÍA CARBONÍFERA Y MANEJO DEL CARBÓN.	MINERIA SUBTERRANEA	MINERIA	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	37,50	37,50			UPME - UPTC	45,07	45,07		
ENERGÍA	1.B.1.a. MINERÍA CARBONÍFERA Y MANEJO DEL CARBÓN.	MINERIA SUBTERRANEA	MINERIA	CO_2			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			40,22	40,22	IPCC 2006			42,12	42,12
ENERGÍA	1.B.1.a. MINERÍA CARBONÍFERA Y MANEJO DEL CARBÓN.	MINERIA SUBTERRANEA	MINERIA	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	40,22	40,22			IPCC 2006	47,36	47,36		
ENERGÍA	1.B.1.a. MINERÍA CARBONÍFERA Y MANEJO DEL CARBÓN.	MINERIA DE SUPERFICIE	POST-MINERIA	CH_4	25,00	25,00	25,00	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	25,00	25,00	25,00	25,00	UPME - UPTC	35,36	35,36	35,36	27,95
ENERGÍA	1.B.1.a. MINERÍA CARBONÍFERA Y MANEJO DEL CARBÓN.	MINERIA SUBTERRANEA	POST-MINERIA	CH_4	25,00	25,00	25,00	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	25,00	25,00	25,00	25,00	UPME - UPTC	35,36	35,36	35,36	27,95
ENERGÍA	1.B.1.a. MINERÍA CARBONÍFERA Y MANEJO DEL CARBÓN.	MINERIA SUBTERRANEA	POST-MINERIA	CO_2	25,00	25,00	25,00	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	40,22	40,22	40,22	40,22	IPCC 2006	47,36	47,36	47,36	42,12
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	GASES LICUADOS	CH_4			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			0,01	0,01	IPCC 2006			12,50	12,50
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	GASES LICUADOS	CH_4	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,01	0,01			IPCC 2006	5,00	5,00		
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	GASES LICUADOS	CO_2			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			48,20	48,20	IPCC 2006			49,80	49,80
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	GASES LICUADOS	CO_2	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	48,20	48,20			IPCC 2006	48,46	48,46		
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	GASES LICUADOS	N_2O			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			82,65	82,65	IPCC 2006			72,05	72,05
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	GASES LICUADOS	N_2O	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	82,65	82,65			IPCC 2006	71,13	71,13		
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	OLEODUCTO	CH_4			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			48,20	48,20	IPCC 2006			49,80	49,80
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	OLEODUCTO	CH_4	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	48,20	48,20			IPCC 2006	48,46	48,46		
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	OLEODUCTO	CO_2			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			48,20	48,20	IPCC 2006			49,80	49,80
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	OLEODUCTO	CO_2	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	48,20	48,20			IPCC 2006	48,46	48,46		
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	OLEODUCTO	N_2O			12,50	12,50	Juicio Experto /MRVme			0,01	0,01	IPCC 2006			12,50	12,50
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	TRANSPORTE	OLEODUCTO	N_2O	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,01	0,01			IPCC 2006	5,00	5,00		
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	PRODUCCION DE PETROLEO		CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			37,50	37,50	IPCC 2006			37,83	37,83
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	PRODUCCION DE PETROLEO		CH_4	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	37,50	37,50			IPCC 2006	37,83	37,83		

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	PRODUCCION DE PETROLEO		CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			37,50	37,50	IPCC 2006			37,83	37,83
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	PRODUCCION DE PETROLEO		CO_2	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	37,50	37,50			IPCC 2006	37,83	37,83		
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	PRODUCCION DE PETROLEO		N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,01	0,01	IPCC 2006			5,00	5,00
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	PRODUCCION DE PETROLEO		N_2O	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,01	0,01			IPCC 2006	5,00	5,00		
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	REFINACION		CH_4			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			50,00	50,00	IPCC 2006			50,06	50,06
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	REFINACION		CH_4	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	50,00	50,00			IPCC 2006	50,25	50,25		
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	REFINACION		CO_2			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			0,01	0,01	IPCC 2006			2,50	2,50
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	REFINACION		CO_2	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,01	0,01			IPCC 2006	5,00	5,00		
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	REFINACION		N_2O			2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme			0,01	0,01	IPCC 2006			2,50	2,50
ENERGÍA	1.B.2.a. PETRÓLEO	REFINACION		N_2O	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,01	0,01			IPCC 2006	5,00	5,00		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	ALMACENAMIENTO	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			59,54	59,54	IPCC 2006			55,22	55,22
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	ALMACENAMIENTO	CH_4	25,00	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	59,54	59,54			IPCC 2006	60,41	56,39		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	ALMACENAMIENTO	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			59,54	59,54	IPCC 2006			55,22	55,22
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	ALMACENAMIENTO	CO_2	25,00	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	59,54	59,54			IPCC 2006	60,41	56,39		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	ALMACENAMIENTO	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,01	0,01	IPCC 2006			5,00	5,00
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	ALMACENAMIENTO	N_2O	25,00	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,01	0,01			IPCC 2006	25,00	12,50		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PROCESAMIENTO DE GAS	PLANTAS DE GAS	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			47,37	47,37	IPCC 2006			47,63	47,63
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PROCESAMIENTO DE GAS	PLANTAS DE GAS	CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	47,37	47,37			IPCC 2006	53,56	53,56		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PROCESAMIENTO DE GAS	PLANTAS DE GAS	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			47,37	47,37	IPCC 2006			47,63	47,63
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PROCESAMIENTO DE GAS	PLANTAS DE GAS	CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	47,37	47,37			IPCC 2006	53,56	53,56		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PROCESAMIENTO DE GAS	PLANTAS DE GAS	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,01	0,01	IPCC 2006			5,00	5,00
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PROCESAMIENTO DE GAS	PLANTAS DE GAS	N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,01	0,01			IPCC 2006	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	TRANSMISION	CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			47,37	47,37	IPCC 2006			47,63	47,63
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	TRANSMISION	CH_4	25,00	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	47,37	47,37			IPCC 2006	53,56	48,99		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	TRANSMISION	CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			47,37	47,37	IPCC 2006			47,63	47,63

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	TRANSMISION	CO_2	25,00	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	47,37	47,37			IPCC 2006	53,56	48,99		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	TRANSMISION	N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,01	0,01	IPCC 2006			5,00	5,00
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	GAS NATURAL COMERCIALIZABLE	TRANSMISION	N_2O	25,00	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,01	0,01			IPCC 2006	25,00	12,50		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	DISTRIBUCION DE GAS		CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			59,54	59,54	IPCC 2006			55,22	55,22
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	DISTRIBUCION DE GAS		CH_4	25,00	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	59,54	59,54			IPCC 2006	60,41	56,39		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	DISTRIBUCION DE GAS		CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			59,54	59,54	IPCC 2006			55,22	55,22
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	DISTRIBUCION DE GAS		CO_2	25,00	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	59,54	59,54			IPCC 2006	60,41	56,39		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	DISTRIBUCION DE GAS		N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,00	0,00	IPCC 2006			5,00	5,00
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	DISTRIBUCION DE GAS		N_2O	25,00	12,50			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,00	0,00			IPCC 2006	25,00	12,50		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PRODUCCION DE GAS		CH_4			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			50,00	50,00	IPCC 2006			50,25	50,25
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PRODUCCION DE GAS		CH_4	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	50,00	50,00			IPCC 2006	55,90	55,90		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PRODUCCION DE GAS		CO_2			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			50,00	50,00	IPCC 2006			50,25	50,25
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PRODUCCION DE GAS		CO_2	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	50,00	50,00			IPCC 2006	55,90	55,90		
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PRODUCCION DE GAS		N_2O			5,00	5,00	Juicio Experto /MRVme			0,01	0,01	IPCC 2006			5,00	5,00
ENERGÍA	1.B.2.b. GAS NATURAL	PRODUCCION DE GAS		N_2O	25,00	25,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	0,01	0,01			IPCC 2006	25,00	25,00		
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PROCESAMIENTO DE GAS	PLANTAS DE GAS	CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	37,50	37,50	37,50	37,50	IPCC 2006	45,07	45,07	37,83	37,83
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PROCESAMIENTO DE GAS	PLANTAS DE GAS	CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	47,37	47,37	47,37	47,37	IPCC 2006	53,56	53,56	47,63	47,63
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PROCESAMIENTO DE GAS	PLANTAS DE GAS	N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	82,65	82,65	82,65	82,65	IPCC 2006	75,23	75,23	71,13	71,13
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PERFORACION DE POZOS		CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	73,53	73,53	73,53	73,53	IPCC 2006	69,76	69,76	65,31	65,31
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PERFORACION DE POZOS		CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	73,53	73,53	73,53	73,53	IPCC 2006	69,76	69,76	65,31	65,31
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PERFORACION DE POZOS		N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,00	0,00	0,00	0,00	IPCC 2006	25,00	25,00	5,00	5,00
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PRODUCCION DE GAS		CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	37,50	37,50	37,50	37,50	IPCC 2006	45,07	45,07	37,83	37,83
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PRODUCCION DE GAS		CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	37,50	37,50	37,50	37,50	IPCC 2006	45,07	45,07	37,83	37,83
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PRODUCCION DE GAS		N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	82,65	82,65	82,65	82,65	IPCC 2006	75,23	75,23	71,13	71,13
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PRODUCCION DE PETROLEO		CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	37,50	37,50	37,50	37,50	IPCC 2006	45,07	45,07	37,83	37,83
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PRODUCCION DE PETROLEO		CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	37,50	37,50	37,50	37,50	IPCC 2006	45,07	45,07	37,83	37,83
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PRODUCCION DE PETROLEO		N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	82,65	82,65	82,65	82,65	IPCC 2006	75,23	75,23	71,13	71,13
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PRUEBA DE POZOS		CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	73,53	73,53	73,53	73,53	IPCC 2006	69,76	69,76	65,31	65,31

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PRUEBA DE POZOS		CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	73,53	73,53	73,53	73,53	IPCC 2006	69,76	69,76	65,31	65,31
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	PRUEBA DE POZOS		N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	82,65	82,65	82,65	82,65	IPCC 2006	75,23	75,23	71,13	71,13
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	SERVICIOS A POZOS		CH_4	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	73,53	73,53	73,53	73,53	IPCC 2006	69,76	69,76	65,31	65,31
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	SERVICIOS A POZOS		CO_2	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	73,53	73,53	73,53	73,53	IPCC 2006	69,76	69,76	65,31	65,31
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	SERVICIOS A POZOS		N_2O	25,00	25,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,01	0,01	0,01	0,01	IPCC 2006	25,00	25,00	5,00	5,00
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	TRANSMISION Y ALMACENAMIENTO		CH_4	25,00	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	47,37	47,37	47,37	47,37	IPCC 2006	53,56	48,99	48,99	48,99
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	TRANSMISION Y ALMACENAMIENTO		CO_2	25,00	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	47,37	47,37	47,37	47,37	IPCC 2006	53,56	48,99	48,99	48,99
ENERGÍA	1.B.2.c. VENTEO Y QUEMA EN ANTORCHA	TRANSMISION Y ALMACENAMIENTO		N_2O	25,00	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	0,01	0,01	0,01	0,01	IPCC 2006	25,00	12,50	12,50	12,50

Tabla 395. Incertidumbre asociada al sector IPPU

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.A.1. PRODUCCIÓN DE CEMENTO			CO_2				10,00	Juicio experto IDEAM/BUR3				2,50	FICEM				10,31
IPPU	2.A.1. PRODUCCIÓN DE CEMENTO			CO_2	12,50	12,50	12,50		Juicio experto IDEAM/BUR3	2,50	2,50	2,50		WCBSD	12,75	12,75	12,75	
IPPU	2.A.2. PRODUCCIÓN DE CAL	CAL DOLOMITA		CO_2	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	1,00	1,00	1,00	1,00	IPCC 2006	25,02	25,02	25,02	25,02

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.A.2. PRODUCCIÓN DE CAL	CAL HIDRATADA		CO_2	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	7,50	7,50	7,50	7,50	IPCC 2006	26,10	26,10	26,10	26,10
IPPU	2.A.2. PRODUCCIÓN DE CAL	CAL VIVA		CO_2	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	1,00	1,00	1,00	1,00	IPCC 2006	25,02	25,02	25,02	25,02
IPPU	2.A.3. PRODUCCIÓN DE VIDRIO	BOTELLAS		CO_2	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	1,50	1,50	1,50	1,50	IPCC 2006	12,59	12,59	12,59	12,59
IPPU	2.A.3. PRODUCCIÓN DE VIDRIO	FIBRA DE VIDRIO		CO_2	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	1,50	1,50	1,50	1,50	IPCC 2006	12,59	12,59	12,59	12,59
IPPU	2.A.3. PRODUCCIÓN DE VIDRIO	VIDRIO PLANO		CO_2	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	1,50	1,50	1,50	1,50	IPCC 2006	12,59	12,59	12,59	12,59
IPPU	2.A.4. OTROS USOS DE CARBONATOS EN LOS PROCESOS			CO_2	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	2,50	2,50	2,50	2,50	IPCC 2006	25,12	25,12	25,12	25,12
IPPU	2.B.1. PRODUCCIÓN DE AMONÍACO			CO_2	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	3,00	3,00	3,00	3,00	IPCC 2006	5,83	5,83	5,83	5,83
IPPU	2.B.2. PRODUCCIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO			N_2O	5,00	5,00			Juicio experto IDEAM/BUR3	20,00	20,00			IPCC 2006	20,62	20,62		
IPPU	2.B.2. PRODUCCIÓN			N_2O			5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3			10,00	10,00	SOUTH POLE			11,18	11,18

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
	DE ÁCIDO NÍTRICO																	
IPPU	2.B.4.a. CAPROLACTAMA			N_2O	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	20,00	20,00	20,00	20,00	IPCC 2006	20,62	20,62	20,62	20,62
IPPU	2.B.8.b. ETILENO			CH_4	2,50	2,50	2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme	5,00	5,00	5,00	5,00	IPCC 2006	5,59	5,59	5,59	5,59
IPPU	2.B.8.b. ETILENO			CO_2	2,50	2,50	2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme	15,00	15,00	15,00	15,00	IPCC 2006	15,21	15,21	15,21	15,21
IPPU	2.B.8.c. DICLORURO DE ETILENO Y MONÓMERO CLORURO DE VINILO			CH_4	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	5,00	5,00	5,00	5,00	IPCC 2006	7,07	7,07	7,07	7,07
IPPU	2.B.8.c. DICLORURO DE ETILENO Y MONÓMERO CLORURO DE VINILO			CO_2	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	25,00	25,00	25,00	25,00	IPCC 2006	25,50	25,50	25,50	25,50
IPPU	2.B.8.f. NEGRO DE HUMO			CH_4	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	42,50	42,50	42,50	42,50	IPCC 2006	42,79	42,79	42,79	42,79
IPPU	2.B.8.f. NEGRO DE HUMO			CO_2	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	7,50	7,50	7,50	7,50	IPCC 2006	9,01	9,01	9,01	9,01
IPPU	2.C.1.a ACERO	ACERO BOF		CO_2	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	12,50	12,50	12,50	12,50	IPCC 2006	17,68	17,68	17,68	17,68

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.C.1.a ACERO	ACERO EAF		CO_2	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	12,50	12,50	12,50	12,50	IPCC 2006	17,68	17,68	17,68	17,68
IPPU	2.C.1.d SINTERIZADO	ACERO SINTERIZADO		CH_4	10,00	10,00	10,00	10,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	12,50	12,50	12,50	12,50	IPCC 2006	16,01	16,01	16,01	16,01
IPPU	2.C.1.d SINTERIZADO	ACERO SINTERIZADO		CO_2	10,00	10,00	10,00	10,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	12,50	12,50	12,50	12,50	IPCC 2006	16,01	16,01	16,01	16,01
IPPU	2.C.2. PRODUCCIÓN DE FERROALEACIONES	FERRONIQUEL		CO_2	2,50	2,50	2,50	2,50	Juicio Experto /MRVme	2,50	2,50	2,50	2,50	Cerromatoso S.A.	3,54	3,54	3,54	3,54
IPPU	2.C.5. PRODUCCIÓN DE PLOMO			CO_2	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	25,00	25,00	25,00	25,00	IPCC 2006	35,36	35,36	35,36	35,36
IPPU	2.D.1. USO DE LUBRICANTES	ACEITES LUBRICANTES		CO_2	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	1,50	1,50	1,50	1,50	IPCC 2006	25,04	25,04	25,04	25,04
IPPU	2.D.1. USO DE LUBRICANTES	GRASAS LUBRICANTES		CO_2	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	1,50	1,50	1,50	1,50	IPCC 2006	25,04	25,04	25,04	25,04
IPPU	2.D.2. USO DE CERA DE PARAFINA	CERAS PARAFINAS		CO_2	25,00	25,00	25,00	25,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	2,50	2,50	2,50	2,50	IPCC 2006	25,12	25,12	25,12	25,12
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			HFC-125			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACI			HFC-134a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
	ÓN COMERCIAL																	
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			HFC-143a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			HFC-152a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			HFC-227ea			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			HFC-23			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			HFC-236fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			HFC-245fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			HFC-32			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			HFC-365 mfc			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			HFC-43-10mee			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			PFC-116			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.a. REFRIGERACIÓN COMERCIAL			PFC-14			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			HFC-125			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			HFC-134a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			HFC-143a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACI			HFC-152a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
	ÓN DOMÉSTICA																	
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			HFC-227ea			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			HFC-23			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			HFC-236fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			HFC-245fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			HFC-32			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			HFC-365mfc			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			HFC-43-10mee			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			PFC-116			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.b. REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA			PFC-14			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			HFC-125			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			HFC-134a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			HFC-143a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			HFC-152a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			HFC-227ea			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACI			HFC-23			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
	ÓN INDUSTRIAL																	
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			HFC-236fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			HFC-245fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			HFC-32			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			HFC-365mfc			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			HFC-43-10mee			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			PFC-116			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.c. REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL			PFC-14			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			HFC-125			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			HFC-134a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			HFC-143a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			HFC-152a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			HFC-227ea			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			HFC-23			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			HFC-236fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			HFC-245fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			HFC-32			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			HFC-365 mfc			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			HFC-43-10mee			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			PFC-116			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.d. TRANSPORTE REFIEGERADO			PFC-14			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			HFC-125			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			HFC-134a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			HFC-143a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			HFC-152a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			HFC-227ea			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			HFC-23			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			HFC-236fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			HFC-245fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			HFC-32			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			HFC-365mfc			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			HFC-43-10mee			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			PFC-116			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.e. AIRE ACONDICIONADO MÓVIL			PFC-14			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO			HFC-125			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
	ESTACIONARIO																	
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			HFC-134a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			HFC-143a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			HFC-152a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			HFC-227ea			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			HFC-23			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			HFC-236fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			HFC-245fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			HFC-32			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			HFC-365mfc			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			HFC-43-10mee			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			PFC-116			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.1.f. AIRE ACONDICIONADO ESTACIONARIO			PFC-14			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			HFC-125			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			HFC-134a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			HFC-143a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			HFC-152a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			HFC-227ea			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			HFC-23			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			HFC-236fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			HFC-245fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			HFC-32			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			HFC-365mfc			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			HFC-43-			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
				10mee														
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			PFC-116			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.2. AGENTES ESPUMANTES			PFC-14			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			HFC-125			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			HFC-134a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			HFC-143a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			HFC-152a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			HFC-227ea			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN			HFC-23			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
	CONTRA INCENDIOS																	
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			HFC-236fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			HFC-245fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			HFC-32			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			HFC-365mfc			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			HFC-43-10mee			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			PFC-116			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			PFC-14			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			HFC-125			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			HFC-134a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			HFC-143a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			HFC-152a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			HFC-227ea			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			HFC-23			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			HFC-236fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			HFC-245fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			HFC-32			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			HFC-365mfc			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			HFC-43-			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
				10mee														
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			PFC-116			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.4. AEROSOLES			PFC-14			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			HFC-125			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			HFC-134a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			HFC-143a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			HFC-152a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			HFC-227ea			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			HFC-23			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			HFC-236fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			HFC-245fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			HFC-32			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			HFC-365 mfc			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			HFC-43-10mee			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			PFC-116			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.5. SOLVENTES			PFC-14			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			HFC-125			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			HFC-134a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			HFC-143a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			HFC-152a			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			HFC-227ea			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			HFC-23			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			HFC-236fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			HFC-245fa			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			HFC-32			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			HFC-365mfc			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			HFC-43-10mee			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			PFC-116			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.F.6. OTRAS APLICACIONES			PFC-14			7,50	7,50	Juicio experto IDEAM/BUR3			12,50	12,50	IPCC 2006			14,58	14,58
IPPU	2.G.1. EQUIPOS ELÉCTRICOS			SF_6	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	37,50	37,50	37,50	37,50	XM (demanda del SIN)	39,53	39,53	39,53	39,53

Tabla 396. Incertidumbre asociada al sector Residuos

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
RESIDUOS	5.A.1. SITIOS DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GESTIONADOS			CH4	22,15	21,32	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	10,00	10,00	10,00	10,00	Juicio experto IDEAM	24,31	23,55	17,03	12,60
RESIDUOS	5.A.3. SITIOS DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SIN CATEGORÍA			CH4	21,32	17,21	13,78	6,77	Juicio experto IDEAM / Matriz	9,00	9,00	9,00	9,00	Juicio experto IDEAM	23,14	19,42	16,46	11,26
RESIDUOS	5.C.1. INCINERACIÓN DE RESIDUOS			CO2	22,15	21,32	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	20,00	20,00	20,00	20,00	IPCC 2006	29,85	29,23	24,29	21,42
RESIDUOS	5.C.2. INCINERACIÓN ABIERTA DE RESIDUOS			CH4	16,14	20,46	13,78	8,48	Juicio experto IDEAM / Matriz	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM	16,90	21,06	14,66	9,85
RESIDUOS	5.C.2. INCINERACIÓN ABIERTA DE RESIDUOS			CO2	17,21	22,15	12,44	8,48	Juicio experto IDEAM / Matriz	8,50	8,50	8,50	8,50	Juicio experto IDEAM	19,19	23,73	15,07	12,01
RESIDUOS	5.C.2. INCINERACIÓN ABIERTA DE RESIDUOS			N2O	17,21	21,32	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	5,00	5,00	5,00	5,00	Juicio experto IDEAM	17,92	21,90	14,66	9,16
RESIDUOS	5.D.1. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS			CH4	22,15	25,54	13,78	8,48	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM	25,44	28,44	18,61	15,11
RESIDUOS	5.D.1. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS			N2O	22,15	16,14	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	5,50	5,50	5,50	5,50	Juicio experto IDEAM	22,83	17,05	14,84	9,44
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	ACEITES VEGETALES		CH4	22,15	21,32	12,44	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	7,55	7,55	7,55	7,55	Juicio experto IDEAM/BUR3	23,41	22,62	14,56	10,77
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	ALIMENTOS PARA ANIMALES		CH4	17,21	20,46	12,44	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	21,27	23,98	17,64	14,67

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	CAFE		CH4	26,25	20,46	13,78	8,48	Juicio experto IDEAM / Matriz	7,75	7,75	7,75	7,75	Juicio experto IDEAM/BUR3	27,37	21,88	15,81	11,49
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	CARNES Y AVES		CH4	16,14	16,14	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	10,18	10,18	10,18	10,18	Juicio experto IDEAM/BUR3	19,09	19,09	17,14	12,75
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	CARNES Y AVES		N2O	21,32	22,15	13,78	8,48	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	24,72	25,44	18,61	15,11
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	FERTILIZANTES NITROGENADOS		N2O	16,14	24,81	13,78	8,48	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	20,42	27,78	18,61	15,11
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	JABON Y DETERGENTES		CH4	26,25	21,32	12,44	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	21,94	21,94	21,94	21,94	Juicio experto IDEAM/BUR3	34,21	30,59	25,22	23,24
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	MALTA Y CERVEZA		CH4	16,14	21,32	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	15,66	15,66	15,66	15,66	Juicio experto IDEAM/BUR3	22,49	26,45	20,86	17,44
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	MALTA Y CERVEZA		N2O	17,21	25,54	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	21,27	28,44	18,61	14,67
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	MANUFACTURA DE HIERRO Y ACERO		N2O	22,15	16,14	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	25,44	20,42	18,61	14,67
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	MEDICAMENTOS		CH4	16,14	22,15	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	20,42	25,44	18,61	14,67
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	OTRAS BEBIDAS		CH4	22,15	17,21	13,78	6,77	Juicio experto IDEAM / Matriz	7,64	7,64	7,64	7,64	Juicio experto IDEAM/BUR3	23,43	18,83	15,76	10,21
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	OTROS ALIMENTOS		CH4	17,21	22,15	12,44	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	9,34	9,34	9,34	9,34	Juicio experto IDEAM/BUR3	19,58	24,04	15,56	12,09

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	PINTURAS		CH4	24,81	17,21	12,44	8,48	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	27,78	21,27	17,64	15,11
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	PLASTICOS Y RESINAS		CH4	21,32	22,15	12,44	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	15,00	15,00	15,00	15,00	Juicio experto IDEAM/BUR3	26,07	26,75	19,49	16,85
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	PLASTICOS Y RESINAS		N2O	26,25	25,54	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	29,08	28,44	18,61	14,67
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	PROCESAMIENTO DEL PESCADO		CH4	21,32	21,32	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	24,72	24,72	18,61	14,67
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	PROCESAMIENTO DEL PESCADO		N2O	20,46	22,15	12,44	8,48	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	23,98	25,44	17,64	15,11
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	PRODUCCION DE ALMIDON		CH4	16,14	21,32	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	5,64	5,64	5,64	5,64	Juicio experto IDEAM/BUR3	17,10	22,05	14,89	9,52
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	PRODUCCION DE ALMIDON		N2O	17,21	22,15	13,78	8,48	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	21,27	25,44	18,61	15,11
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	PRODUCTOS LACTEOS		CH4	22,15	17,21	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	15,82	15,82	15,82	15,82	Juicio experto IDEAM/BUR3	27,22	23,37	20,98	17,58
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	PULPA Y PAPEL (COMBINADOS)		CH4	22,15	20,46	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	24,39	24,39	24,39	24,39	Juicio experto IDEAM/BUR3	32,95	31,84	28,02	25,57
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	REFINACION DEL AZUCAR		CH4	22,15	15,01	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	9,60	9,60	9,60	9,60	Juicio experto IDEAM/BUR3	24,14	17,81	16,80	12,29
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	REFINADO DE ALCOHOL		CH4	21,32	16,14	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	24,72	20,42	18,61	14,67

SECTOR	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CLASIFICACION 1	CLASIFICACION 2	GAS	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) DATOS DE ACTIVIDAD - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE DATOS DE ACTIVIDAD	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) FACTOR DE EMISIÓN - AÑOS				FUENTE DE INCERTIDUMBRE FACTOR DE EMISIÓN	INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR (%) EMISIONES - AÑOS			
					1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021		1990	2000	2010	2021
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	REFINADO DE ALCOHOL		N2O	22,15	22,15	12,44	9,22	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	25,44	25,44	17,64	15,53
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	REFINERIAS DE PETROLEO		CH4	15,01	21,32	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	19,53	24,72	18,61	14,67
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	SUSTANCIAS QUIMICAS ORGANICAS		CH4	22,15	15,01	12,44	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	10,83	10,83	10,83	10,83	Juicio experto IDEAM/BUR3	24,66	18,50	16,50	13,27
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	TEXTILES (NATURALES)		CH4	16,14	21,32	13,78	7,67	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	20,42	24,72	18,61	14,67
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	VERDURAS, FRUTAS Y ZUMOS		CH4	26,25	22,15	13,78	8,48	Juicio experto IDEAM / Matriz	19,44	19,44	19,44	19,44	Juicio experto IDEAM/BUR3	32,67	29,47	23,83	21,21
RESIDUOS	5.D.2. TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	VINO Y VINAGRE		CH4	16,14	16,14	13,78	8,48	Juicio experto IDEAM / Matriz	12,50	12,50	12,50	12,50	Juicio experto IDEAM/BUR3	20,42	20,42	18,61	15,11

Tabla 397. Incertidumbre asociada al sector Agricultura

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
1990	3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción			69,52				18,76				7,75	
1990	3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción			34,47				43,46				34,60	

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
1990	3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne			32,00				36,57				32,43	
1990	3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos			38,43				39,83				39,42	
1990	3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos			28,63				213,12				41,76	
1990	3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo			28,89				47,91				28,61	
1990	3.A.1.a.vii. Ganado de engorde			27,79				5,75				28,48	
1990	3.A.2.a.i. Ovinos			0,19				17,51				66,79	
1990	3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses			0,15				31,17				59,94	
1990	3.A.3.a.ii. Porcinos > 6 meses			0,15				33,27				6,68	
1990	3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad			0,15				45,58				71,75	
1990	3.A.4.a. Búfalos			0,15				41,58				68,64	
1990	3.A.4.d. Caprinos			0,19				39,62				78,99	
1990	3.A.4.e. Caballos			0,15				3,61				6,48	
1990	3.A.4.f. Mulas y asnos			0,15				37,88				65,88	
1990	3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción			69,52				3,25				73,27	
1990	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción			34,47	4,22			88,69	15,94			36,22	42,16
1990	3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne			32,00				56,19				33,36	
1990	3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos			38,43				7,00				41,25	

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
1990	3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos			28,63				79,74				3,39	
1990	3.B.1.a.vi. Novillas de remplazo			28,89				79,56				29,75	
1990	3.B.1.a.vii. Ganado de engorde			27,79				87,59				29,76	
1990	3.B.2.a.i. Ovinos			24,69	46,35			135,86	17,95			28,22	48,33
1990	3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses			24,68	5,39			91,56	66,36			29,63	51,94
1990	3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses			21,45	51,56			14,20	74,67			25,99	59,19
1990	3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad			15,27	63,39			153,86	76,88			17,32	67,62
1990	3.B.4.a. Búfalos			18,83	59,70			124,55	78,23			2,36	99,60
1990	3.B.4.d. Caprinos			5,29	73,43			138,79	79,32			55,53	79,86
1990	3.B.4.e. Caballos			13,54	57,31			97,88	76,56			18,11	63,61
1990	3.B.4.f. Mulas y asnos			13,65	69,36			131,12	79,25			15,52	74,73
1990	3.B.4.g.i. Ponedoras			2,19	68,73			1,60	22,92			21,63	68,73
1990	3.B.4.g.ii. Pollos de engorde			19,67	58,75			73,63	74,53			2,40	95,37
1990	3.B.5.a.i. Vacas de Alta Producción				32,66				75,37				4,61
1990	3.B.5.a.ii. Vacas de Baja Producción				16,92				83,28				19,18
1990	3.B.5.b. Ovinos				26,98				9,73				32,11
1990	3.B.5.c.i. Porcinos < 6 meses				27,29				87,72				42,72
1990	3.B.5.c.ii. Porcinos > 6 meses				23,82				9,72				38,27

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
1990	3.B.5.c.iii. Porcinos baja productividad				17,55				92,46				24,63
1990	3.B.5.d.i. Búfalos				19,79				92,52				25,45
1990	3.B.5.d.iii. Caballos				15,32				85,26				18,43
1990	3.B.5.d.iv. Mulas y asnos												
1990	3.B.5.d.v.i. Ponedoras				22,22				88,89				32,32
1990	3.B.5.d.v.ii. Pollo de engorde				21,88				87,98				29,65
1990	3.C.2.b. Propenso a la sequía			31,27				17,95				35,82	
1990	3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos				38,52				19,46				43,14
1990	3.D.1.b.i Estiércol animal aplicado a los suelos				46,69				52,46				69,82
1990	3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.				49,41				19,14				52,99
1990	3.D.1.d. Residuos de cosecha				63,94				16,99				66,16
1990	3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo				3,55				16,00				34,49
1990	3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)				13,00				56,00				57,49
1990	3.D.2.a.i. Volatilización - Fertilizantes N inorgánicos				18,48				59,87				62,66
1990	3.D.2.a.ii. Volatilización - Fertilizantes N orgánicos				59,36				33,23				66,57
1990	3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo				65,22				32,17				72,71

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
1990	3.D.2.b.i. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N inorgánicos				63,72				34,58				72,50
1990	3.D.2.b.ii. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N orgánicos				75,32				45,40				87,94
1990	3.D.2.b.iii. Lixiviación/escurrimiento Residuos de cosecha				64,83				41,38				77,00
1990	3.D.2.b.iv. Lixiviación/escurrimiento Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo				61,92				31,23				69,35
1990	3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo				59,63				31,58				67,48
1990	3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)2		23,00				46,62				51,56		
1990	3.H. Aplicación de urea		46,94				28,34				5,66		
2000	3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción			56,44				18,76				57,57	
2000	3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción			27,73				43,46				28,74	
2000	3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne			25,22				36,57				25,72	
2000	3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos			31,99				39,83				32,88	
2000	3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos			23,39				213,12				38,53	
2000	3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo			22,37				47,91				23,64	

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2000	3.A.1.a.vii. Ganado de engorde			21,96				5,75				22,79	
2000	3.A.2.a.i. Ovinos			0,18				17,51				62,18	
2000	3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses			0,11				31,17				5,42	
2000	3.A.3.a.ii. Porcinos > 6 meses			0,11				33,27				5,87	
2000	3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad			0,12				45,58				62,83	
2000	3.A.4.a. Búfalos			0,12				41,58				61,26	
2000	3.A.4.d. Caprinos			0,17				39,62				71,47	
2000	3.A.4.e. Caballos			0,12				3,61				51,19	
2000	3.A.4.f. Mulas y asnos			0,12				37,88				57,45	
2000	3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción			56,44				3,25				59,55	
2000	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción			27,73	34,97			88,69	15,98			29,72	37,14
2000	3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne			25,22				56,19				26,55	
2000	3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos			31,99				7,00				34,46	
2000	3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos			23,39				79,74				24,90	
2000	3.B.1.a.vi. Novillas de remplazo			22,37				79,56				24,33	
2000	3.B.1.a.vii. Ganado de engorde			21,96				87,59				24,26	
2000	3.B.2.a.i. Ovinos			19,88	31,55			135,86	17,95			23,66	34,46

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2000	3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses			19,86	23,99			91,56	66,31			23,70	27,96
2000	3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses			17,92	38,54			14,20	74,68			2,42	48,26
2000	3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad			12,77	38,39			153,86	76,88			15,33	44,97
2000	3.B.4.a. Búfalos			14,99	46,36			124,55	78,20			17,15	92,16
2000	3.B.4.d. Caprinos			43,63	56,30			138,79	79,29			48,60	64,43
2000	3.B.4.e. Caballos			11,45	36,94			97,88	76,52			15,19	45,29
2000	3.B.4.f. Mulas y asnos			11,68	44,11			131,12	79,39			13,18	52,32
2000	3.B.4.g.i. Ponedoras			16,89	49,18			1,60	23,67			18,48	49,18
2000	3.B.4.g.ii. Pollos de engorde			16,62	4,14			73,63	74,53			17,41	85,17
2000	3.B.5.a.i. Vacas de Alta Producción				28,26				75,37				36,33
2000	3.B.5.a.ii. Vacas de Baja Producción				14,35				83,28				16,31
2000	3.B.5.b. Ovinos				2,61				9,73				26,55
2000	3.B.5.c.i. Porcinos < 6 meses				2,58				87,72				37,84
2000	3.B.5.c.ii. Porcinos > 6 meses				17,85				9,72				33,65
2000	3.B.5.c.iii. Porcinos baja productividad				13,70				92,46				2,22
2000	3.B.5.d.i. Búfalos				15,57				92,52				21,49
2000	3.B.5.d.iii. Caballos				12,86				85,26				15,61
2000	3.B.5.d.iv. Mulas y asnos												
2000	3.B.5.d.v.i. Ponedoras				17,62				88,89				28,89

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2000	3.B.5.d.v.ii. Pollo de engorde				17,41				87,98				26,23
2000	3.C.2.b. Propenso a la sequía			23,89				17,95				29,85	
2000	3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos				31,43				19,46				36,96
2000	3.D.1.b.i Estiércol animal aplicado a los suelos				41,62				52,46				66,96
2000	3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.				35,57				18,89				4,22
2000	3.D.1.d. Residuos de cosecha				62,86				17,97				65,12
2000	3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo				23,22				16,57				28,20
2000	3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)				13,00				56,88				57,49
2000	3.D.2.a.i. Volatilización - Fertilizantes N inorgánicos				18,48				53,96				56,22
2000	3.D.2.a.ii. Volatilización - Fertilizantes N orgánicos				42,15				33,23				51,87
2000	3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo				49,37				32,17				58,93
2000	3.D.2.b.i. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N inorgánicos				48,23				34,58				59,18
2000	3.D.2.b.ii. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N orgánicos				62,32				45,40				77,97
2000	3.D.2.b.iii. Lixiviación/escurrimiento Residuos de cosecha				55,36				41,38				69,12

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2000	3.D.2.b.iv. Lixiviación/escurrimiento Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo				49,48				31,23				58,14
2000	3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo				47,28				31,58				56,85
2000	3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)2		22,27				42,89				48,20		
2000	3.H. Aplicación de urea		38,77				28,35				42,43		
2010	3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción			43,11				18,76				44,25	
2010	3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción			21,48				43,46				21,71	
2010	3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne			18,66				36,57				19,29	
2010	3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos			24,75				39,83				25,36	
2010	3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos			17,55				213,12				36,57	
2010	3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo			16,79				47,91				17,77	
2010	3.A.1.a.vii. Ganado de engorde			16,22				5,75				17,27	
2010	3.A.2.a.i. Ovinos			0,16				17,51				55,39	
2010	3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses			0,72				31,17				4,18	
2010	3.A.3.a.ii. Porcinos > 6 meses			0,69				33,27				41,14	
2010	3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad			0,79				45,58				53,79	

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2010	3.A.4.a. Búfalos			0,91				41,58				52,95	
2010	3.A.4.d. Caprinos			0,13				39,62				6,45	
2010	3.A.4.e. Caballos			0,82				3,61				41,19	
2010	3.A.4.f. Mulas y asnos			0,88				37,88				48,39	
2010	3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción			43,11				3,25				45,92	
2010	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción			21,48	31,76			88,69	16,99			23,53	33,96
2010	3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne			18,66				56,19				2,71	
2010	3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos			24,75				7,00				26,54	
2010	3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos			17,55				79,74				19,78	
2010	3.B.1.a.vi. Novillas de remplazo			16,79				79,56				19,22	
2010	3.B.1.a.vii. Ganado de engorde			16,22				87,59				19,19	
2010	3.B.2.a.i. Ovinos			15,45	21,27			135,86	17,90			2,64	25,37
2010	3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses			14,36	19,64			91,56	66,36			17,19	22,84
2010	3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses			12,64	29,49			14,20	74,63			14,86	41,34
2010	3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad			1,27	3,13			153,86	76,88			13,12	38,24
2010	3.B.4.a. Búfalos			12,16	37,50			124,55	78,22			14,66	87,86
2010	3.B.4.d. Caprinos			31,77	43,33			138,79	79,37			38,26	53,47
2010	3.B.4.e. Caballos			9,12	28,99			97,88	76,64			11,59	39,24

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2010	3.B.4.f. Mulas y asnos			9,46	29,89			131,12	79,36			11,12	4,99
2010	3.B.4.g.i. Ponedoras			12,86	38,17			1,60	23,33			14,76	38,17
2010	3.B.4.g.ii. Pollos de engorde			12,78	3,94			73,63	74,53			13,74	81,24
2010	3.B.5.a.i. Vacas de Alta Producción				22,33				75,37				29,46
2010	3.B.5.a.ii. Vacas de Baja Producción				1,78				83,28				13,33
2010	3.B.5.b. Ovinos				15,63				9,73				21,90
2010	3.B.5.c.i. Porcinos < 6 meses				14,52				87,72				34,50
2010	3.B.5.c.ii. Porcinos > 6 meses				12,79				9,72				31,15
2010	3.B.5.c.iii. Porcinos baja productividad				1,53				92,46				16,99
2010	3.B.5.d.i. Búfalos				12,41				92,52				16,94
2010	3.B.5.d.iii. Caballos				9,25				85,26				13,95
2010	3.B.5.d.iv. Mulas y asnos												
2010	3.B.5.d.v.i. Ponedoras				13,44				88,89				25,98
2010	3.B.5.d.v.ii. Pollo de engorde				12,98				87,98				23,26
2010	3.C.2.b. Propenso a la sequía			21,88				17,90				28,27	
2010	3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos				26,86				19,46				33,18
2010	3.D.1.b.i Estiércol animal aplicado a los suelos				39,35				52,46				65,58
2010	3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.				29,57				18,99				35,14

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2010	3.D.1.d. Residuos de cosecha				61,86				17,00				64,15
2010	3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo				2,25				15,99				25,80
2010	3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)				13,15				56,40				57,49
2010	3.D.2.a.i. Volatilización - Fertilizantes N inorgánicos				18,48				48,18				51,66
2010	3.D.2.a.ii. Volatilización - Fertilizantes N orgánicos				28,70				33,23				41,66
2010	3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo				34,57				32,17				47,22
2010	3.D.2.b.i. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N inorgánicos				33,33				34,58				48,27
2010	3.D.2.b.ii. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N orgánicos				45,66				45,40				64,35
2010	3.D.2.b.iii. Lixiviación/escurrimiento Residuos de cosecha				41,73				41,38				58,26
2010	3.D.2.b.iv. Lixiviación/escurrimiento Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo				36,14				31,23				47,76
2010	3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo				34,45				31,58				46,73
2010	3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)2		21,95				4,36				45,89		
2010	3.H. Aplicación de urea		33,52				28,35				37,68		

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2021	3.A.1.a.i. Vacas de Alta Producción			29,00				18,76				3,19	
2021	3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción			14,93				43,46				14,94	
2021	3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne			11,15				36,57				12,43	
2021	3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos			18,53				39,83				19,25	
2021	3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos			11,51				213,12				29,52	
2021	3.A.1.a.vi. Novillas de remplazo			1,75				47,91				11,92	
2021	3.A.1.a.vii. Ganado de engorde			9,98				5,75				11,44	
2021	3.A.2.a.i. Ovinos			0,12				17,51				45,46	
2021	3.A.3.a.i. Porcinos < 6 meses			0,28				31,17				32,58	
2021	3.A.3.a.ii. Porcinos > 6 meses			0,25				33,27				34,34	
2021	3.A.3.a.iii. Porcinos baja productividad			0,34				45,58				47,16	
2021	3.A.4.a. Búfalos			0,53				41,58				45,76	
2021	3.A.4.d. Caprinos			0,67				39,62				46,26	
2021	3.A.4.e. Caballos			0,38				3,61				32,82	
2021	3.A.4.f. Mulas y asnos			0,46				37,88				4,46	
2021	3.A.4.g.i. Ponedoras												
2021	3.A.4.g.ii. Pollo de engorde												

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2021	3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción			29,00				3,25				31,88	
2021	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción			14,93	23,82			88,69	16,27			16,82	28,71
2021	3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne			11,15				56,19				13,70	
2021	3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos			18,53				7,00				2,34	
2021	3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos			11,51				79,74				14,15	
2021	3.B.1.a.vi. Novillas de remplazo			1,75				79,56				13,68	
2021	3.B.1.a.vii. Ganado de engorde			9,98				87,59				13,74	
2021	3.B.2.a.i. Ovinos			8,94	8,99			135,86	69,33			14,53	18,36
2021	3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses			6,33	6,32			91,56	66,37			14,35	14,35
2021	3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses			6,37	6,37			14,20	74,67			24,69	24,69
2021	3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad			9,76	9,40			153,86	76,88			25,22	25,22
2021	3.B.4.a. Búfalos			8,89	8,96			124,55	25,76			27,28	27,28
2021	3.B.4.d. Caprinos			15,30	15,25			138,79	31,32			34,83	34,83
2021	3.B.4.e. Caballos			5,95	6,16			97,88	26,17			26,85	26,85
2021	3.B.4.f. Mulas y asnos			7,19	7,22			131,12	27,23			28,35	28,35
2021	3.B.4.g.i. Ponedoras			7,92	8,28			1,60	71,15			26,94	26,94
2021	3.B.4.g.ii. Pollos de engorde			7,98	8,48			73,63	22,77			24,30	24,30

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2021	3.B.5.a.i. Vacas de Alta Producción				14,88				75,37				24,26
2021	3.B.5.a.ii. Vacas de Baja Producción				7,18				83,28				9,87
2021	3.B.5.a.iii. Vacas para producción de carne												
2021	3.B.5.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos												
2021	3.B.5.a.v. Terneros pre-destetos												
2021	3.B.5.a.vi. Novillas de remplazo												
2021	3.B.5.a.vii. Ganado de engorde												
2021	3.B.5.b. Ovinos				8,95				9,73				16,95
2021	3.B.5.c.i. Porcinos < 6 meses				6,34				87,72				26,97
2021	3.B.5.c.ii. Porcinos > 6 meses				6,38				9,72				19,69
2021	3.B.5.c.iii. Porcinos baja productividad				9,89				92,46				15,45
2021	3.B.5.d.i. Búfalos				8,98				92,52				13,52
2021	3.B.5.d.ii. Caprinos												
2021	3.B.5.d.iii. Caballos				5,94				85,26				11,95
2021	3.B.5.d.iv. Mulas y asnos												
2021	3.B.5.d.v.i. Ponedoras				7,98				88,89				22,25
2021	3.B.5.d.v.ii. Pollo de engorde				8,20				87,98				2,18

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2021	3.C.1.a. Continuamente inundado			3,37				21,36				21,69	
2021	3.C.1.b.i. Aireación simple			1,48				2,83				2,91	
2021	3.C.1.b.ii. Aireación múltiple			0,83				18,49				11,47	
2021	3.C.2.a. Propenso a inundarse												
2021	3.C.2.b. Propenso a la sequía			16,96				17,90				24,66	
2021	3.D.1.a. Fertilizantes N inorgánicos				11,69				19,46				22,77
2021	3.D.1.b.i Estiércol animal aplicado a los suelos				36,53				52,46				63,93
2021	3.D.1.c. Orina y estiércol depositados por animales en pastoreo.				1,87				18,92				21,81
2021	3.D.1.d. Residuos de cosecha				60,00				17,00				62,35
2021	3.D.1.e. Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo				6,75				16,13				17,37
2021	3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles)				13,68				56,00				57,49
2021	3.D.2.a.i. Volatilización - Fertilizantes N inorgánicos				18,48				39,82				43,90
2021	3.D.2.a.ii. Volatilización - Fertilizantes N orgánicos				14,00				33,23				32,25
2021	3.D.2.a.iii. Volatilización - Orina y estiércol de animales en pastoreo				12,97				32,17				34,69
2021	3.D.2.b.i. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N inorgánicos				12,89				34,58				36,69

Año	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	Incertidumbre (%) DA Absorciones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CO2	Incertidumbre (%) DA Emisiones CH4	Incertidumbre (%) DA Emisiones N2O	Incertidumbre (%) FE Absorciones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CO2	Incertidumbre (%) FE Emisiones CH4	Incertidumbre (%) FE Emisiones N2O	Incertidumbre (%) GEI Absorciones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CO2	Incertidumbre (%) GEI Emisiones CH4	Incertidumbre (%) GEI Emisiones N2O
2021	3.D.2.b.ii. Lixiviación/escurrimiento Fertilizantes N orgánicos				11,16				45,40				46,80
2021	3.D.2.b.iii. Lixiviación/escurrimiento Residuos de cosecha				9,19				41,38				42,37
2021	3.D.2.b.iv. Lixiviación/escurrimiento Mineralización/inmovilización asociada a pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo				22,98				31,23				38,78
2021	3.D.2.b.v. Lixiviación/escurrimiento - Orina y estiércol de animales en pastoreo				17,90				31,58				36,39
2021	3.E. Quema prescrita de sabanas												
2021	3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo												
2021	3.G.1. Piedra Caliza CaCO3												
2021	3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)2		21,96				29,75				36,98		
2021	3.H. Aplicación de urea		7,86				28,35				28,35		
2021	3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono												
2021	3.J. Otro												

Tabla 398. Incertidumbre asociada al sector LULUCF

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	Biomasa		56,88				9,55				57,68		
1990	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	MOM												
1990	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	Suelos		9,12				16,12				18,52		
1990	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	Biomasa		32,79				9,44				29,89		
1990	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	MOM												
1990	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	Suelos												
1990	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	Biomasa		54,82				0,89				38,49		
1990	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	MOM		33,99				10,21				35,49		
1990	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
	(conversión de bosque natural a tierras forestales)													
1990	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Biomasa	30,98	46,19			0,77	11,00			32,19	47,49		
1990	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	MOM												
1990	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Suelos		41,79				51,50				66,32		
1990	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Biomasa	60,92				15,20				62,79			
1990	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	MOM	44,07				20,39				48,63			
1990	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Suelos	56,01				17,45				58,80			
1990	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	Biomasa												
1990	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	MOM												
1990	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	Suelos												
1990	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	Biomasa												
1990	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	Suelos												
1990	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	Biomasa												
1990	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	MOM												
1990	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	Suelos												
1990	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	Biomasa												
1990	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	MOM												
1990	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	Suelos												
1990	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	Biomasa												
1990	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	MOM												
1990	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	Suelos												
1990	4.B.1.a. Cultivo de café	Biomasa	36,25	36,25			13,30	16,14			38,62	47,91		
1990	4.B.1.a. Cultivo de café	MOM												
1990	4.B.1.a. Cultivo de café	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.B.1.b. Palma de aceite	Biomasa	49,73	49,73			14,45	18,51			51,79	57,95		
1990	4.B.1.b. Palma de aceite	MOM												
1990	4.B.1.b. Palma de aceite	Suelos												
1990	4.B.1.c. Cacao	Biomasa	45,95				18,90				49,69			
1990	4.B.1.c. Cacao	MOM	47,55				22,21				52,70			
1990	4.B.1.c. Cacao	Suelos	33,10				14,40				36,21			
1990	4.B.1.d. Aguacate	Biomasa	60,72				22,44				64,79			
1990	4.B.1.d. Aguacate	MOM												
1990	4.B.1.d. Aguacate	Suelos												
1990	4.B.1.e. Caucho	Biomasa	30,39				16,72				34,02			
1990	4.B.1.e. Caucho	MOM												
1990	4.B.1.e. Caucho	Suelos												
1990	4.B.1.f. Mango	Biomasa	63,17				19,16				65,58			
1990	4.B.1.f. Mango	MOM												
1990	4.B.1.f. Mango	Suelos												
1990	4.B.1.g. Limón	Biomasa	64,90				17,71				67,49			
1990	4.B.1.g. Limón	MOM												
1990	4.B.1.g. Limón	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.B.1.h. Mandarina	Biomasa	59,99				18,34				63,07			
1990	4.B.1.h. Mandarina	MOM												
1990	4.B.1.h. Mandarina	Suelos												
1990	4.B.1.i. Naranja	Biomasa	46,10				18,61				49,79			
1990	4.B.1.i. Naranja	MOM												
1990	4.B.1.i. Naranja	Suelos												
1990	4.B.1.j. Tangelo	Biomasa	0,00											
1990	4.B.1.j. Tangelo	MOM												
1990	4.B.1.j. Tangelo	Suelos												
1990	4.B.1.k. Marañón	Biomasa	0,00											
1990	4.B.1.k. Marañón	MOM	0,00											
1990	4.B.1.k. Marañón	Suelos	0,00											
1990	4.B.1.l. Otro	Biomasa		49,69				14,20				51,97		
1990	4.B.1.l. Otro	MOM												
1990	4.B.1.l. Otro	Suelos		11,73				30,47				32,65		
1990	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	Biomasa		27,95				12,64				31,14		
1990	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	MOM		42,34				21,57				48,07		

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	Suelos		45,70				13,51				48,03		
1990	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	Biomasa												
1990	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	MOM												
1990	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	Suelos												
1990	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	Biomasa												
1990	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	MOM												
1990	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	Suelos												
1990	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	Biomasa												
1990	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	MOM												
1990	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	Suelos												
1990	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	Biomasa												
1990	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	Suelos												
1990	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Biomasa	0,00	34,64				12,54				37,03		
1990	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	MOM												
1990	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Suelos		8,02				9,06				12,10		
1990	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Biomasa		31,40				9,52				32,95		
1990	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	MOM		30,98				14,42				34,68		
1990	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Suelos		33,55				12,73				36,29		
1990	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	Biomasa												
1990	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	MOM												
1990	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	Suelos												
1990	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	Biomasa												
1990	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	Suelos												
1990	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	Biomasa												
1990	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	MOM												
1990	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	Suelos												
1990	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	Biomasa												
1990	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	MOM												
1990	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	Suelos												
1990	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Biomasa												
1990	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	MOM												
1990	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Suelos												
1990	4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Difusión		59,08	64,43			17,74	25,22			60,93	69,32	
1990	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Biomasa												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	MOM												
1990	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Suelos												
1990	4.D.1.ci Humedales costeros	Biomasa												
1990	4.D.1.ci Humedales costeros	MOM												
1990	4.D.1.ci Humedales costeros	Suelos												
1990	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	Biomasa												
1990	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	MOM												
1990	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	Suelos												
1990	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	Biomasa												
1990	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	MOM												
1990	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	Suelos												
1990	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	Biomasa												
1990	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	Suelos												
1990	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	Biomasa												
1990	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	MOM												
1990	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	Suelos												
1990	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	Biomasa												
1990	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	MOM												
1990	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	Suelos												
1990	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Biomasa		43,74				16,00				46,68		
1990	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	MOM		65,45				25,20				70,26		
1990	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Suelos		65,01				16,27				67,09		
1990	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
1990	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	Suelos												
1990	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
1990	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	MOM												
1990	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	Suelos												
1990	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
1990	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	MOM												
1990	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	Suelos												
1990	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	Biomasa												
1990	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	MOM												
1990	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	Suelos												
1990	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	Biomasa												
1990	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	Suelos												
1990	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	Biomasa												
1990	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	MOM												
1990	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	Suelos												
1990	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	Biomasa												
1990	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	MOM												
1990	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	Suelos												
1990	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	Biomasa												
1990	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	MOM												
1990	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	Suelos												
1990	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	Biomasa												
1990	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	Suelos												
1990	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Biomasa	44,58	34,90			17,31	18,51			47,94	39,65		
1990	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	MOM												
1990	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Suelos												
1990	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Biomasa		31,94				18,89				37,27		
1990	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	MOM		36,83				21,80				42,97		
1990	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Suelos		47,64				20,88				52,14		
1990	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	Biomasa												
1990	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	MOM												
1990	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	Suelos												
1990	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	Biomasa												
1990	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	Suelos												
1990	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	Biomasa												
1990	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	MOM												
1990	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	Suelos												
1990	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	Biomasa												
1990	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	MOM												
1990	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	Suelos												
1990	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	Biomasa												
1990	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	MOM												
1990	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	Suelos												
1990	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Biomasa		37,68				13,36				40,07		
1990	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	MOM		40,05				17,58				43,86		

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Suelos		47,28				14,79				49,62		
1990	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	Biomasa												
1990	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	MOM												
1990	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	Suelos												
1990	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	Biomasa												
1990	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	MOM												
1990	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	Suelos												
1990	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	Biomasa												
1990	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	MOM												
1990	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	Suelos												
1990	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	Biomasa												
1990	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	Suelos												
1990	4.G.1.a. Madera aserrada	4.G.1.a. Madera aserrada	31,92				13,38				67,31			
1990	4.G.1.b. Paneles de madera	4.G.1.b. Paneles de madera	62,51				18,91				65,40			
1990	4.G.1.c. Otros productos de madera maciza	4.G.1.c. Otros productos de madera maciza												
1990	4.G.2.a. Otros (especificar)	4.G.2.a. Otros (especificar)		32,67				20,93				38,98		
1990	4(I). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos gestionados diferentes a cultivos y pastizales	4(I). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos gestionados diferentes a cultivos y pastizales												
1990	4(II).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	Total suelos minerales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4(II).A.2 Tierras convertidas a tierras forestales	4(II).A.2 Tierras convertidas a tierras forestales												
1990	4(II).B.1. Cultivos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).B.1. Cultivos que permanecen como tales	Total suelos minerales												
1990	4(II).B.2. Tierras convertidas a cultivos	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).B.2. Tierras convertidas a cultivos	Total suelos minerales												
1990	4(II).C.1. Pastizales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).C.1. Pastizales que permanecen como tales	Total suelos minerales												
1990	4(II).C.2. Tierras convertidas a Pastizales	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).C.2. Tierras convertidas a Pastizales	Total suelos minerales												
1990	4(II).D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Total suelos minerales												
1990	4(II).D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4(II).D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Total suelos minerales												
1990	4(II).D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Total suelos minerales												
1990	4(II).D.2.a. Tierras convertidas a Extracción de turba	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).D.2.a. Tierras convertidas a Extracción de turba	Total suelos minerales												
1990	4(II).D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas	Total suelos minerales												
1990	4(II).D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales	Total suelos minerales												
1990	4(II).E.1 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).E.1 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos minerales												
1990	4(II).E.2 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4(II).E.2 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos minerales												
1990	4(II).F.2 Tierras convertidas a Otras tierras	Total suelos orgánicos												
1990	4(II).F.2 Tierras convertidas a Otras tierras	Total suelos minerales												
1990	4(III).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	4(III).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales												
1990	4(III).A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	4(III).A.2. Tierras convertidas a tierras forestales												
1990	4(III).B.2. Tierras convertidas a cultivos	4(III).B.2. Tierras convertidas a cultivos												
1990	4(III).C.1. Pastizales que permanecen como tales	4(III).C.1. Pastizales que permanecen como tales												
1990	4(III).C.2. Tierras convertidas a pastizales	4(III).C.2. Tierras convertidas a pastizales												
1990	4(III).D.1. Humedales que permanecen como tales	4(III).D.1. Humedales que permanecen como tales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4(III).D.2. Tierras convertidas a humedales	4(III).D.2. Tierras convertidas a humedales												
1990	4(III).E.1. Asentamientos que permanecen como tales	4(III).E.1. Asentamientos que permanecen como tales												
1990	4(III).E.2. Tierras convertidas a asentamientos	4(III).E.2. Tierras convertidas a asentamientos												
1990	4(III).F.2. Tierras convertidas a otras tierras	4(III).F.2. Tierras convertidas a otras tierras												
1990	4(IV).A.1.a. Quema controlada	4(IV).A.1.a. Quema controlada												
1990	4(IV).A.1.b. Incendios forestales	4(IV).A.1.b. Incendios forestales			59,64	63,78			23,21	26,01			64,12	69,01
1990	4(IV).A.2.a. Quema controlada	4(IV).A.2.a. Quema controlada												
1990	4(IV).A.2.b. Incendios forestales	4(IV).A.2.b. Incendios forestales												
1990	4(IV).B.1.a. Quema controlada	4(IV).B.1.a. Quema controlada												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4(IV).B.1.b. Incendios forestales	4(IV).B.1.b. Incendios forestales			54,47	54,53			20,60	19,34			58,35	57,96
1990	4(IV).B.2.a. Quema controlada	4(IV).B.2.a. Quema controlada												
1990	4(IV).B.2.b. Incendios forestales	4(IV).B.2.b. Incendios forestales												
1990	4(IV).C.1.a. Quema controlada	4(IV).C.1.a. Quema controlada												
1990	4(IV).C.1.b. Incendios forestales	4(IV).C.1.b. Incendios forestales			59,60	63,62			28,69	28,96			66,30	70,05
1990	4(IV).C.2.a. Quema controlada	4(IV).C.2.a. Quema controlada												
1990	4(IV).C.2.b. Incendios forestales	4(IV).C.2.b. Incendios forestales												
1990	4(IV).D.1.a. Quema controlada	4(IV).D.1.a. Quema controlada												
1990	4(IV).D.1.b. Incendios forestales	4(IV).D.1.b. Incendios forestales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
1990	4(IV).D.2.a. Quema controlada	4(IV).D.2.a. Quema controlada												
1990	4(IV).D.2.b. Incendios forestales	4(IV).D.2.b. Incendios forestales												
1990	4(IV).E.1.a. Quema controlada	4(IV).E.1.a. Quema controlada												
1990	4(IV).E.1.b. Incendios forestales	4(IV).E.1.b. Incendios forestales												
1990	4(IV).E.2.a. Quema controlada	4(IV).E.2.a. Quema controlada												
1990	4(IV).E.2.b. Incendios forestales	4(IV).E.2.b. Incendios forestales												
1990	4(IV).F.2.a. Quema controlada	4(IV).F.2.a. Quema controlada												
1990	4(IV).F.2.b. Incendios forestales	4(IV).F.2.b. Incendios forestales												
1990	4(IV).H. Otro	4(IV).H. Otro												
2000	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	Biomasa		33,51				9,55				34,85		

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	MOM												
2000	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	Suelos		9,12				16,12				18,52		
2000	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	Biomasa		27,83				9,44				29,39		
2000	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	MOM												
2000	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	Suelos												
2000	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	Biomasa		36,24				0,89				37,45		
2000	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	MOM		31,04				10,21				32,68		
2000	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	Suelos												
2000	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Biomasa	23,20	35,10			0,77	11,00			24,79	36,79		

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	MOM												
2000	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Suelos		41,79				51,50				66,32		
2000	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Biomasa	45,89				15,24				48,36			
2000	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	MOM	36,36				20,44				41,79			
2000	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Suelos	41,95				17,50				45,63			
2000	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	Biomasa												
2000	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	MOM												
2000	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	Suelos												
2000	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	Biomasa												
2000	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	MOM												
2000	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	Suelos												
2000	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	Biomasa												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	MOM												
2000	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	Suelos												
2000	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	Biomasa												
2000	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	MOM												
2000	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	Suelos												
2000	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	Biomasa												
2000	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	MOM												
2000	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	Suelos												
2000	4.B.1.a. Cultivo de café	Biomasa	26,15	26,15			13,35	16,24			29,36	37,89		
2000	4.B.1.a. Cultivo de café	MOM												
2000	4.B.1.a. Cultivo de café	Suelos												
2000	4.B.1.b. Palma de aceite	Biomasa	32,06	32,06			14,54	18,60			35,21	43,19		
2000	4.B.1.b. Palma de aceite	MOM												
2000	4.B.1.b. Palma de aceite	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.B.1.c. Cacao	Biomasa	45,95				18,90				49,69			
2000	4.B.1.c. Cacao	MOM	47,55				22,21				52,70			
2000	4.B.1.c. Cacao	Suelos	33,10				14,40				36,21			
2000	4.B.1.d. Aguacate	Biomasa	43,95	43,95			22,53	26,13			49,47	59,04		
2000	4.B.1.d. Aguacate	MOM												
2000	4.B.1.d. Aguacate	Suelos												
2000	4.B.1.e. Caucho	Biomasa	30,34				16,82				34,02			
2000	4.B.1.e. Caucho	MOM												
2000	4.B.1.e. Caucho	Suelos												
2000	4.B.1.f. Mango	Biomasa	52,10	52,10			19,10	14,76			54,99	41,54		
2000	4.B.1.f. Mango	MOM												
2000	4.B.1.f. Mango	Suelos												
2000	4.B.1.g. Limón	Biomasa	51,18	51,18			17,65	20,54			54,40	61,26		
2000	4.B.1.g. Limón	MOM												
2000	4.B.1.g. Limón	Suelos												
2000	4.B.1.h. Mandarina	Biomasa	45,68				18,29				49,64			
2000	4.B.1.h. Mandarina	MOM												
2000	4.B.1.h. Mandarina	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.B.1.i. Naranja	Biomasa	35,15				18,61				39,87			
2000	4.B.1.i. Naranja	MOM												
2000	4.B.1.i. Naranja	Suelos												
2000	4.B.1.j. Tangelo	Biomasa	0,00											
2000	4.B.1.j. Tangelo	MOM												
2000	4.B.1.j. Tangelo	Suelos												
2000	4.B.1.k. Marañón	Biomasa	0,00											
2000	4.B.1.k. Marañón	MOM	0,00											
2000	4.B.1.k. Marañón	Suelos	0,00											
2000	4.B.1.l. Otro	Biomasa		37,25				14,20				40,24		
2000	4.B.1.l. Otro	MOM												
2000	4.B.1.l. Otro	Suelos		11,73				30,47				32,65		
2000	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	Biomasa		27,65				12,66				30,88		
2000	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	MOM		41,15				21,57				47,03		
2000	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	Suelos		36,07				13,51				38,98		
2000	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	Biomasa												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	MOM												
2000	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	Suelos												
2000	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	Biomasa												
2000	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	MOM												
2000	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	Suelos												
2000	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	Biomasa												
2000	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	MOM												
2000	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	Suelos												
2000	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	Biomasa												
2000	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	MOM												
2000	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	Suelos												
2000	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Biomasa	0,00	23,10				12,64				26,59		

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	MOM												
2000	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Suelos		8,02				9,06				12,10		
2000	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Biomasa		29,42				9,52				31,07		
2000	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	MOM		29,86				14,42				33,68		
2000	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Suelos		23,77				12,83				27,55		
2000	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	Biomasa												
2000	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	MOM												
2000	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	Suelos												
2000	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	Biomasa												
2000	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	MOM												
2000	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	Suelos												
2000	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	Biomasa												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	MOM												
2000	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	Suelos												
2000	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	Biomasa												
2000	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	MOM												
2000	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	Suelos												
2000	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Biomasa												
2000	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	MOM												
2000	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Suelos												
2000	4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Difusión		47,57	55,29			17,74	25,31			49,86	60,96	
2000	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Biomasa												
2000	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	MOM												
2000	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Suelos												
2000	4.D.1.ci Humedales costeros	Biomasa												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.D.1.ci Humedales costeros	MOM												
2000	4.D.1.ci Humedales costeros	Suelos												
2000	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	Biomasa												
2000	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	MOM												
2000	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	Suelos												
2000	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	Biomasa												
2000	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	MOM												
2000	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	Suelos												
2000	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	Biomasa												
2000	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	MOM												
2000	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	Suelos												
2000	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	Biomasa												
2000	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	Suelos												
2000	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	Biomasa												
2000	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	MOM												
2000	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	Suelos												
2000	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Biomasa		37,52				16,02				40,92		
2000	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	MOM		59,85				25,22				65,09		
2000	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Suelos		46,17				16,37				49,09		
2000	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
2000	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	MOM												
2000	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	Suelos												
2000	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
2000	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	Suelos												
2000	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
2000	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	MOM												
2000	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	Suelos												
2000	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	Biomasa												
2000	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	MOM												
2000	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	Suelos												
2000	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	Biomasa												
2000	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	MOM												
2000	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	Suelos												
2000	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	Biomasa												
2000	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	Suelos												
2000	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	Biomasa												
2000	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	MOM												
2000	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	Suelos												
2000	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	Biomasa												
2000	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	MOM												
2000	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	Suelos												
2000	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	Biomasa												
2000	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	MOM												
2000	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	Suelos												
2000	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Biomasa	33,81	34,90			17,31	18,51			38,13	39,65		
2000	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Suelos												
2000	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Biomasa		30,41				18,89				35,96		
2000	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	MOM		34,61				21,80				41,09		
2000	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Suelos		38,59				20,88				44,03		
2000	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	Biomasa												
2000	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	MOM												
2000	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	Suelos												
2000	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	Biomasa												
2000	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	MOM												
2000	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	Suelos												
2000	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	Biomasa												
2000	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	Suelos												
2000	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	Biomasa												
2000	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	MOM												
2000	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	Suelos												
2000	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	Biomasa												
2000	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	MOM												
2000	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	Suelos												
2000	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Biomasa		35,57				13,36				38,10		
2000	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	MOM		38,71				17,58				42,64		
2000	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Suelos		37,31				14,79				40,24		
2000	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	Biomasa												
2000	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	Suelos												
2000	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	Biomasa												
2000	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	MOM												
2000	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	Suelos												
2000	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	Biomasa												
2000	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	MOM												
2000	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	Suelos												
2000	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	Biomasa												
2000	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	MOM												
2000	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	Suelos												
2000	4.G.1.a. Madera aserrada	4.G.1.a. Madera aserrada	0,00	52,08				18,56				55,40		
2000	4.G.1.b. Paneles de madera	4.G.1.b. Paneles de madera	54,87				18,91				58,14			

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4.G.1.c. Otros productos de madera maciza	4.G.1.c. Otros productos de madera maciza												
2000	4.G.2.a. Otros (especificar)	4.G.2.a. Otros (especificar)	49,23				10,45				50,37			
2000	4(I). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos gestionados diferentes a cultivos y pastizales	4(I). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos gestionados diferentes a cultivos y pastizales												
2000	4(II).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2000	4(II).A.2 Tierras convertidas a tierras forestales	4(II).A.2 Tierras convertidas a tierras forestales												
2000	4(II).B.1. Cultivos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).B.1. Cultivos que permanecen como tales	Total suelos minerales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4(II).B.2. Tierras convertidas a cultivos	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).B.2. Tierras convertidas a cultivos	Total suelos minerales												
2000	4(II).C.1. Pastizales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).C.1. Pastizales que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2000	4(II).C.2. Tierras convertidas a Pastizales	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).C.2. Tierras convertidas a Pastizales	Total suelos minerales												
2000	4(II).D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Total suelos minerales												
2000	4(II).D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2000	4(II).D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Total suelos minerales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4(II).D.2.a. Tierras convertidas a Extracción de turba	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).D.2.a. Tierras convertidas a Extracción de turba	Total suelos minerales												
2000	4(II).D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas	Total suelos minerales												
2000	4(II).D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales	Total suelos minerales												
2000	4(II).E.1 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).E.1 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2000	4(II).E.2 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).E.2 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2000	4(II).F.2 Tierras convertidas a Otras tierras	Total suelos orgánicos												
2000	4(II).F.2 Tierras convertidas a Otras tierras	Total suelos minerales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4(III).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	4(III).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales												
2000	4(III).A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	4(III).A.2. Tierras convertidas a tierras forestales												
2000	4(III).B.2. Tierras convertidas a cultivos	4(III).B.2. Tierras convertidas a cultivos												
2000	4(III).C.1. Pastizales que permanecen como tales	4(III).C.1. Pastizales que permanecen como tales												
2000	4(III).C.2. Tierras convertidas a pastizales	4(III).C.2. Tierras convertidas a pastizales												
2000	4(III).D.1. Humedales que permanecen como tales	4(III).D.1. Humedales que permanecen como tales												
2000	4(III).D.2. Tierras convertidas a humedales	4(III).D.2. Tierras convertidas a humedales												
2000	4(III).E.1. Asentamientos que permanecen como tales	4(III).E.1. Asentamientos que permanecen como tales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4(III).E.2. Tierras convertidas a asentamientos	4(III).E.2. Tierras convertidas a asentamientos												
2000	4(III).F.2. Tierras convertidas a otras tierras	4(III).F.2. Tierras convertidas a otras tierras												
2000	4(IV).A.1.a. Quema controlada	4(IV).A.1.a. Quema controlada												
2000	4(IV).A.1.b. Incendios forestales	4(IV).A.1.b. Incendios forestales			47,48	50,65			23,21	26,01			53,00	57,10
2000	4(IV).A.2.a. Quema controlada	4(IV).A.2.a. Quema controlada												
2000	4(IV).A.2.b. Incendios forestales	4(IV).A.2.b. Incendios forestales												
2000	4(IV).B.1.a. Quema controlada	4(IV).B.1.a. Quema controlada												
2000	4(IV).B.1.b. Incendios forestales	4(IV).B.1.b. Incendios forestales			41,10	41,92			20,60	19,34			46,12	46,30
2000	4(IV).B.2.a. Quema controlada	4(IV).B.2.a. Quema controlada												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4(IV).B.2.b. Incendios forestales	4(IV).B.2.b. Incendios forestales												
2000	4(IV).C.1.a. Quema controlada	4(IV).C.1.a. Quema controlada												
2000	4(IV).C.1.b. Incendios forestales	4(IV).C.1.b. Incendios forestales			47,81	49,66			28,69	28,96			55,95	57,67
2000	4(IV).C.2.a. Quema controlada	4(IV).C.2.a. Quema controlada												
2000	4(IV).C.2.b. Incendios forestales	4(IV).C.2.b. Incendios forestales												
2000	4(IV).D.1.a. Quema controlada	4(IV).D.1.a. Quema controlada												
2000	4(IV).D.1.b. Incendios forestales	4(IV).D.1.b. Incendios forestales												
2000	4(IV).D.2.a. Quema controlada	4(IV).D.2.a. Quema controlada												
2000	4(IV).D.2.b. Incendios forestales	4(IV).D.2.b. Incendios forestales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2000	4(IV).E.1.a. Quema controlada	4(IV).E.1.a. Quema controlada												
2000	4(IV).E.1.b. Incendios forestales	4(IV).E.1.b. Incendios forestales												
2000	4(IV).E.2.a. Quema controlada	4(IV).E.2.a. Quema controlada												
2000	4(IV).E.2.b. Incendios forestales	4(IV).E.2.b. Incendios forestales												
2000	4(IV).F.2.a. Quema controlada	4(IV).F.2.a. Quema controlada												
2000	4(IV).F.2.b. Incendios forestales	4(IV).F.2.b. Incendios forestales												
2000	4(IV).H. Otro	4(IV).H. Otro												
2010	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	Biomasa		24,26				9,55				26,08		
2010	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	MOM												
2010	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	Suelos		9,12				16,12				18,52		

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	Biomasa		21,71				9,44				23,68		
2010	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	MOM												
2010	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	Suelos												
2010	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	Biomasa		24,75				0,89				26,49		
2010	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	MOM		24,03				10,21				26,11		
2010	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	Suelos												
2010	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Biomasa	19,95	24,09			0,77	11,00			21,79	26,49		
2010	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	MOM												
2010	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Suelos		41,79				51,50				66,32		

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Biomasa	29,44				15,17				33,12			
2010	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	MOM	29,54				20,37				35,97			
2010	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Suelos	32,55				17,43				37,14			
2010	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	Biomasa												
2010	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	MOM												
2010	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	Suelos												
2010	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	Biomasa												
2010	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	MOM												
2010	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	Suelos												
2010	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	Biomasa												
2010	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	MOM												
2010	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	Biomasa												
2010	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	MOM												
2010	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	Suelos												
2010	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	Biomasa												
2010	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	MOM												
2010	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	Suelos												
2010	4.B.1.a. Cultivo de café	Biomasa	19,62	19,62			13,28	16,16			23,69	28,32		
2010	4.B.1.a. Cultivo de café	MOM												
2010	4.B.1.a. Cultivo de café	Suelos												
2010	4.B.1.b. Palma de aceite	Biomasa	21,75	21,75			14,47	18,53			26,12	32,02		
2010	4.B.1.b. Palma de aceite	MOM												
2010	4.B.1.b. Palma de aceite	Suelos												
2010	4.B.1.c. Cacao	Biomasa	30,71	30,74			18,83	22,04			36,02	46,01		
2010	4.B.1.c. Cacao	MOM	29,63				22,14				37,29			
2010	4.B.1.c. Cacao	Suelos	22,05				14,33				26,45			

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.B.1.d. Aguacate	Biomasa	29,57	29,57			22,46	26,06			37,24	47,31		
2010	4.B.1.d. Aguacate	MOM												
2010	4.B.1.d. Aguacate	Suelos												
2010	4.B.1.e. Caucho	Biomasa	28,85	28,85			16,74	18,43			32,66	34,79		
2010	4.B.1.e. Caucho	MOM												
2010	4.B.1.e. Caucho	Suelos												
2010	4.B.1.f. Mango	Biomasa	32,28	32,28			19,17	14,75			36,79	30,69		
2010	4.B.1.f. Mango	MOM												
2010	4.B.1.f. Mango	Suelos												
2010	4.B.1.g. Limón	Biomasa	33,60	33,60			17,70	20,59			38,35	43,98		
2010	4.B.1.g. Limón	MOM												
2010	4.B.1.g. Limón	Suelos												
2010	4.B.1.h. Mandarina	Biomasa	32,62	32,62			18,34	21,47			37,98	32,99		
2010	4.B.1.h. Mandarina	MOM												
2010	4.B.1.h. Mandarina	Suelos												
2010	4.B.1.i. Naranja	Biomasa	27,10	27,10			18,61	19,93			32,99	35,55		
2010	4.B.1.i. Naranja	MOM												
2010	4.B.1.i. Naranja	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.B.1.j. Tangelo	Biomasa	27,93				18,81				33,79			
2010	4.B.1.j. Tangelo	MOM												
2010	4.B.1.j. Tangelo	Suelos												
2010	4.B.1.k. Marañón	Biomasa	27,98	27,98			19,52	23,42			34,79	40,31		
2010	4.B.1.k. Marañón	MOM	0,00											
2010	4.B.1.k. Marañón	Suelos	27,98				21,08				37,32			
2010	4.B.1.l. Otro	Biomasa		26,64				14,20				30,68		
2010	4.B.1.l. Otro	MOM												
2010	4.B.1.l. Otro	Suelos		11,73				30,47				32,65		
2010	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	Biomasa		21,73				12,59				25,68		
2010	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	MOM		36,00				21,57				42,59		
2010	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	Suelos		29,07				13,51				32,62		
2010	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	Biomasa												
2010	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	MOM												
2010	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	Biomasa												
2010	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	MOM												
2010	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	Suelos												
2010	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	Biomasa												
2010	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	MOM												
2010	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	Suelos												
2010	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	Biomasa												
2010	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	MOM												
2010	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	Suelos												
2010	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Biomasa	16,12	14,21			7,35	12,56			18,12	19,33		
2010	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	MOM												
2010	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Suelos		8,02				9,06				12,10		

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Biomasa		20,01				9,52				22,36		
2010	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	MOM		21,29				14,42				26,38		
2010	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Suelos		16,98				12,75				21,91		
2010	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	Biomasa												
2010	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	MOM												
2010	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	Suelos												
2010	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	Biomasa												
2010	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	MOM												
2010	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	Suelos												
2010	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	Biomasa												
2010	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	MOM												
2010	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	Biomasa												
2010	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	MOM												
2010	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	Suelos												
2010	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Biomasa												
2010	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	MOM												
2010	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Suelos												
2010	4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Difusión		34,98	42,22			17,74	25,24			38,03	49,37	
2010	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Biomasa												
2010	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	MOM												
2010	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Suelos												
2010	4.D.1.ci Humedales costeros	Biomasa												
2010	4.D.1.ci Humedales costeros	MOM												
2010	4.D.1.ci Humedales costeros	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	Biomasa												
2010	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	MOM												
2010	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	Suelos												
2010	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	Biomasa												
2010	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	MOM												
2010	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	Suelos												
2010	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	Biomasa												
2010	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	MOM												
2010	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	Suelos												
2010	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	Biomasa												
2010	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	MOM												
2010	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	Biomasa												
2010	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	MOM												
2010	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	Suelos												
2010	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Biomasa		27,22				15,95				31,70		
2010	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	MOM		46,65				25,15				53,17		
2010	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Suelos		35,27				16,29				38,98		
2010	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
2010	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	MOM												
2010	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	Suelos												
2010	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
2010	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	MOM												
2010	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
2010	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	MOM												
2010	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	Suelos												
2010	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	Biomasa												
2010	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	MOM												
2010	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	Suelos												
2010	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	Biomasa												
2010	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	MOM												
2010	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	Suelos												
2010	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	Biomasa												
2010	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	MOM												
2010	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	Biomasa												
2010	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	MOM												
2010	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	Suelos												
2010	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	Biomasa												
2010	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	MOM												
2010	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	Suelos												
2010	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	Biomasa												
2010	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	MOM												
2010	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	Suelos												
2010	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Biomasa	23,08	29,49			17,31	18,51			29,03	34,99		
2010	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	MOM												
2010	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Biomasa		23,54				18,89				30,38		
2010	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	MOM		27,22				21,80				35,09		
2010	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Suelos		31,10				20,88				37,64		
2010	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	Biomasa												
2010	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	MOM												
2010	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	Suelos												
2010	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	Biomasa												
2010	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	MOM												
2010	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	Suelos												
2010	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	Biomasa												
2010	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	MOM												
2010	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	Biomasa												
2010	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	MOM												
2010	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	Suelos												
2010	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	Biomasa												
2010	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	MOM												
2010	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	Suelos												
2010	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Biomasa		27,87				13,36				31,03		
2010	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	MOM		30,43				17,58				35,30		
2010	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Suelos		28,17				14,79				31,95		
2010	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	Biomasa												
2010	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	MOM												
2010	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	Biomasa												
2010	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	MOM												
2010	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	Suelos												
2010	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	Biomasa												
2010	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	MOM												
2010	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	Suelos												
2010	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	Biomasa												
2010	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	MOM												
2010	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	Suelos												
2010	4.G.1.a. Madera aserrada	4.G.1.a. Madera aserrada	0,00	43,14				18,56				47,09		
2010	4.G.1.b. Paneles de madera	4.G.1.b. Paneles de madera	40,73				18,91				45,04			
2010	4.G.1.c. Otros productos de madera maciza	4.G.1.c. Otros productos de madera maciza												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4.G.2.a. Otros (especificar)	4.G.2.a. Otros (especificar)	35,40				10,45				36,98			
2010	4(I). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos gestionados diferentes a cultivos y pastizales	4(I). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos gestionados diferentes a cultivos y pastizales												
2010	4(II).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2010	4(II).A.2 Tierras convertidas a tierras forestales	4(II).A.2 Tierras convertidas a tierras forestales												
2010	4(II).B.1. Cultivos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).B.1. Cultivos que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2010	4(II).B.2. Tierras convertidas a cultivos	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).B.2. Tierras convertidas a cultivos	Total suelos minerales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4(II).C.1. Pastizales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).C.1. Pastizales que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2010	4(II).C.2. Tierras convertidas a Pastizales	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).C.2. Tierras convertidas a Pastizales	Total suelos minerales												
2010	4(II).D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Total suelos minerales												
2010	4(II).D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2010	4(II).D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2010	4(II).D.2.a. Tierras convertidas a Extracción de turba	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).D.2.a. Tierras convertidas a Extracción de turba	Total suelos minerales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4(II).D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas	Total suelos minerales												
2010	4(II).D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales	Total suelos minerales												
2010	4(II).E.1 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).E.1 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2010	4(II).E.2 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).E.2 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2010	4(II).F.2 Tierras convertidas a Otras tierras	Total suelos orgánicos												
2010	4(II).F.2 Tierras convertidas a Otras tierras	Total suelos minerales												
2010	4(III).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	4(III).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4(III).A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	4(III).A.2. Tierras convertidas a tierras forestales												
2010	4(III).B.2. Tierras convertidas a cultivos	4(III).B.2. Tierras convertidas a cultivos												
2010	4(III).C.1. Pastizales que permanecen como tales	4(III).C.1. Pastizales que permanecen como tales												
2010	4(III).C.2. Tierras convertidas a pastizales	4(III).C.2. Tierras convertidas a pastizales												
2010	4(III).D.1. Humedales que permanecen como tales	4(III).D.1. Humedales que permanecen como tales												
2010	4(III).D.2. Tierras convertidas a humedales	4(III).D.2. Tierras convertidas a humedales												
2010	4(III).E.1. Asentamientos que permanecen como tales	4(III).E.1. Asentamientos que permanecen como tales												
2010	4(III).E.2. Tierras convertidas a asentamientos	4(III).E.2. Tierras convertidas a asentamientos												
2010	4(III).F.2. Tierras convertidas a otras tierras	4(III).F.2. Tierras convertidas a otras tierras												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4(IV).A.1.a. Quema controlada	4(IV).A.1.a. Quema controlada												
2010	4(IV).A.1.b. Incendios forestales	4(IV).A.1.b. Incendios forestales			33,11	35,25			23,21	26,01			40,63	44,02
2010	4(IV).A.2.a. Quema controlada	4(IV).A.2.a. Quema controlada												
2010	4(IV).A.2.b. Incendios forestales	4(IV).A.2.b. Incendios forestales												
2010	4(IV).B.1.a. Quema controlada	4(IV).B.1.a. Quema controlada												
2010	4(IV).B.1.b. Incendios forestales	4(IV).B.1.b. Incendios forestales			29,41	28,52			20,60	19,34			36,10	34,64
2010	4(IV).B.2.a. Quema controlada	4(IV).B.2.a. Quema controlada												
2010	4(IV).B.2.b. Incendios forestales	4(IV).B.2.b. Incendios forestales												
2010	4(IV).C.1.a. Quema controlada	4(IV).C.1.a. Quema controlada												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4(IV).C.1.b. Incendios forestales	4(IV).C.1.b. Incendios forestales			33,17	35,34			28,69	28,96			44,10	45,92
2010	4(IV).C.2.a. Quema controlada	4(IV).C.2.a. Quema controlada												
2010	4(IV).C.2.b. Incendios forestales	4(IV).C.2.b. Incendios forestales												
2010	4(IV).D.1.a. Quema controlada	4(IV).D.1.a. Quema controlada												
2010	4(IV).D.1.b. Incendios forestales	4(IV).D.1.b. Incendios forestales												
2010	4(IV).D.2.a. Quema controlada	4(IV).D.2.a. Quema controlada												
2010	4(IV).D.2.b. Incendios forestales	4(IV).D.2.b. Incendios forestales												
2010	4(IV).E.1.a. Quema controlada	4(IV).E.1.a. Quema controlada												
2010	4(IV).E.1.b. Incendios forestales	4(IV).E.1.b. Incendios forestales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2010	4(IV).E.2.a. Quema controlada	4(IV).E.2.a. Quema controlada												
2010	4(IV).E.2.b. Incendios forestales	4(IV).E.2.b. Incendios forestales												
2010	4(IV).F.2.a. Quema controlada	4(IV).F.2.a. Quema controlada												
2010	4(IV).F.2.b. Incendios forestales	4(IV).F.2.b. Incendios forestales												
2010	4(IV).H. Otro	4(IV).H. Otro												
2021	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	Biomasa		16,02				9,55				18,65		
2021	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	MOM												
2021	4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña)	Suelos		9,12				16,12				18,52		
2021	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	Biomasa		14,11				9,44				16,98		
2021	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (degradación)	Suelos												
2021	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	Biomasa		14,42				0,89				17,24		
2021	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	MOM		14,65				10,21				17,85		
2021	4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales)	Suelos												
2021	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Biomasa	11,90	14,84			0,77	11,00			14,78	18,47		
2021	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	MOM												
2021	4.A.1.d. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales)	Suelos		41,79				51,50				66,32		
2021	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Biomasa	18,35				15,15				23,79			
2021	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	MOM	25,70				20,35				32,78			

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	Suelos	22,37				17,40				28,34			
2021	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	Biomasa												
2021	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	MOM												
2021	4.A.2.a. Cultivos convertidos a tierras forestales	Suelos												
2021	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	Biomasa												
2021	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	MOM												
2021	4.A.2.b. Pastizales convertidos a tierras forestales	Suelos												
2021	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	Biomasa												
2021	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	MOM												
2021	4.A.2.c. Humedales convertidos a tierras forestales	Suelos												
2021	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	Biomasa												
2021	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.A.2.d. Asentamientos convertidos a tierras forestales	Suelos												
2021	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	Biomasa												
2021	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	MOM												
2021	4.A.2.e. Otras tierras convertidas a tierras forestales	Suelos												
2021	4.B.1.a. Cultivo de café	Biomasa	11,20	11,20			13,26	16,14			17,35	19,65		
2021	4.B.1.a. Cultivo de café	MOM												
2021	4.B.1.a. Cultivo de café	Suelos												
2021	4.B.1.b. Palma de aceite	Biomasa	10,68	10,68			14,45	18,51			17,96	21,37		
2021	4.B.1.b. Palma de aceite	MOM												
2021	4.B.1.b. Palma de aceite	Suelos												
2021	4.B.1.c. Cacao	Biomasa	15,50	15,49			18,80	22,01			24,37	26,92		
2021	4.B.1.c. Cacao	MOM	15,49				22,12				27,00			
2021	4.B.1.c. Cacao	Suelos	12,47				14,31				18,98			
2021	4.B.1.d. Aguacate	Biomasa	18,92	18,91			22,44	26,03			29,35	32,18		
2021	4.B.1.d. Aguacate	MOM												
2021	4.B.1.d. Aguacate	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.B.1.e. Caucho	Biomasa	13,55	13,55			16,72	18,35			21,52	22,79		
2021	4.B.1.e. Caucho	MOM												
2021	4.B.1.e. Caucho	Suelos												
2021	4.B.1.f. Mango	Biomasa	15,16	15,16			19,08	14,74			24,37	21,06		
2021	4.B.1.f. Mango	MOM												
2021	4.B.1.f. Mango	Suelos												
2021	4.B.1.g. Limón	Biomasa	15,47	15,47			17,63	20,51			23,45	25,67		
2021	4.B.1.g. Limón	MOM												
2021	4.B.1.g. Limón	Suelos												
2021	4.B.1.h. Mandarina	Biomasa	15,68	15,68			18,26	21,47			24,07	26,59		
2021	4.B.1.h. Mandarina	MOM												
2021	4.B.1.h. Mandarina	Suelos												
2021	4.B.1.i. Naranja	Biomasa	13,46	13,46			18,61	19,93			22,96	24,03		
2021	4.B.1.i. Naranja	MOM												
2021	4.B.1.i. Naranja	Suelos												
2021	4.B.1.j. Tangelo	Biomasa	15,93	15,93			18,81	20,65			24,65	26,08		
2021	4.B.1.j. Tangelo	MOM												
2021	4.B.1.j. Tangelo	Suelos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.B.1.k. Marañón	Biomasa	15,14	15,14			19,52	23,42			25,62	28,67		
2021	4.B.1.k. Marañón	MOM	0,00											
2021	4.B.1.k. Marañón	Suelos	15,14				21,08				26,79			
2021	4.B.1.l. Otro	Biomasa		11,93				14,20				18,55		
2021	4.B.1.l. Otro	MOM												
2021	4.B.1.l. Otro	Suelos		11,73				30,47				32,65		
2021	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	Biomasa		16,43				12,57				20,69		
2021	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	MOM		23,20				21,57				31,68		
2021	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en cultivos	Suelos		19,21				13,51				23,49		
2021	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	Biomasa												
2021	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	MOM												
2021	4.B.2.b. Pastizales convertidos en cultivos	Suelos												
2021	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	Biomasa												
2021	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.B.2.c. Humedales convertidos en cultivos	Suelos												
2021	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	Biomasa												
2021	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	MOM												
2021	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en cultivos	Suelos												
2021	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	Biomasa												
2021	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	MOM												
2021	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en cultivos	Suelos												
2021	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Biomasa	9,10	9,41			7,32	12,54			11,68	15,68		
2021	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	MOM												
2021	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	Suelos		8,02				9,06				12,10		
2021	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Biomasa		7,89				9,52				12,37		
2021	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	MOM		12,34				14,42				18,98		

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Suelos		10,10				12,73				16,25		
2021	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	Biomasa												
2021	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	MOM												
2021	4.C.2.b. Cultivos convertidos en pastizales	Suelos												
2021	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	Biomasa												
2021	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	MOM												
2021	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	Suelos												
2021	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	Biomasa												
2021	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	MOM												
2021	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	Suelos												
2021	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	Biomasa												
2021	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	Suelos												
2021	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Biomasa												
2021	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	MOM												
2021	4.D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Suelos												
2021	4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Difusión		20,20	22,34			17,74	25,22			26,88	33,69	
2021	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Biomasa												
2021	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	MOM												
2021	4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Suelos												
2021	4.D.1.ci Humedales costeros	Biomasa												
2021	4.D.1.ci Humedales costeros	MOM												
2021	4.D.1.ci Humedales costeros	Suelos												
2021	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	Biomasa												
2021	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.D.2.ai Tierras forestales convertidas a extracción de turba	Suelos												
2021	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	Biomasa												
2021	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	MOM												
2021	4.D.2.aii. Cultivos convertidos a extracción de turba	Suelos												
2021	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	Biomasa												
2021	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	MOM												
2021	4.D.2.aiii. Pastizales convertidos a extracción de turba	Suelos												
2021	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	Biomasa												
2021	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	MOM												
2021	4.D.2.aiv. Asentamientos convertidos a extracción de turba.	Suelos												
2021	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	Biomasa												
2021	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.D.2.av Otras tierras convertidas en extracción de turba	Suelos												
2021	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Biomasa		11,47				15,93				19,63		
2021	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	MOM		16,85				25,13				30,26		
2021	4.D.2.bi. Tierras forestales convertidas en tierras inundadas	Suelos		13,42				16,27				21,09		
2021	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
2021	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	MOM												
2021	4.D.2.bii. Cultivos convertidos en tierras inundadas	Suelos												
2021	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
2021	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	MOM												
2021	4.D.2.biii. Pastizales convertidos en tierras inundadas	Suelos												
2021	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	Biomasa												
2021	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.D.2.biv. Asentamientos convertidos en tierras inundadas	Suelos												
2021	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	Biomasa												
2021	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	MOM												
2021	4.D.2.bv. Otras tierras convertidas en tierras inundadas	Suelos												
2021	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	Biomasa												
2021	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	MOM												
2021	4.D.2.ci Tierras forestales convertidas en otros humedales	Suelos												
2021	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	Biomasa												
2021	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	MOM												
2021	4.D.2.cii. Cultivos convertidos en otros humedales	Suelos												
2021	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	Biomasa												
2021	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.D.2.ciii. Pastizales convertidos en otros humedales	Suelos												
2021	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	Biomasa												
2021	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	MOM												
2021	4.D.2.civ. Asentamientos convertidos en otros humedales	Suelos												
2021	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	Biomasa												
2021	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	MOM												
2021	4.D.2.cv Otras tierras convertidas en otros humedales	Suelos												
2021	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Biomasa	12,01	15,89			17,31	18,51			21,07	24,40		
2021	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	MOM												
2021	4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	Suelos												
2021	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Biomasa		14,87				18,89				24,04		
2021	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	MOM		18,66				21,80				28,70		

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Suelos		16,79				20,88				26,79		
2021	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	Biomasa												
2021	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	MOM												
2021	4.E.2.b. Cultivos convertidos en asentamientos	Suelos												
2021	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	Biomasa												
2021	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	MOM												
2021	4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	Suelos												
2021	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	Biomasa												
2021	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	MOM												
2021	4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	Suelos												
2021	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	Biomasa												
2021	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	Suelos												
2021	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	Biomasa												
2021	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	MOM												
2021	4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	Suelos												
2021	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Biomasa		16,25				13,36				21,04		
2021	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	MOM		19,86				17,58				26,52		
2021	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Suelos		18,99				14,79				24,07		
2021	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	Biomasa												
2021	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	MOM												
2021	4.F.2.b. Cultivos convertidos en otras tierras	Suelos												
2021	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	Biomasa												
2021	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	MOM												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	Suelos												
2021	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	Biomasa												
2021	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	MOM												
2021	4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	Suelos												
2021	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	Biomasa												
2021	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	MOM												
2021	4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	Suelos												
2021	4.G.1.a. Madera aserrada	4.G.1.a. Madera aserrada	0,00	29,75				18,56				35,07		
2021	4.G.1.b. Paneles de madera	4.G.1.b. Paneles de madera	23,76				18,91				30,37			
2021	4.G.1.c. Otros productos de madera maciza	4.G.1.c. Otros productos de madera maciza												
2021	4.G.2.a. Otros (especificar)	4.G.2.a. Otros (especificar)		24,32				20,93				32,09		
2021	4(I). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos	4(I). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
	gestionados diferentes a cultivos y pastizales	(N2O) provenientes de entradas de nitrógeno (N) a suelos gestionados diferentes a cultivos y pastizales												
2021	4(II).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2021	4(II).A.2 Tierras convertidas a tierras forestales	4(II).A.2 Tierras convertidas a tierras forestales												
2021	4(II).B.1. Cultivos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).B.1. Cultivos que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2021	4(II).B.2. Tierras convertidas a cultivos	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).B.2. Tierras convertidas a cultivos	Total suelos minerales												
2021	4(II).C.1. Pastizales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).C.1. Pastizales que permanecen como tales	Total suelos minerales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4(II).C.2. Tierras convertidas a Pastizales	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).C.2. Tierras convertidas a Pastizales	Total suelos minerales												
2021	4(II).D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).D.1.a. Extracción de turba que permanece como tal	Total suelos minerales												
2021	4(II).D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2021	4(II).D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2021	4(II).D.2.a. Tierras convertidas a Extracción de turba	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).D.2.a. Tierras convertidas a Extracción de turba	Total suelos minerales												
2021	4(II).D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas	Total suelos minerales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4(II).D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).D.2.c. Tierras convertidas a otros humedales	Total suelos minerales												
2021	4(II).E.1 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).E.1 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2021	4(II).E.2 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).E.2 Asentamientos que permanecen como tales	Total suelos minerales												
2021	4(II).F.2 Tierras convertidas a Otras tierras	Total suelos orgánicos												
2021	4(II).F.2 Tierras convertidas a Otras tierras	Total suelos minerales												
2021	4(III).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	4(III).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales												
2021	4(III).A.2. Tierras convertidas a tierras forestales	4(III).A.2. Tierras convertidas a tierras forestales												
2021	4(III).B.2. Tierras convertidas a cultivos	4(III).B.2. Tierras convertidas a cultivos												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4(III).C.1. Pastizales que permanecen como tales	4(III).C.1. Pastizales que permanecen como tales												
2021	4(III).C.2. Tierras convertidas a pastizales	4(III).C.2. Tierras convertidas a pastizales												
2021	4(III).D.1. Humedales que permanecen como tales	4(III).D.1. Humedales que permanecen como tales												
2021	4(III).D.2. Tierras convertidas a humedales	4(III).D.2. Tierras convertidas a humedales												
2021	4(III).E.1. Asentamientos que permanecen como tales	4(III).E.1. Asentamientos que permanecen como tales												
2021	4(III).E.2. Tierras convertidas a asentamientos	4(III).E.2. Tierras convertidas a asentamientos												
2021	4(III).F.2. Tierras convertidas a otras tierras	4(III).F.2. Tierras convertidas a otras tierras												
2021	4(IV).A.1.a. Quema controlada	4(IV).A.1.a. Quema controlada												
2021	4(IV).A.1.b. Incendios forestales	4(IV).A.1.b. Incendios forestales			15,10	18,75			23,21	26,01			27,69	32,07

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4(IV).A.2.a. Quema controlada	4(IV).A.2.a. Quema controlada												
2021	4(IV).A.2.b. Incendios forestales	4(IV).A.2.b. Incendios forestales												
2021	4(IV).B.1.a. Quema controlada	4(IV).B.1.a. Quema controlada												
2021	4(IV).B.1.b. Incendios forestales	4(IV).B.1.b. Incendios forestales			13,51	12,51			20,60	19,34			24,64	23,04
2021	4(IV).B.2.a. Quema controlada	4(IV).B.2.a. Quema controlada												
2021	4(IV).B.2.b. Incendios forestales	4(IV).B.2.b. Incendios forestales												
2021	4(IV).C.1.a. Quema controlada	4(IV).C.1.a. Quema controlada												
2021	4(IV).C.1.b. Incendios forestales	4(IV).C.1.b. Incendios forestales			15,64	16,56			28,69	28,96			32,68	33,36
2021	4(IV).C.2.a. Quema controlada	4(IV).C.2.a. Quema controlada												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4(IV).C.2.b. Incendios forestales	4(IV).C.2.b. Incendios forestales												
2021	4(IV).D.1.a. Quema controlada	4(IV).D.1.a. Quema controlada												
2021	4(IV).D.1.b. Incendios forestales	4(IV).D.1.b. Incendios forestales												
2021	4(IV).D.2.a. Quema controlada	4(IV).D.2.a. Quema controlada												
2021	4(IV).D.2.b. Incendios forestales	4(IV).D.2.b. Incendios forestales												
2021	4(IV).E.1.a. Quema controlada	4(IV).E.1.a. Quema controlada												
2021	4(IV).E.1.b. Incendios forestales	4(IV).E.1.b. Incendios forestales												
2021	4(IV).E.2.a. Quema controlada	4(IV).E.2.a. Quema controlada												
2021	4(IV).E.2.b. Incendios forestales	4(IV).E.2.b. Incendios forestales												

ANO	NOMBRE DE LA SUBCATEGORÍA IPPC	CATEGORIA 6	Incertidumbre DA				Incertidumbre FE				Incertidumbre GEI			
			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones			Absorciones	Emisiones		
			CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O	CO2	CO2	CH4	N2O
2021	4(IV).F.2.a. Quema controlada	4(IV).F.2.a. Quema controlada												
2021	4(IV).F.2.b. Incendios forestales	4(IV).F.2.b. Incendios forestales												
2021	4(IV).H. Otro	4(IV).H. Otro												

Anexo 5. Información detallada sector Agricultura (Anexo 5-1 a 5-26)

Anexo 5-1. Caracterización de la Subcategoría 3.A.1.a.i. – 3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción (1990-2021)

3.A.1.a.i. – 3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción										
Características Animal	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Peso Promedio (kg)	540,00	500,00	NA	530,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Peso Adulto (kg)	600,00	560,00	NA	590,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Producción diaria de leche (kg día^{-1})	12,00	8,00	NA	14,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
producción de leche por lactancia (kg)	3.660,00	2.440,00	NA	4.270,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Contenido graso de leche (%)	3,50	3,60	NA	3,40	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ganancia de peso promedio (kg día^{-1})	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Genética	*Bos taurus*	*Bos taurus*	NA	*Bos taurus*	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Anexo 5-2. Caracterización de la Subcategoría 3.A.1.a.ii. – 3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción (1990-2021)

3.A.1.a.ii. – 3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción										
Características Animal	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Peso Promedio (kg)	477,00	432,00	414,00	440,00	420,00	410,00	416,00	405,00	418,00	379,80
Peso Adulto (kg)	530,00	480,00	460,00	490,00	470,00	455,00	465,00	450,00	465,00	422,00
Producción diaria de leche (kg día $^{-1}$)	7,00	4,50	5,70	7,00	4,00	4,90	4,00	4,00	4,00	3,00
producción de leche por lactancia (kg)	1.960,00	1.372,50	1.738,50	2.135,00	1.220,00	1.494,50	1.220,00	1.220,00	1.220,00	840,00
Contenido graso de leche (%)	3,80	3,60	3,20	3,70	3,50	3,60	3,50	4,00	3,60	3,70
Ganancia de peso promedio (kg día^{-1})	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Genética	*Bos taurus*	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos taurus x Bos indicus*

Anexo 5-3. Caracterización de la Subcategoría 3.A.1.a.iii. – 3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne (1990-2021)

3.A.1.a.iii. – 3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne										
Características Animal	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Peso Promedio (kg)	415,00	408,00	370,00	428,00	410,00	396,00	400,00	390,00	405,00	360,00

3.A.1.a.iii. – 3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne										
Características Animal	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Peso Adulto (kg)	460,00	453,00	411,00	475,00	456,00	440,00	445,00	433,00	450,00	400,00
Producción diaria de leche (kg $^{-1}$)	2,00	2,00	1,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50
Producción de leche por lactancia (kg)	560,00	560,00	420,00	560,00	560,00	560,00	560,00	560,00	560,00	420,00
Contenido graso de leche (%)	3,80	3,60	3,80	3,70	3,50	3,60	3,50	4,00	3,60	3,70
Ganancia de peso promedio (kg día^{-1})	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Genética	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*

Anexo 5-4. Caracterización de la Subcategoría 3.A.1.a.iv. – 3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos (1990-2021)

3.A.1.a.iv. – 3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos										
Características Animal	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Peso Promedio (kg)	660,00	600,00	600,00	660,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	550,00
Peso Adulto (kg)	660,00	600,00	600,00	660,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	550,00
Producción diaria de leche (kg día^{-1})	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
producción de leche por lactancia (kg)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Contenido graso de leche (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ganancia de peso promedio (kg día^{-1})	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Genética	*Bos taurus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*

Anexo 5-5. Caracterización de la Subcategoría 3.A.1.a.v. – 3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos (1990-2021)

3.A.1.a.v. – 3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos										
Características Animal	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Peso Promedio (kg)	110,00	101,00	95,00	104,00	110,00	94,53	104,00	90,23	90,23	94,00
Peso Adulto (kg)	577,50	535,00	493,33	548,75	510,00	500,00	503,33	503,33	503,33	474,00
Consumo diario de leche (kg día^{-1})	2,00	2,00	1,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50
Contenido graso de leche (%)	3,80	3,60	3,20	3,60	3,50	3,60	3,50	4,00	3,60	3,70

3.A.1.a.v. – 3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos										
Características Animal	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Ganancia de peso promedio (kg día^{-1})	0,53	0,34	0,20	0,40	0,35	0,37	0,38	0,23	0,33	0,23
Genética	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*

Anexo 5-6. Caracterización de la Subcategoría 3.A.1.a.vi. – 3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo (1990-2021)

3.A.1.a.vi. – 3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo										
Características Animal	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Peso Promedio (kg)	278,68	255,00	237,75	270,00	260,20	233,23	250,00	230,00	245,00	234,00
Peso Adulto (kg)	530,00	497,67	435,50	518,33	463,00	447,50	455,00	441,50	457,50	411,00
Producción diaria de leche (kg día^{-1})	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Producción de leche por lactancia (kg)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Contenido graso de leche (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ganancia de peso promedio (kg día^{-1})	0,43	0,37	0,20	0,40	0,44	0,38	0,40	0,25	0,35	0,25
Genética	*Bos taurus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*

Anexo 5-7. Caracterización de la Subcategoría 3.A.1.a.vii. – 3.B.1.a.vii. Ganado de engorde (1990-2021)

3.A.1.a.vii. – 3.B.1.a.vii. Ganado de engorde										
Características Animal	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Peso Promedio (kg)	310,00	268,65	247,00	299,68	265,00	276,82	275,00	250,00	258,00	210,00
Peso Adulto (kg)	660,00	600,00	600,00	660,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	550,00
Producción diaria de leche (kg día ^{1})	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Producción de leche por lactancia (kg)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Contenido graso de leche (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ganancia de peso promedio (kg día $^{-1}$)	0,50	0,40	0,30	0,40	0,46	0,38	0,40	0,35	0,38	0,25
Genética	*Bos taurus x Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*	*Bos indicus*

Anexo 5-8. Caracterización de las dietas y sistema de alimentación para la Subcategoría 3.A.1.a.i. – 3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción (1990-2021)

3.A.1.a.i. – 3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción										
Características de la dieta y el sistema de alimentación	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Sistema de alimentación	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	NA	Pastoreo intensivo	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Relación pastura/suplemento	80 / 20	80 / 20	NA	80 / 20	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Forraje	Kikuyo *(Cenchrus clandestinus)*	Kikuyo *(Cenchrus clandestinus)*	NA	Kikuyo *(Cenchrus clandestinus)*	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Digestibilidad (%)	68,88	70,53	NA	69,61	NA	NA	NA	NA	NA	NA
GE (MJ kg MS^{-1})	17,60	17,23	NA	17,40	NA	NA	NA	NA	NA	NA
DE (MJ kg MS^{-1})	12,12	12,15	NA	12,12	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NEm (MJ kg MS^{-1})	6,09	6,53	NA	6,19	NA	NA	NA	NA	NA	NA
FDN (%)	50,54	59,48	NA	47,34	NA	NA	NA	NA	NA	NA
FDA (%)	29,92	29,32	NA	27,18	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Proteína (%)	19,98	12,83	NA	19,81	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ceniza de la dieta (%)	10,48	8,64	NA	11,10	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: AGROSAVIA, 2018; FEDEGAN (comunicación personal equipo proyecto ganadería sostenible)

Anexo 5-9. Caracterización de las dietas y sistema de alimentación para la Subcategoría 3.A.1.a.ii. – 3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción (1990-2021)

3.A.1.a.ii. – 3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción										
Características de la dieta y el sistema de alimentación	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Sistema de alimentación	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo
Relación pastura/suplemento	90 / 10	90 / 10	90 / 10	90 /10	90 / 10	90 / 10	90 / 10	90 / 10	90 / 10	100 / 0
Forraje	Kikuyo *(Cenchrus clandestinus)*	Estrella Africana *(Cynodon plectostachyus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*	Estrella Africana *(Cynodon plectostachyus)*	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)*	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)* y Guinea *(Megathyrsus maximus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*	Tanzania *(Megathyrsus maximus)*	Mombasa *(Megathyrsus maximus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*

3.A.1.a.ii. – 3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción										
Características de la dieta y el sistema de alimentación	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Digestibilidad (%)	67,40	63,00	61,65	61,49	65,67	59,95	60,65	63,99	61,21	63,00
GE (MJ kg MS^{-1})	17,59	17,36	17,25	17,60	16,69	17,02	17,25	17,25	17,21	16,51
DE (MJ kg MS^{-1})	11,86	10,95	10,64	10,84	10,96	10,20	10,45	11,02	10,53	10,40
NEm (MJ kg MS^{-1})	5,87	5,15	4,93	4,87	5,51	4,65	4,78	5,31	4,85	5,06
FDN (%)	52,68	59,08	58,68	60,45	61,84	57,37	60,08	53,59	58,00	66,00
FDA (%)	31,29	32,47	31,09	35,36	40,42	32,49	30,25	29,34	29,31	43,40
Proteína (%)	20,46	15,40	13,16	14,65	9,80	11,58	11,59	15,42	11,90	11,50
Ceniza de la dieta (%)	10,89	9,25	9,74	7,29	9,90	11,27	7,08	11,27	10,14	11,00
Características de la dieta y el sistema de alimentación	Región Cundiboyacense	Región Sur Occidente	Región Orinoquía	Región Eje Cafetero y Valle del Cauca	Región Magdalena Medio	Región Santanderes	Región Sur Centro	Región Caribe Seco	Región Caribe húmedo	Región Selvas Tropicales e Islas
Sistema de alimentación	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo
Relación pastura/suplemento	90 / 10	90 / 10	90 / 10	90 /10	90 / 10	90 / 10	90 / 10	90 / 10	90 / 10	100 / 0
Forraje	Kikuyo (Cenchrus clandestinus)	Estrella Africana *(Cynodon plectostachyus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*	Estrella Africana *(Cynodon plectostachyus)*	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)*	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)* y Guinea *(Megathyrsus maximus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*	Tanzania *(Megathyrsus maximus)*	Mombasa *(Megathyrsus maximus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*
Digestibilidad (%)	67.4	63.0	61.7	61.5	65.7	60.0	60.7	64.0	61.2	63.0
GE (MJ kg MS^{-1})	17.6	17.4	17.2	17.6	16.7	17.0	17.2	17.2	17.2	16.5
DE (MJ kg MS^{-1})	11.9	10.9	10.6	10.8	11.0	10.2	10.5	11.0	10.5	10.4
NEm (MJ kg MS^{-1})	5.9	5.2	4.9	4.9	5.5	4.6	4.8	5.3	4.9	5.1
FDN (%)	52.7	59.1	58.7	60.4	61.8	57.4	60.1	53.6	58.0	66.0
FDA (%)	31.3	32.5	31.1	35.4	40.4	32.5	30.3	29.3	29.3	43.4
Proteína (%)	20.5	15.4	13.2	14.7	9.8	11.6	11.6	15.4	11.9	11.5
Ceniza de la dieta (%)	10.9	9.2	9.7	7.3	9.9	11.3	7.1	11.3	10.1	11.0

Fuente: AGROSAVIA, 2018; FEDEGAN (comunicación personal equipo proyecto ganadería sostenible)

Anexo 5-10. Caracterización de las dietas y sistema de alimentación para la Subcategoría 3.A.1.a.iii. – 3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne (1990-2021)

3.A.1.a.iii. – 3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne										
Características de la dieta y el sistema de alimentación	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Sistema de alimentación	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo
Relación pastura/suplemento	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0

3.A.1.a.iii. – 3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne										
Características de la dieta y el sistema de alimentación	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Forraje	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)*	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)*	Guaratara *(Axonopus purpusii)*	Pasto alambre (Brachiaria decumbens)	Angleton *(Dichanthium aristatum)*	Guinea *(Megathyrsus maximus)*	Estrella Africana (Cynodon plectostachyus)	Colosuana *(Bothriochloa pertusa)*	Para *(Brachiaria mutica)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*
Digestibilidad (%)	60,00	60,00	54,64	57,04	58,57	60,28	60,83	55,60	60,01	55,95
GE (MJ kg MS^{-1})	16,51	16,51	16,90	17,03	15,73	17,03	17,61	16,95	17,15	16,78
DE (MJ kg MS^{-1})	9,90	9,90	9,25	9,71	9,20	10,25	10,71	9,41	10,29	9,41
NEm (MJ kg MS^{-1})	4,58	4,58	3,81	4,23	4,48	4,73	4,81	3,97	4,69	4,02
FDN (%)	69,80	69,80	65,37	63,97	61,42	59,67	65,29	62,30	61,15	62,02
FDA (%)	46,20	46,20	37,80	31,22	27,56	31,18	33,65	35,56	34,86	36,39
Proteína (%)	8,00	8,00	8,81	9,22	9,70	13,26	14,93	9,13	14,38	9,90
Ceniza de la dieta (%)	10,10	10,10	7,86	8,41	7,87	12,67	10,72	10,55	10,42	10,03

Fuente: AGROSAVIA, 2018; FEDEGAN (comunicación personal equipo proyecto ganadería sostenible)

Anexo 5-11. Caracterización de las dietas y sistema de alimentación para la Subcategoría 3.A.1.a.iv. – 3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos (1990-2021)

3.A.1.a.iv. – 3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos										
Características de la dieta y el sistema de alimentación	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Sistema de alimentación	Pastoreo intensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo
Relación pastura/suplemento	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0
Forraje	Kikuyo *(Cenchrus clandestinus)*	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)*	Guaratara *(Axonopus purpusii)*	Estrella Africana *(Cynodon plectostachyus)*	Angleton *(Dichanthium aristatum)*	Pasto dulce (Brachiaria humidicola) y Guinea *(Megathyrsus maximus)*	Estrella Africana *(Cynodon plectostachyus)*	Colosuana *(Bothriochloa pertusa)*	Mombasa *(Megathyrsus maximus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*
Digestibilidad (%)	64,00	60,00	54,64	59,36	58,57	57,65	60,83	55,60	59,05	55,95
GE (MJ kg MS^{-1})	64,00	60,00	54,70	59,45	58,51	57,65	60,81	55,56	59,02	56,11
DE (MJ kg MS^{-1})	10,91	9,90	9,25	10,46	9,20	9,77	10,71	9,41	10,13	9,41
NEm (MJ kg MS^{-1})	5,53	4,58	3,81	4,54	4,48	4,29	4,81	3,97	4,52	4,02
FDN (%)	68,70	69,80	65,37	63,46	61,42	60,04	65,29	62,30	60,73	62,02
FDA (%)	32,60	46,20	37,80	37,18	27,56	33,99	33,65	35,56	30,45	36,39
Proteína (%)	12,00	8,00	8,81	14,49	9,70	11,08	14,93	9,13	11,43	9,90
Ceniza de la dieta (%)	9,10	10,10	7,86	7,30	7,87	11,72	10,72	10,55	10,46	10,03

Fuente: AGROSAVIA, 2018; FEDEGAN (comunicación personal equipo proyecto ganadería sostenible)

Anexo 5-12. Caracterización de las dietas y sistema de alimentación para la Subcategoría 3.A.1.a.v. – 3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos (1990-2021)

3.A.1.a.v. – 3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos										
Características de la dieta y el sistema de alimentación	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Sistema de alimentación	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo
Relación pastura/suplemento	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0
Forraje	Kikuyo *(Cenchrus clandestinus)*	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)*	Guaratara *(Axonopus purpusii)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*	Angleton *(Dichanthium aristatum)*	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)* y Guinea *(Megathyrsus maximus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*	Colosuana *(Bothriochloa pertusa)*	Mombasa *(Megathyrsus maximus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*
Digestibilidad (%)	64,00	60,00	54,64	57,04	58,57	57,65	58,43	55,60	59,05	55,95
GE (MJ kg MS^{-1})	17,05	16,51	16,90	17,03	15,73	16,95	17,20	16,95	17,15	16,78
DE (MJ kg MS^{-1})	10,91	9,90	9,25	9,71	9,20	9,77	10,04	9,41	10,13	9,41
NEm (MJ kg MS^{-1})	5,53	4,58	3,81	4,23	4,48	4,29	4,44	3,97	4,52	4,02
FDN (%)	68,70	69,80	65,37	63,97	61,42	60,04	63,04	62,30	60,73	62,02
FDA (%)	32,60	46,20	37,80	31,22	27,56	33,99	31,50	35,56	30,45	36,39
Proteína (%)	12,00	8,00	8,81	9,22	9,70	11,08	11,08	9,13	11,43	9,90
Ceniza de la dieta (%)	9,10	10,10	7,86	8,41	7,87	11,72	7,06	10,55	10,46	10,03

Fuente: AGROSAVIA, 2018; FEDEGAN (comunicación personal equipo proyecto ganadería sostenible)

Anexo 5-13. Caracterización de las dietas y sistema de alimentación para la Subcategoría 3.A.1.a.vi. – 3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo (1990-2021)

3.A.1.a.vi. – 3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo										
Características de la dieta y el sistema de alimentación	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Sistema de alimentación	Pastoreo intensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo	Pastoreo extensivo
Relación pastura/suplemento	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0
Forraje	Kikuyo *(Cenchrus clandestinus)*	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)*	Guaratara *(Axonopus purpusii)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*	Angleton *(Dichanthium aristatum)*	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)* y Guinea *(Megathyrsus maximus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*	Colosuana *(Bothriochloa pertusa)*	Mombasa *(Megathyrsus maximus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*
Digestibilidad (%)	64,00	60,00	54,64	57,04	58,57	57,65	58,43	55,60	59,05	55,95
GE (MJ kg MS^{-1})	17,05	16,51	16,90	17,03	15,73	16,95	17,20	16,95	17,15	16,78
DE (MJ kg MS^{-1})	10,91	9,90	9,25	9,71	9,20	9,77	10,04	9,41	10,13	9,41
NEm (MJ kg MS^{-1})	5,53	4,58	3,81	4,23	4,48	4,29	4,44	3,97	4,52	4,02

3.A.1.a.vi. – 3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo										
Características de la dieta y el sistema de alimentación	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
FDN (%)	68,70	69,80	65,37	63,97	61,42	60,04	63,04	62,30	60,73	62,02
FDA (%)	32,60	46,20	37,80	31,22	27,56	33,99	31,50	35,56	30,45	36,39
Proteína (%)	12,00	8,00	8,81	9,22	9,70	11,08	11,08	9,13	11,43	9,90
Ceniza de la dieta (%)	9,10	10,10	7,86	8,41	7,87	11,72	7,06	10,55	10,46	10,03

Fuente: AGROSAVIA, 2018; FEDEGAN (comunicación personal equipo proyecto ganadería sostenible)

Anexo 5-14. Caracterización de las dietas y sistema de alimentación para la Subcategoría 3.A.1.a.vii. – 3.B.1.a.vii. Ganado de engorde (1990-2021)

3.A.1.a.vii. – 3.B.1.a.vii. Ganado de engorde										
Características de la dieta y el sistema de alimentación	**Región Cundiboyacense**	**Región Sur Occidente**	**Región Orinoquía**	**Región Eje Cafetero y Valle del Cauca**	**Región Magdalena Medio**	**Región Santanderes**	**Región Sur Centro**	**Región Caribe Seco**	**Región Caribe húmedo**	**Región Selvas Tropicales e Islas**
Sistema de alimentación	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo	Pastoreo intensivo
Relación pastura/suplemento	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0	100 / 0
Forraje	Kikuyo (Cenchrus clandestinus)	Pasto dulce *(Brachiaria humidicola)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*	Estrella Africana *(Cynodon plectostachyus)*	Angleton *(Dichanthium aristatum)*	Guinea *(Megathyrsus maximus)*	Pangóla *(Digitaria eriantha)*	Colosuana *(Bothriochloa pertusa)*	Mombasa *(Megathyrsus maximus)*	Pasto alambre *(Brachiaria decumbens)*
Digestibilidad (%)	64,00	60,00	59,54	59,36	58,57	60,28	61,01	55,60	59,05	55,95
GE (MJ kg MS^{-1})	17,05	16,51	17,20	17,59	15,73	17,03	17,57	16,95	17,15	16,78
DE (MJ kg MS^{-1})	10,91	9,90	10,25	10,46	9,20	10,25	10,71	9,41	10,13	9,41
NEm (MJ kg MS^{-1})	5,53	4,58	4,60	4,54	4,48	4,73	4,85	3,97	4,52	4,02
FDN (%)	68,70	69,80	61,49	63,46	61,42	59,67	51,40	62,30	60,73	62,02
FDA (%)	32,60	46,20	32,43	37,18	27,56	31,18	32,88	35,56	30,45	36,39
Proteína (%)	12,00	8,00	12,83	14,49	9,70	13,26	14,85	9,13	11,43	9,90
Ceniza de la dieta (%)	9,10	10,10	10,02	7,30	7,87	12,67	9,81	10,55	10,46	10,03

Fuente: AGROSAVIA, 2018; FEDEGAN (comunicación personal equipo proyecto ganadería sostenible)

Anexo 5-15. Distribución de los sistemas de gestión de estiércol a nivel regional. Ganado (3.B.1.) (1990-2021)

Subcategoría	**Región**	**Distribución de los sistemas de gestión de estiércol**			
		Laguna anaerobia descubierta (%)	**Lote seco (Corral) (%)**	**Pasturas (%)**	**Total gestión de estiércol (%)**
3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción	Caribe húmedo	NA	NA	NA	NA
	Caribe Seco	NA	NA	NA	NA
	Cundiboyacense	7,00	NA	93,00	100,00
	Eje Cafetero y Valle del Cauca	7,00	NA	93,00	100,00
	Magdalena Medio	NA	NA	NA	NA
	Orinoquía	NA	NA	NA	NA

Subcategoría	Región	Distribución de los sistemas de gestión de estiércol			
		Laguna anaerobia descubierta (%)	Lote seco (Corral) (%)	Pasturas (%)	Total gestión de estiércol (%)
	Santanderes	NA	NA	NA	NA
	Selvas tropicales e Islas	NA	NA	NA	NA
	Sur Centro	NA	NA	NA	NA
	Sur Occidente	7,00	NA	93,00	100,00
3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	Caribe húmedo	0,00	5,00	95,00	100,00
	Caribe Seco	0,00	5,00	95,00	100,00
	Cundiboyacense	0,00	5,00	95,00	100,00
	Eje Cafetero y Valle del Cauca	0,00	5,00	95,00	100,00
	Magdalena Medio	0,00	5,00	95,00	100,00
	Orinoquía	0,00	5,00	95,00	100,00
	Santanderes	0,00	5,00	95,00	100,00
	Selvas tropicales e Islas	0,00	5,00	95,00	100,00
	Sur Centro	0,00	5,00	95,00	100,00
	Sur Occidente	0,00	5,00	95,00	100,00
3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne, 3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos, 3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos, 3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo, y 3.B.1.a.vii. Ganado de engorde	Caribe húmedo	0,00	0,00	100,00	100,00
	Caribe Seco	0,00	0,00	100,00	100,00
	Cundiboyacense	0,00	0,00	100,00	100,00
	Eje Cafetero y Valle del Cauca	0,00	0,00	100,00	100,00
	Magdalena Medio	0,00	0,00	100,00	100,00
	Orinoquía	0,00	0,00	100,00	100,00
	Santanderes	0,00	0,00	100,00	100,00
	Selvas tropicales e Islas	0,00	0,00	100,00	100,00
	Sur Centro	0,00	0,00	100,00	100,00
	Sur Occidente	0,00	0,00	100,00	100,00

Anexo 5-16. Factores de conversión de CH_4 (MCF) ajustados por temperatura (%) y excreción de sólidos volátiles (VS) – Ganado (3.B.1.) (1990-2021)

Región	Subcategoría	MCF (%) - Cuadro 10.17 (IPCC, 2019) - Ajustado por ecuaciones en función de la temperatura			Excreción de solidos volátiles (VS) kg VS day-1
		Laguna anaerobia descubierta	Lote seco (Corral)	Pastizales	
Cundiboyacense	3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción	72,09%	NA	0,47%	3,53
Sur Occidente	3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción	72,77%	NA	0,47%	2,71
Eje Cafetero y Valle del Cauca	3.B.1.a.i. Vacas de Alta Producción	76,45%	NA	0,47%	3,47
Cundiboyacense	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	1,15%	0,47%	2,94
Sur Occidente	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	1,80%	0,47%	2,88
Orinoquía	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	1,98%	0,47%	2,97
Eje Cafetero y Valle del Cauca	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	1,84%	0,47%	3,59

Región	Subcategoría	MCF (%) - Cuadro 10.17 (IPCC, 2019) - Ajustado por ecuaciones en función de la temperatura			Excreción de solidos volátiles (VS) kg VS day-1
		Laguna anaerobia descubierta	Lote seco (Corral)	Pastizales	
Magdalena Medio	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	1,98%	0,47%	2,25
Santanderes	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	1,80%	0,47%	3,18
Sur Centro	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	1,89%	0,47%	3,03
Caribe Seco	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	1,98%	0,47%	2,46
Caribe húmedo	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	1,99%	0,47%	2,79
Selvas Tropicales e Islas	3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	NA	1,98%	0,47%	2,23

Anexo 5-17. Distribución de los sistemas de gestión de estiércol. Búfalos, Ovinos, caprinos, mulas y anos, y aves a escala nacional (1990-2021)

Subcategoría	Región	Distribución de los sistemas de gestión de estiércol				
		Laguna anaerobia descubierta (%)	Almacenamiento solido (%)	Lote seco (%)	Pasturas (%)	Total gestión de estiércol (%)
Búfalos	Nacional	0,00	0,00	5,00	95,00	100,00
Ovinos	Nacional	0,00	0,00	30,00	70,00	100,00
Caprinos	Nacional	0,00	0,00	30,00	70,00	100,00
Mulas y asnos	Nacional	0,00	10,00	0,00	90,00	100,00
Ponedoras	Nacional	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
Pollo engorde	Nacional	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00

Anexo 5-18. Pesos especies por subcategoría ajustados para Colombia (kg) (1990-2021)

Subcategoría	Departamento	Peso especie animal (kg)
Búfalos	Nacional	420,00
Ovinos	Nacional	24,00
Caprinos	Nacional	24,60
Caballos	Amazonas	300,00
Caballos	Antioquia	340,00
Caballos	Arauca	300,00
Caballos	Archipiélago de San Andrés y Providencia	300,00
Caballos	Atlántico	300,00
Caballos	Bogotá, D. C.	340,00
Caballos	Bolívar	300,00
Caballos	Boyacá	340,00
Caballos	Caldas	340,00
Caballos	Caquetá	300,00
Caballos	Casanare	300,00
Caballos	Cauca	300,00
Caballos	Cesar	300,00

Subcategoría	Departamento	Peso especie animal (kg)
Caballos	Chocó	300,00
Caballos	Córdoba	300,00
Caballos	Cundinamarca	340,00
Caballos	Guainía	300,00
Caballos	Guaviare	300,00
Caballos	Huila	300,00
Caballos	La guajira	300,00
Caballos	Magdalena	300,00
Caballos	Meta	300,00
Caballos	Nariño	300,00
Caballos	Norte de Santander	330,00
Caballos	Putumayo	300,00
Caballos	Quindío	340,00
Caballos	Risaralda	340,00
Caballos	Santander	300,00
Caballos	Sucre	300,00
Caballos	Tolima	300,00
Caballos	Valle del cauca	340,00
Caballos	Vaupés	300,00
Caballos	Vichada	300,00
Mulas y asnos	Nacional	220,00
Porcinos HP < 6 meses	Nacional	59,00
Porcinos > 6 meses	Nacional	205,00
Porcinos baja productividad	Nacional	121,00
Ponedoras	Nacional	1,80
Pollo de engorde	Nacional	1,21

Anexo 5-19. Distribución de los sistemas de gestión de estiercol. Porcinos tecnificados a escala departamental (1990-2021)

Subcategoría	Departamento	Distribución de los sistemas de gestión de estiercol						
		Laguna anaeróbica descubierta (%)	Estiércol líquido < 1 mes (%)	Almacena-miento de sólidos (%)	Lote seco (%)	Aspersión diaria (%)	Digestión anaeróbica (%)	Total gestión de estiércol (%)
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Amazonas	11,00	34,00	12,00	41,00	2,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Antioquia	0,00	87,00	9,00	0,00	0,00	4,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Arauca	11,00	34,00	12,00	41,00	2,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Archipiélago de San Andrés y Providencia	11,00	34,00	12,00	41,00	2,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Atlántico	23,00	56,00	13,00	0,00	1,00	7,00	100,00

Subcategoría	Departamento	Distribución de los sistemas de gestión de estiercol						
		Laguna anaeróbica descubierta (%)	Estiércol líquido < 1 mes (%)	Almacena-miento de sólidos (%)	Lote seco (%)	Aspersión diaria (%)	Digestión anaeróbica (%)	Total gestión de estiércol (%)
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Bogotá, D. C.	11,00	34,00	12,00	41,00	2,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Bolívar	4,00	60,00	34,00	0,00	0,00	2,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Boyacá	0,00	54,00	39,00	0,00	0,00	7,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Caldas	0,00	46,00	29,00	0,00	2,00	23,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Caquetá	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Casanare	0,00	25,00	61,00	0,00	13,00	1,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Cauca	0,00	44,00	26,00	0,00	1,00	29,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Cesar	26,00	36,00	5,00	0,00	11,00	22,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Choco	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Córdoba	25,00	39,00	19,00	1,00	0,00	16,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Cundinamarca	0,00	48,00	50,00	0,00	0,00	2,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Guainía	11,00	34,00	12,00	41,00	2,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Guaviare	11,00	34,00	12,00	41,00	2,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Huila	37,00	42,00	10,00	0,00	0,00	11,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	La Guajira	11,00	34,00	12,00	41,00	2,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Magdalena	40,00	43,00	8,00	0,00	9,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Meta	1,00	45,00	38,00	1,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Nariño	0,00	32,00	31,00	0,00	3,00	34,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Norte de Santander	0,00	28,00	13,00	0,00	45,00	14,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Putumayo	11,00	34,00	12,00	41,00	2,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Quindío	0,00	65,00	17,00	0,00	0,00	18,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Risaralda	0,00	48,00	21,00	0,00	0,00	31,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Santander	0,00	55,00	25,00	0,00	13,00	7,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Sucre	0,00	71,00	27,00	0,00	0,00	2,00	100,00

Subcategoría	Departamento	Distribución de los sistemas de gestión de estiercol						
		Laguna anaeróbica descubierta (%)	Estiércol líquido < 1 mes (%)	Almacena-miento de sólidos (%)	Lote seco (%)	Aspersión diaria (%)	Digestión anaeróbica (%)	Total gestión de estiércol (%)
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Tolima	14,00	25,00	34,00	0,00	0,00	27,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Valle del Cauca	8,00	30,00	24,00	0,00	12,00	26,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Vaupés	11,00	34,00	12,00	41,00	2,00	0,00	100,00
Porcinos HP < 6 meses y Porcinos HP > 6 meses	Vichada	11,00	34,00	12,00	41,00	2,00	0,00	100,00

Anexo 5-20. Distribución de los sistemas de gestión de estiercol. Porcinos no tecnificados a escala departamental (1990-2021)

Subcategoría	Departamento	Distribución de los sistemas de gestión de estiércol						
		Laguna anaeróbica descubierta (%)	Estiércol líquido < 1 mes (%)	Almacena-miento de sólidos (%)	Lote seco (%)	Aspersión diaria (%)	Digestión anaeróbica (%)	Total gestión de estiércol (%)
Porcinos LP > 6 meses	Amazonas	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Antioquia	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Arauca	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Archipiélago de San Andrés y providencia	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Atlántico	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Bogotá, D. C.	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Bolívar	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Boyacá	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Caldas	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Caquetá	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Casanare	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Cauca	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Cesar	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Choco	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Córdoba	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Cundinamarca	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Guainía	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Guaviare	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Huila	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	La Guajira	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Magdalena	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Meta	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Nariño	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Norte de Santander	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Putumayo	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Quindío	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Risaralda	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Santander	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Sucre	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Tolima	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00

Subcategoría	Departamento	Distribución de los sistemas de gestión de estiércol						
		Laguna anaeróbica descubierta (%)	Estiércol líquido < 1 mes (%)	Almacena-miento de sólidos (%)	Lote seco (%)	Aspersión diaria (%)	Digestión anaeróbica (%)	Total gestión de estiércol (%)
Porcinos LP > 6 meses	Valle del Cauca	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Vaupés	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00
Porcinos LP > 6 meses	Vichada	5,00	50,00	15,00	15,00	10,00	5,00	100,00

Anexo 5-21. Distribución de los sistemas de gestión de estiércol. Caballos (1990-2021)

Categoría	Departamento	Distribución de los sistemas de gestión de estiercol		
		Almacenamiento solido (%)	Pasturas (%)	Total gestión de estiércol (%)
Caballos	Antioquia	40,00	60,00	100,00
Caballos	Arauca	10,00	90,00	100,00
Caballos	Archipiélago de San Andrés y Providencia	0,00	100,00	100,00
Caballos	Atlántico	10,00	90,00	100,00
Caballos	Bogotá, D. C.	40,00	60,00	100,00
Caballos	Bolívar	10,00	90,00	100,00
Caballos	Boyacá	40,00	60,00	100,00
Caballos	Caldas	40,00	60,00	100,00
Caballos	Caquetá	20,00	80,00	100,00
Caballos	Casanare	10,00	90,00	100,00
Caballos	Cauca	0,00	100,00	100,00
Caballos	Cesar	10,00	90,00	100,00
Caballos	Choco	0,00	100,00	100,00
Caballos	Córdoba	10,00	90,00	100,00
Caballos	Cundinamarca	40,00	60,00	100,00
Caballos	Guainía	0,00	100,00	100,00
Caballos	Guaviare	0,00	100,00	100,00
Caballos	Huila	20,00	80,00	100,00
Caballos	La Guajira	10,00	90,00	100,00
Caballos	Magdalena	10,00	90,00	100,00
Caballos	Meta	10,00	90,00	100,00
Caballos	Nariño	0,00	100,00	100,00
Caballos	Norte de Santander	30,00	70,00	100,00
Caballos	Putumayo	0,00	100,00	100,00
Caballos	Quindío	40,00	60,00	100,00
Caballos	Risaralda	40,00	60,00	100,00
Caballos	Santander	30,00	70,00	100,00
Caballos	Sucre	10,00	90,00	100,00
Caballos	Tolima	20,00	80,00	100,00
Caballos	Valle del Cauca	40,00	60,00	100,00
Caballos	Vaupés	0,00	100,00	100,00
Caballos	Vichada	10,00	90,00	100,00

Anexo 5-22. Principales parámetros para la estimación a nivel nacional (CRT 3.A.) – Ganado (3.A.1.)

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal kg	Coeficiente de actividad, situación animal	Producción leche kg.día	Coeficiente de gestación %	Digestibilidad de la dieta %	Promedio de tasa de conversión de CH_4 (Ym) %	Promedio de consumo de energía bruta MJ cabeza.día	Factor de emisión implícito kg CH_4.cabeza. año
3.A.1.a.i. Vacas de Alta producción	1990-2000	526,82	0,17	10,03	10,00	69,57	6,49	194,97	82,44
	2001	529,63	0,17	10,11	10,00	69,43	6,43	196,95	82,60
	2002	529,37	0,17	10,10	10,00	69,44	6,43	196,72	82,58
	2003	529,38	0,17	10,11	10,00	69,44	6,43	196,78	82,59
	2004	529,07	0,17	10,10	10,00	69,46	6,44	196,58	82,58
	2005	528,72	0,17	10,07	10,00	69,47	6,45	196,21	82,54
	2006	528,38	0,17	10,04	10,00	69,49	6,46	195,90	82,51
	2007	528,51	0,17	10,03	10,00	69,48	6,46	195,90	82,51
	2008	528,56	0,17	10,03	10,00	69,47	6,46	195,96	82,51
	2009	528,14	0,17	10,00	10,00	69,49	6,47	195,57	82,47
	2010	528,10	0,17	10,00	10,00	69,49	6,47	195,55	82,47
	2011	527,82	0,17	9,99	10,00	69,51	6,47	195,33	82,45
	2012	527,80	0,17	9,99	10,00	69,51	6,47	195,31	82,45
	2013	527,76	0,17	9,99	10,00	69,51	6,47	195,30	82,45
	2014	527,24	0,17	10,01	10,00	69,54	6,48	195,10	82,44
	2015	527,19	0,17	10,01	10,00	69,54	6,48	195,08	82,44
	2016	521,51	0,17	9,95	10,00	69,83	6,59	191,53	82,17
	2017	527,86	0,17	10,01	10,00	69,51	6,47	195,47	82,47
	2018	528,46	0,17	10,08	10,00	69,49	6,45	196,14	82,54
	2019	528,41	0,17	10,06	10,00	69,49	6,45	196,01	82,52
	2020	528,45	0,17	10,08	10,00	69,49	6,45	196,13	82,54
	2021	528,35	0,17	10,06	10,00	69,49	6,46	195,98	82,52
3.A.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	1990-2000	419,01	0,17	3,84	10,00	62,16	7,52	139,72	68,67
	2001	420,11	0,17	3,83	10,00	62,26	7,51	139,77	68,62
	2002	420,08	0,17	3,84	10,00	62,24	7,51	139,79	68,63
	2003	420,38	0,17	3,85	10,00	62,29	7,50	140,00	68,63
	2004	420,34	0,17	3,86	10,00	62,29	7,50	140,10	68,66
	2005	420,28	0,17	3,86	10,00	62,28	7,50	140,16	68,66
	2006	419,97	0,17	3,85	10,00	62,28	7,50	139,99	68,62
	2007	420,24	0,17	3,86	10,00	62,27	7,50	140,13	68,68
	2008	420,07	0,17	3,85	10,00	62,27	7,50	140,03	68,65
	2009	419,87	0,17	3,85	10,00	62,28	7,51	139,84	68,60
	2010	419,76	0,17	3,84	10,00	62,24	7,51	139,85	68,64
	2011	419,72	0,17	3,84	10,00	62,21	7,51	139,97	68,71
	2012	419,79	0,17	3,85	10,00	62,23	7,51	139,96	68,70
	2013	419,41	0,17	3,83	10,00	62,20	7,52	139,77	68,66
	2014	419,41	0,17	3,85	10,00	62,18	7,51	140,00	68,74
	2015	419,67	0,17	3,86	10,00	62,21	7,51	140,07	68,74
	2016	417,43	0,17	3,79	10,00	61,95	7,54	139,27	68,69
	2017	420,07	0,17	3,86	10,00	62,15	7,51	140,26	68,86
	2018	420,72	0,17	3,87	10,00	62,23	7,51	140,41	68,88

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal kg	Coeficiente de actividad, situación animal	Producción leche kg.día	Coeficiente de gestación %	Digestibilidad de la dieta %	Promedio de tasa de conversión de CH_4 (Ym) %	Promedio de consumo de energía bruta MJ cabeza.día	Factor de emisión implícito kg CH_4.cabeza.año
	2019	420,75	0,17	3,87	10,00	62,21	7,51	140,50	68,92
	2020	420,63	0,17	3,86	10,00	62,18	7,51	140,45	68,95
	2021	420,19	0,17	3,85	10,00	62,19	7,52	140,12	68,83
3.A.1.a.iii. Vacas para producción de carne	1990-2000	393,20	0,36	1,39	10,00	57,08	7,72	140,49	71,16
	2001	395,23	0,36	1,40	10,00	57,22	7,72	140,62	71,22
	2002	396,23	0,36	1,41	10,00	57,31	7,72	140,71	71,26
	2003	396,61	0,36	1,41	10,00	57,38	7,72	140,72	71,26
	2004	396,67	0,36	1,41	10,00	57,37	7,72	140,78	71,29
	2005	396,62	0,36	1,41	10,00	57,37	7,72	140,81	71,31
	2006	396,13	0,36	1,41	10,00	57,32	7,72	140,81	71,31
	2007	395,78	0,36	1,41	10,00	57,30	7,72	140,74	71,27
	2008	395,33	0,36	1,41	10,00	57,26	7,72	140,71	71,26
	2009	394,70	0,36	1,40	10,00	57,19	7,72	140,72	71,26
	2010	394,33	0,36	1,40	10,00	57,16	7,72	140,70	71,26
	2011	393,78	0,36	1,39	10,00	57,14	7,72	140,54	71,19
	2012	393,64	0,36	1,39	10,00	57,11	7,72	140,58	71,20
	2013	392,96	0,36	1,39	10,00	57,04	7,72	140,52	71,17
	2014	393,34	0,36	1,39	10,00	57,11	7,72	140,49	71,16
	2015	393,22	0,36	1,39	10,00	57,06	7,72	140,61	71,21
	2016	392,90	0,36	1,38	10,00	57,00	7,73	140,59	71,24
	2017	393,50	0,36	1,39	10,00	57,08	7,73	140,60	71,23
	2018	393,32	0,36	1,38	10,00	57,09	7,72	140,51	71,18
	2019	393,27	0,36	1,38	10,00	57,06	7,72	140,59	71,22
	2020	393,34	0,36	1,38	10,00	57,10	7,73	140,51	71,19
	2021	393,10	0,36	1,38	10,00	57,08	7,72	140,48	71,17
3.A.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	1990-2000	610,46	0,32	NO	NO	57,56	7,46	157,61	76,97
	2001	614,68	0,31	NO	NO	58,06	7,49	155,65	76,32
	2002	614,67	0,31	NO	NO	58,10	7,49	155,63	76,35
	2003	614,35	0,31	NO	NO	58,08	7,49	155,63	76,30
	2004	613,43	0,32	NO	NO	57,97	7,48	155,96	76,38
	2005	613,08	0,32	NO	NO	57,96	7,48	156,11	76,44
	2006	613,42	0,32	NO	NO	57,98	7,48	156,04	76,44
	2007	613,58	0,32	NO	NO	58,02	7,48	155,99	76,42
	2008	614,42	0,31	NO	NO	58,10	7,49	155,78	76,42
	2009	612,67	0,32	NO	NO	57,87	7,47	156,48	76,57
	2010	612,94	0,32	NO	NO	57,87	7,47	156,47	76,54
	2011	611,65	0,32	NO	NO	57,83	7,47	156,72	76,65
	2012	610,54	0,32	NO	NO	57,70	7,46	157,15	76,77
	2013	610,56	0,32	NO	NO	57,65	7,47	157,38	76,94
	2014	608,93	0,33	NO	NO	57,66	7,46	157,17	76,79
	2015	610,22	0,32	NO	NO	57,56	7,46	157,71	77,05
	2016	611,81	0,32	NO	NO	57,74	7,48	157,21	77,02
	2017	612,70	0,32	NO	NO	57,87	7,49	156,74	76,85
	2018	610,54	0,32	NO	NO	57,71	7,47	156,91	76,77
	2019	610,48	0,32	NO	NO	57,62	7,46	157,32	76,87

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal kg	Coeficiente de actividad, situación animal	Producción leche kg.día	Coeficiente de gestación %	Digestibilidad de la dieta %	Promedio de tasa de conversión de CH_4 (Ym) %	Promedio de consumo de energía bruta MJ cabeza.día	Factor de emisión implícito kg CH_4.cabeza.año
	2020	610,27	0,32	NO	NO	57,56	7,46	157,38	76,87
	2021	610,15	0,32	NO	NO	57,55	7,46	157,43	76,90
3.A.1.a.v. Terneros pre-destetos	1990-2000	97,26	0,17	NO	NO	57,58	8,82	41,69	18,01
	2001	97,07	0,17	NO	NO	57,76	8,79	41,46	17,86
	2002	96,98	0,17	NO	NO	57,74	8,79	41,45	17,85
	2003	97,14	0,17	NO	NO	57,81	8,78	41,55	17,87
	2004	97,22	0,17	NO	NO	57,80	8,78	41,62	17,89
	2005	97,22	0,17	NO	NO	57,75	8,78	41,65	17,92
	2006	97,21	0,17	NO	NO	57,78	8,77	41,66	17,90
	2007	97,25	0,17	NO	NO	57,77	8,78	41,64	17,91
	2008	97,26	0,17	NO	NO	57,74	8,78	41,67	17,93
	2009	97,27	0,17	NO	NO	57,73	8,79	41,64	17,93
	2010	97,18	0,17	NO	NO	57,67	8,80	41,63	17,94
	2011	97,44	0,17	NO	NO	57,66	8,80	41,78	18,01
	2012	97,34	0,17	NO	NO	57,66	8,80	41,67	17,97
	2013	97,10	0,17	NO	NO	57,61	8,81	41,55	17,93
	2014	97,12	0,17	NO	NO	57,57	8,81	41,59	17,96
	2015	97,08	0,17	NO	NO	57,55	8,82	41,58	17,97
	2016	97,50	0,17	NO	NO	57,76	8,79	41,78	18,00
	2017	97,21	0,17	NO	NO	57,60	8,81	41,69	17,99
	2018	97,72	0,17	NO	NO	57,75	8,79	41,90	18,04
	2019	97,69	0,17	NO	NO	57,71	8,80	41,90	18,06
	2020	97,79	0,17	NO	NO	57,71	8,79	41,96	18,08
	2021	97,61	0,17	NO	NO	57,64	8,81	41,86	18,06
3.A.1.a.vi. Novillas de reemplazo	1990-2000	247,86	0,31	NO	NO	57,47	8,57	106,67	59,92
	2001	248,22	0,31	NO	NO	57,61	8,58	106,60	59,94
	2002	248,04	0,31	NO	NO	57,59	8,58	106,57	59,91
	2003	248,33	0,31	NO	NO	57,61	8,58	106,62	59,94
	2004	248,35	0,31	NO	NO	57,62	8,58	106,62	59,94
	2005	248,19	0,31	NO	NO	57,60	8,57	106,67	59,94
	2006	248,12	0,31	NO	NO	57,58	8,57	106,64	59,93
	2007	247,97	0,31	NO	NO	57,58	8,57	106,61	59,91
	2008	247,86	0,31	NO	NO	57,54	8,57	106,60	59,90
	2009	247,75	0,31	NO	NO	57,52	8,57	106,55	59,87
	2010	247,67	0,31	NO	NO	57,51	8,57	106,57	59,87
	2011	247,58	0,31	NO	NO	57,47	8,57	106,53	59,85
	2012	247,74	0,31	NO	NO	57,47	8,57	106,61	59,89
	2013	247,77	0,31	NO	NO	57,45	8,57	106,58	59,88
	2014	247,57	0,31	NO	NO	57,46	8,57	106,58	59,86
	2015	247,88	0,31	NO	NO	57,45	8,57	106,58	59,89
	2016	247,81	0,31	NO	NO	57,41	8,57	106,67	59,90
	2017	248,43	0,31	NO	NO	57,52	8,57	106,68	59,96
	2018	248,89	0,31	NO	NO	57,63	8,58	106,71	60,01
	2019	248,86	0,31	NO	NO	57,62	8,58	106,74	60,02
	2020	248,89	0,31	NO	NO	57,64	8,58	106,81	60,05

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal kg	Coeficiente de actividad, situación animal	Producción leche kg.día	Coeficiente de gestación %	Digestibilidad de la dieta %	Promedio de tasa de conversión de CH_4 (Ym) %	Promedio de consumo de energía bruta MJ cabeza.día	Factor de emisión implícito kg CH_4.cabeza. año
	2021	248,78	0,31	NO	NO	57,63	8,58	106,74	60,01
3.A.1.a.vii. Ganado de engorde	1990-2000	268,82	0,17	NO	NO	59,51	8,77	96,25	55,17
	2001	269,08	0,17	NO	NO	59,44	8,73	96,39	55,02
	2002	269,27	0,17	NO	NO	59,47	8,73	96,43	55,05
	2003	269,13	0,17	NO	NO	59,45	8,74	96,44	55,10
	2004	269,41	0,17	NO	NO	59,44	8,73	96,59	55,14
	2005	269,64	0,17	NO	NO	59,43	8,72	96,77	55,20
	2006	269,76	0,17	NO	NO	59,45	8,73	96,75	55,20
	2007	269,68	0,17	NO	NO	59,47	8,73	96,69	55,18
	2008	269,29	0,17	NO	NO	59,43	8,74	96,64	55,19
	2009	269,10	0,17	NO	NO	59,42	8,74	96,54	55,16
	2010	268,90	0,17	NO	NO	59,45	8,75	96,34	55,09
	2011	268,18	0,17	NO	NO	59,41	8,76	96,09	55,00
	2012	267,89	0,17	NO	NO	59,43	8,76	95,90	54,94
	2013	267,72	0,17	NO	NO	59,44	8,77	95,76	54,90
	2014	267,64	0,17	NO	NO	59,41	8,77	95,83	54,91
	2015	267,65	0,17	NO	NO	59,43	8,77	95,76	54,92
	2016	271,14	0,17	NO	NO	59,81	8,78	96,85	55,62
	2017	268,17	0,17	NO	NO	59,49	8,77	95,81	54,95
	2018	268,97	0,17	NO	NO	59,57	8,77	96,09	55,08
	2019	268,58	0,17	NO	NO	59,54	8,77	96,04	55,04
	2020	268,77	0,17	NO	NO	59,56	8,76	96,11	55,01
	2021	268,89	0,17	NO	NO	59,55	8,76	96,20	55,08

Anexo 5-23. Principales parámetros para la estimación a nivel nacional (CRT) – Ganado (3.B.1.)

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal kg	Factor de conversión por sistema gestión de estiércol MCF (%) Laguna anaerobia descubierta	 Lote seco	 pastizales / praderas / potreros	Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%) Laguna anaerobia descubierta	 Lote seco	 pastizales / praderas / potreros	Promedio de tasa excreción diaria de VS kg.MS.cabeza.día	Promedio de producción potencial de CH_4 m^3.kg VS	Factor de emisión implicito de CH_4 kg CH_4.cabeza. año	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019)) kg.N	Tasa de excreción de N (Nex) kg.N.cabeza.año	Factor de emisión implicito de N_2O kg N_2O.cabeza. año
3.B.1.a.i. Vacas de	1990-2000	526,82	74,17%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,32	0,19	8,69	0,28	NA	NA

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	Factor de conversión por sistema gestión de estiércol MCF (%)			Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)			Promedio de tasa excreción diaria de VS	Promedio de producción potencial de CH_4	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción de N (Nex)	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	kg.MS.cabeza.día	m^3.kg VS	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
Alta producción	2001	529,63	73,86%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,37	0,19	8,78	0,28	NA	NA
	2002	529,37	73,87%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,36	0,19	8,77	0,28	NA	NA
	2003	529,38	73,89%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,37	0,19	8,77	0,28	NA	NA
	2004	529,07	73,93%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,36	0,19	8,77	0,28	NA	NA
	2005	528,72	73,92%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,35	0,19	8,75	0,28	NA	NA
	2006	528,38	73,93%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,35	0,19	8,73	0,28	NA	NA
	2007	528,51	73,89%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,35	0,19	8,73	0,28	NA	NA
	2008	528,56	73,89%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,35	0,19	8,73	0,28	NA	NA
	2009	528,14	73,90%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,34	0,19	8,71	0,28	NA	NA
	2010	528,10	73,91%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,34	0,19	8,71	0,28	NA	NA
	2011	527,82	73,93%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,33	0,19	8,70	0,28	NA	NA
	2012	527,80	73,93%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,33	0,19	8,70	0,28	NA	NA
	2013	527,76	73,94%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,33	0,19	8,70	0,28	NA	NA
	2014	527,24	74,06%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,33	0,19	8,69	0,28	NA	NA
	2015	527,19	74,07%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,33	0,19	8,69	0,28	NA	NA
	2016	521,51	74,85%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,23	0,19	8,55	0,28	NA	NA
	2017	527,86	73,97%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,34	0,19	8,71	0,28	NA	NA
	2018	528,46	73,99%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,35	0,19	8,75	0,28	NA	NA
	2019	528,41	73,96%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,35	0,19	8,74	0,28	NA	NA
	2020	528,45	73,99%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,35	0,19	8,75	0,28	NA	NA

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	Factor de conversión por sistema gestión de estiércol MCF (%)			Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)			Promedio de tasa excreción diaria de VS	Promedio de producción potencial de CH_4	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción de N (Nex)	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	kg.MS.cabeza.día	m^3.kg VS	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
	2021	528,35	73,97%	NA	0,47%	7,00%	NA	93,00%	3,35	0,19	8,74	0,28	NA	NA
3.B.1.a.ii. Vacas de Baja Producción	1990-2000	419,01	NA	1,87%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,88	0,19	0,72	0,29	44,35	0,07
	2001	420,11	NA	1,87%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,87	0,19	0,72	0,29	44,47	0,07
	2002	420,08	NA	1,87%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,87	0,19	0,72	0,29	44,47	0,07
	2003	420,38	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,87	0,19	0,72	0,29	44,50	0,07
	2004	420,34	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,88	0,19	0,72	0,29	44,49	0,07
	2005	420,28	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,88	0,19	0,72	0,29	44,49	0,07
	2006	419,97	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,87	0,19	0,72	0,29	44,45	0,07
	2007	420,24	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,88	0,19	0,72	0,29	44,48	0,07
	2008	420,07	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,88	0,19	0,72	0,29	44,46	0,07
	2009	419,87	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,87	0,19	0,72	0,29	44,44	0,07
	2010	419,76	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,87	0,19	0,72	0,29	44,43	0,07
	2011	419,72	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,88	0,19	0,72	0,29	44,43	0,07
	2012	419,79	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,88	0,19	0,72	0,29	44,44	0,07
	2013	419,41	NA	1,87%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,88	0,19	0,72	0,29	44,39	0,07
	2014	419,41	NA	1,87%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,88	0,19	0,72	0,29	44,39	0,07
	2015	419,67	NA	1,87%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,88	0,19	0,72	0,29	44,42	0,07
	2016	417,43	NA	1,90%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,88	0,19	0,73	0,29	44,19	0,07
	2017	420,07	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,89	0,19	0,72	0,29	44,46	0,07
	2018	420,72	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,89	0,19	0,72	0,29	44,53	0,07

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	Factor de conversión por sistema gestión de estiércol MCF (%)			Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)			Promedio de tasa excreción diaria de VS	Promedio de producción potencial de CH_4	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción de N (Nex)	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	kg.MS.cabeza.día	m^3.kg VS	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
	2019	420,75	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,89	0,19	0,72	0,29	44,54	0,07
	2020	420,63	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,89	0,19	0,72	0,29	44,52	0,07
	2021	420,19	NA	1,86%	0,47%	NA	5,00%	95,00%	2,89	0,19	0,72	0,29	44,48	0,07
3.B.1.a.iii. Vacas para producción de carne	1990-2000	393,20	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,22	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2001	395,23	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,21	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2002	396,23	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,21	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2003	396,61	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,20	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2004	396,67	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,20	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2005	396,62	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,20	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2006	396,13	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,21	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2007	395,78	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,21	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2008	395,33	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,21	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2009	394,70	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,21	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2010	394,33	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,22	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2011	393,78	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,21	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2012	393,64	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,22	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2013	392,96	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,22	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2014	393,34	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,21	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2015	393,22	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,22	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2016	392,90	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,23	0,19	0,70	0,29	NA	NA

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	Factor de conversión por sistema gestión de estiércol MCF (%)			Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)			Promedio de tasa excreción diaria de VS	Promedio de producción potencial de CH_4	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción de N (Nex)	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	kg.MS.cabeza.día	m^3.kg VS	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza.año
	2017	393,50	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,22	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2018	393,32	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,22	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2019	393,27	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,22	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2020	393,34	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,22	0,19	0,70	0,29	NA	NA
	2021	393,10	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,22	0,19	0,70	0,29	NA	NA
3.B.1.a.iv. Toros utilizados con fines reproductivos	1990-2000	610,46	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,59	0,19	0,78	0,29	NA	NA
	2001	614,68	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,51	0,19	0,77	0,29	NA	NA
	2002	614,67	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,51	0,19	0,77	0,29	NA	NA
	2003	614,35	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,51	0,19	0,77	0,29	NA	NA
	2004	613,43	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,52	0,19	0,77	0,29	NA	NA
	2005	613,08	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,52	0,19	0,77	0,29	NA	NA
	2006	613,42	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,52	0,19	0,77	0,29	NA	NA
	2007	613,58	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,52	0,19	0,77	0,29	NA	NA
	2008	614,42	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,51	0,19	0,77	0,29	NA	NA
	2009	612,67	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,54	0,19	0,77	0,29	NA	NA
	2010	612,94	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,54	0,19	0,77	0,29	NA	NA
	2011	611,65	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,55	0,19	0,77	0,29	NA	NA
	2012	610,54	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,56	0,19	0,78	0,29	NA	NA
	2013	610,56	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,58	0,19	0,78	0,29	NA	NA
	2014	608,93	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,57	0,19	0,78	0,29	NA	NA

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	Factor de conversión por sistema gestión de estiércol MCF (%)			Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)			Promedio de tasa excreción diaria de VS	Promedio de producción potencial de CH_4	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción de N (Nex)	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	kg.MS.cabeza.día	m^3.kg VS	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
	2015	610,22	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,59	0,19	0,78	0,29	NA	NA
	2016	611,81	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,57	0,19	0,78	0,29	NA	NA
	2017	612,70	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,55	0,19	0,78	0,29	NA	NA
	2018	610,54	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,56	0,19	0,78	0,29	NA	NA
	2019	610,48	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,58	0,19	0,78	0,29	NA	NA
	2020	610,27	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,59	0,19	0,78	0,29	NA	NA
	2021	610,15	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	3,59	0,19	0,78	0,29	NA	NA
3.B.1.a.v. Terneros pre-destetos	1990-2000	97,26	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,95	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2001	97,07	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,20	0,29	NA	NA
	2002	96,98	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,20	0,29	NA	NA
	2003	97,14	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,20	0,29	NA	NA
	2004	97,22	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2005	97,22	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2006	97,21	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2007	97,25	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2008	97,26	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2009	97,27	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2010	97,18	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2011	97,44	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,95	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2012	97,34	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	Factor de conversión por sistema gestión de estiércol MCF (%)			Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)			Promedio de tasa excreción diaria de VS	Promedio de producción potencial de CH_4	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción de N (Nex)	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	kg.MS.cabeza.día	m^3.kg VS	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza.año
	2013	97,10	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2014	97,12	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2015	97,08	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2016	97,50	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,94	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2017	97,21	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,95	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2018	97,72	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,95	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2019	97,69	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,95	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2020	97,79	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,95	0,19	0,21	0,29	NA	NA
	2021	97,61	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	0,95	0,19	0,21	0,29	NA	NA
3.B.1.a.vi. Novillas de reemplazo	1990-2000	247,86	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,42	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2001	248,22	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2002	248,04	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2003	248,33	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2004	248,35	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2005	248,19	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2006	248,12	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2007	247,97	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2008	247,86	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2009	247,75	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2010	247,67	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2011	247,58	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,42	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2012	247,74	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,42	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2013	247,77	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,42	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2014	247,57	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,42	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2015	247,88	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,42	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2016	247,81	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,42	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2017	248,43	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,42	0,19	0,53	0,29	NA	NA

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	Factor de conversión por sistema gestión de estiércol MCF (%)			Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)			Promedio de tasa excreción diaria de VS	Promedio de producción potencial de CH_4	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción de N (Nex)	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	Laguna anaerobia descubierta	Lote seco	pastizales / praderas / potreros	kg.MS.cabeza.día	m^3.kg VS	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
	2018	248,89	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2019	248,86	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,42	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2020	248,89	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,42	0,19	0,53	0,29	NA	NA
	2021	248,78	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,41	0,19	0,53	0,29	NA	NA
3.B.1.a.vii. Ganado de engorde	1990-2000	268,82	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,10	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2001	269,08	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,11	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2002	269,27	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,11	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2003	269,13	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,11	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2004	269,41	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,11	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2005	269,64	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,12	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2006	269,76	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,12	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2007	269,68	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,11	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2008	269,29	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,11	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2009	269,10	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,11	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2010	268,90	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,11	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2011	268,18	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,10	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2012	267,89	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,10	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2013	267,72	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,09	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2014	267,64	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,09	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2015	267,65	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,09	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2016	271,14	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,10	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2017	268,17	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,09	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2018	268,97	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,09	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2019	268,58	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,09	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2020	268,77	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,10	0,19	0,46	0,29	NA	NA
	2021	268,89	NA	NA	0,47%	NA	NA	100,00%	2,10	0,19	0,46	0,29	NA	NA

Anexo 5-24. Principales parámetros para la estimación a nivel nacional (CRT) – Ovinos (3.B.2.a.i.)

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF_{VS} por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura		Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)		Vsrate (Tabla 10.13 A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diaria de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Lote seco	Pastizales	Lote seco	Pastizales		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza.año
3.A.2.c. Ovinos	1990	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	1991	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	1992	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	1993	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	1994	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	1995	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	1996	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	1997	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	1998	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	1999	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2000	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2001	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2002	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2003	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2004	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2005	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2006	24,00	1,65	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2007	24,00	1,65	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2008	24,00	1,65	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2009	24,00	1,64	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2010	24,00	1,65	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2011	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2012	24,00	1,68	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2013	24,00	1,68	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2014	24,00	1,68	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2015	24,00	1,66	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2016	24,00	1,66	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2017	24,00	1,66	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2018	24,00	1,66	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2019	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2020	24,00	1,66	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03
	2021	24,00	1,67	0,60	30,00%	70,00%	8,30	0,20	0,07	0,32	2,80	0,03

Anexo 5-25. Principales parámetros para la estimación a nivel nacional (CRT) – Porcinos (3.B.3.)

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF_{VS} por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura						Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)						Vsrate (Tabla 10.13 A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diaria de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza. año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
3.B.3.a.i. Porcinos < 6 meses	1990	59,00	230,96	81,14	14,70	5,86	2,92	6,98	2,25%	61,04%	22,52%	0,38%	3,11%	10,70%	4,30	0,25	5,56	0,69	14,86	0,13
	1991	59,00	230,96	81,14	14,70	5,86	2,92	6,98	2,25%	61,04%	22,52%	0,38%	3,11%	10,70%	4,30	0,25	5,56	0,69	14,86	0,13
	1992	59,00	230,96	81,14	14,70	5,86	2,92	6,98	2,25%	61,04%	22,52%	0,38%	3,11%	10,70%	4,30	0,25	5,56	0,69	14,86	0,13
	1993	59,00	230,96	81,14	14,70	5,86	2,92	6,98	2,25%	61,04%	22,52%	0,38%	3,11%	10,70%	4,30	0,25	5,56	0,69	14,86	0,13
	1994	59,00	230,96	81,14	14,70	5,86	2,92	6,98	2,25%	61,04%	22,52%	0,38%	3,11%	10,70%	4,30	0,25	5,56	0,69	14,86	0,13
	1995	59,00	231,04	81,53	14,70	5,87	2,93	6,98	2,54%	60,75%	22,13%	0,40%	3,22%	10,96%	4,30	0,25	5,62	0,69	14,86	0,13
	1996	59,00	231,00	81,34	14,70	5,87	2,92	6,98	2,40%	60,90%	22,33%	0,39%	3,16%	10,83%	4,30	0,25	5,59	0,69	14,86	0,13
	1997	59,00	230,96	81,14	14,70	5,86	2,92	6,98	2,25%	61,04%	22,52%	0,38%	3,11%	10,70%	4,30	0,25	5,56	0,69	14,86	0,13
	1998	59,00	230,96	81,14	14,70	5,86	2,92	6,98	2,25%	61,04%	22,52%	0,38%	3,11%	10,70%	4,30	0,25	5,56	0,69	14,86	0,13
	1999	59,00	231,00	81,32	14,70	5,87	2,92	6,98	2,39%	60,91%	22,34%	0,39%	3,16%	10,82%	4,30	0,25	5,59	0,69	14,86	0,13
	2000	59,00	231,03	81,48	14,70	5,87	2,93	6,98	2,50%	60,79%	22,19%	0,40%	3,20%	10,92%	4,30	0,25	5,61	0,69	14,86	0,13
	2001	59,00	231,04	81,51	14,70	5,87	2,93	6,98	2,52%	60,77%	22,16%	0,40%	3,21%	10,94%	4,30	0,25	5,61	0,69	14,86	0,13
	2002	59,00	231,03	81,47	14,70	5,87	2,93	6,98	2,49%	60,80%	22,20%	0,40%	3,20%	10,91%	4,30	0,25	5,61	0,69	14,86	0,13
	2003	59,00	230,98	81,21	14,70	5,87	2,92	6,98	2,30%	60,99%	22,45%	0,38%	3,13%	10,75%	4,30	0,25	5,57	0,69	14,86	0,13
	2004	59,00	231,03	81,45	14,70	5,87	2,92	6,98	2,48%	60,81%	22,21%	0,40%	3,19%	10,90%	4,30	0,25	5,61	0,69	14,86	0,13
	2005	59,00	230,54	79,94	14,60	5,78	2,89	6,97	3,08%	55,10%	26,52%	1,23%	3,95%	10,10%	4,30	0,25	5,25	0,69	14,86	0,13
	2006	59,00	231,33	82,66	14,71	5,86	2,92	6,98	2,43%	64,23%	21,38%	0,68%	2,75%	8,52%	4,30	0,25	5,90	0,69	14,86	0,13
	2007	59,00	230,92	81,02	14,69	5,86	2,92	6,97	2,57%	61,21%	21,58%	0,55%	3,06%	11,04%	4,30	0,25	5,63	0,69	14,86	0,13
	2008	59,00	231,00	81,57	14,69	5,86	2,92	6,97	3,06%	60,22%	22,21%	0,55%	2,99%	10,97%	4,30	0,25	5,68	0,69	14,86	0,13
	2009	59,00	230,53	79,42	14,67	5,86	2,92	6,97	2,84%	60,35%	22,24%	0,51%	2,81%	11,26%	4,30	0,25	5,56	0,69	14,86	0,13
	2010	59,00	230,84	80,71	14,69	5,87	2,92	6,97	2,65%	59,80%	22,60%	0,43%	3,22%	11,31%	4,30	0,25	5,54	0,69	14,86	0,13
	2011	59,00	231,09	81,73	14,71	5,87	2,93	6,98	2,47%	61,55%	21,88%	0,41%	2,92%	10,77%	4,30	0,25	5,67	0,69	14,86	0,13
	2012	59,00	231,21	82,21	14,72	5,88	2,93	6,98	2,80%	61,33%	21,52%	0,38%	3,07%	10,89%	4,30	0,25	5,74	0,69	14,86	0,13
	2013	59,00	231,28	82,48	14,73	5,89	2,93	6,98	2,64%	61,95%	21,34%	0,38%	3,12%	10,57%	4,30	0,25	5,77	0,69	14,86	0,13
	2014	59,00	230,94	81,21	14,69	5,86	2,92	6,97	2,62%	58,82%	22,64%	0,45%	3,85%	11,61%	4,30	0,25	5,48	0,69	14,86	0,13
	2015	59,00	231,28	82,61	14,69	5,84	2,92	6,97	1,96%	62,12%	23,13%	0,65%	2,91%	9,23%	4,30	0,25	5,64	0,69	14,86	0,13
	2016	59,00	231,57	84,02	14,71	5,85	2,92	6,98	2,42%	63,45%	22,04%	0,59%	2,48%	9,02%	4,30	0,25	5,88	0,69	14,86	0,13
	2017	59,00	231,47	83,39	14,71	5,86	2,92	6,98	2,23%	63,39%	21,94%	0,55%	2,70%	9,19%	4,30	0,25	5,81	0,69	14,86	0,13
	2018	59,00	231,66	84,15	14,73	5,87	2,93	6,98	2,01%	64,27%	21,77%	0,31%	2,84%	8,80%	4,30	0,25	5,87	0,69	14,86	0,13
	2019	59,00	231,78	84,73	14,74	5,89	2,93	6,98	2,60%	60,80%	22,04%	0,28%	3,84%	10,45%	4,30	0,25	5,77	0,69	14,86	0,13

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF$_{VS}$ por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura						Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)						Vsrate (Tabla 10.13 A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diaria de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza. año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
	2020	59,00	231,66	84,28	14,73	5,88	2,93	6,98	2,72%	60,86%	21,94%	0,27%	3,75%	10,46%	4,30	0,25	5,79	0,69	14,86	0,12
	2021	59,00	233,31	92,40	14,83	5,92	2,95	6,98	4,86%	63,49%	18,69%	0,79%	3,13%	9,04%	4,30	0,25	6,80	0,69	14,86	0,12

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF$_{VS}$ por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura						Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)						Vsrate (Tabla 10.13 A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diaria de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza. año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
3.B.3.a.ii Porcinos > 6 meses	1990	205,00	231,41	83,61	14,72	5,88	2,93	6,98	4,20%	56,69%	21,48%	1,41%	4,10%	12,11%	1,70	0,35	7,89	0,32	23,94	0,20
	1991	205,00	231,41	83,61	14,72	5,88	2,93	6,98	4,20%	56,69%	21,48%	1,41%	4,10%	12,11%	1,70	0,35	7,89	0,32	23,94	0,20
	1992	205,00	231,41	83,61	14,72	5,88	2,93	6,98	4,20%	56,69%	21,48%	1,41%	4,10%	12,11%	1,70	0,35	7,89	0,32	23,94	0,20
	1993	205,00	231,41	83,61	14,72	5,88	2,93	6,98	4,20%	56,69%	21,48%	1,41%	4,10%	12,11%	1,70	0,35	7,89	0,32	23,94	0,20
	1994	205,00	231,41	83,61	14,72	5,88	2,93	6,98	4,20%	56,69%	21,48%	1,41%	4,10%	12,11%	1,70	0,35	7,89	0,32	23,94	0,20
	1995	205,00	231,50	84,11	14,72	5,89	2,93	6,98	4,82%	55,99%	21,16%	1,47%	4,17%	12,38%	1,70	0,35	8,03	0,32	23,94	0,20
	1996	205,00	231,46	83,86	14,72	5,88	2,93	6,98	4,52%	56,34%	21,32%	1,44%	4,14%	12,25%	1,70	0,35	7,96	0,32	23,94	0,20
	1997	205,00	231,41	83,61	14,72	5,88	2,93	6,98	4,20%	56,69%	21,48%	1,41%	4,10%	12,11%	1,70	0,35	7,89	0,32	23,94	0,20
	1998	205,00	231,41	83,61	14,72	5,88	2,93	6,98	4,20%	56,69%	21,48%	1,41%	4,10%	12,11%	1,70	0,35	7,89	0,32	23,94	0,20

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF_{VS} por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura						Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)							Vsrate (Tabla 10.13 A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diaria de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
	1999	205,00	231,46	83,84	14,72	5,88	2,93	6,98	4,49%	56,36%	21,33%	1,44%	4,14%	12,24%	1,70	0,35	7,95	0,32	23,94	0,20
	2000	205,00	231,49	84,04	14,72	5,89	2,93	6,98	4,74%	56,09%	21,20%	1,46%	4,16%	12,34%	1,70	0,35	8,01	0,32	23,94	0,20
	2001	205,00	231,50	84,07	14,72	5,89	2,93	6,98	4,79%	56,04%	21,18%	1,47%	4,17%	12,36%	1,70	0,35	8,02	0,32	23,94	0,20
	2002	205,00	231,49	84,02	14,72	5,89	2,93	6,98	4,72%	56,11%	21,21%	1,46%	4,16%	12,33%	1,70	0,35	8,00	0,32	23,94	0,20
	2003	205,00	231,43	83,70	14,72	5,88	2,93	6,98	4,31%	56,56%	21,42%	1,42%	4,12%	12,16%	1,70	0,35	7,91	0,32	23,94	0,20
	2004	205,00	231,49	84,00	14,72	5,88	2,93	6,98	4,70%	56,14%	21,23%	1,46%	4,16%	12,32%	1,70	0,35	8,00	0,32	23,94	0,20
	2005	205,00	231,52	85,02	14,65	5,82	2,90	6,97	6,07%	49,23%	23,86%	4,03%	4,96%	11,85%	1,70	0,35	7,71	0,32	23,94	0,22
	2006	205,00	231,83	85,65	14,73	5,87	2,93	6,98	5,10%	57,52%	20,51%	2,46%	3,83%	10,57%	1,70	0,35	8,33	0,32	23,94	0,21
	2007	205,00	231,41	83,80	14,71	5,87	2,92	6,98	5,12%	55,39%	20,80%	2,02%	4,10%	12,57%	1,70	0,35	8,02	0,32	23,94	0,20
	2008	205,00	231,66	85,23	14,72	5,87	2,93	6,98	6,09%	54,72%	21,04%	1,95%	3,84%	12,35%	1,70	0,35	8,31	0,32	23,94	0,20
	2009	205,00	231,17	82,88	14,70	5,87	2,92	6,98	5,34%	55,32%	21,02%	1,96%	3,60%	12,76%	1,70	0,35	8,02	0,32	23,94	0,20
	2010	205,00	231,37	83,62	14,71	5,88	2,93	6,98	4,87%	55,16%	21,47%	1,61%	4,12%	12,76%	1,70	0,35	7,93	0,32	23,94	0,20
	2011	205,00	231,57	84,41	14,73	5,89	2,93	6,98	4,78%	56,60%	21,00%	1,52%	3,80%	12,31%	1,70	0,35	8,10	0,32	23,94	0,20
	2012	205,00	231,60	84,46	14,73	5,90	2,93	6,98	5,71%	56,28%	20,55%	1,33%	3,88%	12,24%	1,70	0,35	8,33	0,32	23,94	0,20
	2013	205,00	231,77	85,25	14,75	5,90	2,94	6,98	5,07%	57,08%	20,54%	1,38%	4,08%	11,85%	1,70	0,35	8,28	0,32	23,94	0,20
	2014	205,00	231,37	83,65	14,70	5,87	2,92	6,98	4,69%	53,99%	21,68%	1,60%	4,99%	13,06%	1,70	0,35	7,76	0,32	23,94	0,20
	2015	205,00	232,54	88,70	14,76	5,89	2,93	6,98	3,73%	60,46%	19,68%	1,94%	4,03%	10,16%	1,70	0,35	8,42	0,32	23,94	0,20
	2016	205,00	232,81	90,23	14,78	5,89	2,94	6,98	4,58%	61,45%	18,61%	1,86%	3,15%	10,36%	1,70	0,35	8,83	0,32	23,94	0,20
	2017	205,00	232,16	86,93	14,76	5,90	2,94	6,98	7,08%	59,06%	18,55%	1,63%	3,26%	10,42%	1,70	0,35	9,11	0,32	23,94	0,20
	2018	205,00	231,43	83,90	14,67	5,83	2,91	6,97	3,51%	56,38%	25,28%	0,93%	3,75%	10,15%	1,70	0,35	7,70	0,32	23,94	0,21
	2019	205,00	231,64	84,79	14,70	5,86	2,92	6,97	3,77%	53,63%	24,75%	1,11%	5,34%	11,40%	1,70	0,35	7,54	0,32	23,94	0,20
	2020	205,00	231,68	84,79	14,71	5,87	2,92	6,98	3,55%	56,94%	23,61%	0,72%	4,57%	10,62%	1,70	0,35	7,82	0,32	23,94	0,20
	2021	205,00	234,25	97,97	14,82	5,91	2,95	6,98	7,32%	54,66%	21,92%	1,62%	4,30%	10,17%	1,70	0,35	9,52	0,32	23,94	0,20

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF_{VS} por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura						Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)						Vsrate (Tabla 10.13A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diaria de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza.año
3.B.3.a.iii. Porcinos baja productividad	1990	121,00	150,93	63,07	14,82	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,14	0,67	29,59	0,28
	1991	121,00	150,93	63,07	14,82	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,14	0,67	29,59	0,28
	1992	121,00	150,93	63,07	14,82	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,14	0,67	29,59	0,28
	1993	121,00	150,93	63,07	14,82	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,14	0,67	29,59	0,28
	1994	121,00	150,93	63,07	14,82	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,14	0,67	29,59	0,28
	1995	121,00	151,43	65,57	14,86	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,41	0,67	29,59	0,28
	1996	121,00	151,21	64,46	14,84	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,29	0,67	29,59	0,28
	1997	121,00	150,93	63,07	14,82	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,14	0,67	29,59	0,28
	1998	121,00	150,93	63,07	14,82	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,14	0,67	29,59	0,28
	1999	121,00	151,19	64,36	14,84	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,28	0,67	29,59	0,28
	2000	121,00	151,37	65,28	14,85	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,38	0,67	29,59	0,28
	2001	121,00	151,40	65,44	14,85	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,40	0,67	29,59	0,28
	2002	121,00	151,36	65,21	14,85	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,37	0,67	29,59	0,28
	2003	121,00	151,04	63,60	14,83	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,20	0,67	29,59	0,28
	2004	121,00	151,34	65,12	14,85	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,36	0,67	29,59	0,28
	2005	121,00	151,54	66,24	14,81	3,80	1,86	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,48	0,67	29,59	0,28

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF_{VS} por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura						Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)						Vsrate (Tabla 10.13A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diaria de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás	Laguna anaeróbica descubierta	Estiércol líquido < 1 mes	Almacenamiento de sólidos	Lote seco	Aspersión diaria	Digestión anaeróbica - Biogás		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza.año
	2006	121,00	151,46	65,55	14,84	3,81	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,41	0,67	29,59	0,28
	2007	121,00	151,24	64,40	14,83	3,81	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,29	0,67	29,59	0,28
	2008	121,00	152,17	69,46	14,89	3,82	1,88	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,83	0,67	29,59	0,28
	2009	121,00	151,93	68,20	14,89	3,82	1,88	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,70	0,67	29,59	0,28
	2010	121,00	151,89	67,76	14,89	3,83	1,88	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,65	0,67	29,59	0,28
	2011	121,00	151,46	65,78	14,86	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,44	0,67	29,59	0,28
	2012	121,00	151,43	65,50	14,86	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,41	0,67	29,59	0,28
	2013	121,00	151,71	67,18	14,88	3,82	1,88	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,59	0,67	29,59	0,28
	2014	121,00	151,28	64,83	14,83	3,81	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,33	0,67	29,59	0,28
	2015	121,00	151,18	64,04	14,83	3,82	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,25	0,67	29,59	0,28
	2016	121,00	151,62	66,72	14,84	3,81	1,87	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	9,54	0,67	29,59	0,28
	2017	121,00	153,04	74,45	14,94	3,82	1,88	21,20	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	10,37	0,67	29,59	0,28
	2018	121,00	153,35	75,82	14,97	3,82	1,88	21,20	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	10,52	0,67	29,59	0,28
	2019	121,00	152,44	71,30	14,90	3,81	1,88	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	10,03	0,67	29,59	0,28
	2020	121,00	152,71	72,69	14,93	3,82	1,88	21,19	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	10,18	0,67	29,59	0,28
	2021	121,00	153,18	74,50	14,99	3,84	1,89	21,20	5,00%	50,00%	15,00%	15,00%	10,00 %	5,00%	4,80	0,58	10,38	0,67	29,59	0,28

Anexo 5-26. Principales parámetros para la estimación a nivel nacional (CRT) – Otro Ganado (3.B.4.)

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF_{VS} por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura		Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)		Vsrate (Tabla 10.13A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diario de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Lote seco	Pastizales	Lote seco	Pastizales		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza. año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
3.B.4.a. Búfalos	1990	420,00	1,6432	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5356	0,41	62,8530	0,0988
	1991	420,00	1,6438	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5357	0,41	62,8530	0,0988
	1992	420,00	1,6445	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5358	0,41	62,8530	0,0988
	1993	420,00	1,6452	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5359	0,41	62,8530	0,0988
	1994	420,00	1,6459	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5360	0,41	62,8530	0,0988
	1995	420,00	1,6466	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5360	0,41	62,8530	0,0988
	1996	420,00	1,6473	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5361	0,41	62,8530	0,0988
	1997	420,00	1,6481	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5362	0,41	62,8530	0,0988
	1998	420,00	1,6488	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5363	0,41	62,8530	0,0988
	1999	420,00	1,6495	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5364	0,41	62,8530	0,0988
	2000	420,00	1,6502	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5365	0,41	62,8530	0,0988
	2001	420,00	1,6509	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5365	0,41	62,8530	0,0988
	2002	420,00	1,6516	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5366	0,41	62,8530	0,0988
	2003	420,00	1,6523	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5367	0,41	62,8530	0,0988
	2004	420,00	1,6530	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5368	0,41	62,8530	0,0988
	2005	420,00	1,6276	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5338	0,41	62,8530	0,0988
	2006	420,00	1,6533	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5368	0,41	62,8530	0,0988
	2007	420,00	1,6487	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5363	0,41	62,8530	0,0988
	2008	420,00	1,6577	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5373	0,41	62,8530	0,0988
	2009	420,00	1,6523	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5367	0,41	62,8530	0,0988
	2010	420,00	1,6524	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5367	0,41	62,8530	0,0988
	2011	420,00	1,6604	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5377	0,41	62,8530	0,0988
	2012	420,00	1,6633	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5380	0,41	62,8530	0,0988
	2013	420,00	1,6620	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5378	0,41	62,8530	0,0988
	2014	420,00	1,6597	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5376	0,41	62,8530	0,0988
	2015	420,00	1,6629	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5379	0,41	62,8530	0,0988
	2016	420,00	1,6635	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5380	0,41	62,8530	0,0988
	2017	420,00	1,6655	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5383	0,41	62,8530	0,0988
	2018	420,00	1,6677	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5385	0,41	62,8530	0,0988
	2019	420,00	1,6687	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5386	0,41	62,8530	0,0988
	2020	420,00	1,6645	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5381	0,41	62,8530	0,0988
	2021	420,00	1,6698	0,60	5,00%	95,00%	11,20	6,4512	1,5388	0,41	62,8530	0,0988

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF_{VS} por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura		Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)		Vsrate (Tabla 10.13A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diario de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Lote seco	Pastizales	Lote seco	Pastizales		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza.año
3.B.4.d. Caprinos	1990	24,60	1,6861	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0865	0,34	3,0529	0,0288
	1991	24,60	1,6860	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0865	0,34	3,0529	0,0288
	1992	24,60	1,6860	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0865	0,34	3,0529	0,0288
	1993	24,60	1,6859	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	1994	24,60	1,6858	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	1995	24,60	1,6857	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	1996	24,60	1,6856	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	1997	24,60	1,6855	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	1998	24,60	1,6854	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	1999	24,60	1,6853	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	2000	24,60	1,6852	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	2001	24,60	1,6852	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	2002	24,60	1,6851	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	2003	24,60	1,6850	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	2004	24,60	1,6849	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0864	0,34	3,0529	0,0288
	2005	24,60	1,6780	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0862	0,34	3,0529	0,0288
	2006	24,60	1,6786	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0862	0,34	3,0529	0,0288
	2007	24,60	1,6789	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0863	0,34	3,0529	0,0288
	2008	24,60	1,6498	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0854	0,34	3,0529	0,0288
	2009	24,60	1,6799	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0863	0,34	3,0529	0,0288
	2010	24,60	1,6890	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0865	0,34	3,0529	0,0288
	2011	24,60	1,6923	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0866	0,34	3,0529	0,0288
	2012	24,60	1,6920	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0866	0,34	3,0529	0,0288
	2013	24,60	1,6934	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0867	0,34	3,0529	0,0288
	2014	24,60	1,6795	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0863	0,34	3,0529	0,0288
	2015	24,60	1,6797	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0863	0,34	3,0529	0,0288
	2016	24,60	1,6795	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0863	0,34	3,0529	0,0288
	2017	24,60	1,6814	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0863	0,34	3,0529	0,0288
	2018	24,60	1,6813	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0863	0,34	3,0529	0,0288
	2019	24,60	1,6805	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0863	0,34	3,0529	0,0288
	2020	24,60	1,6811	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0863	0,34	3,0529	0,0288
	2021	24,60	1,6810	0,60	30,00%	70,00%	10,40	0,2558	0,0863	0,34	3,0529	0,0288

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF_{VS} por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura		Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)		Vsrate (Tabla 10.13A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diaria de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Almacenamiento de sólidos	Pastizales	Almacenamiento de sólidos	Pastizales		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza. año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
3.B.4.e. Caballos	1990	311,8611	8,4557	0,60	19,81%	80,19%	7,20	2,2397	1,7916	0,46	52,3615	0,1691
	1991	311,8406	8,4556	0,60	19,80%	80,20%	7,20	2,2396	1,7910	0,46	52,3580	0,1690
	1992	311,8201	8,4555	0,60	19,79%	80,21%	7,20	2,2395	1,7904	0,46	52,3546	0,1689
	1993	311,7995	8,4554	0,60	19,78%	80,22%	7,20	2,2394	1,7898	0,46	52,3511	0,1688
	1994	311,7790	8,4553	0,60	19,78%	80,22%	7,20	2,2393	1,7891	0,46	52,3477	0,1688
	1995	311,7584	8,4552	0,60	19,77%	80,23%	7,20	2,2392	1,7885	0,46	52,3442	0,1687
	1996	311,7379	8,4551	0,60	19,76%	80,24%	7,20	2,2390	1,7879	0,46	52,3408	0,1686
	1997	311,6968	8,4549	0,60	19,75%	80,25%	7,20	2,2388	1,7866	0,46	52,3339	0,1684
	1998	311,6968	8,4549	0,60	19,75%	80,25%	7,20	2,2388	1,7866	0,46	52,3339	0,1684
	1999	311,6763	8,4548	0,60	19,74%	80,26%	7,20	2,2388	1,7860	0,46	52,3304	0,1684
	2000	311,6558	8,4547	0,60	19,73%	80,27%	7,20	2,2386	1,7854	0,46	52,3270	0,1683
	2001	311,6352	8,4546	0,60	19,72%	80,28%	7,20	2,2385	1,7847	0,46	52,3236	0,1682
	2002	311,6147	8,4545	0,60	19,72%	80,28%	7,20	2,2384	1,7841	0,46	52,3201	0,1681
	2003	311,5941	8,4544	0,60	19,71%	80,29%	7,20	2,2383	1,7835	0,46	52,3167	0,1680
	2004	311,5736	8,4543	0,60	19,70%	80,30%	7,20	2,2382	1,7829	0,46	52,3132	0,1680
	2005	312,7383	8,4640	0,60	21,10%	78,90%	7,20	2,2437	1,8832	0,46	52,5088	0,1802
	2006	312,6452	8,4647	0,60	20,83%	79,17%	7,20	2,2434	1,8661	0,46	52,4931	0,1779
	2007	311,3838	8,4674	0,60	20,01%	79,99%	7,20	2,2344	1,8014	0,46	52,2813	0,1701
	2008	311,6909	8,4487	0,60	19,96%	80,04%	7,20	2,2362	1,7981	0,46	52,3329	0,1700
	2009	311,2183	8,4503	0,60	19,66%	80,34%	7,20	2,2333	1,7770	0,46	52,2536	0,1672
	2010	310,7383	8,4310	0,60	19,20%	80,80%	7,20	2,2303	1,7424	0,46	52,1730	0,1631
	2011	311,3105	8,4380	0,60	19,59%	80,41%	7,20	2,2356	1,7753	0,46	52,2690	0,1668
	2012	311,7468	8,4365	0,60	19,86%	80,14%	7,20	2,2389	1,7949	0,46	52,3423	0,1694
	2013	310,9093	8,4423	0,60	19,31%	80,69%	7,20	2,2334	1,7538	0,46	52,2017	0,1642
	2014	311,6009	8,4276	0,60	19,80%	80,20%	7,20	2,2381	1,7854	0,46	52,3178	0,1687
	2015	311,4168	8,4371	0,60	19,86%	80,14%	7,20	2,2380	1,7899	0,46	52,2869	0,1691
	2016	311,7238	8,4210	0,60	19,96%	80,04%	7,20	2,2412	1,7986	0,46	52,3384	0,1702
	2017	311,1018	8,4420	0,60	19,45%	80,55%	7,20	2,2362	1,7628	0,46	52,2340	0,1656
	2018	311,0050	8,4497	0,60	19,38%	80,62%	7,20	2,2357	1,7595	0,46	52,2177	0,1649
	2019	312,3485	8,4484	0,60	20,33%	79,67%	7,20	2,2453	1,8305	0,46	52,4433	0,1738
	2020	312,9933	8,4534	0,60	20,75%	79,25%	7,20	2,2499	1,8639	0,46	52,5516	0,1778
	2021	314,3275	8,4164	0,60	21,61%	78,39%	7,20	2,2607	1,9207	0,46	52,7756	0,1861

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF_{VS} por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura		Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)		Vsrate (Tabla 10.13 A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diaria de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Almacenamiento de sólidos	Pastizales	Almacenamiento de sólidos	Pastizales		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza. año	kg.N	kg.N.cabeza. año	kg N_2O.cabeza. año
3.B.4.f. Mulas y asnos	1990	220,00	8,4557	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0924	0,46	36,9380	0,0580
	1991	220,00	8,4556	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0924	0,46	36,9380	0,0580
	1992	220,00	8,4555	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0924	0,46	36,9380	0,0580
	1993	220,00	8,4554	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0924	0,46	36,9380	0,0580
	1994	220,00	8,4553	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0923	0,46	36,9380	0,0580
	1995	220,00	8,4552	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0923	0,46	36,9380	0,0580
	1996	220,00	8,4551	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0923	0,46	36,9380	0,0580
	1997	220,00	8,4549	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0923	0,46	36,9380	0,0580
	1998	220,00	8,4549	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0923	0,46	36,9380	0,0580
	1999	220,00	8,4548	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0923	0,46	36,9380	0,0580
	2000	220,00	8,4547	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0923	0,46	36,9380	0,0580
	2001	220,00	8,4546	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0923	0,46	36,9380	0,0580
	2002	220,00	8,4545	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0923	0,46	36,9380	0,0580
	2003	220,00	8,4544	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0923	0,46	36,9380	0,0580
	2004	220,00	8,4543	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0923	0,46	36,9380	0,0580
	2005	220,00	8,4655	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0932	0,46	36,9380	0,0580
	2006	220,00	8,4736	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0938	0,46	36,9380	0,0580
	2007	220,00	8,4831	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0945	0,46	36,9380	0,0580
	2008	220,00	8,4852	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0947	0,46	36,9380	0,0580
	2009	220,00	8,4849	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0947	0,46	36,9380	0,0580
	2010	220,00	8,5025	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0961	0,46	36,9380	0,0580
	2011	220,00	8,4965	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0956	0,46	36,9380	0,0580
	2012	220,00	8,4966	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0956	0,46	36,9380	0,0580
	2013	220,00	8,4900	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0951	0,46	36,9380	0,0580
	2014	220,00	8,5046	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0962	0,46	36,9380	0,0580
	2015	220,00	8,5114	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0968	0,46	36,9380	0,0580
	2016	220,00	8,4994	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0958	0,46	36,9380	0,0580
	2017	220,00	8,4716	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0936	0,46	36,9380	0,0580
	2018	220,00	8,4799	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0943	0,46	36,9380	0,0580
	2019	220,00	8,4832	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0945	0,46	36,9380	0,0580
	2020	220,00	8,4852	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0947	0,46	36,9380	0,0580
	2021	220,00	8,5007	0,60	10,00%	90,00%	7,20	2,16	1,0959	0,46	36,9380	0,0580

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF_{VS} por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura	Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)	Vsrate (Tabla 10.13A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diaria de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Almacenamiento de sólidos	Almacenamiento de sólidos		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza.año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza.año
3.B.4.g.i. Ponedoras	1990	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	1991	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	1992	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	1993	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	1994	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	1995	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	1996	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	1997	1,80	12,5194	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	1998	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	1999	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2000	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2001	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2002	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2003	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2004	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2005	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2006	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2007	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2008	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2009	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2010	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2011	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2012	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2013	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2014	1,80	12,5236	100,00%	9,30	0,0167	0,0765	1,02	0,6701	0,0105
	2015	1,80	12,5291	100,00%	9,30	0,0167	0,0766	1,02	0,6701	0,0105
	2016	1,80	12,5291	100,00%	9,30	0,0167	0,0766	1,02	0,6701	0,0105
	2017	1,80	12,5291	100,00%	9,30	0,0167	0,0766	1,02	0,6701	0,0105
	2018	1,80	12,5291	100,00%	9,30	0,0167	0,0766	1,02	0,6701	0,0105
	2019	1,80	12,5048	100,00%	9,30	0,0167	0,0764	1,02	0,6701	0,0105
	2020	1,80	12,3600	100,00%	9,30	0,0167	0,0755	1,02	0,6701	0,0105
	2021	1,80	12,3420	100,00%	9,30	0,0167	0,0754	1,02	0,6701	0,0105

Subcategoría	Año	Peso promedio del animal	EF_{VS} por sistema de gestión (g CH_4.Kg VS). Tabla 10,14 IPCC, 2019, ajustado por ecuaciones, considerando temperatura	Fracción de la excreción total anual de nitrógeno AWMS (%)	Vsrate (Tabla 10.13A (IPCC, 2019)	Promedio de tasa excreción diaria de VS	Factor de emisión implicito de CH_4	Tasa de excreción por defecto de nitrógeno (N_{tasa}) (Tabla 10.19 (IPCC, 2019))	Tasa de excreción promedio de N (N_{ex})	Factor de emisión implicito de N_2O
		kg	Almacenamiento de sólidos	Almacenamiento de sólidos		kg.MS.cabeza.día	kg CH_4.cabeza. año	kg.N	kg.N.cabeza.año	kg N_2O.cabeza. año
3.B.4.g.ii. Pollos de engorde	1990	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	1991	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	1992	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	1993	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	1994	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	1995	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	1996	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	1997	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	1998	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	1999	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2000	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2001	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2002	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2003	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2004	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2005	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2006	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2007	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2008	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2009	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2010	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2011	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2012	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2013	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2014	1,20	12,6554	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2015	1,20	12,6555	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2016	1,20	12,6555	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2017	1,20	12,6555	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2018	1,20	12,6555	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2019	1,20	12,6551	100,00%	15,50	0,0186	0,0859	1,21	0,5300	0,0083
	2020	1,20	12,6613	100,00%	15,50	0,0186	0,0860	1,21	0,5300	0,0083
	2021	1,20	12,6355	100,00%	15,50	0,0186	0,0858	1,21	0,5300	0,0083

Anexos 6. Información detallada sector LULUCF (Anexo 6-1 a 6-4)

Anexo 6-1. Factores utilizados para estimar las emisiones de CO_2 por consumo de leña

Departamento	% Hogares que utilizan leña para cocinar *	Consumo de leña Kg/hogar/día *	Personas por hogar*	Consumo de leña kg. Hab. día	Consumo de Leña-% Humedad (19%) kgr. hab. dia	Consumo de Leña t leña hab año^{-1}	Consumo de Leña t C. hab. año^{-1}	FC**	Ajuste anual del % consumen***	Eficiencia consumo leña estufas eficientes ****
Nacional/San Andrés*	57 %	8,69	3,17	2,74	2,22	0,81	0,38	0,47		
Amazonas	86 %	17,83	3,34	5,33	4,32	1,58	0,74	0,47		
Antioquia	33 %	9,52	3,09	3,08	2,49	0,91	0,43	0,47		
Arauca	43 %	9,85	2,76	3,57	2,89	1,05	0,50	0,47		
Atlántico	36 %	7,71	3,93	1,96	1,59	0,58	0,27	0,47		
Bogotá, D.C.	44 %	4,71	2,84	1,66	1,34	0,49	0,23	0,47		
Bolívar	58 %	11,08	3,57	3,10	2,51	0,92	0,43	0,47		
Boyacá	63 %	8,32	2,76	3,01	2,44	0,89	0,42	0,47		
Caldas	55 %	10,07	2,89	3,48	2,82	1,03	0,48	0,47		
Caquetá	75 %	9,36	3,04	3,08	2,49	0,91	0,43	0,47		
Casanare	38 %	9,38	2,95	3,18	2,57	0,94	0,44	0,47		
Cauca	68 %	6,94	3,08	2,25	1,82	0,67	0,31	0,47		
Cesar	51 %	12,18	3,46	3,52	2,85	1,04	0,49	0,47		
Córdoba	80 %	8,01	3,56	2,25	1,82	0,67	0,31	0,47		
Cundinamarca	42 %	6,75	2,98	2,27	1,84	0,67	0,32	0,47		
Chocó	66 %	10,09	3,18	3,17	2,57	0,94	0,44	0,47		
Guainía	70 %	10,92	3,49	3,13	2,53	0,92	0,43	0,47	1,82 %	25 %
Guaviare	73 %	10,10	2,79	3,61	2,93	1,07	0,50	0,47		
Huila	69 %	8,71	3,18	2,74	2,22	0,81	0,38	0,47		
La Guajira	81 %	9,74	3,33	2,92	2,37	0,86	0,41	0,47		
Magdalena	53 %	11,34	3,54	3,21	2,60	0,95	0,45	0,47		
Meta	39 %	8,98	2,98	3,01	2,44	0,89	0,42	0,47		
Nariño	68 %	5,64	3,03	1,86	1,51	0,55	0,26	0,47		
Norte de Santander	72 %	9,64	3,33	2,90	2,35	0,86	0,40	0,47		
Putumayo	57 %	10,07	2,84	3,55	2,88	1,05	0,49	0,47		
Quindio	32 %	10,33	2,82	3,66	2,97	1,08	0,51	0,47		
Risaralda	39 %	8,98	2,85	3,15	2,55	0,93	0,44	0,47		
Santander	61 %	10,82	3,05	3,55	2,87	1,05	0,49	0,47		
Sucre	78 %	11,17	3,45	3,24	2,62	0,96	0,45	0,47		
Tolima	66 %	7,22	2,79	2,59	2,10	0,77	0,36	0,47		
Valle del Cauca	23 %	6,57	3,07	2,14	1,73	0,63	0,30	0,47		
Vaupés	90 %	5,22	4,16	1,26	1,02	0,37	0,17	0,47		
Vichada	86 %	7,67	3,63	2,11	1,71	0,62	0,29	0,47		

* Fuente: Encuesta de Calidad de Vida del DANE, 2019 e Informe de uso de energéticos en el hogar de la Encuesta de Calidad de Vida del año 2019

** Tomado de Directrices del IPCC de 2006, Cuadro 4.3, Capítulo 4, Volumen 4

*** Factor de ajuste UPME, que refleja la dinámica de la matriz energética y sus distribuciones.

**** Se asume el 25 % de eficiencia en el consumo de leña respecto a una estufa de leña convencional. (Gobierno de Colombia, 2020)

Anexo 6-2. Factores empleados para la estimación de la subcategoría 4.A.1.d Tierras forestales que permanecen como tales (Plantaciones forestales)

Región	Especie	Tipo	Crecimiento	IMA (Incremento medio anual) ton/ha/año	Bfuste (Biomasa del fuste) ton materia seca	Baérea (Biomasa aérea) ton materia seca	Braíz (Biomasa de raiz) ton materia seca	Bcopa (Biomasa de copa) ton materia seca	Btotal (Biomasa total) ton materia seca	Factor de captura de carbono (BF) ton C/ha/año	Factor de captura de carbono (BA) ton C/ha/año	Factor de captura de carbono (BT) ton C/ha/año
Andina	Cupressus lusitanica	Conífera	Medio	13,2	5,4	8,0	1,2	2,7	9,2	2,9	4,4	5,0
Andina	Pinus patula	Conífera	Medio	14,1	6,1	8,8	2,0	2,7	10,8	3,2	4,67	5,71
Andina	Pinus maximinoi	Conífera	Rápido	23,3	9,5	14,8	2,9	5,3	17,7	4,7	7,3	8,7
Andina	Pinus oocarpa	Conífera	Rápido	10,1	4,9	7,6	1,5	2,7	9,1	2,4	3,7	4,5
Andina	Pinus tecunumanii	Conífera	Rápido	30,1	11,8	22,9	2,1	11,1	25,0	5,7	11,1	12,1
Andina	Acacia mangium	Latifoliada	Medio	15,4	7,5	12,6	3,3	5,1	15,9	4,1	6,8	8,6
Andina	Alnus acuminata	Latifoliada	Medio	14,4	5,7	8,9	1,8	3,1	10,7	2,3	3,6	4,4
Andina	Cedrela odorata	Latifoliada	Medio	12,4	5,2	7,6	1,7	2,4	9,3	2,4	3,5	4,3
Andina	Cordia alliodora	Latifoliada	Medio	8,3	3,5	4,4	1,7	0,9	6,1	1,3	1,7	2,3
Andina	Hevea brasiliensis	Latifoliada	Medio	7,8	3,8	5,1	1,2	1,3	6,3	1,7	2,3	2,8
Andina	Tabebuia rosea	Latifoliada	Medio	6,0	3,4	5,6	1,5	2,2	7,0	1,3	2,1	2,7
Andina	Tectona grandis	Latifoliada	Medio	12,3	6,2	8,0	2,0	1,8	10,1	3,0	3,9	4,9
Andina	Eucalyptus grandis	Latifoliada	Rápido	29,6	13,9	20,0	3,2	6,1	23,2	6,6	9,5	11,0
Andina	Eucalyptus urograndis	Latifoliada	Rápido	31,3	14,4	20,7	3,4	6,3	24,1	6,8	9,8	11,4
Andina	Eucalyptus urophylla	Latifoliada	Rápido	31,2	14,3	20,6	3,4	6,3	24,0	6,8	9,8	11,4
Andina	Gmelina arborea	Latifoliada	Rápido	17,0	7,5	8,7	2,2	1,2	10,9	3,1	3,6	4,5
Caribe	Bombacopsis quinata	Latifoliada	Lento	9,0	3,1	4,7	1,5	1,7	6,3	1,2	1,8	2,4
Caribe	Acacia mangium	Latifoliada	Medio	9,0	4,5	7,4	1,9	3,0	9,3	2,4	3,9	4,9
Caribe	Tabebuia rosea	Latifoliada	Medio	15,9	8,8	14,5	3,6	5,7	18,1	3,3	5,5	6,9
Caribe	Tectona grandis	Latifoliada	Medio	19,7	10,5	13,5	3,4	3,0	16,9	5,1	6,5	8,2
Caribe	Eucalyptus camaldulensis	Latifoliada	Rápido	18,0	9,9	18,5	5,1	8,6	23,7	4,5	8,4	10,7
Caribe	Eucalyptus tereticornis	Latifoliada	Rápido	19,2	15,2	28,5	7,9	13,3	36,4	6,9	12,9	16,4
Caribe	Eucalyptus urograndis	Latifoliada	Rápido	31,3	24,9	46,5	12,9	21,7	59,5	11,2	21,0	26,8
Caribe	Eucalyptus urophylla	Latifoliada	Rápido	28,3	22,5	42,0	11,7	19,5	53,7	10,1	19,0	24,2
Caribe	Gmelina arborea	Latifoliada	Rápido	20,1	9,5	12,7	3,2	3,3	15,9	3,9	5,2	6,6
Orinoquia	Pinus caribaea	Conífera	Medio	12,3	5,2	7,4	1,9	2,2	9,3	2,4	3,4	4,3
Orinoquia	Acacia mangium	Latifoliada	Medio	4,8	2,6	3,9	0,6	1,2	4,5	1,3	2,0	2,3
Orinoquia	Eucalyptus pellita	Latifoliada	Medio	8,6	6,1	8,0	2,3	1,9	10,3	2,4	3,1	4,0
Orinoquia	Hevea brasiliensis	Latifoliada	Medio	7,8	3,8	5,1	1,2	1,3	6,3	1,7	2,3	2,8
Orinoquia	Eucalyptus tereticornis	Latifoliada	Rápido	16,1	12,8	16,8	4,8	4,0	21,5	5,0	6,6	8,4

Región	Especie	Tipo	Crecimiento	IMA (Incremento medio anual) ton/ha/año	Bfuste (Biomasa del fuste) ton materia seca	Baérea (Biomasa aérea) ton materia seca	Braíz (Biomasa de raiz) ton materia seca	Bcopa (Biomasa de copa) ton materia seca	Btotal (Biomasa total) ton materia seca	Factor de captura de carbono (BF) ton C/ha/año	Factor de captura de carbono (BA) ton C/ha/año	Factor de captura de carbono (BT) ton C/ha/año
Orinoquia	Eucalyptus urograndis	Latifoliada	Rápido	27,5	19,4	25,5	7,2	6,1	32,7	7,6	10,0	12,8
Orinoquia	Eucalyptus urophylla	Latifoliada	Rápido	28,3	20,0	26,2	7,4	6,2	33,6	7,8	10,2	13,1
Amazonia	Albizia guachepele	Latifoliada	Lento	4,4	2,5	3,6	1,1	1,1	4,7	1,0	1,4	1,8
Amazonia	Anadenanthera peregrina	Latifoliada	Lento	6,6	5,7	8,2	2,6	2,5	10,8	2,2	3,2	4,2
Amazonia	Bombacopsis quinata	Latifoliada	Lento	9,0	4,0	6,2	2,1	2,1	8,2	1,5	2,4	3,2
Amazonia	Cariniana pyriformis	Latifoliada	Lento	4,2	2,3	3,3	1,0	1,0	4,3	1,0	1,5	1,9
Amazonia	Cassia grandis	Latifoliada	Lento	4,4	3,0	4,4	1,4	1,3	5,7	1,2	1,7	2,2
Amazonia	Enterolobium cyclocarpum	Latifoliada	Lento	4,0	1,8	2,5	0,4	0,8	3,0	0,7	1,0	1,2
Amazonia	Genipa americana	Latifoliada	Lento	4,4	2,9	4,1	1,3	1,2	5,4	1,1	1,6	2,1
Amazonia	Hura crepitans	Latifoliada	Lento	4,4	1,7	2,4	0,8	0,7	3,1	0,7	1,0	1,3
Amazonia	Hymenaea courbaril	Latifoliada	Lento	4,4	3,4	4,9	1,5	1,5	6,4	1,6	2,3	3,0
Amazonia	Hymenaea oblongifolia	Latifoliada	Lento	4,4	3,0	4,3	1,4	1,3	5,7	1,4	2,0	2,7
Amazonia	Samanea saman	Latifoliada	Lento	4,4	2,3	3,2	1,0	1,0	4,3	1,1	1,6	2,1
Amazonia	Simarouba amara	Latifoliada	Lento	4,4	1,9	2,8	0,9	0,8	3,6	0,7	1,1	1,4
Amazonia	Swietenia macrophylla	Latifoliada	Lento	0,7	0,3	0,5	0,2	0,1	0,6	0,1	0,2	0,2
Amazonia	Acacia mangium	Latifoliada	Medio	15,9	8,1	13,4	3,4	5,3	16,8	4,2	7,0	8,8
Amazonia	Cedrela odorata	Latifoliada	Medio	13,6	6,8	14,0	3,8	7,2	17,8	3,1	6,5	8,2
Amazonia	Cordia alliodora	Latifoliada	Medio	9,4	4,8	6,0	2,2	1,2	8,2	1,8	2,3	3,1
Amazonia	Eucalyptus robusta	Latifoliada	Medio	11,2	5,7	8,0	1,7	2,3	9,8	2,5	3,5	4,3
Amazonia	Hevea brasiliensis	Latifoliada	Medio	7,8	3,8	8,0	2,2	4,1	10,1	1,6	3,4	4,3
Amazonia	Tabebuia rosea	Latifoliada	Medio	4,0	2,1	3,5	0,9	1,4	4,5	0,8	1,3	1,7
Amazonia	Ceiba pentandra	Latifoliada	Rápido	15,8	4,8	6,4	1,3	1,6	7,8	2,3	3,0	3,6
Amazonia	Eucalyptus grandis	Latifoliada	Rápido	13,1	6,1	8,8	1,4	2,7	10,3	2,9	4,2	4,9
Amazonia	Eucalyptus saligna	Latifoliada	Rápido	10,3	4,1	5,8	1,3	1,7	7,1	1,8	2,5	3,1
Amazonia	Eucalyptus tereticornis	Latifoliada	Rápido	13,0	10,3	14,5	3,1	4,2	17,7	4,5	6,4	7,7
Amazonia	Gmelina arborea	Latifoliada	Rápido	13,9	7,4	9,9	2,5	2,5	12,4	3,1	4,1	5,1
Amazonia	Jacaranda copaia	Latifoliada	Rápido	32,2	11,1	14,8	3,1	3,7	17,9	5,4	7,2	8,7
Amazonia	Ochroma pyramidale	Latifoliada	Rápido	15,8	3,4	4,5	0,9	1,1	5,5	1,5	2,0	2,4
Andina	Pinus caribaea	Conífera	Medio	24,2	10,3	14,6	3,6	4,3	18,2	4,7	6,7	8,4
Andina	Pinus sp	Conífera	Rápido	20,0	8,7	13,6	2,7	4,9	16,3	4,3	6,7	8,0
Andina	Albizia guachepele	Latifoliada	Lento	5,6	3,7	6,9	2,1	3,1	8,9	1,5	2,7	3,5
Andina	Bombacopsis quinata	Latifoliada	Lento	9,0	3,2	4,9	2,5	1,7	7,4	1,6	2,5	3,8
Andina	Calophyllum brasiliense	Latifoliada	Lento	2,7	1,8	3,3	1,0	1,5	4,3	0,7	1,3	1,7
Andina	Cariniana pyriformis	Latifoliada	Lento	5,6	3,2	5,9	1,8	2,7	7,7	1,4	2,6	3,4
Andina	Enterolobium cyclocarpum	Latifoliada	Lento	4,0	1,5	2,9	0,5	1,3	3,3	0,6	1,1	1,3
Andina	Genipa americana	Latifoliada	Lento	5,6	3,5	6,5	2,0	3,0	8,5	1,4	2,6	3,4
Andina	Hura crepitans	Latifoliada	Lento	5,6	2,3	4,2	1,3	1,9	5,4	1,0	1,8	2,3
Andina	Hymenaea courbaril	Latifoliada	Lento	5,6	5,3	7,6	2,3	2,3	10,0	2,5	3,6	4,7
Andina	Hymenaea sp	Latifoliada	Lento	5,6	4,2	6,0	1,8	1,8	7,8	2,0	2,8	3,7

Región	Especie	Tipo	Crecimiento	IMA (Incremento medio anual) ton/ha/año	Bfuste (Biomasa del fuste) ton materia seca	Baérea (Biomasa aérea) ton materia seca	Braíz (Biomasa de raiz) ton materia seca	Bcopa (Biomasa de copa) ton materia seca	Btotal (Biomasa total) ton materia seca	Factor de captura de carbono (BF) ton C/ha/año	Factor de captura de carbono (BA) ton C/ha/año	Factor de captura de carbono (BT) ton C/ha/año
Andina	Quercus humboldtii	Latifoliada	Lento	0,9	0,5	1,0	0,3	0,5	1,3	0,2	0,4	0,4
Andina	Retrophyllum rospigliosii	Latifoliada	Lento	11,6	4,2	7,8	2,4	3,6	10,2	1,7	3,1	4,0
Andina	Samanea saman	Latifoliada	Lento	5,6	2,8	5,2	1,6	2,4	6,7	1,3	2,5	3,2
Andina	Simarouba amara	Latifoliada	Lento	5,6	2,1	3,8	1,2	1,8	5,0	0,8	1,5	2,0
Andina	Swietenia macrophylla	Latifoliada	Lento	0,7	0,3	0,6	0,2	0,3	0,8	0,1	0,2	0,3
Andina	Eucalyptus citriodora	Latifoliada	Medio	10,7	4,9	7,1	1,2	2,2	8,2	2,3	3,4	3,9
Andina	Eucalyptus globulus	Latifoliada	Medio	12,9	7,3	17,7	2,8	10,4	20,5	3,2	7,8	9,0
Andina	Eucalyptus pellita	Latifoliada	Medio	25,4	17,9	23,5	6,7	5,6	30,2	7,0	9,2	11,8
Andina	Schizolobium parahyba	Latifoliada	Medio	12,1	4,0	5,7	1,3	1,8	7,1	1,8	2,6	3,2
Andina	Ceiba pentandra	Latifoliada	Rápido	23,2	5,5	7,8	1,3	2,3	9,1	2,5	3,6	4,2
Andina	Eucalyptus camaldulensis	Latifoliada	Rápido	14,1	7,8	14,5	4,0	6,7	18,5	3,5	6,5	8,4
Andina	Eucalyptus saligna	Latifoliada	Rápido	24,3	9,7	14,0	2,3	4,3	16,3	4,6	6,6	7,7
Andina	Eucalyptus sp	Latifoliada	Rápido	25,0	11,5	16,6	2,7	5,1	19,3	5,5	7,9	9,1
Andina	Eucalyptus spp	Latifoliada	Rápido	25,0	11,5	16,6	2,7	5,1	19,3	5,5	7,9	9,1
Andina	Eucalyptus tereticornis	Latifoliada	Rápido	8,6	6,8	9,8	1,6	3,0	11,4	3,2	4,7	5,4
Andina	Jacaranda copaia	Latifoliada	Rápido	4,6	1,9	2,6	0,4	0,8	3,1	0,9	1,3	1,5
Andina	Ochroma pyramidale	Latifoliada	Rápido	23,2	3,8	5,4	0,9	1,6	6,3	1,7	2,4	2,8
Caribe	Albizia guachepele	Latifoliada	Lento	9,0	5,2	7,9	2,6	2,8	10,5	2,0	3,0	4,0
Caribe	Caesalpinia ebano	Latifoliada	Lento	9,0	8,6	13,2	4,3	4,6	17,5	3,3	5,1	6,7
Caribe	Cariniana pyriformis	Latifoliada	Lento	5,6	3,1	4,8	1,5	1,7	6,3	1,4	2,1	2,8
Caribe	Enterolobium cyclocarpum	Latifoliada	Lento	4,0	1,9	2,8	0,5	1,0	3,3	0,7	1,1	1,3
Caribe	Genipa americana	Latifoliada	Lento	9,0	5,4	8,3	2,7	2,9	11,0	2,1	3,2	4,2
Caribe	Hura crepitans	Latifoliada	Lento	9,0	2,9	4,4	1,4	1,5	5,8	1,2	1,9	2,5
Caribe	Hymenaea courbaril	Latifoliada	Lento	9,0	7,5	10,7	3,4	3,2	14,1	3,5	5,0	6,6
Caribe	Samanea saman	Latifoliada	Lento	9,0	5,8	8,9	2,9	3,1	11,7	2,8	4,3	5,7
Caribe	Tabebuia chrysantha	Latifoliada	Lento	15,9	14,3	23,7	5,9	9,4	29,7	5,5	9,1	11,3
Caribe	Cedrela odorata	Latifoliada	Medio	12,1	7,8	10,8	2,7	3,0	13,5	3,6	5,0	6,2
Caribe	Cordia sp	Latifoliada	Medio	9,3	4,0	5,1	1,8	1,0	6,9	1,8	2,2	3,0
Caribe	Eucalyptus pellita	Latifoliada	Medio	9,7	6,9	9,0	2,6	2,1	11,6	2,7	3,5	4,5
Caribe	Hevea brasiliensis	Latifoliada	Medio	7,8	3,8	7,2	1,8	3,4	9,0	1,6	3,1	3,9
Caribe	Schizolobium parahyba	Latifoliada	Medio	12,1	5,0	7,0	1,8	2,0	8,8	2,3	3,2	4,0
Caribe	Ceiba pentandra	Latifoliada	Rápido	25,5	6,4	8,7	2,2	2,3	10,9	3,0	4,1	5,1
Caribe	Eucalyptus grandis	Latifoliada	Rápido	30,8	14,5	20,8	3,4	6,3	24,2	6,9	9,9	11,5
Caribe	Jacaranda copaia	Latifoliada	Rápido	21,8	7,9	10,7	2,7	2,8	13,4	3,8	5,2	6,5
Caribe	Ochroma pyramidale	Latifoliada	Rápido	25,5	4,6	6,2	1,6	1,7	7,8	2,0	2,8	3,5
Orinoquia	Pinus oocarpa	Conífera	Rápido	19,7	9,6	13,5	3,4	4,0	16,9	4,4	6,2	7,8
Orinoquia	Acosmiun nitens	Latifoliada	Lento	5,9	4,9	7,5	2,4	2,6	9,9	2,6	4,0	5,2
Orinoquia	Caraipa llanorum	Latifoliada	Lento	5,9	3,6	5,5	1,8	1,9	7,3	1,9	2,9	3,9
Orinoquia	Copaifera pubiflora	Latifoliada	Lento	5,9	4,1	6,3	2,0	2,2	8,2	2,2	3,3	4,4

Región	Especie	Tipo	Crecimiento	IMA (Incremento medio anual) ton/ha/año	Bfuste (Biomasa del fuste) ton materia seca	Baérea (Biomasa aérea) ton materia seca	Braíz (Biomasa de raiz) ton materia seca	Bcopa (Biomasa de copa) ton materia seca	Btotal (Biomasa total) ton materia seca	Factor de captura de carbono (BF) ton C/ha/año	Factor de captura de carbono (BA) ton C/ha/año	Factor de captura de carbono (BT) ton C/ha/año
Orinoquia	Jacaranda copaia	Latifoliada	Rápido	21,8	11,8	16,4	3,4	4,6	19,8	5,7	8,0	9,6
Pacífica	Cupressus lusitanica	Conífera	Medio	13,2	4,7	7,1	1,0	2,3	8,1	2,6	3,9	4,4
Pacífica	Pinus patula	Conífera	Medio	14,1	6,1	13,0	2,9	6,9	15,9	3,2	6,9	8,4
Pacífica	Pinus oocarpa	Conífera	Rápido	22,8	11,1	23,7	5,1	12,6	28,8	5,2	11,2	13,5
Pacífica	Astronium graveolens	Latifoliada	Lento	5,2	3,8	5,9	1,9	2,1	7,8	1,5	2,3	3,0
Pacífica	Calophyllum mariae	Latifoliada	Lento	2,7	1,3	2,0	0,6	0,7	2,7	0,5	0,8	1,0
Pacífica	Cariniana pyriformis	Latifoliada	Lento	5,7	3,2	5,0	1,6	1,8	6,5	1,4	2,2	2,9
Pacífica	Humiriastrum procerum	Latifoliada	Lento	5,2	3,3	5,2	1,7	1,9	6,9	1,3	2,0	2,7
Pacífica	Hymenaea courbaril	Latifoliada	Lento	5,2	3,8	5,4	1,7	1,6	7,2	1,8	2,6	3,4
Pacífica	Hymenaea oblongifolia	Latifoliada	Lento	5,2	3,3	4,7	1,5	1,4	6,3	1,6	2,2	2,9
Pacífica	Swietenia macrophylla	Latifoliada	Lento	0,7	0,3	0,5	0,2	0,2	0,7	0,1	0,2	0,3
Pacífica	Alnus acuminata	Latifoliada	Medio	18,0	7,0	17,7	7,0	10,7	24,7	2,9	7,2	10,1
Pacífica	Cedrela odorata	Latifoliada	Medio	6,8	3,9	9,2	3,3	5,3	12,5	1,8	4,2	5,8
Pacífica	Cordia alliodora	Latifoliada	Medio	22,0	9,6	15,0	5,2	5,4	20,2	3,6	5,7	7,6
Pacífica	Eucalyptus globulus	Latifoliada	Medio	12,9	7,3	17,7	2,8	10,4	20,5	3,2	7,8	9,0
Pacífica	Tabebuia rosea	Latifoliada	Medio	20,0	11,2	18,5	8,1	7,3	26,5	4,3	7,0	10,1
Pacífica	Eucalyptus camaldulensis	Latifoliada	Rápido	14,4	7,9	14,8	4,1	6,9	18,9	3,6	6,7	8,5
Pacífica	Eucalyptus grandis	Latifoliada	Rápido	34,6	16,4	23,6	3,8	7,2	27,5	7,8	11,2	13,0
Pacífica	Eucalyptus urophylla	Latifoliada	Rápido	19,6	10,0	24,4	3,8	14,4	28,2	4,4	10,8	12,4
Pacífica	Gmelina arborea	Latifoliada	Rápido	35,1	16,0	21,4	5,4	5,4	26,8	6,6	8,8	11,0
Pacífica	Jacaranda copaia	Latifoliada	Rápido	33,7	12,2	17,0	3,5	4,8	20,5	5,9	8,2	9,9
Pacífica	Ochroma pyramidale	Latifoliada	Rápido	34,3	7,2	10,0	2,1	2,8	12,1	3,2	4,5	5,4
		Latifoliada	Lento	5,92	1,5	3,0	4,8	1,7	6,3	1,2	1,9	2,4
		Latifoliada	Medio	13,08	2,3	6,3	9,2	2,9	11,6	2,5	3,7	4,6
		Latifoliada	Rápido	24,37	2,9	10,1	14,1	4,0	17,0	4,5	6,3	7,6

Fuente: (Barrios, Segura, & Andrade, 2021)

Anexo 6-3. Factores para la estimación de emisiones de GEI por incendios

Categoría IPCC	Cobertura	Región	Biomasa (t m.s.ha^{-1})	CF	fd	MB	C_f	G_{efCH4}	G_{efN2O}	G_{efCO}	G_{efNOx}	G_{efCO2}
Tierras forestales	Bosque intervenido	Amazonía	247	0,47	1	246,5	0,55	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque intervenido	Andes	86	0,47	1	86	0,55	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque intervenido	Orinoquia	86	0,47	1	86	0,55	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque intervenido	Caribe	82,42	0,47	1	82,42	0,55	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque intervenido	Pacífico	226,86	0,47	1	227	0,55	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque natural denso	Amazonía	247	0,47	1	246,5	0,55	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque natural denso	Andes	86	0,47	1	86	0,5	6,8	0,2	104	1,6	

Categoría IPCC	Cobertura	Región	Biomasa (t m.s.ha^{-1})	CF	fd	MB	C_f	G_{efCH4}	G_{efN2O}	G_{efCO}	G_{efNOx}	G_{efCO2}
Tierras forestales	Bosque natural denso	Orinoquia	83,07	0,47	1	83	0,5	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque natural denso	Caribe	82,42	0,47	1	82,42	0,5	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque natural denso	Pacífico	226,86	0,47	1	227	0,5	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque seco	Amazonía	247	0,47	1	246,5	0,45	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque seco	Andes	86	0,47	1	86	0,45	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque seco	Orinoquia	83,07	0,47	1	83	0,45	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque seco	Caribe	82,42	0,47	1	82,42	0,45	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Bosque seco	Pacífico	226,86	0,47	1	227	0,45	6,8	0,2	104	1,6	
Cultivos	Cultivos	Nacional	25,9	0,5	1	25,9	0,9	2,7	0,07	92	2,5	
Pastizales	Páramo	Nacional	28,2	0,5	1	28,2	0,92	2,3	0,21	65	3,9	
Pastizales	Pastos mejorados	Nacional	12,7	0,5	1	12,7	0,35	2,3	0,21	65	3,9	
Tierras forestales	Plantación	Amazonía	73,21	0,47	1	73,2	0,59	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Plantación	Andes	89,83	0,47	1	89,83	0,59	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Plantación	Orinoquia	51,72	0,47	1	51,72	0,59	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Plantación	Caribe	109,39	0,47	1	109,39	0,59	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Plantación	Pacífico	142,04	0,47	1	142,04	0,59	6,8	0,2	104	1,6	
Cultivos	Rastrojos	Nacional	39,2	0,5	1	39,2	0,59	6,8	0,2	104	1,6	
Pastizales	Sabanas y pastos	Nacional	20,45	0,5	1	20,5	0,86	2,3	0,21	65	3,9	
Tierras forestales	Sin determinar	Amazonía	247	0,47	1	246,5	0,32	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Sin determinar	Andes	86	0,47	1	86	0,32	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Sin determinar	Orinoquia	83,07	0,47	1	83	0,32	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Sin determinar	Caribe	82,42	0,47	1	82,42	0,32	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Sin determinar	Pacífico	226,86	0,47	1	227	0,32	6,8	0,2	104	1,6	
Tierras forestales	Vegetación secundaria	Nacional	39,2	0,47	1	39,2	0,55	6,8	0,2	104	1,6	
Cultivos	Caña de Azúcar	Nacional	N/A	N/A	N/A	25,9	0,8	2,7	0,07	92	2,5	1515

* Factores de bosque obtenidos a partir del IFN y el SMByC (MinAmbiente; IDEAM, 2024)

** Factores para arbustales, cultivos, páramo, pastizales, rastrojos, sabanas y pastos y vegetación secundaria obtenidos a partir de (Yepes, Duque, Navarrete, & Phillips, 2011)

*** Factor de masa disponible para la combustión en caña de azúcar obtenido a partir de (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2015)

**** Factores G_{efCH4}, G_{efCO}, G_{efNOx}, G_{efN2O} y G_{efCO2}, obtenidos de las Directrices del IPCC de 2006, Cuadro 2.5, Capítulo 2, Volumen 4.

***** Factores de biomasa en plantaciones forestales, obtenidos a partir de (Barrios, Segura, & Andrade, 2021)

Anexo 6-4. Factores de emisiones empleados para la estimación de emisiones por difusión de CO_2 y CH_4 en embalses

Departamento	Año de operación	Tipo de emisión	Embalse	Tipo de Cobertura	Clima	Días sin hielo	kg CO_2 ha^{-1} dia^{-1}	kg CH_4 ha^{-1} dia^{-1}	Fa
Antioquia	1988	Difusión	Playas (San Carlos)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,89
Antioquia	1989	Difusión	Playas (San Carlos)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,89
Antioquia	1990	Difusión	Playas (San Carlos)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,89
Antioquia	1991	Difusión	Playas (San Carlos)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,78
Antioquia	1992	Difusión	Playas (San Carlos)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,62
Antioquia	1993	Difusión	Playas (San Carlos)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,73
Antioquia	1994	Difusión	Playas (San Carlos)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,85
Antioquia	1995	Difusión	Playas (San Carlos)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,83
Antioquia	1996	Difusión	Playas (San Carlos)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,87
Antioquia	1997	Difusión	Playas (San Carlos)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,87
Huila	1987	Difusión	Betania (Yaguará)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Huila	1988	Difusión	Betania (Yaguará)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Huila	1989	Difusión	Betania (Yaguará)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Huila	1990	Difusión	Betania (Yaguará)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Huila	1991	Difusión	Betania (Yaguará)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Huila	1992	Difusión	Betania (Yaguará)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Huila	1993	Difusión	Betania (Yaguará)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Huila	1994	Difusión	Betania (Yaguará)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Huila	1995	Difusión	Betania (Yaguará)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Huila	1996	Difusión	Betania (Yaguará)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Antioquia	1994	Difusión	Rio Grande II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,93
Antioquia	1995	Difusión	Rio Grande II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,93
Antioquia	1996	Difusión	Rio Grande II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,99
Antioquia	1997	Difusión	Rio Grande II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,90
Antioquia	1998	Difusión	Rio Grande II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,94
Antioquia	1999	Difusión	Rio Grande II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,94
Antioquia	2000	Difusión	Rio Grande II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,94
Antioquia	2001	Difusión	Rio Grande II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,93
Antioquia	2002	Difusión	Rio Grande II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,94
Antioquia	2003	Difusión	Rio Grande II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,94
Cundinamarca	1992	Difusión	Guavio (Ubalá)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,83
Cundinamarca	1993	Difusión	Guavio (Ubalá)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,83
Cundinamarca	1994	Difusión	Guavio (Ubalá)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,83
Cundinamarca	1995	Difusión	Guavio (Ubalá)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,83
Cundinamarca	1996	Difusión	Guavio (Ubalá)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,83
Cundinamarca	1997	Difusión	Guavio (Ubalá)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,83
Cundinamarca	1998	Difusión	Guavio (Ubalá)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,83
Cundinamarca	1999	Difusión	Guavio (Ubalá)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,83
Cundinamarca	2000	Difusión	Guavio (Ubalá)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,74

Departamento	Año de operación	Tipo de emisión	Embalse	Tipo de Cobertura	Clima	Días sin hielo	kg CO_2 ha^{-1} dia^{-1}	kg CH_4 ha^{-1} dia^{-1}	Fa
Cundinamarca	2001	Difusión	Guavio (Ubalá)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,91
Antioquia	2001	Difusión	Porce II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,044	0,78
Antioquia	2002	Difusión	Porce II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,044	0,75
Antioquia	2003	Difusión	Porce II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,044	0,72
Antioquia	2004	Difusión	Porce II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,044	0,75
Antioquia	2005	Difusión	Porce II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,044	0,72
Antioquia	2006	Difusión	Porce II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,044	0,72
Antioquia	2007	Difusión	Porce II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,044	0,78
Antioquia	2008	Difusión	Porce II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,044	0,78
Antioquia	2009	Difusión	Porce II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,044	0,64
Antioquia	2010	Difusión	Porce II	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,044	0,82
Caldas	2002	Difusión	Miel I (Norcasia)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,90
Caldas	2003	Difusión	Miel I (Norcasia)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,66
Caldas	2004	Difusión	Miel I (Norcasia)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,61
Caldas	2005	Difusión	Miel I (Norcasia)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,75
Caldas	2006	Difusión	Miel I (Norcasia)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,61
Caldas	2007	Difusión	Miel I (Norcasia)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,62
Caldas	2008	Difusión	Miel I (Norcasia)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,75
Caldas	2009	Difusión	Miel I (Norcasia)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,75
Caldas	2010	Difusión	Miel I (Norcasia)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Caldas	2011	Difusión	Miel I (Norcasia)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,85
Antioquia	2010	Difusión	Porce III	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Antioquia	2011	Difusión	Porce III	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,87
Antioquia	2012	Difusión	Porce III	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,71
Antioquia	2013	Difusión	Porce III	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,79
Antioquia	2014	Difusión	Porce III	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,79
Antioquia	2015	Difusión	Porce III	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,79
Antioquia	2016	Difusión	Porce III	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,79
Antioquia	2017	Difusión	Porce III	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,79
Antioquia	2018	Difusión	Porce III	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,79
Antioquia	2019	Difusión	Porce III	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,79
Córdoba	2000	Difusión	Urra (Tierralta)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,77
Córdoba	2001	Difusión	Urra (Tierralta)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,83
Córdoba	2002	Difusión	Urra (Tierralta)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,85
Córdoba	2003	Difusión	Urra (Tierralta)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,80
Córdoba	2004	Difusión	Urra (Tierralta)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,78
Córdoba	2005	Difusión	Urra (Tierralta)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,77
Córdoba	2006	Difusión	Urra (Tierralta)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,82
Córdoba	2007	Difusión	Urra (Tierralta)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,95
Córdoba	2008	Difusión	Urra (Tierralta)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,83
Córdoba	2009	Difusión	Urra (Tierralta)	Humedal - Tierras inundadas	Tropical seco	365	39,1	0,295	0,66

Departamento	Año de operación	Tipo de emisión	Embalse	Tipo de Cobertura	Clima	Días sin hielo	kg CO_2 ha^{-1} dia^{-1}	kg CH_4 ha^{-1} dia^{-1}	Fa
Cundinamarca	1992	Difusión	El Hato	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cundinamarca	1993	Difusión	El Hato	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cundinamarca	1994	Difusión	El Hato	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cundinamarca	1995	Difusión	El Hato	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cundinamarca	1996	Difusión	El Hato	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cundinamarca	1997	Difusión	El Hato	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cundinamarca	1998	Difusión	El Hato	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cundinamarca	1999	Difusión	El Hato	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cundinamarca	2000	Difusión	El Hato	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cundinamarca	2001	Difusión	El Hato	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cauca	1985	Difusión	Salvajina (Silvia)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cauca	1986	Difusión	Salvajina (Silvia)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cauca	1987	Difusión	Salvajina (Silvia)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cauca	1988	Difusión	Salvajina (Silvia)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cauca	1989	Difusión	Salvajina (Silvia)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cauca	1990	Difusión	Salvajina (Silvia)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cauca	1991	Difusión	Salvajina (Silvia)	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cauca	1992	Difusión	Salvajina (Silvia)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cauca	1993	Difusión	Salvajina (Silvia)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Cauca	1994	Difusión	Salvajina (Silvia)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Antioquia	1987	Difusión	Jaguas (San Rafael)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Antioquia	1988	Difusión	Jaguas (San Rafael)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Antioquia	1989	Difusión	Jaguas (San Rafael)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Antioquia	1990	Difusión	Jaguas (San Rafael)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Antioquia	1991	Difusión	Jaguas (San Rafael)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Antioquia	1992	Difusión	Jaguas (San Rafael)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Antioquia	1993	Difusión	Jaguas (San Rafael)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Antioquia	1994	Difusión	Jaguas (San Rafael)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Antioquia	1995	Difusión	Jaguas (San Rafael)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Antioquia	1996	Difusión	Jaguas (San Rafael)	humedal_tierras inundadas	Templado cálido húmedo	365	8,1	0,15	0,75
Huila	2015	Difusión	Quimbo	humedal_tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,12
Huila	2016	Difusión	Quimbo	humedal_tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,71
Huila	2017	Difusión	Quimbo	humedal_tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,71
Huila	2018	Difusión	Quimbo	humedal_tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,75
Huila	2019	Difusión	Quimbo	humedal_tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,81
Huila	2020	Difusión	Quimbo	humedal_tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,71
Huila	2021	Difusión	Quimbo	humedal_tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,83
Huila	2022	Difusión	Quimbo	humedal_tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,66
Huila	2023	Difusión	Quimbo	humedal_tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,74
Huila	2024	Difusión	Quimbo	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,74
Antioquia	2019	Difusión	Hidroituango	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,87

Departamento	Año de operación	Tipo de emisión	Embalse	Tipo de Cobertura	Clima	Días sin hielo	kg CO_2 ha^{-1} dia^{-1}	kg CH_4 ha^{-1} dia^{-1}	Fa
Antioquia	2020	Difusión	Hidroituango	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,86
Antioquia	2021	Difusión	Hidroituango	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,86
Antioquia	2022	Difusión	Hidroituango	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,86
Antioquia	2023	Difusión	Hidroituango	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,86
Antioquia	2024	Difusión	Hidroituango	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,86
Antioquia	2025	Difusión	Hidroituango	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,86
Antioquia	2026	Difusión	Hidroituango	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,86
Antioquia	2027	Difusión	Hidroituango	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,86
Antioquia	2028	Difusión	Hidroituango	Humedal - Tierras inundadas	Tropical muy húmedo	365	44,9	0,63	0,86
Santander	2015	Difusión	Hidrosogamoso	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,15	0,83
Santander	2016	Difusión	Hidrosogamoso	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,15	0,83
Santander	2017	Difusión	Hidrosogamoso	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,15	0,83
Santander	2018	Difusión	Hidrosogamoso	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,15	0,83
Santander	2019	Difusión	Hidrosogamoso	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,15	0,88
Santander	2020	Difusión	Hidrosogamoso	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,15	0,82
Santander	2021	Difusión	Hidrosogamoso	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,15	0,78
Santander	2022	Difusión	Hidrosogamoso	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,15	0,83
Santander	2023	Difusión	Hidrosogamoso	Humedal - Tierras inundadas	Templado cálido seco	365	5,2	0,15	0,83

Fuente: Ministerio de Minas y Energía

Anexo 8-1. Elementos informativos – Inventario nacional de carbono negro y contaminantes criterio

En este anexo se presentan los elementos recordatorios e informativos del inventario nacional de carbono negro y contaminantes criterio, para el periodo 2010 – 2021. Dentro de los elementos recordatorios se encuentran las emisiones generadas por transporte internacional, específicamente aviación y navegación. Por su parte, las emisiones generadas por incendios forestales se presentan como elementos informativos.

Metodología, fuentes de datos y exhaustividad

Las emisiones para las categorías de energía y fuentes naturales reportadas como partidas recordatorias e informativas se estimaron de acuerdo con los métodos establecidos en el Guidebook EMEP/EEA 2019. En el Anexo i, se indica el nivel metodológico y las fuentes de información.

Anexo i. Exhaustividad, metodología y fuente de datos de las categorías reportadas como elementos recordatorios e informativos – inventario nacional de carbono negro y contaminantes criterio

Categorías y subcategorías (serie 2010 – 2021)		Contaminantes	Metodología	Fuente información factor de emisión	Fuente información dato de actividad
Elementos recordatorios					
1. ENERGÍA					
1.A.3. Transporte	1.A.3.ai. Aviación civil Fase CCD (de cabotaje e internacional)	NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$,	Nivel 2	Combustible Jet A1 Fase CCD: EMEP/EEA 2013 PART B CH1.A.3a Tabla 3-3	UPME-BECO AEROCIVIL ECOPETROL IPCC 2006
		CN			
		COVDM	Nivel 1	Combustible Jet A1 Fase CCD: EMEP/EEA 2013 PART B CH1.A.3a Tabla 3-3	UPME-BECO
		NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$,	Nivel 1	Combustible Avgas EMEP/EEA 2019 PART B CH1.A.3a Tabla 3-3	UPME-BECO
		CN			
Elementos Informativos					
11. Fuentes Naturales					
Categorías y subcategorías (serie 2010 – 2021)		**Contaminantes**	**Metodología**	**Fuente información factor de emisión**	**Fuente información dato de actividad**
11B. Incendios forestales		NO_x, CO, COVDM, SO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$,	Nivel 1	EMEP/EEA 2019 PART B CH11.B	Homologación/ Refinamiento INGEI 3B - IDEAM
		CN		Tabla 3-1	

Datos de actividad

Las categorías de aviación y navegación internacional utilizan las mismas fuentes de información de las categorías de aviación y navegación nacional, tanto para datos de actividad como para factores de emisión, ya que las estadísticas se encuentran reportadas de manera independiente para transporte nacional e internacional.

Respecto a fuentes naturales, la base de datos de quema de biomasa utilizada para el cálculo de la categoría 3.F. Quema de residuos agrícolas es la misma fuente de información utilizada para los datos de actividad de la categoría 11.B. Incendios Forestales. A diferencia de la categoría 3.F., en la categoría 11.B. no se tienen en cuenta las áreas afectadas clasificadas con cobertura/uso “Cultivo”, y por el contrario únicamente se utilizan “Tierras Forestales” y “Pastizales”.

Factores de emisión

Para el cálculo de emisiones de CN y contaminantes criterio, se emplearon los factores de emisión proporcionados por el Guidebook EMEP/EEA 2019. Se utilizó el nivel metodológico 2 para la categoría 1.A.3.a (Aviación civil), mientras que para las categorías 1.A.3.di (Navegación marítima y fluvial internacional) y 11B (Incendios forestales) se aplicó el nivel metodológico 1, debido a la disponibilidad de información en cada caso.

Resultados de emisiones

A continuación, se muestran los resultados de las emisiones de CN y contaminantes criterio estimadas para el transporte aéreo (fase crucero), la navegación internacional y los incendios forestales durante el período 2010-2021. Estos resultados incluyen tanto elementos recordatorios como informativos.

Anexo ii. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterios correspondientes a elementos recordatorios y elementos informativos

AÑO	Agregación NFR	Código NFR	Nombre	NO_x [kt]	COVDM [kt]	SO_2 [kt]	CO [kt]	PM_{10} [kt]	$PM_{2.5}$ [kt]	CN [kt]
2010	Elementos recordatorios									
	TOTAL			9,32	0,33	1,13	13,59	0,18	0,18	0,08
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	7,90	0,28	0,76	13,45	0,15	0,15	0,07
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y fluvial internacional	1,42	0,05	0,36	0,13	0,03	0,03	0,01
2011	Elementos recordatorios									
	TOTAL			10,25	0,35	1,21	14,49	0,20	0,19	0,09
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	8,89	0,30	0,86	14,36	0,17	0,17	0,08
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y fluvial internacional	1,36	0,05	0,35	0,13	0,03	0,02	0,01
2012	Elementos recordatorios									
	TOTAL			10,84	0,37	1,32	14,43	0,21	0,21	0,09
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	9,10	0,30	0,88	14,26	0,17	0,17	0,08
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y fluvial internacional	1,75	0,06	0,44	0,16	0,03	0,03	0,01
2013	Elementos recordatorios									
	TOTAL			11,08	0,36	1,28	14,76	0,22	0,22	0,10
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	9,72	0,31	0,94	14,63	0,19	0,19	0,09
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y fluvial internacional	1,36	0,05	0,35	0,13	0,04	0,03	0,01
2014	Elementos recordatorios									
	TOTAL			17,29	0,57	2,82	15,15	0,67	0,62	0,15
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	9,92	0,31	0,96	14,46	0,19	0,19	0,09
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y fluvial internacional	7,37	0,25	1,86	0,69	0,48	0,43	0,06
2015	Elementos recordatorios									
	TOTAL			22,43	0,71	3,98	14,75	0,95	0,88	0,19
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	10,83	0,31	1,04	13,67	0,21	0,21	0,10
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y fluvial internacional	11,60	0,40	2,93	1,09	0,74	0,67	0,09
2016	Elementos recordatorios									
	TOTAL			24,59	0,77	4,42	15,30	1,08	0,99	0,21
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	11,49	0,32	1,11	14,08	0,22	0,22	0,11
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y fluvial internacional	13,10	0,45	3,31	1,23	0,86	0,77	0,10
	Elementos recordatorios									
	TOTAL			22,06	0,68	3,78	15,41	0,92	0,85	0,19
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	11,50	0,32	1,11	14,42	0,22	0,22	0,11
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y	10,56	0,36	2,67	0,99	0,70	0,63	0,08

AÑO	Agregación NFR	Código NFR	Nombre	NO_x [kt]	COVDM [kt]	SO_2 [kt]	CO [kt]	PM_{10} [kt]	$PM_{2.5}$ [kt]	CN [kt]
			fluvial internacional							
2018	Elementos recordatorios									
	TOTAL			16,70	0,48	2,29	14,33	0,44	0,42	0,14
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	12,37	0,33	1,19	13,92	0,24	0,24	0,11
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y fluvial internacional	4,33	0,15	1,10	0,41	0,20	0,18	0,03
2019	Elementos recordatorios									
	TOTAL			16,70	0,48	2,29	14,33	0,44	0,42	0,14
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	12,37	0,33	1,19	13,92	0,24	0,24	0,11
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y fluvial internacional	4,33	0,15	1,10	0,41	0,20	0,18	0,03
2020	Elementos recordatorios									
	TOTAL			13,73	0,45	1,19	14,20	0,27	0,27	0,14
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	12,37	0,33	1,19	13,92	0,24	0,24	0,11
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y fluvial internacional	1,36	0,12	0,00	0,28	0,04	0,04	0,02
2021	Elementos recordatorios									
	TOTAL			16,70	0,48	2,29	14,33	0,44	0,42	0,14
	H_Aviación	1.A.3.ai	Aviación civil – Fase CCD	12,37	0,33	1,19	13,92	0,24	0,24	0,11
	G_Navegación	1.A.3.di	Navegación marítima y fluvial internacional	4,33	0,15	1,10	0,41	0,20	0,18	0,03
2010	Elementos informativos									
	TOTAL			8,6	25,9	1,7	258,7	30,1	24,6	2,2
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	8,6	25,9	1,7	258,7	30,1	24,6	2,2
2011	Elementos informativos									
	TOTAL			4,0	11,9	0,8	119,5	11,4	9,3	0,8
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	4,0	11,9	0,8	119,5	11,4	9,3	0,8
2012	Elementos informativos									
	TOTAL			5,8	17,5	1,2	174,8	19,4	15,9	1,4
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	5,8	17,5	1,2	174,8	19,4	15,9	1,4
2013	Elementos recordatorios									
	TOTAL			5,5	16,5	1,1	165,1	16,9	13,9	1,2
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	5,5	16,5	1,1	165,1	16,9	13,9	1,2
2014	Elementos informativos									
	TOTAL			9,25	27,75	1,85	277,5	43,8	35,8	3,22
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	9,2	27,7	1,8	277,5	35,1	28,7	2,6
2015	Elementos informativos									
	TOTAL			6,5	19,5	1,3	194,9	20,5	16,7	1,5
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	6,5	19,5	1,3	194,9	20,5	16,7	1,5
2016	Elementos informativos									
	TOTAL			10,1	30,4	2,0	303,9	41,8	34,2	3,1
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	10,1	30,4	2,0	303,9	33,7	27,6	2,5
2017	Elementos informativos									
	TOTAL			7,3	21,8	1,5	217,7	21,7	17,7	1,6

AÑO	Agregación NFR	Código NFR	Nombre	NO_x [kt]	COVDM [kt]	SO_2 [kt]	CO [kt]	PM_{10} [kt]	$PM_{2.5}$ [kt]	CN [kt]
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	7,3	21,8	1,5	217,7	21,7	17,7	1,6
2018	Elementos informativos									
	TOTAL			10,0	29,9	2,0	298,6	29,4	24,1	2,2
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	10,0	29,9	2,0	298,6	29,4	24,1	2,2
2019	Elementos informativos									
	TOTAL			0,1	0,4	0,0	3,8	0,5	0,4	0,0
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	0,1	0,4	0,0	3,8	0,5	0,4	0,0
2020	Elementos informativos									
	TOTAL			0,6	1,7	0,1	16,7	2,0	1,6	0,1
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	0,6	1,7	0,1	16,7	2,0	1,6	0,1
2021	Elementos informativos									
	TOTAL			0,7	2,2	0,1	22,0	2,3	1,9	0,2
	N_Naturales	11B	Incendios forestales	0,7	2,2	0,1	22,0	2,3	1,9	0,2

Anexo 8-2. Tablas de reporte desagregadas por subcategoría, contaminante y año evaluado – Inventario nacional de carbono negro y contaminantes criterio

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2010	**TOTAL NACIONAL**							**340,61**	**606,02**	**501,04**	**1.856,71**	**226,50**	**195,43**	**27,18**
2010	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**278,70**	**476,18**	**497,48**	**1.715,04**	**190,71**	**178,80**	**26,00**
2010	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**273,36**	**402,87**	**486,19**	**1.709,76**	**186,04**	**177,55**	**25,68**
2010	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	34,20	0,76	143,56	9,45	8,24	5,67	2,47
2010	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	19,01	0,33	129,92	4,71	0,49	0,28	0,01
2010	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	3,28	0,13	0,01	0,77	0,04	0,04	0,01
2010	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	11,91	0,30	13,63	3,97	7,70	5,35	2,45
2010	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	46,14	28,38	320,54	150,53	22,87	21,63	3,94
2010	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	0,74	0,74	16,81	5,51	0,67	0,62	0,04
2010	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,15	0,15	0,00	0,20	0,01	0,01	0,00
2010	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	0,70	0,70	16,15	5,15	0,63	0,58	0,04
2010	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	1,52	1,52	47,38	14,25	1,79	1,66	0,12
2010	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	17,29	17,29	74,52	50,48	9,88	9,52	2,14
2010	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	6,04	6,04	134,38	53,85	6,94	6,43	0,50
2010	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	19,70	1,94	31,29	21,10	2,96	2,83	1,09

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2010	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	18,30	0,54	0,04	10,79	1,59	1,54	0,92
2010	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	1,40	1,40	31,25	10,30	1,37	1,28	0,16
2010	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	173,86	253,60	6,21	805,36	13,09	12,08	4,23
2010	H_Aviación	1	A	3	a	1A3a	Aviación civil	1,99	0,22	0,17	5,08	0,03	0,03	0,01
2010	H_Aviación	1	A	3	ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,60	0,02	0,04	0,51	0,00	0,00	0,00
2010	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,60	0,02	0,04	0,51	0,00	0,00	0,00
2010	H_Aviación	1	A	3	aii	1A3aii	Aviación civil nacional	1,39	0,20	0,13	4,58	0,02	0,02	0,01
2010	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	1,39	0,20	0,13	4,58	0,02	0,02	0,01
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	b	1A3b	Transporte terrestre	168,48	252,40	5,60	797,38	12,94	11,93	4,17
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	25,17	26,97	1,31	325,92	0,22	0,22	0,11
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	7,49	8,03	0,49	91,77	0,05	0,05	0,02
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	12,89	14,01	0,62	171,68	0,07	0,07	0,03
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	4,79	4,93	0,20	62,47	0,09	0,09	0,05
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	6,64	5,88	0,23	46,73	0,19	0,19	0,12
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	6,64	5,88	0,23	46,73	0,19	0,19	0,12
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	134,43	18,08	3,47	78,57	6,46	6,46	3,28
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	88,79	10,94	1,30	40,82	4,57	4,57	2,29
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	20,18	4,87	1,18	30,70	0,96	0,96	0,52

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	25,47	2,27	1,00	7,05	0,94	0,94	0,47
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	2,23	183,34	0,58	346,16	3,89	3,89	0,59
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	2,23	183,34	0,57	346,16	3,89	3,89	0,59
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	IE	IE	0,00	IE	IE	IE	IE
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	18,13	NA	NA	NA	NA	NA
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	1,38	0,74	0,08
2010	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	0,80	0,43	NA
2010	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	1,92	0,17	0,00	0,39	0,05	0,05	0,03
2010	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	1,47	0,80	0,45	2,51	0,07	0,07	0,01
2010	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	1,47	0,80	0,45	2,51	0,07	0,07	0,01
2010	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	19,15	120,13	15,87	744,41	141,83	138,16	15,05
2010	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,02	0,32	0,01	0,40	0,01	0,01	0,00
2010	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,02	0,32	0,01	0,40	0,01	0,01	0,00
2010	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2010	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	12,12	107,03	14,05	719,05	134,78	131,26	13,07

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2010	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	12,12	107,03	14,05	719,05	134,78	131,26	13,07
2010	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2010	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	6,02	12,78	1,81	24,96	7,04	6,90	1,98
2010	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	5,07	12,71	1,81	24,37	6,95	6,81	1,93
2010	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	0,94	0,07	0,00	0,59	0,09	0,09	0,05
2010	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2010		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**5,34**	**73,31**	**11,29**	**5,29**	**4,67**	**1,25**	**0,32**
2010	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	59,47	0,00	1,14	3,48	0,15	0,07
2010	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	59,45	NA	NA	3,12	0,37	NE
2010	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,02	0,00	1,14	0,36	0,15	0,07
2010	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	5,33	13,85	11,29	4,14	1,19	1,10	0,25
2010	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	3,86	11,80	9,97	1,45	0,16	0,07	0,00
2010	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	8,59	NE	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2010	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	3,86	3,22	9,97	1,45	0,16	0,07	NA
2010	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2010	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	1,30	NE	NA	NA	NA	NA
2010	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	1,48	0,75	1,32	2,70	1,03	1,03	0,25
2010	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**3,94**	**79,00**	**2,31**	**2,40**	**11,26**	**2,46**	**0,05**
2010	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**10,74**	**2,09**	**0,03**
2010	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	1,78	0,99	0,03
2010	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,83	0,17	0,00
2010	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,33	0,15	0,00
2010	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	NA	NA	NA	NA	7,80	0,78	NA
2010	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NA	NA	NA	NA	2,60	0,26	NA
2010	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NA	NA	NA	NA	5,20	0,52	NA
2010	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE
2010	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**3,38**	**0,88**	**1,36**	**0,16**	**0,04**	**0,01**	**0,00**
2010	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,11	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2010	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	2,51	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2010	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2010	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,76	0,88	1,36	0,15	0,04	0,01	0,00
2010	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,76	0,88	1,36	0,15	0,04	0,01	0,00
2010	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2010	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,15**	**0,06**	**0,14**	**0,00**	**0,16**	**0,11**	**0,01**
2010	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,15	0,06	0,07	0,00	0,03	0,03	0,00
2010	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,12	0,09	0,01
2010	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,07	NE	0,00	0,00	NE
2010	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**32,20**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**
2010	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	32,20	NE	NE	NA	NE	NE
2010	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	5,60	NA	NA	NA	NE	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2010	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2010	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2010	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2010	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	0,58	NA	NA	NA	NE	NA
2010	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
2010	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2010	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	10,86	NA	NA	NA	NE	NE
2010	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	15,16	NE	NE	NA	NA	NA
2010	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,41**	**45,87**	**0,81**	**2,23**	**0,32**	**0,24**	**0,01**
2010	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,41	0,81	0,81	2,23	0,32	0,24	0,01
2010	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	45,05	NA	NA	NE	NE	NE
2010	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2010	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2010	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manipulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2010	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**54,64**	**23,56**	**0,79**	**105,96**	**19,59**	**9,25**	**0,79**
2010	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**2,91**	**18,75**	**NA**	**NA**	**3,24**	**0,39**	**NA**
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,11	1,57	NA	NA	0,12	0,08	NA
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,11	1,57	NA	NA	0,12	0,08	NA
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,24	2,56	NA	NA	0,26	0,02	NA
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	2,55	14,62	NA	NA	2,86	0,29	NA
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,03	NA	NA	0,00	0,00	NA
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,19	NA	NA	0,02	0,01	NA
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,06	0,94	NA	NA	0,05	0,03	NA
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,06	NA	NA	0,01	0,00	NA
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	2,48	13,40	NA	NA	2,78	0,25	NA
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,45	5,28	NA	NA	1,28	0,10	NA
2010	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,03	8,12	NA	NA	1,50	0,15	NA
2010	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**48,08**	**4,02**	**NA**	**NA**	**7,30**	**0,28**	**NA**
2010	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	48,08	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2010	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	11,51	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2010	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	0,97	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	35,60	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2010	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	7,30	0,28	NA
2010	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,02	NA	NA	NA	NA	NA
2010	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**3,65**	**0,79**	**0,79**	**105,96**	**9,06**	**8,58**	**0,79**
2010	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2010	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,34**	**27,27**	**0,45**	**33,30**	**4,93**	**4,93**	**0,33**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2010	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**14,00**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**
2010	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2010	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2010	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2010	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,34**	**13,26**	**0,45**	**33,30**	**4,93**	**4,93**	**0,33**
2010	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,06	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
2010	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2010	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,06	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
2010	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,28	13,14	0,44	33,30	4,93	4,93	0,33
2010	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,28	13,14	0,44	33,30	4,93	4,93	0,33
2010	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,00**	**NA**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**
2010	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE
2010	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,00	NA	NA	NE	NE	NE
2010	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5D2**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales**	**NA**	**0,00**	**NA**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**
2011	**TOTAL NACIONAL**							**353,85**	**646,07**	**399,89**	**1.890,40**	**231,16**	**198,56**	**28,31**
2011	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**288,51**	**494,11**	**396,12**	**1.719,94**	**191,40**	**179,24**	**26,91**
2011	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**282,92**	**411,24**	**384,50**	**1.714,14**	**186,05**	**177,78**	**26,59**
2011	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	26,22	0,65	68,88	7,95	7,60	5,27	2,47

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2011	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	10,83	0,22	55,67	3,17	0,26	0,16	0,01
2011	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	3,34	0,13	0,01	0,78	0,04	0,04	0,01
2011	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	12,04	0,30	13,20	4,00	7,30	5,06	2,45
2011	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	57,18	33,50	286,71	153,04	24,71	23,50	4,78
2011	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	1,72	0,65	16,51	5,25	0,65	0,60	0,05
2011	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,36	0,11	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00
2011	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	1,89	0,66	13,62	4,41	0,53	0,49	0,04
2011	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	3,65	1,51	46,88	14,09	1,77	1,63	0,12
2011	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	11,74	23,23	66,68	59,69	12,50	12,11	2,92
2011	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	10,57	5,41	115,61	48,62	6,24	5,78	0,45
2011	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	27,24	1,93	27,40	20,83	3,01	2,87	1,21
2011	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	20,69	0,63	0,05	11,62	1,75	1,69	1,04
2011	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	6,55	1,29	27,35	9,22	1,26	1,18	0,17
2011	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	179,64	257,42	7,06	812,11	13,34	12,24	4,28
2011	H_Aviación	1	A	3	a	1A3a	Aviación civil	2,41	0,22	0,18	5,08	0,03	0,03	0,01
2011	H_Aviación	1	A	3	ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,68	0,02	0,04	0,51	0,00	0,00	0,00
2011	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,68	0,02	0,04	0,51	0,00	0,00	0,00
2011	H_Aviación	1	A	3	aii	1A3aii	Aviación civil nacional	1,74	0,20	0,14	4,57	0,02	0,02	0,01

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2011	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	1,74	0,20	0,14	4,57	0,02	0,02	0,01
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	b	1A3b	Transporte terrestre	171,81	256,42	5,99	804,80	13,17	12,07	4,21
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	24,74	26,39	1,34	317,15	0,22	0,22	0,11
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	7,15	7,65	0,48	86,93	0,05	0,05	0,02
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	12,73	13,79	0,65	167,66	0,07	0,07	0,03
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	4,86	4,95	0,21	62,57	0,10	0,10	0,05
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	6,99	5,96	0,26	47,80	0,22	0,22	0,15
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	6,99	5,96	0,26	47,80	0,22	0,22	0,15
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	137,22	17,95	3,76	78,14	6,44	6,44	3,28
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	87,87	10,76	1,34	40,14	4,50	4,50	2,25
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	21,69	4,89	1,28	30,70	0,98	0,98	0,53
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	27,66	2,30	1,14	7,29	0,96	0,96	0,49
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	2,86	186,18	0,63	361,72	3,91	3,91	0,59
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	2,86	186,18	0,63	361,72	3,91	3,91	0,59
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	IE	IE	0,00	IE	IE	IE	IE
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	19,94	NA	NA	NA	NA	NA
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	1,50	0,80	0,08
2011	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	0,87	0,47	NA
2011	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	2,13	0,19	0,00	0,44	0,06	0,06	0,04
2011	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	3,29	0,58	0,88	1,79	0,09	0,08	0,02

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2011	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	3,29	0,58	0,88	1,79	0,09	0,08	0,02
2011	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	19,88	119,67	21,85	741,04	140,39	136,77	15,06
2011	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,09	0,34	0,01	0,43	0,01	0,01	0,00
2011	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,09	0,34	0,01	0,43	0,01	0,01	0,00
2011	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2011	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	12,27	105,94	19,89	714,40	133,00	129,53	13,07
2011	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	12,27	105,94	19,89	714,40	133,00	129,53	13,07
2011	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2011	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	6,52	13,40	1,95	26,21	7,38	7,23	1,99
2011	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	5,38	13,32	1,95	25,55	7,28	7,14	1,93
2011	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	1,13	0,08	0,00	0,66	0,10	0,10	0,06
2011	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2011		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2011	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**5,59**	**82,87**	**11,62**	**5,81**	**5,36**	**1,46**	**0,32**
2011	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	68,66	0,00	1,08	3,95	0,14	0,07
2011	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	68,64	NA	NA	3,60	0,43	NE
2011	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,02	0,00	1,08	0,34	0,14	0,07
2011	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	5,59	14,21	11,61	4,73	1,41	1,32	0,25
2011	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	3,97	13,31	10,25	1,49	0,16	0,07	0,00
2011	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	10,00	NE	NA	NA	NA	NA
2011	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	3,97	3,31	10,25	1,49	0,16	0,07	NA
2011	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2011	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	0,00	NE	NA	NA	NA	NA
2011	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	1,62	0,90	1,36	3,24	1,25	1,25	0,25
2011	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**4,29**	**99,02**	**2,30**	**2,12**	**12,43**	**2,67**	**0,05**
2011	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**11,97**	**2,35**	**0,03**
2011	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	2,02	1,12	0,03
2011	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,98	0,20	0,00
2011	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,19	0,15	0,00

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2011	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	NA	NA	NA	NA	8,78	0,88	NA
2011	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NA	NA	NA	NA	2,72	0,27	NA
2011	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NA	NA	NA	NA	6,06	0,61	NA
2011	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE
2011	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**3,78**	**1,35**	**1,45**	**0,15**	**0,05**	**0,01**	**0,00**
2011	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,12	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2011	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	2,91	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2011	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,75	1,35	1,45	0,15	0,05	0,01	0,00
2011	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,75	1,35	1,45	0,15	0,05	0,01	0,00
2011	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2011	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,15**	**0,06**	**0,13**	**0,00**	**0,13**	**0,09**	**0,01**
2011	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,15	0,06	0,07	0,00	0,04	0,03	0,00
2011	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,09	0,06	0,01
2011	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,06	NE	0,00	0,00	NE

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2011	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**45,79**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**
2011	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	45,79	NE	NE	NA	NE	NE
2011	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	16,20	NA	NA	NA	NE	NA
2011	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2011	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2011	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2011	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	0,52	NA	NA	NA	NE	NA
2011	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
2011	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2011	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	11,13	NA	NA	NA	NE	NE
2011	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	17,94	NE	NE	NA	NA	NA
2011	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,36**	**51,82**	**0,72**	**1,97**	**0,29**	**0,21**	**0,01**
2011	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,36	0,72	0,72	1,97	0,29	0,21	0,01
2011	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	51,10	NA	NA	NE	NE	NE
2011	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2011	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2011	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2011	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manupulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2011	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**57,54**	**23,80**	**1,00**	**133,25**	**22,13**	**11,46**	**1,00**
2011	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**2,91**	**18,64**	**NA**	**NA**	**3,19**	**0,38**	**NA**
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,11	1,56	NA	NA	0,12	0,08	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,11	1,56	NA	NA	0,12	0,08	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,26	2,70	NA	NA	0,27	0,02	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	2,54	14,39	NA	NA	2,80	0,29	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,03	NA	NA	0,00	0,00	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,19	NA	NA	0,02	0,01	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,06	0,97	NA	NA	0,05	0,03	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,06	NA	NA	0,01	0,00	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	2,47	13,14	NA	NA	2,72	0,24	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,42	4,95	NA	NA	1,20	0,09	NA
2011	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,05	8,19	NA	NA	1,52	0,15	NA
2011	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**50,04**	**4,16**	**NA**	**NA**	**7,55**	**0,29**	**NA**
2011	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	50,04	NA	NA	NA	NE	NE	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2011	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	13,43	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2011	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	1,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	35,60	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2011	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	7,55	0,29	NA
2011	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,16	NA	NA	NA	NA	NA
2011	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**4,59**	**1,00**	**1,00**	**133,25**	**11,39**	**10,79**	**1,00**
2011	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2011	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,51**	**29,13**	**0,47**	**35,08**	**5,19**	**5,19**	**0,35**
2011	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**15,11**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**
2011	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2011	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2011	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2011	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,51**	**14,03**	**0,47**	**35,08**	**5,19**	**5,19**	**0,35**
2011	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,05	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
2011	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2011	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,05	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
2011	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,45	13,85	0,46	35,08	5,19	5,19	0,34
2011	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,45	13,85	0,46	35,08	5,19	5,19	0,34

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2011	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,00**	**NA**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**
2011	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE
2011	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,00	NA	NA	NE	NE	NE
2011	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5E**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2012	**TOTAL NACIONAL**							**362,27**	**646,80**	**477,70**	**1.874,39**	**229,03**	**195,62**	**28,22**
2012	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**301,37**	**498,53**	**474,22**	**1.717,86**	**189,37**	**177,30**	**26,93**
2012	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**295,82**	**412,38**	**462,91**	**1.711,73**	**183,69**	**175,24**	**26,61**
2012	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	29,56	0,69	102,61	8,41	7,75	5,34	2,47
2012	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	13,75	0,25	89,27	3,49	0,37	0,22	0,01
2012	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	3,26	0,13	0,01	0,76	0,04	0,04	0,01
2012	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	12,55	0,31	13,32	4,16	7,33	5,08	2,45
2012	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	61,58	32,97	336,85	161,81	25,38	24,08	4,73
2012	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	2,32	0,84	19,10	6,51	0,80	0,74	0,06
2012	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,48	0,15	0,00	0,19	0,01	0,01	0,00
2012	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	1,83	0,73	15,13	4,94	0,61	0,57	0,05
2012	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	3,56	1,49	44,56	13,50	1,69	1,56	0,11
2012	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	11,92	22,01	83,08	61,35	12,30	11,87	2,73
2012	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	11,03	5,55	142,46	51,88	6,61	6,12	0,45
2012	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	30,46	2,21	32,51	23,44	3,36	3,21	1,34

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2012	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	23,60	0,76	0,06	12,65	1,91	1,85	1,16
2012	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	6,86	1,45	32,45	10,79	1,45	1,35	0,18
2012	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	184,78	262,14	7,33	822,79	13,62	12,42	4,34
2012	H_Aviación	1	A	3	a	1A3a	Aviación civil	2,37	0,23	0,18	4,86	0,02	0,02	0,01
2012	H_Aviación	1	A	3	ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,68	0,02	0,04	0,53	0,00	0,00	0,00
2012	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,68	0,02	0,04	0,53	0,00	0,00	0,00
2012	H_Aviación	1	A	3	aii	1A3aii	Aviación civil nacional	1,68	0,20	0,13	4,34	0,02	0,02	0,01
2012	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	1,68	0,20	0,13	4,34	0,02	0,02	0,01
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	b	1A3b	Transporte terrestre	176,49	260,84	6,13	814,77	13,42	12,23	4,27
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	24,33	25,83	1,35	308,83	0,23	0,23	0,11
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	6,85	7,31	0,47	82,78	0,05	0,05	0,02
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	12,54	13,55	0,67	163,36	0,08	0,08	0,03
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	4,94	4,97	0,21	62,69	0,10	0,10	0,06
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	7,30	6,05	0,28	49,13	0,25	0,25	0,17
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	7,30	6,05	0,28	49,13	0,25	0,25	0,17
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	141,29	17,83	3,81	77,90	6,43	6,43	3,29
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	87,04	10,53	1,29	39,46	4,41	4,41	2,21
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	23,49	4,92	1,30	30,71	1,01	1,01	0,55
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	30,77	2,38	1,23	7,73	1,01	1,01	0,53
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	3,57	189,26	0,69	378,90	3,94	3,94	0,60

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	3,57	189,26	0,69	378,90	3,94	3,94	0,60
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	IE	IE	0,00	IE	IE	IE	IE
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	21,87	NA	NA	NA	NA	NA
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	1,63	0,87	0,09
2012	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	0,94	0,51	NA
2012	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	2,20	0,20	0,00	0,45	0,06	0,06	0,04
2012	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	3,72	0,88	1,02	2,71	0,11	0,11	0,02
2012	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	3,72	0,88	1,02	2,71	0,11	0,11	0,02
2012	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	19,91	116,58	16,13	718,72	136,94	133,40	15,07
2012	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,32	0,41	0,01	0,52	0,01	0,01	0,00
2012	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,32	0,41	0,01	0,52	0,01	0,01	0,00
2012	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2012	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	11,87	103,00	14,20	692,33	129,66	126,27	13,07
2012	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	11,87	103,00	14,20	692,33	129,66	126,27	13,07
2012	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2012	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	6,71	13,17	1,92	25,87	7,27	7,12	2,00

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2012	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	5,34	13,08	1,92	25,10	7,15	7,01	1,93
2012	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	1,37	0,09	0,00	0,78	0,12	0,11	0,07
2012	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2012		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**5,55**	**86,15**	**11,31**	**6,13**	**5,68**	**2,06**	**0,32**
2012	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	71,92	0,00	1,08	4,12	0,59	0,07
2012	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	71,90	NA	NA	3,77	0,45	NE
2012	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,02	0,00	1,08	0,34	0,14	0,07
2012	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	5,54	14,23	11,31	5,05	1,56	1,47	0,25
2012	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	3,86	13,22	9,98	1,45	0,16	0,07	0,00
2012	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	10,00	NE	NA	NA	NA	NA
2012	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	3,86	3,22	9,98	1,45	0,16	0,07	NA
2012	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2012	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	0,00	NE	NA	NA	NA	NA
2012	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	1,68	1,01	1,32	3,60	1,40	1,40	0,25

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2012	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**3,77**	**94,54**	**2,12**	**2,42**	**13,29**	**2,81**	**0,05**
2012	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**12,76**	**2,43**	**0,03**
2012	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	2,05	1,14	0,03
2012	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,88	0,18	0,00
2012	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,19	0,15	0,00
2012	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	NA	NA	NA	NA	9,64	0,96	NA
2012	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NA	NA	NA	NA	2,84	0,28	NA
2012	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NA	NA	NA	NA	6,80	0,68	NA
2012	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE
2012	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**3,24**	**1,28**	**1,17**	**0,12**	**0,04**	**0,01**	**0,00**
2012	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,09	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2012	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	2,57	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2012	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,59	1,28	1,17	0,12	0,04	0,01	0,00
2012	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,59	1,28	1,17	0,12	0,04	0,01	0,00
2012	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2012	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,11**	**0,06**	**0,11**	**0,00**	**0,15**	**0,12**	**0,01**
2012	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,11	0,06	0,05	0,00	0,07	0,05	0,00

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2012	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,09	0,06	0,01
2012	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,06	NE	0,00	0,00	NE
2012	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**45,70**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**
2012	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	45,70	NE	NE	NA	NE	NE
2012	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	20,79	NA	NA	NA	NE	NA
2012	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2012	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2012	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2012	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	0,31	NA	NA	NA	NE	NA
2012	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
2012	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2012	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	10,72	NA	NA	NA	NE	NE
2012	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	13,88	NE	NE	NA	NA	NA
2012	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,42**	**47,50**	**0,83**	**2,29**	**0,33**	**0,25**	**0,01**
2012	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,42	0,83	0,83	2,29	0,33	0,25	0,01

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2012	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	46,66	NA	NA	NE	NE	NE
2012	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2012	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2012	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manupulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2012	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**53,62**	**24,38**	**0,89**	**119,11**	**21,20**	**10,33**	**0,89**
2012	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**3,00**	**19,25**	**NA**	**NA**	**3,33**	**0,39**	**NA**
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,11	1,55	NA	NA	0,12	0,08	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,11	1,55	NA	NA	0,12	0,08	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,25	2,64	NA	NA	0,26	0,02	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	2,64	15,06	NA	NA	2,95	0,30	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,04	NA	NA	0,01	0,00	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,18	NA	NA	0,02	0,01	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,06	0,97	NA	NA	0,05	0,03	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,06	NA	NA	0,01	0,00	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	2,57	13,82	NA	NA	2,87	0,25	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,46	5,38	NA	NA	1,31	0,10	NA
2012	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,11	8,43	NA	NA	1,56	0,16	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2012	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**46,51**	**4,24**	**NA**	**NA**	**7,68**	**0,30**	**NA**
2012	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	46,51	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2012	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	10,49	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2012	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	0,97	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	35,06	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2012	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	7,68	0,30	NA
2012	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,24	NA	NA	NA	NA	NA
2012	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**4,11**	**0,89**	**0,89**	**119,11**	**10,18**	**9,64**	**0,89**
2012	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2012	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,51**	**29,36**	**0,47**	**35,00**	**5,18**	**5,18**	**0,35**
2012	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**15,22**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**
2012	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2012	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2012	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2012	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,51**	**14,14**	**0,47**	**35,00**	**5,18**	**5,18**	**0,35**
2012	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,07	0,33	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2012	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2012	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,07	0,33	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2012	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,44	13,81	0,46	34,99	5,18	5,18	0,34
2012	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,44	13,81	0,46	34,99	5,18	5,18	0,34
2012	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,01**	**NA**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**
2012	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2012	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,01	NA	NA	NE	NE	NE
2012	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5E**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2013	**TOTAL NACIONAL**							**379,55**	**652,52**	**399,52**	**1.871,55**	**232,41**	**197,76**	**28,11**
2013	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**316,00**	**494,04**	**396,12**	**1.719,28**	**191,30**	**179,57**	**26,85**
2013	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**305,18**	**414,40**	**492,19**	**1.699,22**	**180,77**	**172,10**	**26,68**
2013	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	35,79	0,75	178,88	9,17	8,70	5,96	2,47
2013	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	20,87	0,33	164,65	4,62	0,56	0,31	0,01
2013	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	2,97	0,12	0,01	0,64	0,04	0,04	0,01
2013	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	11,95	0,30	14,22	3,91	8,09	5,61	2,45
2013	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	62,99	32,30	295,77	152,52	24,24	23,03	4,77
2013	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	2,14	0,74	17,09	5,49	0,67	0,62	0,05
2013	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,48	0,15	0,00	0,19	0,01	0,01	0,00
2013	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	2,02	0,82	14,74	6,20	0,76	0,70	0,05
2013	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	3,14	1,36	39,99	12,18	1,51	1,40	0,09
2013	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	10,44	21,24	55,05	53,06	11,25	10,91	2,66
2013	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	11,20	5,63	141,75	52,25	6,66	6,16	0,46
2013	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	33,58	2,35	27,15	23,15	3,38	3,24	1,46
2013	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	26,49	0,89	0,07	13,65	2,06	2,00	1,27
2013	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	7,09	1,46	27,07	9,50	1,32	1,24	0,19

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2013	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	186,23	267,05	3,67	835,73	13,76	12,49	4,35
2013	H_Aviación	1	A	3	a	1A3a	Aviación civil	2,64	0,24	0,19	4,89	0,02	0,02	0,01
2013	H_Aviación	1	A	3	ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,75	0,03	0,05	0,58	0,00	0,00	0,00
2013	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,75	0,03	0,05	0,58	0,00	0,00	0,00
2013	H_Aviación	1	A	3	aii	1A3aii	Aviación civil nacional	1,89	0,21	0,14	4,31	0,02	0,02	0,01
2013	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	1,89	0,21	0,14	4,31	0,02	0,02	0,01
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	b	1A3b	Transporte terrestre	178,54	265,82	2,68	827,92	13,58	12,32	4,29
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	24,00	25,36	1,29	301,95	0,23	0,23	0,12
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	6,61	7,04	0,45	79,62	0,05	0,05	0,02
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	12,36	13,32	0,67	159,51	0,08	0,08	0,03
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	5,02	4,99	0,17	62,82	0,11	0,11	0,06
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	7,62	6,17	0,18	50,98	0,28	0,28	0,19
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	7,62	6,17	0,18	50,98	0,28	0,28	0,19
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	142,59	17,63	0,48	77,19	6,38	6,38	3,28
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	86,89	10,36	0,16	38,95	4,35	4,35	2,19
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	24,63	4,91	0,20	30,55	1,02	1,02	0,56
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	31,07	2,37	0,12	7,70	1,01	1,01	0,53
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	4,33	192,68	0,72	397,79	3,97	3,97	0,61
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	4,33	192,68	0,72	397,79	3,97	3,97	0,61
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	IE	IE	0,01	IE	IE	IE	IE
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	23,98	NA	NA	NA	NA	NA
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	1,73	0,93	0,10

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2013	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	1,00	0,54	NA
2013	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	2,20	0,19	0,00	0,45	0,06	0,06	0,04
2013	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	2,85	0,80	0,79	2,48	0,10	0,09	0,02
2013	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	2,85	0,80	0,79	2,48	0,10	0,09	0,02
2013	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	20,18	114,30	13,87	701,80	134,07	130,60	15,09
2013	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,39	0,43	0,01	0,54	0,01	0,01	0,00
2013	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,39	0,43	0,01	0,54	0,01	0,01	0,00
2013	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2013	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	11,64	100,53	11,89	674,89	126,68	123,37	13,07
2013	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	11,64	100,53	11,89	674,89	126,68	123,37	13,07
2013	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2013	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	7,15	13,34	1,97	26,37	7,37	7,22	2,02
2013	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	5,40	13,24	1,96	25,40	7,24	7,09	1,93
2013	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	1,75	0,10	0,01	0,98	0,14	0,13	0,09
2013	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2013		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**10,82**	**100,81**	**21,58**	**11,93**	**7,43**	**3,85**	**0,57**
2013	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	68,87	0,00	1,20	4,00	0,59	0,07
2013	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	68,85	NA	NA	3,61	0,43	NE
2013	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,02	0,00	1,20	0,38	0,16	0,07
2013	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	10,82	31,94	21,57	10,73	3,43	3,26	0,49
2013	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	7,37	28,19	19,04	2,76	0,30	0,13	0,00
2013	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	22,04	NE	NA	NA	NA	NA
2013	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	7,37	6,14	19,04	2,76	0,30	0,13	NA
2013	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2013	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	1,52	NE	NA	NA	NA	NA
2013	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	3,45	2,23	2,53	7,97	3,13	3,13	0,49
2013	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**3,81**	**102,03**	**2,06**	**2,22**	**14,69**	**2,94**	**0,05**
2013	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**14,16**	**2,57**	**0,03**
2013	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	2,04	1,13	0,03

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2013	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,86	0,17	0,00
2013	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,15	0,15	0,00
2013	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	NA	NA	NA	NA	11,11	1,11	NA
2013	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NA	NA	NA	NA	2,96	0,30	NA
2013	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NA	NA	NA	NA	8,14	0,81	NA
2013	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE
2013	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**3,32**	**1,33**	**1,19**	**0,13**	**0,04**	**0,01**	**0,00**
2013	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,12	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2013	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	2,58	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2013	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,62	1,33	1,19	0,13	0,04	0,01	0,00
2013	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,62	1,33	1,19	0,13	0,04	0,01	0,00
2013	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2013	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,11**	**0,06**	**0,11**	**0,00**	**0,18**	**0,13**	**0,01**
2013	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,11	0,06	0,05	0,00	0,06	0,05	0,00
2013	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,12	0,08	0,01
2013	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,06	NE	0,00	0,00	NE
2013	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2013	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**53,19**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**
2013	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	53,19	NE	NE	NA	NE	NE
2013	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	24,05	NA	NA	NA	NE	NA
2013	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2013	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2013	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2013	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	0,42	NA	NA	NA	NE	NA
2013	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
2013	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2013	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	9,99	NA	NA	NA	NE	NE
2013	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	18,74	NE	NE	NA	NA	NA
2013	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,38**	**47,46**	**0,76**	**2,09**	**0,30**	**0,23**	**0,01**
2013	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,38	0,76	0,76	2,09	0,30	0,23	0,01
2013	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	46,69	NA	NA	NE	NE	NE
2013	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2013	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2013	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manupulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2013	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**56,14**	**24,93**	**0,86**	**114,30**	**21,12**	**9,96**	**0,86**
2013	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**3,08**	**19,71**	**NA**	**NA**	**3,44**	**0,40**	**NA**
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,11	1,53	NA	NA	0,12	0,08	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,11	1,53	NA	NA	0,12	0,08	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,26	2,69	NA	NA	0,27	0,02	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	2,72	15,49	NA	NA	3,05	0,31	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,04	NA	NA	0,01	0,00	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,18	NA	NA	0,02	0,01	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,05	0,91	NA	NA	0,05	0,03	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,06	NA	NA	0,01	0,00	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	2,65	14,30	NA	NA	2,97	0,26	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,48	5,60	NA	NA	1,36	0,10	NA
2013	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,18	8,70	NA	NA	1,61	0,16	NA
2013	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**49,12**	**4,37**	**NA**	**NA**	**7,92**	**0,30**	**NA**
2013	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	49,12	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2013	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	13,47	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2013	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	0,99	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2013	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	34,65	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2013	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	7,92	0,30	NA
2013	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,37	NA	NA	NA	NA	NA
2013	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**3,94**	**0,86**	**0,86**	**114,30**	**9,77**	**9,25**	**0,86**
2013	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2013	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,61**	**31,51**	**0,48**	**35,75**	**5,29**	**5,29**	**0,36**
2013	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**16,98**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**
2013	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2013	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2013	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2013	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,61**	**14,53**	**0,48**	**35,75**	**5,29**	**5,29**	**0,36**
2013	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,09	0,42	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2013	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2013	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,09	0,42	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2013	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,52	14,11	0,47	35,75	5,29	5,29	0,35
2013	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,52	14,11	0,47	35,75	5,29	5,29	0,35
2013	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,00**	**NA**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**
2013	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE
2013	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,00	NA	NA	NE	NE	NE
2013	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5E**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2014	**TOTAL NACIONAL**							**379,02**	**668,40**	**537,22**	**1.879,49**	**228,87**	**193,68**	**29,04**
2014	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**319,33**	**509,39**	**533,93**	**1.724,29**	**187,56**	**175,13**	**27,75**
2014	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**314,74**	**423,44**	**524,83**	**1.718,44**	**181,93**	**173,10**	**27,43**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2014	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	37,21	0,77	189,56	9,55	8,74	5,98	2,47
2014	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	22,67	0,37	175,13	5,14	0,59	0,33	0,01
2014	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	2,69	0,11	0,01	0,60	0,04	0,04	0,01
2014	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	11,85	0,29	14,42	3,81	8,11	5,62	2,45
2014	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	66,97	37,37	314,05	166,98	27,20	25,90	5,51
2014	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	1,99	0,72	19,66	6,14	0,77	0,71	0,05
2014	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,46	0,14	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00
2014	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	2,20	0,97	22,06	7,09	0,88	0,82	0,06
2014	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	2,91	1,27	37,44	11,42	1,41	1,31	0,09
2014	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	11,69	25,41	55,60	60,90	13,23	12,85	3,21
2014	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	11,86	6,43	148,23	56,40	7,31	6,77	0,55
2014	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	35,87	2,42	31,05	24,86	3,60	3,44	1,55
2014	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	28,11	0,98	0,08	14,43	2,18	2,11	1,36
2014	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	7,76	1,44	30,97	10,43	1,42	1,33	0,19
2014	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	189,78	272,22	4,78	849,76	14,06	12,70	4,35
2014	H_Aviación	1	A	3	a	1A3a	Aviación civil	2,76	0,24	0,19	4,82	0,02	0,02	0,01
2014	H_Aviación	1	A	3	ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,76	0,03	0,05	0,60	0,00	0,00	0,00
2014	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,76	0,03	0,05	0,60	0,00	0,00	0,00
2014	H_Aviación	1	A	3	aii	1A3aii	Aviación civil nacional	2,00	0,21	0,15	4,22	0,02	0,02	0,01

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2014	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	2,00	0,21	0,15	4,22	0,02	0,02	0,01
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	b	1A3b	Transporte terrestre	179,10	271,13	2,84	842,45	13,68	12,34	4,27
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	23,77	24,99	1,34	296,36	0,24	0,24	0,12
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	6,44	6,85	0,45	77,46	0,05	0,05	0,02
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	12,22	13,13	0,72	155,95	0,08	0,08	0,03
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	5,10	5,01	0,17	62,95	0,11	0,11	0,07
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	7,87	6,25	0,21	52,31	0,29	0,29	0,20
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	7,87	6,25	0,21	52,31	0,29	0,29	0,20
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	142,31	17,27	0,48	75,92	6,26	6,26	3,23
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	86,03	10,10	0,16	38,20	4,25	4,25	2,14
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	25,35	4,85	0,20	30,16	1,02	1,02	0,57
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	30,93	2,32	0,12	7,56	0,99	0,99	0,52
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	5,15	196,31	0,81	417,85	4,00	4,00	0,62
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	5,15	196,31	0,81	417,85	4,00	4,00	0,62
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	IE	IE	0,01	IE	IE	IE	IE
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	26,31	NA	NA	NA	NA	NA
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	1,83	0,98	0,10
2014	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	1,05	0,57	NA
2014	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	1,23	0,11	0,00	0,25	0,03	0,03	0,02
2014	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	6,70	0,74	1,75	2,24	0,32	0,30	0,05
2014	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	6,70	0,74	1,75	2,24	0,32	0,30	0,05
2014	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2014	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	20,77	113,09	16,43	692,16	131,93	128,52	15,10
2014	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,50	0,47	0,01	0,59	0,02	0,02	0,00
2014	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,50	0,47	0,01	0,59	0,02	0,02	0,00
2014	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2014	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	11,65	98,73	14,33	663,98	124,22	120,97	13,07
2014	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	11,65	98,73	14,33	663,98	124,22	120,97	13,07
2014	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2014	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	7,62	13,89	2,09	27,59	7,69	7,53	2,03
2014	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	5,57	13,78	2,09	26,43	7,53	7,38	1,93
2014	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	2,04	0,11	0,01	1,16	0,15	0,15	0,10
2014	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2014		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**4,59**	**85,95**	**9,11**	**5,85**	**5,63**	**2,03**	**0,32**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2014	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	71,56	0,00	1,20	4,14	0,61	0,07
2014	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	71,54	NA	NA	3,76	0,45	NE
2014	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,02	0,00	1,20	0,38	0,16	0,07
2014	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	4,59	14,39	9,10	4,64	1,50	1,42	0,25
2014	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	3,11	13,41	8,04	1,17	0,13	0,06	0,00
2014	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	10,82	NE	NA	NA	NA	NA
2014	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	3,11	2,59	8,04	1,17	0,13	0,06	NA
2014	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2014	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	0,00	NE	NA	NA	NA	NA
2014	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	1,48	0,97	1,07	3,48	1,37	1,37	0,25
2014	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**3,97**	**101,72**	**1,91**	**2,19**	**14,59**	**2,92**	**0,05**
2014	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**14,07**	**2,56**	**0,04**
2014	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	2,11	1,17	0,04
2014	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,53	0,11	0,00
2014	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,18	0,15	0,00
2014	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	NA	NA	NA	NA	11,25	1,12	NA
2014	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NA	NA	NA	NA	3,09	0,31	NA
2014	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NA	NA	NA	NA	8,16	0,82	NA
2014	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2014	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**3,48**	**2,03**	**1,05**	**0,11**	**0,04**	**0,01**	**0,00**
2014	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,11	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2014	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	2,85	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2014	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,53	2,03	1,05	0,11	0,04	0,01	0,00
2014	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,53	2,03	1,05	0,11	0,04	0,01	0,00
2014	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2014	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,11**	**0,06**	**0,11**	**0,00**	**0,17**	**0,13**	**0,01**
2014	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,11	0,06	0,05	0,00	0,06	0,05	0,00
2014	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,11	0,08	0,01
2014	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,06	NE	0,00	0,00	NE
2014	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**50,35**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2014	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	50,35	NE	NE	NE	NE	NE
2014	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	15,85	NA	NA	NA	NE	NA
2014	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2014	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2014	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2014	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	0,52	NA	NA	NA	NE	NA
2014	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
2014	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2014	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	10,35	NA	NA	NA	NE	NE
2014	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	23,63	NE	NE	NA	NA	NA
2014	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,38**	**49,28**	**0,76**	**2,08**	**0,30**	**0,23**	**0,01**
2014	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,38	0,76	0,76	2,08	0,30	0,23	0,01
2014	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	48,52	NA	NA	NE	NE	NE
2014	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2014	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2014	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manupulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2014	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**51,92**	**25,73**	**0,86**	**115,29**	**21,14**	**10,05**	**0,86**
2014	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**3,27**	**20,63**	**NA**	**NA**	**3,60**	**0,42**	**NA**
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,11	1,56	NA	NA	0,12	0,08	NA
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,11	1,56	NA	NA	0,12	0,08	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,27	2,82	NA	NA	0,28	0,02	NA
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	2,89	16,25	0,00	0,00	3,20	0,32	0,00
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,05	NA	NA	0,01	0,00	NA
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,18	NA	NA	0,02	0,01	NA
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,05	0,90	NA	NA	0,05	0,03	NA
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,05	NA	NA	0,01	0,00	NA
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	2,82	15,07	NA	NA	3,12	0,28	NA
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,49	5,74	NA	NA	1,39	0,10	NA
2014	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,33	9,33	NA	NA	1,73	0,17	NA
2014	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**44,68**	**4,24**	**NA**	**NA**	**7,68**	**0,30**	**NA**
2014	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	44,68	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2014	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	8,86	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2014	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	1,03	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	34,79	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2014	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	7,68	0,30	NA
2014	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,24	NA	NA	NA	NA	NA
2014	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**3,98**	**0,86**	**0,86**	**115,29**	**9,85**	**9,33**	**0,86**
2014	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2014	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,80**	**31,56**	**0,51**	**37,72**	**5,58**	**5,58**	**0,38**
2014	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**16,36**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2014	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2014	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2014	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2014	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,80**	**15,20**	**0,51**	**37,72**	**5,58**	**5,58**	**0,38**
2014	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,09	0,31	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2014	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2014	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,09	0,31	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2014	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,71	14,89	0,50	37,71	5,58	5,58	0,37
2014	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,71	14,89	0,50	37,71	5,58	5,58	0,37
2014	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,00**	**NA**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**
2014	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE
2014	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,00	NA	NA	NE	NE	NE
2014	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5E**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2015	**TOTAL NACIONAL**							**390,44**	**666,04**	**577,53**	**1.849,04**	**222,70**	**186,69**	**28,62**
2015	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**325,71**	**507,41**	**574,63**	**1.704,78**	**180,90**	**169,16**	**27,41**
2015	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**321,40**	**423,85**	**566,11**	**1.699,45**	**175,55**	**167,25**	**27,09**
2015	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	42,29	0,78	253,42	9,73	7,34	4,96	2,47
2015	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	28,33	0,40	240,78	5,52	0,93	0,52	0,01
2015	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	2,73	0,11	0,01	0,61	0,04	0,04	0,01
2015	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	11,23	0,27	12,63	3,59	6,37	4,41	2,45
2015	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	64,47	33,83	292,37	148,61	24,38	23,24	5,18
2015	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	2,11	0,85	20,63	6,54	0,80	0,74	0,05

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2015	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,43	0,13	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
2015	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	1,81	0,77	18,81	5,96	0,73	0,68	0,05
2015	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	3,18	1,41	41,78	12,81	1,59	1,47	0,10
2015	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	11,27	24,17	54,97	58,58	12,65	12,27	3,05
2015	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	9,26	4,26	132,70	41,51	5,21	4,82	0,33
2015	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	36,40	2,22	23,48	23,04	3,40	3,26	1,60
2015	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	28,88	1,03	0,08	14,94	2,27	2,20	1,43
2015	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	7,52	1,19	23,40	8,10	1,12	1,05	0,18
2015	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	193,63	277,43	6,11	864,53	14,26	12,82	4,33
2015	H_Aviación	1	A	3	a	1A3a	Aviación civil	3,01	0,24	0,21	4,59	0,02	0,02	0,01
2015	H_Aviación	1	A	3	ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,81	0,03	0,05	0,63	0,00	0,00	0,00
2015	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,81	0,03	0,05	0,63	0,00	0,00	0,00
2015	H_Aviación	1	A	3	aii	1A3aii	Aviación civil nacional	2,21	0,21	0,16	3,96	0,02	0,02	0,01
2015	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	2,21	0,21	0,16	3,96	0,02	0,02	0,01
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	b	1A3b	Transporte terrestre	178,60	276,40	3,18	857,71	13,72	12,32	4,23
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	23,60	24,73	1,48	292,14	0,24	0,24	0,12
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	6,31	6,69	0,49	75,70	0,05	0,05	0,02
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	12,14	13,01	0,80	153,44	0,08	0,08	0,03
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	5,15	5,03	0,19	63,00	0,11	0,11	0,07
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	8,03	6,29	0,24	52,97	0,30	0,30	0,21

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	8,03	6,29	0,24	52,97	0,30	0,30	0,21
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	141,00	16,89	0,50	74,59	6,13	6,13	3,17
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	84,59	9,83	0,17	37,38	4,14	4,14	2,09
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	25,78	4,79	0,21	29,80	1,02	1,02	0,57
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	30,64	2,27	0,13	7,42	0,97	0,97	0,51
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	5,97	199,94	0,96	438,01	4,03	4,03	0,62
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	5,97	199,94	0,96	438,01	4,03	4,03	0,62
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	IE	IE	0,01	IE	IE	IE	IE
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	28,56	NA	NA	NA	NA	NA
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	1,92	1,03	0,11
2015	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	1,10	0,59	NA
2015	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	1,37	0,12	0,00	0,28	0,04	0,04	0,02
2015	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	10,65	0,67	2,73	1,95	0,48	0,44	0,07
2015	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	10,65	0,67	2,73	1,95	0,48	0,44	0,07
2015	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	21,02	111,81	14,21	676,59	129,57	126,23	15,12
2015	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,36	0,42	0,01	0,53	0,01	0,01	0,00
2015	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,36	0,42	0,01	0,53	0,01	0,01	0,00
2015	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2015	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	11,38	96,16	11,83	645,77	121,13	117,96	13,07
2015	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	11,38	96,16	11,83	645,77	121,13	117,96	13,07
2015	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2015	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	8,28	15,23	2,37	30,29	8,43	8,26	2,04
2015	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	5,93	15,11	2,36	28,95	8,25	8,09	1,93
2015	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	2,34	0,12	0,01	1,34	0,17	0,17	0,12
2015	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2015		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**4,31**	**83,55**	**8,51**	**5,33**	**5,35**	**1,91**	**0,32**
2015	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	69,21	0,00	0,93	3,93	0,56	0,07
2015	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	69,20	NA	NA	3,63	0,43	NE
2015	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,02	0,00	0,93	0,29	0,12	0,07
2015	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	4,31	14,34	8,51	4,40	1,42	1,35	0,25
2015	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	2,91	13,41	7,52	1,09	0,12	0,05	0,00
2015	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	10,99	NE	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2015	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	2,91	2,42	7,52	1,09	0,12	0,05	NA
2015	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2015	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	0,00	NE	NA	NA	NA	NA
2015	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	1,40	0,93	1,00	3,31	1,30	1,30	0,25
2015	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**3,53**	**100,29**	**1,63**	**2,21**	**15,80**	**3,00**	**0,05**
2015	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**15,27**	**2,63**	**0,03**
2015	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	2,00	1,11	0,03
2015	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,56	0,11	0,00
2015	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,16	0,15	0,00
2015	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	0,00	0,00	0,00	0,00	12,56	1,26	0,00
2015	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NA	NA	NA	NA	3,22	0,32	NA
2015	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NA	NA	NA	NA	9,34	0,93	NA
2015	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE
2015	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**3,04**	**2,34**	**0,75**	**0,06**	**0,04**	**0,01**	**0,00**
2015	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,09	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2015	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	2,65	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2015	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2015	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,30	2,34	0,75	0,06	0,04	0,01	0,00
2015	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,30	2,34	0,75	0,06	0,04	0,01	0,00
2015	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2015	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,09**	**0,06**	**0,10**	**0,00**	**0,18**	**0,13**	**0,01**
2015	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,09	0,06	0,04	0,00	0,07	0,05	0,00
2015	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,11	0,08	0,01
2015	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,06	NE	0,00	0,00	NE
2015	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**49,17**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**
2015	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	49,17	NE	NE	NE	NE	NE
2015	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	15,44	NA	NA	NA	NE	NA
2015	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2015	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2015	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2015	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	0,41	NA	NA	NA	NE	NA
2015	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2015	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2015	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	10,90	NA	NA	NA	NE	NE
2015	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	22,42	NE	NE	NA	NA	NA
2015	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,39**	**48,71**	**0,78**	**2,14**	**0,31**	**0,23**	**0,01**
2015	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,39	0,78	0,78	2,14	0,31	0,23	0,01
2015	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	47,93	NA	NA	NE	NE	NE
2015	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2015	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2015	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manupulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2015	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**57,77**	**27,14**	**0,81**	**107,91**	**20,94**	**9,48**	**0,81**
2015	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**3,45**	**21,99**	**NA**	**NA**	**3,85**	**0,44**	**NA**
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,11	1,55	NA	NA	0,12	0,08	NA
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,11	1,55	NA	NA	0,12	0,08	NA
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,31	3,31	NA	NA	0,33	0,02	NA
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	3,03	17,12	0,00	0,00	3,39	0,34	0,00
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,05	NA	NA	0,01	0,01	NA
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,18	NA	NA	0,02	0,01	NA
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,05	0,86	NA	NA	0,04	0,03	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,05	NA	NA	0,01	0,00	NA
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	2,97	15,98	NA	NA	3,32	0,29	NA
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,53	6,22	NA	NA	1,51	0,11	NA
2015	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,44	9,75	NA	NA	1,81	0,18	NA
2015	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**50,60**	**4,34**	**NA**	**NA**	**7,88**	**0,30**	**NA**
2015	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	50,60	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2015	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	14,72	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2015	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	1,19	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	34,69	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2015	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	7,88	0,30	NA
2015	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,34	NA	NA	NA	NA	NA
2015	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**3,72**	**0,81**	**0,81**	**107,91**	**9,22**	**8,74**	**0,81**
2015	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2015	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,44**	**31,21**	**0,46**	**34,14**	**5,05**	**5,05**	**0,34**
2015	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**17,52**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**
2015	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2015	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2015	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2015	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,44**	**13,69**	**0,46**	**34,14**	**5,05**	**5,05**	**0,34**
2015	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,08	0,22	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2015	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2015	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,08	0,22	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2015	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,36	13,47	0,45	34,14	5,05	5,05	0,34
2015	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,36	13,47	0,45	34,14	5,05	5,05	0,34
2015	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,01**	**NA**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**
2015	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE
2015	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,01	NA	NA	NE	NE	NE
2015	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5E**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2016	**TOTAL NACIONAL**							**391,02**	**678,84**	**537,54**	**1.863,35**	**221,73**	**184,83**	**28,61**
2016	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**323,85**	**515,24**	**534,13**	**1.709,28**	**178,39**	**166,69**	**27,34**
2016	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**317,93**	**428,17**	**521,42**	**1.704,16**	**173,12**	**165,04**	**27,02**
2016	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	38,90	0,76	204,00	9,34	6,69	4,53	2,47
2016	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	23,75	0,35	191,63	4,75	0,82	0,46	0,01
2016	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	3,49	0,14	0,01	0,82	0,05	0,05	0,01
2016	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	11,66	0,28	12,36	3,76	5,82	4,02	2,45
2016	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	62,56	33,25	296,18	147,83	24,10	22,96	5,10
2016	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	2,47	0,92	21,56	6,90	0,84	0,78	0,06
2016	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,41	0,13	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00
2016	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	2,04	0,86	19,41	6,23	0,76	0,70	0,05
2016	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	3,26	1,45	41,86	12,89	1,60	1,48	0,10
2016	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	10,91	23,44	51,76	56,45	12,22	11,87	2,96
2016	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	9,80	4,39	140,02	42,83	5,39	4,98	0,34
2016	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	33,68	2,06	21,56	22,38	3,28	3,15	1,59

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2016	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	29,26	1,06	0,08	15,24	2,35	2,28	1,48
2016	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	4,42	1,00	21,48	7,14	0,93	0,87	0,11
2016	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	195,00	282,57	6,65	880,61	14,40	12,90	4,32
2016	H_Aviación	1	A	3	a	1A3a	Aviación civil	3,14	0,24	0,21	4,50	0,02	0,02	0,01
2016	H_Aviación	1	A	3	ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,86	0,03	0,05	0,65	0,01	0,01	0,00
2016	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,86	0,03	0,05	0,65	0,01	0,01	0,00
2016	H_Aviación	1	A	3	aii	1A3aii	Aviación civil nacional	2,28	0,21	0,16	3,85	0,02	0,02	0,01
2016	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	2,28	0,21	0,16	3,85	0,02	0,02	0,01
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	b	1A3b	Transporte terrestre	178,74	281,17	3,46	872,75	13,77	12,33	4,21
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	23,59	24,65	1,60	290,28	0,24	0,24	0,12
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	6,24	6,61	0,52	74,72	0,05	0,05	0,02
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	12,16	13,01	0,88	152,52	0,08	0,08	0,03
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	5,19	5,04	0,20	63,05	0,12	0,12	0,07
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	8,16	6,33	0,27	53,57	0,31	0,31	0,21
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	8,16	6,33	0,27	53,57	0,31	0,31	0,21
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	140,32	16,65	0,50	73,75	6,04	6,04	3,13
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	84,09	9,67	0,17	36,94	4,08	4,08	2,06
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	26,02	4,74	0,21	29,51	1,01	1,01	0,56
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	30,21	2,23	0,12	7,30	0,95	0,95	0,50
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	6,67	203,01	1,09	455,15	4,06	4,06	0,63

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	6,67	203,01	1,09	455,15	4,06	4,06	0,63
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	IE	IE	0,01	IE	IE	IE	IE
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	30,53	NA	NA	NA	NA	NA
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	1,98	1,06	0,11
2016	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	1,13	0,61	NA
2016	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	1,58	0,14	0,00	0,32	0,04	0,04	0,03
2016	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	11,53	1,02	2,98	3,03	0,56	0,51	0,08
2016	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	11,53	1,02	2,98	3,03	0,56	0,51	0,08
2016	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	21,47	111,58	14,58	666,38	127,94	124,65	15,13
2016	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,42	0,44	0,01	0,56	0,01	0,01	0,00
2016	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,42	0,44	0,01	0,56	0,01	0,01	0,00
2016	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2016	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	11,27	94,07	11,83	631,92	118,49	115,38	13,07
2016	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	11,27	94,07	11,83	631,92	118,49	115,38	13,07
2016	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2016	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	8,78	17,07	2,74	33,90	9,44	9,25	2,06

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2016	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	6,20	16,95	2,73	32,40	9,24	9,06	1,93
2016	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	2,58	0,12	0,01	1,51	0,19	0,19	0,13
2016	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2016		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**5,92**	**87,07**	**12,71**	**5,12**	**5,28**	**1,65**	**0,32**
2016	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	73,01	0,00	0,84	4,10	0,57	0,07
2016	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	73,00	NA	NA	3,83	0,46	NE
2016	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,01	0,00	0,84	0,27	0,11	0,07
2016	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	5,92	14,06	12,71	4,29	1,18	1,08	0,25
2016	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	4,34	13,32	11,22	1,63	0,18	0,08	0,00
2016	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	9,70	NE	NA	NA	NA	NA
2016	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	4,34	3,62	11,22	1,63	0,18	0,08	NA
2016	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2016	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	0,00	NE	NA	NA	NA	NA
2016	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	1,58	0,73	1,49	2,66	1,00	1,00	0,25

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2016	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**3,75**	**104,70**	**2,08**	**2,12**	**15,93**	**2,91**	**0,05**
2016	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**15,42**	**2,55**	**0,03**
2016	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	1,80	1,00	0,03
2016	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,56	0,11	0,00
2016	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,18	0,15	0,00
2016	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	0,00	0,00	0,00	0,00	12,88	1,29	0,00
2016	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NA	NA	NA	NA	3,34	0,33	NA
2016	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NA	NA	NA	NA	9,54	0,95	NA
2016	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE
2016	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**3,27**	**2,45**	**1,25**	**0,12**	**0,05**	**0,01**	**0,00**
2016	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,09	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2016	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	2,60	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2016	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,58	2,45	1,25	0,12	0,05	0,01	0,00
2016	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,58	2,45	1,25	0,12	0,05	0,01	0,00
2016	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2016	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,11**	**0,06**	**0,11**	**0,00**	**0,17**	**0,13**	**0,01**
2016	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,11	0,06	0,05	0,00	0,06	0,05	0,00

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2016	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,11	0,08	0,01
2016	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,06	NE	0,00	0,00	NE
2016	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**54,93**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**
2016	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	54,93	NE	NE	NE	NE	NE
2016	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	12,12	NA	NA	NA	NE	NA
2016	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2016	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2016	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2016	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	0,30	NA	NA	NA	NE	NA
2016	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
2016	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2016	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	16,80	NA	NA	NA	NE	NE
2016	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	25,72	NE	NE	NA	NA	NA
2016	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,36**	**47,26**	**0,73**	**1,99**	**0,29**	**0,22**	**0,01**
2016	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,36	0,73	0,73	1,99	0,29	0,22	0,01

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2016	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	46,54	NA	NA	NE	NE	NE
2016	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2016	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2016	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manupulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2016	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**60,17**	**28,06**	**0,90**	**119,60**	**22,61**	**10,45**	**0,90**
2016	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**3,57**	**22,54**	**NA**	**NA**	**3,99**	**0,44**	**NA**
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,10	1,39	NA	NA	0,11	0,07	NA
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,10	1,39	NA	NA	0,11	0,07	NA
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,31	3,26	NA	NA	0,33	0,02	NA
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	3,15	17,89	0,00	0,00	3,56	0,35	0,00
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,05	NA	NA	0,01	0,01	NA
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,18	NA	NA	0,02	0,01	NA
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,05	0,86	NA	NA	0,04	0,03	NA
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,05	NA	NA	0,01	0,00	NA
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	3,08	16,75	NA	NA	3,48	0,31	NA
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,57	6,67	NA	NA	1,62	0,12	NA
2016	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,52	10,07	NA	NA	1,87	0,19	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2016	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**52,48**	**4,63**	**NA**	**NA**	**8,39**	**0,32**	**NA**
2016	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	52,48	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2016	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	16,70	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2016	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	1,15	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	34,63	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2016	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	8,39	0,32	NA
2016	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,63	NA	NA	NA	NA	NA
2016	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**4,12**	**0,90**	**0,90**	**119,60**	**10,22**	**9,68**	**0,90**
2016	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2016	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,25**	**30,84**	**0,44**	**32,36**	**4,79**	**4,79**	**0,32**
2016	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**17,85**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**
2016	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2016	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2016	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2016	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,25**	**12,99**	**0,44**	**32,36**	**4,79**	**4,79**	**0,32**
2016	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,07	0,22	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2016	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2016	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,07	0,22	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2016	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,18	12,77	0,43	32,35	4,79	4,79	0,32
2016	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,18	12,77	0,43	32,35	4,79	4,79	0,32
2016	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,01**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2016	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2016	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,01	NA	NA	NE	NE	NE
2016	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5E**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2017	**TOTAL NACIONAL**							**374,20**	**657,13**	**417,11**	**1.852,66**	**218,20**	**181,80**	**28,02**
2017	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**307,98**	**513,62**	**413,52**	**1.701,91**	**176,06**	**163,90**	**26,77**
2017	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**301,83**	**426,54**	**400,27**	**1.696,38**	**170,66**	**162,22**	**26,45**
2017	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	27,65	0,65	94,68	7,59	8,40	5,80	2,47
2017	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	10,89	0,18	79,73	2,56	0,28	0,16	0,01
2017	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	4,60	0,17	0,02	1,17	0,06	0,06	0,01
2017	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	12,17	0,30	14,93	3,86	8,06	5,58	2,45
2017	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	60,21	28,57	284,91	136,82	21,71	20,63	4,55
2017	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	2,11	0,81	19,70	6,25	0,76	0,70	0,05
2017	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,42	0,13	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
2017	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	1,77	0,73	13,57	4,55	0,55	0,51	0,04
2017	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	3,38	1,49	44,39	13,61	1,69	1,56	0,10
2017	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	9,76	19,18	56,30	49,65	10,33	10,00	2,39
2017	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	8,41	3,89	121,68	37,34	4,70	4,34	0,30
2017	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	34,36	2,33	29,27	25,25	3,67	3,51	1,66
2017	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	29,79	1,11	0,09	15,57	2,43	2,35	1,54
2017	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	4,56	1,23	29,18	9,69	1,25	1,16	0,12

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2017	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	192,41	286,99	6,15	894,98	14,35	12,83	4,29
2017	H_Aviación	1	A	3	a	1A3a	Aviación civil	3,00	0,23	0,20	4,47	0,02	0,02	0,01
2017	H_Aviación	1	A	3	ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,89	0,03	0,05	0,67	0,01	0,01	0,00
2017	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,89	0,03	0,05	0,67	0,01	0,01	0,00
2017	H_Aviación	1	A	3	aii	1A3aii	Aviación civil nacional	2,11	0,20	0,15	3,80	0,02	0,02	0,01
2017	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	2,11	0,20	0,15	3,80	0,02	0,02	0,01
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	b	1A3b	Transporte terrestre	178,62	285,36	3,48	886,38	13,81	12,33	4,19
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	23,62	24,63	1,59	289,23	0,25	0,25	0,13
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	6,19	6,55	0,50	74,01	0,05	0,05	0,02
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	12,21	13,04	0,88	152,15	0,08	0,08	0,03
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	5,22	5,04	0,20	63,07	0,12	0,12	0,07
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	8,30	6,36	0,28	54,19	0,31	0,31	0,22
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	8,30	6,36	0,28	54,19	0,31	0,31	0,22
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	139,41	16,42	0,49	73,00	5,96	5,96	3,09
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	83,68	9,55	0,16	36,59	4,03	4,03	2,04
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	26,15	4,70	0,21	29,27	1,00	1,00	0,56
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	29,57	2,17	0,12	7,14	0,93	0,93	0,49
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	7,28	205,63	1,13	469,96	4,08	4,08	0,64
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	7,28	205,63	1,13	469,96	4,08	4,08	0,64
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	IE	IE	0,01	IE	IE	IE	IE
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	32,32	NA	NA	NA	NA	NA
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	2,04	1,09	0,11

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2017	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	1,16	0,63	NA
2017	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	1,44	0,13	0,00	0,29	0,04	0,04	0,02
2017	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	9,34	1,26	2,46	3,84	0,48	0,44	0,07
2017	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	9,34	1,26	2,46	3,84	0,48	0,44	0,07
2017	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	21,56	110,33	14,53	656,99	126,20	122,96	15,15
2017	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,38	0,43	0,01	0,54	0,01	0,01	0,00
2017	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,38	0,43	0,01	0,54	0,01	0,01	0,00
2017	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2017	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	11,16	92,57	11,71	621,91	116,59	113,54	13,07
2017	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	11,16	92,57	11,71	621,91	116,59	113,54	13,07
2017	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2017	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	9,01	17,33	2,81	34,54	9,59	9,40	2,08
2017	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	6,21	17,20	2,80	32,86	9,38	9,20	1,93
2017	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	2,80	0,12	0,01	1,68	0,21	0,21	0,15
2017	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2017		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**6,15**	**87,08**	**13,25**	**5,53**	**5,40**	**1,69**	**0,32**
2017	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	73,25	0,00	1,19	4,22	0,62	0,07
2017	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	73,23	NA	NA	3,84	0,46	NE
2017	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,02	0,00	1,19	0,38	0,16	0,07
2017	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	6,15	13,83	13,25	4,34	1,18	1,07	0,25
2017	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	4,53	13,11	11,70	1,70	0,19	0,08	0,00
2017	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	9,33	NE	NA	NA	NA	NA
2017	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	4,53	3,78	11,70	1,70	0,19	0,08	NA
2017	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2017	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	0,00	NE	NA	NA	NA	NA
2017	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	1,62	0,72	1,55	2,64	0,99	0,99	0,25
2017	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**4,28**	**100,05**	**2,27**	**2,26**	**14,73**	**2,80**	**0,05**
2017	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**14,19**	**2,43**	**0,03**
2017	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	1,79	1,00	0,03

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2017	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,57	0,11	0,00
2017	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,17	0,15	0,00
2017	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	0,00	0,00	0,00	0,00	11,66	1,17	0,00
2017	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NA	NA	NA	NA	3,40	0,34	NA
2017	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NA	NA	NA	NA	8,26	0,83	NA
2017	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE
2017	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**3,78**	**2,43**	**1,40**	**0,14**	**0,05**	**0,01**	**0,00**
2017	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,11	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2017	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	2,96	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2017	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,71	2,43	1,40	0,14	0,05	0,01	0,00
2017	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,71	2,43	1,40	0,14	0,05	0,01	0,00
2017	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2017	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,11**	**0,06**	**0,10**	**0,00**	**0,17**	**0,13**	**0,01**
2017	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,11	0,06	0,05	0,00	0,06	0,05	0,00
2017	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,11	0,08	0,01
2017	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,05	NE	0,00	0,00	NE
2017	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2017	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**45,83**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**
2017	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	45,83	NE	NE	NE	NE	NE
2017	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	12,57	NA	NA	NA	NE	NA
2017	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2017	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2017	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2017	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	0,26	NA	NA	NA	NE	NA
2017	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
2017	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2017	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	11,87	NA	NA	NA	NE	NE
2017	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	21,13	NE	NE	NA	NA	NA
2017	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,38**	**51,74**	**0,77**	**2,11**	**0,31**	**0,23**	**0,01**
2017	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,38	0,77	0,77	2,11	0,31	0,23	0,01
2017	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	50,97	NA	NA	NE	NE	NE
2017	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2017	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2017	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manupulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2017	**K_Agricultura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**58,52**	**29,65**	**0,86**	**114,41**	**22,37**	**10,06**	**0,86**
2017	**K_Agricultura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**3,72**	**24,19**	**NA**	**NA**	**4,24**	**0,47**	**NA**
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,11	1,66	NA	NA	0,13	0,08	NA
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,11	1,66	NA	NA	0,13	0,08	NA
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,38	4,03	NA	NA	0,40	0,02	NA
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	3,22	18,49	0,00	0,00	3,71	0,36	0,00
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,07	NA	NA	0,01	0,01	NA
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,19	NA	NA	0,02	0,01	NA
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,05	0,80	NA	NA	0,04	0,03	NA
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,05	NA	NA	0,01	0,00	NA
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	3,16	17,39	NA	NA	3,63	0,32	NA
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,61	7,17	NA	NA	1,74	0,13	NA
2017	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,55	10,22	NA	NA	1,89	0,19	NA
2017	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**50,86**	**4,60**	**NA**	**NA**	**8,35**	**0,32**	**NA**
2017	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	50,86	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2017	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	13,43	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2017	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	1,38	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2017	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	36,05	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2017	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	8,35	0,32	NA
2017	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,60	NA	NA	NA	NA	NA
2017	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**3,95**	**0,86**	**0,86**	**114,41**	**9,78**	**9,26**	**0,86**
2017	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2017	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,42**	**13,82**	**0,46**	**34,08**	**5,05**	**5,05**	**0,34**
2017	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**0,16**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**
2017	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2017	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2017	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2017	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,42**	**13,65**	**0,46**	**34,08**	**5,05**	**5,05**	**0,34**
2017	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,07	0,20	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2017	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2017	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,07	0,20	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2017	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,35	13,45	0,45	34,08	5,05	5,05	0,33
2017	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,35	13,45	0,45	34,08	5,05	5,05	0,33
2017	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,01**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2017	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE
2017	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,01	NA	NA	NE	NE	NE
2017	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5E**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2018	**TOTAL NACIONAL**							**387,67**	**685,43**	**478,14**	**1.882,37**	**221,98**	**186,11**	**29,07**
2018	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**315,25**	**522,40**	**474,26**	**1.731,59**	**180,82**	**168,11**	**27,81**
2018	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**308,67**	**438,61**	**459,96**	**1.725,73**	**175,55**	**166,43**	**27,49**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2018	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	32,51	0,73	136,69	8,58	10,17	7,01	2,47
2018	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	14,71	0,23	119,79	3,13	0,42	0,23	0,01
2018	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	5,18	0,19	0,02	1,49	0,07	0,06	0,01
2018	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	12,62	0,31	16,88	3,97	9,68	6,71	2,45
2018	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	64,42	36,61	303,46	156,33	25,97	24,77	5,63
2018	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	2,33	0,92	23,45	7,38	0,90	0,84	0,06
2018	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,45	0,14	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
2018	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	2,20	1,73	15,59	6,91	1,07	1,02	0,17
2018	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	3,49	1,54	45,46	13,94	1,73	1,60	0,11
2018	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	12,26	25,97	66,75	64,88	13,79	13,37	3,26
2018	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	9,06	4,24	134,43	41,05	5,16	4,77	0,33
2018	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	34,63	2,07	17,77	22,00	3,31	3,19	1,71
2018	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	30,39	1,15	0,09	15,95	2,51	2,44	1,60
2018	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	4,24	0,91	17,68	6,05	0,80	0,75	0,10
2018	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	189,18	291,32	5,55	909,17	14,13	12,59	4,23
2018	H_Aviación	1	A	3	a	1A3a	Aviación civil	3,15	0,24	0,21	4,56	0,02	0,02	0,01
2018	H_Aviación	1	A	3	ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00
2018	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00
2018	H_Aviación	1	A	3	aii	1A3aii	Aviación civil nacional	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2018	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	b	1A3b	Transporte terrestre	178,31	289,70	3,61	900,44	13,83	12,31	4,16
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	23,63	24,57	1,62	287,61	0,25	0,25	0,13
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	6,14	6,49	0,51	73,30	0,05	0,05	0,02
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	12,23	13,04	0,91	151,33	0,09	0,09	0,04
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	5,26	5,04	0,20	62,98	0,12	0,12	0,07
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	8,48	6,39	0,30	54,78	0,32	0,32	0,22
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	8,48	6,39	0,30	54,78	0,32	0,32	0,22
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	138,25	16,17	0,50	72,12	5,87	5,87	3,04
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	82,77	9,38	0,17	36,03	3,96	3,96	2,01
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	26,31	4,66	0,22	29,07	1,00	1,00	0,56
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	29,17	2,13	0,12	7,02	0,91	0,91	0,48
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	7,95	208,35	1,19	485,93	4,10	4,10	0,64
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	7,95	208,35	1,19	485,93	4,10	4,10	0,64
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	IE	IE	0,01	IE	IE	IE	IE
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	34,22	NA	NA	NA	NA	NA
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	2,10	1,12	0,12
2018	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	1,19	0,64	NA
2018	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	1,36	0,12	0,00	0,28	0,04	0,04	0,02
2018	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04
2018	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04
2018	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2018	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	22,55	109,95	14,26	651,64	125,28	122,06	15,16
2018	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,75	0,54	0,02	0,68	0,02	0,02	0,00
2018	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,75	0,54	0,02	0,68	0,02	0,02	0,00
2018	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2018	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	11,25	91,60	11,33	615,32	115,38	112,36	13,07
2018	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	11,25	91,60	11,33	615,32	115,38	112,36	13,07
2018	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2018	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	9,56	17,81	2,92	35,63	9,88	9,68	2,09
2018	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	6,56	17,68	2,91	33,81	9,64	9,46	1,93
2018	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	2,99	0,13	0,01	1,82	0,23	0,23	0,16
2018	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2018		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**6,58**	**83,79**	**14,30**	**5,85**	**5,27**	**1,67**	**0,32**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2018	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	69,55	0,00	1,44	4,11	0,63	0,07
2018	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	69,53	NA	NA	3,65	0,43	NE
2018	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,02	0,00	1,44	0,46	0,19	0,07
2018	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	6,57	14,24	14,30	4,41	1,16	1,04	0,25
2018	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	4,89	13,53	12,63	1,83	0,20	0,09	0,00
2018	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	9,46	NE	NA	NA	NA	NA
2018	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	4,89	4,07	12,63	1,83	0,20	0,09	NA
2018	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2018	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	0,00	NE	NA	NA	NA	NA
2018	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	1,68	0,71	1,67	2,58	0,96	0,96	0,25
2018	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**4,56**	**100,65**	**2,54**	**2,58**	**13,94**	**2,79**	**0,05**
2018	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**13,36**	**2,38**	**0,03**
2018	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	1,88	1,05	0,03
2018	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,56	0,11	0,00
2018	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,17	0,15	0,00
2018	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	0,00	0,00	0,00	0,00	10,74	1,07	0,00
2018	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NA	NA	NA	NA	3,60	0,36	NA
2018	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NA	NA	NA	NA	7,14	0,71	NA
2018	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2018	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**4,01**	**2,25**	**1,56**	**0,17**	**0,06**	**0,02**	**0,00**
2018	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,11	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2018	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	3,05	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2018	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,85	2,25	1,56	0,17	0,06	0,02	0,00
2018	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,85	2,25	1,56	0,17	0,06	0,02	0,00
2018	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2018	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,12**	**0,06**	**0,11**	**0,00**	**0,17**	**0,13**	**0,01**
2018	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,12	0,06	0,05	0,00	0,05	0,04	0,00
2018	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,12	0,08	0,01
2018	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,06	NE	0,00	0,00	NE
2018	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**46,55**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2018	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	46,55	NE	NE	NE	NE	NE
2018	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	10,60	NA	NA	NA	NE	NA
2018	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2018	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2018	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2018	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	0,41	NA	NA	NA	NE	NA
2018	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
2018	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2018	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	13,10	NA	NA	NA	NE	NE
2018	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	22,44	NE	NE	NA	NA	NA
2018	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,44**	**51,80**	**0,87**	**2,40**	**0,35**	**0,26**	**0,01**
2018	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,44	0,87	0,87	2,40	0,35	0,26	0,01
2018	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	50,93	NA	NA	NE	NE	NE
2018	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2018	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2018	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manupulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2018	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**64,23**	**30,05**	**0,84**	**112,12**	**21,88**	**9,88**	**0,84**
2018	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**3,86**	**24,79**	**NA**	**NA**	**4,30**	**0,49**	**NA**
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,13	1,92	NA	NA	0,15	0,10	NA
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,13	1,92	NA	NA	0,15	0,10	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,39	4,14	NA	NA	0,41	0,02	NA
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	3,34	18,73	0,00	0,00	3,73	0,37	0,00
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,07	NA	NA	0,01	0,01	NA
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,16	NA	NA	0,02	0,01	NA
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,05	0,82	NA	NA	0,04	0,03	NA
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,05	NA	NA	0,01	0,00	NA
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	3,28	17,63	NA	NA	3,66	0,32	NA
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,58	6,85	NA	NA	1,66	0,12	NA
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,69	10,78	NA	NA	2,00	0,20	NA
2018	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**56,50**	**4,41**	**NA**	**NA**	**8,01**	**0,31**	**NA**
2018	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	56,50	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2018	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	14,95	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2018	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	1,44	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	40,11	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2018	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	8,01	0,31	NA
2018	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,41	NA	NA	NA	NA	NA
2018	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**3,87**	**0,84**	**0,84**	**112,12**	**9,58**	**9,08**	**0,84**
2018	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2018	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,63**	**32,33**	**0,49**	**36,08**	**5,34**	**5,34**	**0,36**
2018	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**17,85**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2018	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2018	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2018	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2018	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,63**	**14,48**	**0,49**	**36,08**	**5,34**	**5,34**	**0,36**
2018	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,08	0,24	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2018	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2018	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,08	0,24	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2018	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,55	14,24	0,47	36,07	5,34	5,34	0,35
2018	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,55	14,24	0,47	36,07	5,34	5,34	0,35
2018	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,01**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2018	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE
2018	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,01	NA	NA	NE	NE	NE
2018	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5E**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2019	**TOTAL NACIONAL**							**396,64**	**692,50**	**603,84**	**1.894,94**	**224,34**	**187,11**	**28,61**
2019	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**322,13**	**520**	**600**	**1.730**	**181**	**168**	**27**
2019	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**315,56**	**436,85**	**585,66**	**1.724,53**	**175,64**	**166,20**	**26,93**
2019	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	41,31	0,75	291,68	8,78	11,14	7,60	2,47
2019	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	26,78	0,32	275,12	4,32	0,78	0,39	0,01
2019	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	4,35	0,16	0,02	1,26	0,05	0,05	0,01
2019	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	10,18	0,27	16,53	3,21	10,30	7,16	2,45
2019	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	60,67	31,60	273,66	139,83	22,97	21,90	5,05

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2019	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	1,92	0,77	19,71	6,22	0,76	0,71	0,05
2019	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,43	0,13	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
2019	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	1,98	1,62	14,23	6,38	1,00	0,95	0,16
2019	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	3,30	1,46	43,37	13,30	1,65	1,52	0,10
2019	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	10,97	21,97	64,88	56,96	11,86	11,48	2,75
2019	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	7,97	3,68	116,17	35,47	4,45	4,11	0,28
2019	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	34,10	1,96	15,29	21,33	3,25	3,13	1,71
2019	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	30,57	1,15	0,09	16,06	2,53	2,45	1,62
2019	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	3,54	0,81	15,20	5,27	0,72	0,68	0,10
2019	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	190,58	292,23	5,76	914,80	14,21	12,64	4,25
2019	H_Aviación	1	A	3	a	1A3a	Aviación civil	3,15	0,24	0,21	4,56	0,02	0,02	0,01
2019	H_Aviación	1	A	3	ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00
2019	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00
2018	H_Aviación	1	A	3	aii	1A3aii	Aviación civil nacional	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01
2019	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	b	1A3b	Transporte terrestre	179,70	290,61	3,82	906,07	13,91	12,36	4,17
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	23,83	24,75	1,71	289,05	0,26	0,26	0,13
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	6,18	6,53	0,54	73,60	0,05	0,05	0,02

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	12,37	13,17	0,97	152,43	0,09	0,09	0,04
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	5,28	5,05	0,21	63,03	0,12	0,12	0,08
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	8,56	6,40	0,32	54,99	0,32	0,32	0,23
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	8,56	6,40	0,32	54,99	0,32	0,32	0,23
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	139,21	16,17	0,52	72,18	5,87	5,87	3,05
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	83,33	9,38	0,18	36,08	3,96	3,96	2,01
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	26,48	4,66	0,22	29,07	1,00	1,00	0,56
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	29,40	2,13	0,12	7,03	0,91	0,91	0,48
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	8,11	209,07	1,26	489,85	4,11	4,11	0,64
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	8,11	209,07	1,26	489,85	4,11	4,11	0,64
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	IE	IE		IE	IE	IE	IE
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	34,22	NA	NA	NA	NA	NA
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	2,14	1,14	0,12
2019	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	1,21	0,65	NA
2019	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	1,36	0,12	0,00	0,28	0,04	0,04	0,02
2019	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04
2018	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04
2019	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	23,00	112,27	14,57	661,12	127,32	124,05	15,16

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2019	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,60	0,50	0,01	0,63	0,02	0,02	0,00
2019	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,60	0,50	0,01	0,63	0,02	0,02	0,00
2019	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2019	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	11,47	92,66	11,37	622,38	116,71	113,66	13,07
2019	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	11,47	92,66	11,37	622,38	116,71	113,66	13,07
2019	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2019	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	9,94	19,11	3,19	38,11	10,59	10,38	2,09
2019	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	6,95	18,99	3,18	36,29	10,35	10,15	1,93
2019	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	2,99	0,13	0,01	1,82	0,23	0,23	0,16
2019	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2019		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**6,57**	**83,31**	**14,33**	**5,79**	**5,20**	**1,63**	**0,32**
2019	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	68,87	0,00	1,47	4,08	0,62	0,07
2019	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	68,85	NA	NA	3,61	0,43	NE
2019	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,02	0,00	1,47	0,47	0,19	0,07

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2018	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	6,57	14,44	14,33	4,33	1,12	1,01	0,25
2019	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	4,90	13,76	12,66	1,84	0,20	0,09	0,00
2019	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	9,68	NE	NA	NA	NA	NA
2019	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	4,90	4,08	12,66	1,84	0,20	0,09	NA
2019	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2019	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	0,00	NE	NA	NA	NA	NA
2019	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	1,67	0,68	1,67	2,49	0,92	0,92	0,25
2019	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**4,38**	**108,10**	**2,42**	**2,52**	**14,42**	**2,84**	**0,05**
2019	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**13,85**	**2,43**	**0,03**
2019	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	1,88	1,05	0,03
2019	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,56	0,11	0,00
2019	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,17	0,15	0,00
2019	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	0,00	0,00	0,00	0,00	11,23	1,12	0,00
2019	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NA	NA	NA	NA	3,73	0,37	NA
2019	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NA	NA	NA	NA	7,49	0,75	NA
2019	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE
2019	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2019	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**3,82**	**2,49**	**1,44**	**0,14**	**0,05**	**0,01**	**0,00**
2019	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,10	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2018	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	3,02	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2019	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,71	2,49	1,44	0,14	0,05	0,01	0,00
2019	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,71	2,49	1,44	0,14	0,05	0,01	0,00
2019	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2019	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,13**	**0,06**	**0,11**	**0,00**	**0,18**	**0,13**	**0,01**
2019	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,13	0,06	0,06	0,00	0,06	0,05	0,00
2019	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,11	0,08	0,01
2019	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,05	NE	0,00	0,00	NE
2019	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**55,43**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2019	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	55,43	NE	NE	NE	NE	NE
2019	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	16,04	NA	NA	NA	NE	NA
2018	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2019	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2019	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2019	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	1,61	NA	NA	NA	NE	NA
2019	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
2019	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2019	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	14,51	NA	NA	NA	NE	NE
2019	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	23,27	NE	NE	NA	NA	NA
2019	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,43**	**50,12**	**0,86**	**2,38**	**0,35**	**0,26**	**0,01**
2019	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,43	0,86	0,86	2,38	0,35	0,26	0,01
2019	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	49,26	NA	NA	NE	NE	NE
2019	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2019	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2019	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manupulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2019	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**66,42**	**32,59**	**0,94**	**125,18**	**23,62**	**10,98**	**0,94**
2019	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**4,13**	**27,12**	**NA**	**NA**	**4,71**	**0,53**	**NA**
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,14	1,97	NA	NA	0,15	0,10	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,14	1,97	NA	NA	0,15	0,10	NA
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2018	K_Agricultrura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,46	4,92	NA	NA	0,49	0,03	NA
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	3,53	20,23	0,00	0,00	4,06	0,40	0,00
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,08	NA	NA	0,01	0,01	NA
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,16	NA	NA	0,02	0,01	NA
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,05	0,86	NA	NA	0,04	0,03	NA
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,05	NA	NA	0,01	0,00	NA
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	3,47	19,08	NA	NA	3,98	0,35	NA
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,67	7,87	NA	NA	1,91	0,14	NA
2019	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,80	11,21	NA	NA	2,08	0,21	NA
2019	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**57,98**	**4,53**	**NA**	**NA**	**8,21**	**0,32**	**NA**
2019	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	57,98	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2019	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	15,03	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2019	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	1,70	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	41,24	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	8,21	0,32	NA
2019	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,53	NA	NA	NA	NA	NA
2019	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**4,32**	**0,94**	**0,94**	**125,18**	**10,70**	**10,13**	**0,94**
2019	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2019	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,70**	**31,66**	**0,50**	**36,92**	**5,47**	**5,47**	**0,37**
2019	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**16,93**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**
2019	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2019	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2018	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2019	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,70**	**14,73**	**0,50**	**36,92**	**5,47**	**5,47**	**0,37**
2019	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,07	0,15	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2019	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2019	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,07	0,15	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
2019	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,63	14,57	0,49	36,92	5,47	5,47	0,36
2019	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,63	14,57	0,49	36,92	5,47	5,47	0,36
2019	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,01**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2019	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE
2019	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,01	NA	NA	NE	NE	NE
2019	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5E**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2020	**TOTAL NACIONAL**							**339,28**	**573,70**	**583,83**	**1.657,81**	**216,90**	**183,45**	**27,35**
2020	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**276,16**	**395**	**580**	**1.512**	**177**	**166**	**26**
2020	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**270,63**	**338,99**	**567,71**	**1.506,88**	**173,83**	**164,55**	**25,79**
2020	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	39,56	0,75	248,41	8,77	10,57	7,21	2,47

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2020	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	21,69	0,25	230,92	3,25	0,66	0,33	0,01
2020	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	4,97	0,18	0,02	1,44	0,06	0,06	0,01
2020	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	12,90	0,32	17,46	4,07	9,84	6,83	2,45
2020	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	62,69	32,09	299,83	147,10	23,78	22,63	5,05
2020	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	2,47	1,00	26,28	8,26	1,02	0,94	0,07
2020	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,45	0,14	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
2020	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	2,19	1,70	14,96	6,68	1,03	0,98	0,16
2020	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	3,37	1,48	43,52	13,37	1,66	1,53	0,10
2020	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	10,90	21,55	65,08	56,22	11,66	11,28	2,69
2020	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	8,84	4,10	130,42	39,77	4,99	4,61	0,31
2020	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	34,48	2,12	19,57	22,63	3,41	3,28	1,72
2020	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	30,48	1,15	0,09	16,00	2,52	2,44	1,61
2020	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	4,01	0,96	19,48	6,63	0,90	0,84	0,11
2020	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	145,83	196,20	5,21	699,37	14,21	12,64	4,25
2020	H_Aviación	1	A	3	a	1A3a	Aviación civil	3,15	0,24	0,21	4,56	0,02	0,02	0,01
2020	H_Aviación	1	A	3	ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00
2020	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00
2020	H_Aviación	1	A	3	aii	1A3aii	Aviación civil nacional	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2020	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	b	1A3b	Transporte terrestre	134,95	194,57	3,28	690,64	13,91	12,36	4,17
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	12,35	21,40	1,46	73,60	0,26	0,26	0,13
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	4,01	7,34	0,46	73,60	0,05	0,05	0,02
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	6,33	11,75	0,82	0,00	0,09	0,09	0,04
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	2,01	2,32	0,18	0,00	0,12	0,12	0,08
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	6,89	3,35	0,27	55,02	0,32	0,32	0,23
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	6,89	3,35	0,27	55,02	0,32	0,32	0,23
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	102,83	4,53	0,46	72,18	5,87	5,87	3,05
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	36,16	1,48	0,15	0,00	3,96	3,96	2,01
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	38,23	2,03	0,20	0,00	1,00	1,00	0,56
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	28,44	1,02	0,11	0,00	0,91	0,91	0,48
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	12,89	165,28	1,08	489,85	4,11	4,11	0,64
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	12,89	165,28	1,08	489,85	4,11	4,11	0,64
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	IE	IE		IE	IE	IE	IE
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	0,00	NA	NA	NA	NA	NA
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	2,14	1,14	0,12
2020	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	1,21	0,65	NA
2020	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	1,36	0,12	0,00	0,28	0,04	0,04	0,02
2020	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2020	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04
2020	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	22,55	109,95	14,26	651,64	125,28	122,06	14,03
2020	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,75	0,54	0,02	0,68	0,02	0,02	0,00
2020	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,75	0,54	0,02	0,68	0,02	0,02	0,00
2020	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2020	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	11,25	91,60	11,33	615,32	115,38	112,36	11,19
2020	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	11,25	91,60	11,33	615,32	115,38	112,36	11,19
2020	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2020	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	9,56	17,81	2,92	35,63	9,88	9,68	2,83
2020	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	6,56	17,68	2,91	33,81	9,64	9,46	2,67
2020	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	2,99	0,13	0,01	1,82	0,23	0,23	0,16
2020	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2020		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2020	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**5,53**	**56,08**	**12,30**	**4,79**	**3,55**	**1,15**	**0,32**
2020	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	43,58	0,00	1,56	2,78	0,48	0,07
2020	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	43,55	NA	NA	2,29	0,27	NE
2020	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,03	0,00	1,56	0,50	0,21	0,07
2020	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	5,53	12,51	12,30	3,23	0,76	0,67	0,25
2020	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	4,20	12,06	10,86	1,58	0,17	0,08	0,00
2020	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	8,56	NE	NA	NA	NA	NA
2020	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	4,20	3,50	10,86	1,58	0,17	0,08	NA
2020	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2020	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	0,00	NE	NA	NA	NA	NA
2020	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	1,32	0,45	1,44	1,65	0,59	0,59	0,25
2020	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**4,64**	**122,64**	**2,51**	**2,51**	**14,35**	**2,93**	**0,05**
2020	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**13,78**	**2,53**	**0,04**
2020	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	2,09	1,16	0,03
2020	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,72	0,14	0,00
2020	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,19	0,15	0,00

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2020	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	0,00	0,00	0,00	0,00	10,78	1,08	0,00
2020	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NA	NA	NA	NA	3,26	0,33	NA
2020	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NA	NA	NA	NA	7,52	0,75	NA
2020	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE
2020	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**4,10**	**2,50**	**1,56**	**0,17**	**0,05**	**0,02**	**0,00**
2020	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,10	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2020	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	3,16	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2020	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,84	2,50	1,56	0,17	0,05	0,02	0,00
2020	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,84	2,50	1,56	0,17	0,05	0,02	0,00
2020	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2020	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,12**	**0,06**	**0,09**	**0,00**	**0,17**	**0,13**	**0,01**
2020	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,12	0,06	0,05	0,00	0,07	0,05	0,00
2020	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,11	0,08	0,01
2020	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,04	NE	0,00	0,00	NE
2020	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2020	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**70,79**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**
2020	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	70,79	NE	NE	NE	NE	NE
2020	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	18,61	NA	NA	NA	NE	NA
2020	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2020	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2020	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2020	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	15,77	NA	NA	NA	NE	NA
2020	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
2020	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2020	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	14,41	NA	NA	NA	NE	NE
2020	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	22,00	NE	NE	NA	NA	NA
2020	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,43**	**49,29**	**0,85**	**2,34**	**0,34**	**0,26**	**0,01**
2020	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,43	0,85	0,85	2,34	0,34	0,26	0,01
2020	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	48,44	NA	NA	NE	NE	NE
2020	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2020	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2020	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manupulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2020	**K_Agricultura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**54,64**	**23,56**	**0,79**	**105,96**	**19,59**	**9,25**	**0,79**
2020	**K_Agricultura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**2,91**	**18,75**	**NA**	**NA**	**3,24**	**0,39**	**NA**
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,11	1,57	NA	NA	0,12	0,08	NA
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,11	1,57	NA	NA	0,12	0,08	NA
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,24	2,56	NA	NA	0,26	0,02	NA
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	2,55	14,62	0,00	0,00	2,86	0,29	0,00
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,03	NA	NA	0,00	0,00	NA
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,19	NA	NA	0,02	0,01	NA
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,06	0,94	NA	NA	0,05	0,03	NA
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,06	NA	NA	0,01	0,00	NA
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	2,48	13,40	NA	NA	2,78	0,25	NA
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,45	5,28	NA	NA	1,28	0,10	NA
2020	K_Agricultura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,03	8,12	NA	NA	1,50	0,15	NA
2020	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**48,08**	**4,02**	**NA**	**NA**	**7,30**	**0,28**	**NA**
2020	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	48,08	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2020	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	11,51	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2020	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	0,97	NA	NA	NA	NA	NA	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2020	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	35,60	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2020	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	7,30	0,28	NA
2020	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,02	NA	NA	NA	NA	NA
2020	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**3,65**	**0,79**	**0,79**	**105,96**	**9,06**	**8,58**	**0,79**
2020	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2020	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,84**	**32,41**	**0,52**	**37,66**	**5,57**	**5,57**	**0,39**
2020	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**17,37**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**
2020	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2020	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2020	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2020	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,84**	**15,04**	**0,52**	**37,66**	**5,57**	**5,57**	**0,39**
2020	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,14	0,18	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02
2020	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2020	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,14	0,18	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02
2020	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,71	14,86	0,50	37,65	5,57	5,57	0,37
2020	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,71	14,86	0,50	37,65	5,57	5,57	0,37
2020	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,01**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2020	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2020	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,01	NA	NA	NE	NE	NE
2020	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5E**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2021	**TOTAL NACIONAL**							**388,25**	**659,80**	**504,44**	**1.927,67**	**223,56**	**194,93**	**28,97**
2021	**A_Energía pública**	**1**				**1**	**ENERGÍA**	**312,79**	**471**	**500**	**1.761**	**188**	**175**	**28**
2021	**A_Energía pública**	**1**	**A**			**1A**	**Actividades de quema de combustible**	**306,72**	**409,50**	**486,90**	**1.755,89**	**183,94**	**173,87**	**27,22**
2021	A_Energía pública	1	A	1		1A1	Industrias de la energía	31,74	0,71	157,66	8,13	12,77	8,83	2,47
2021	A_Energía pública	1	A	1	a	1A1a	Electricidad pública y producción de calor	16,66	0,25	139,04	3,51	0,44	0,23	0,01
2021	B_Industria	1	A	1	b	1A1b	Refinación de petróleo	4,68	0,17	0,02	1,35	0,06	0,06	0,01
2021	B_Industria	1	A	1	c	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	10,40	0,28	18,60	3,27	12,28	8,54	2,45
2021	B_Industria	1	A	2		1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	64,02	34,42	308,41	153,57	25,09	23,89	5,34
2021	B_Industria	1	A	2	a	1A2a	Hierro y acero	2,66	1,13	31,88	9,90	1,22	1,13	0,08
2021	B_Industria	1	A	2	b	1A2b	Metales no ferrosos	0,53	0,17	0,00	0,21	0,01	0,01	0,00
2021	B_Industria	1	A	2	c	1A2c	Productos químicos	2,25	1,78	16,02	7,10	1,10	1,05	0,17
2021	B_Industria	1	A	2	d	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	3,62	1,60	47,39	14,54	1,80	1,67	0,11
2021	B_Industria	1	A	2	e	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	11,88	23,73	70,78	61,75	12,83	12,42	2,96
2021	B_Industria	1	A	2	f	1A2f	Minerales no metálicos	8,52	3,95	125,24	38,21	4,79	4,43	0,30
2021	B_Industria	1	A	2	g	1A2g	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes	34,55	2,05	17,09	21,86	3,33	3,20	1,72
2021	I_Fuera de ruta	1	A	2	gvii	1A2gvii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles	30,39	1,15	0,09	15,95	2,51	2,44	1,60

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2021	B_Industria	1	A	2	gviii	1A2gviii	Combustión en Industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes estacionarias	4,16	0,90	17,00	5,91	0,81	0,76	0,11
2021	H_Aviación	1	A	3		1A3	Transporte	185,75	255,63	6,23	914,80	14,21	12,64	4,25
2021	H_Aviación	1	A	3	A	1A3a	Aviación civil	3,15	0,24	0,21	4,56	0,02	0,02	0,01
2021	H_Aviación	1	A	3	Ai	1A3ai	Aviación civil internacional	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00
2021	H_Aviación	1	A	3	ai(i)	1A3ai(i)	Aviación civil (Internacional, LTO)	0,95	0,03	0,06	0,70	0,01	0,01	0,00
2021	H_Aviación	1	A	3	Aii	1A3aii	Aviación civil nacional	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01
2021	H_Aviación	1	A	3	aii(i)	1A3aii(i)	Aviación civil (Domestico, LTO)	2,20	0,20	0,16	3,86	0,02	0,02	0,01
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	B	1A3b	Transporte terrestre	174,87	254,01	4,29	906,07	13,91	12,36	4,17
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	Bi	1A3bi	Transporte terrestre: Vehículos de pasajeros	15,99	27,73	1,91	289,05	0,26	0,26	0,13
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi3	1A3bi3	Automóviles particulares, diplomáticos y oficiales	5,16	9,46	0,60	73,60	0,05	0,05	0,02
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi4	1A3bi4	Automóviles servicio público	8,21	15,25	1,08	152,43	0,09	0,09	0,04
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	bi5	1A3bi5	Camperos	2,62	3,02	0,24	63,03	0,12	0,12	0,08
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	Bii	1A3bii	Transporte terrestre: Vehículos ligeros	8,98	4,38	0,36	54,99	0,32	0,32	0,23
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	bii3	1A3bii3	Camionetas	8,98	4,38	0,36	54,99	0,32	0,32	0,23
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	Biii	1A3biii	Transporte terrestre: Vehículos pesados y buses	133,07	5,89	0,60	72,18	5,87	5,87	3,05
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii1	1A3biii1	Buses	46,75	1,92	0,20	36,08	3,96	3,96	2,01
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii2	1A3biii2	Camiones y volquetas	49,49	2,64	0,26	29,07	1,00	1,00	0,56
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	biii3	1A3biii3	Tractocamiones	36,83	1,32	0,14	7,03	0,91	0,91	0,48
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	Biv	1A3biv	Transporte terrestre: Motocicletas	16,84	216,01	1,42	489,85	4,11	4,11	0,64

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv1	1A3biv1	Motos	16,84	216,01	1,41	489,85	4,11	4,11	0,64
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	biv2	1A3biv2	Otros	152,08	1,95	0,01	IE	IE	IE	IE
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	bv	1A3bv	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	NA	0,00	NA	NA	NA	NA	NA
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvi	1A3bvi	Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	2,14	1,14	0,12
2021	F_Transporte terrestre	1	A	3	bvii	1A3bvii	Desgaste de vías	NA	NA	NA	NA	1,21	0,65	NA
2021	I_Fuera de ruta	1	A	3	c	1A3c	Ferrocarriles	1,36	0,12	0,00	0,28	0,04	0,04	0,02
2021	G_Navegación	1	A	3	d	1A3d	Navegación marítima y fluvial	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04
2021	G_Navegación	1	A	3	dii	1A3dii	Navegación marítima y fluvial nacional	6,37	1,27	1,72	3,89	0,24	0,22	0,04
2021	I_Fuera de ruta	1	A	3	e	1A3e	Otro tipo de transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	I_Fuera de ruta	1	A	3	ei	1A3ei	Transporte por gasoductos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	I_Fuera de ruta	1	A	3	eii	1A3eii	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4		1A4	Otros sectores	25,21	118,75	14,61	679,39	131,87	128,51	15,16
2021	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	a	1A4a	Comercial/Institucional	1,42	0,44	0,01	0,56	0,01	0,01	0,00
2021	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ai	1A4ai	Comercial/Institucional: Estacionaria	1,42	0,44	0,01	0,56	0,01	0,01	0,00
2021	I_Fuera de ruta	1	A	4	aii	1A4aii	Comercial/Institucional: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2021	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	b	1A4b	Residencial	12,02	93,96	10,40	630,73	118,42	115,32	13,07
2021	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	bi	1A4bi	Residencial: Estacionaria	12,02	93,96	10,40	630,73	118,42	115,32	13,07
2021	I_Fuera de ruta	1	A	4	bii	1A4bii	Residencial: Móviles	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2021	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	c	1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca	11,77	24,35	4,19	48,10	13,44	13,18	2,09

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2021	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	4	ci	1A4ci	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Estacionaria	8,77	24,22	4,18	46,27	13,20	12,95	1,93
2021	I_Fuera de ruta	1	A	4	cii	1A4cii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Vehículos fuera de ruta y otra maquinaria	2,99	0,13	0,01	1,82	0,23	0,23	0,16
2021	I_Fuera de ruta	1	A	4	ciii	1A4ciii	Agricultura/Silvicultura/Pesca: Pesca nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2021		1	A	5		1A5	Otras fuentes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	C_Combustión estacionaria: Otros	1	A	5	a	1A5a	Estacionaria	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	I_Fuera de ruta	1	A	5	b	1A5b	Móviles	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	**D_Fugitivas**	**1**	**B**			**1B**	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**6,07**	**61,06**	**13,57**	**5,29**	**3,86**	**1,22**	**0,32**
2021	D_Fugitivas	1	B	1		1B1	Combustibles sólidos	0,00	47,36	0,00	1,88	3,08	0,54	0,07
2021	D_Fugitivas	1	B	1	a	1B1a	Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	47,33	NA	NA	2,48	0,30	NE
2021	D_Fugitivas	1	B	1	b	1B1b	Transformación de combustibles sólidos	0,00	0,03	0,00	1,88	0,60	0,25	0,07
2021	D_Fugitivas	1	B	1	c	1B1c	Otras emisiones fugitivas de combustibles sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	D_Fugitivas	1	B	2		1B2	Petróleo y gas natural	6,06	13,70	13,56	3,41	0,78	0,67	0,25
2021	D_Fugitivas	1	B	2	a	1B2a	Petróleo	4,64	11,91	11,98	1,74	0,19	0,08	0,00
2021	D_Fugitivas	1	B	2	ai	1B2ai	Exploración, producción y transporte	NA	8,05	NE	NA	NA	NA	NA
2021	D_Fugitivas	1	B	2	aiv	1B2aiv	Refinación y almacenamiento	4,64	3,86	11,98	1,74	0,19	0,08	NA
2021	D_Fugitivas	1	B	2	av	1B2av	Distribución de productos de petróleo	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA
2021	D_Fugitivas	1	B	2	b	1B2b	Gas natural (exploración, producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento, distribución y otros)	NA	1,34	NE	NA	NA	NA	NA
2021	D_Fugitivas	1	B	2	c	1B2c	Ventilación y quema	1,43	0,45	1,58	1,67	0,59	0,59	0,25

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2021	D_Fugitivas	1	B	2	d	1B2d	Otras emisiones fugitivas de producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	**B_Industria**	**2**				**2**	**PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS**	**4,64**	**122,64**	**2,51**	**2,51**	**6,38**	**3,16**	**0,09**
2021	**B_Industria**	**2**	**A**			**2A**	**Industria de los minerales**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**5,81**	**2,76**	**0,07**
2021	B_Industria	2	A	1		2A1	Producción de cemento	NE	NE	NE	NE	2,09	1,16	0,03
2021	B_Industria	2	A	2		2A2	Producción de cal	NE	NE	NE	NE	0,72	0,14	0,00
2021	B_Industria	2	A	3		2A3	Producción de vidrio	NE	NE	NE	NE	0,19	0,15	0,00
2021	B_Industria	2	A	5		2A5	Otra industria	0,00	0,00	0,00	0,00	2,81	1,30	0,04
2021	B_Industria	2	A	5	a	2A5a	Cantería y minería de minerales diferentes al carbón	NE	NE	NE	NE	2,09	1,16	0,03
2021	B_Industria	2	A	5	b	2A5b	Construcciones y demoliciones	NE	NE	NE	NE	0,72	0,14	0,00
2021	B_Industria	2	A	5	c	2A5c	Almacenamiento, manejo y transporte de productos minerales	NE	NE	NE	NE	0,19	0,15	0,00
2021	B_Industria	2	A	6		2A6	Otros productos minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	**B_Industria**	**2**	**B**			**2B**	**Industria química**	**4,10**	**2,50**	**1,56**	**0,17**	**0,05**	**0,02**	**0,00**
2021	B_Industria	2	B	1		2B1	Producción de amoníaco	0,10	NE	NE	0,01	NA	NE	NA
2021	B_Industria	2	B	2		2B2	Producción de ácido nítrico	3,16	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2021	B_Industria	2	B	3		2B3	Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	B_Industria	2	B	5		2B5	Producción de carburo	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	B_Industria	2	B	7		2B7	Producción de ceniza de sosa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	B_Industria	2	B	10		2B10	Otros	0,84	2,50	1,56	0,17	0,05	0,02	0,00
2021	B_Industria	2	B	10	a	2B10a	Otra industria química	0,84	2,50	1,56	0,17	0,05	0,02	0,00
2021	B_Industria	2	B	10	b	2B10b	Almacenamiento, manejo y transporte de productos químicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2021	**B_Industria**	**2**	**C**			**2C**	**Industria de los metales**	**0,12**	**0,06**	**0,09**	**0,00**	**0,17**	**0,13**	**0,01**
2021	B_Industria	2	C	1		2C1	Producción de hierro y acero	0,12	0,06	0,05	0,00	0,07	0,05	0,00
2021	B_Industria	2	C	2		2C2	Producción Ferroaleaciones	NE	NE	NE	NE	0,11	0,08	0,01
2021	B_Industria	2	C	3		2C3	Producción de aluminio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	B_Industria	2	C	4		2C4	Producción de magnesio	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	B_Industria	2	C	5		2C5	Producción de plomo	NE	NE	0,04	NE	0,00	0,00	NE
2021	B_Industria	2	C	6		2C6	Producción de zinc	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	B_Industria	2	C	7		2C7	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	B_Industria	2	C	7	a	2C7a	Producción de cobre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	B_Industria	2	C	7	b	2C7b	Producción de níquel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	B_Industria	2	C	7	c	2C7c	Producción de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	B_Industria	2	C	7	d	2C7d	Almacenamiento, manejo y transporte de otros metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	**B_Industria**	**2**	**D**			**2D**	**Uso de solventes y productos**	**NE**	**70,79**	**NE**	**NE**	**NA**	**NE**	**NE**
2021	B_Industria	2	D	3		2D3	Uso de solventes	NE	70,79	NE	NE	NE	NE	NE
2021	B_Industria	2	D	3	a	2D3a	Uso doméstico de solventes, incluidos fungicidas	NA	18,61	NA	NA	NA	NE	NA
2021	B_Industria	2	D	3	b	2D3b	Pavimentación de vías con asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NA
2021	B_Industria	2	D	3	c	2D3c	Cubierta de asfalto	NE	NE	NA	NE	NE	NE	NE
2021	B_Industria	2	D	3	d	2D3d	Aplicación de revestimiento	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA
2021	B_Industria	2	D	3	e	2D3e	Desengrasantes	NA	15,77	NA	NA	NA	NE	NA
2021	B_Industria	2	D	3	f	2D3f	Limpieza en seco	NA	NE	NA	NA	NA	NE	NA
2021	B_Industria	2	D	3	g	2D3g	Productos químicos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2021	B_Industria	2	D	3	h	2D3h	Impresión	NA	14,41	NA	NA	NA	NE	NE

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2021	B_Industria	2	D	3	i	2D3i	Otro uso de solventes y productos	NE	22,00	NE	NE	NA	NA	NA
2021	**B_Industria**	**2**	**H**			**2H**	**Otros**	**0,43**	**49,29**	**0,85**	**2,34**	**0,34**	**0,26**	**0,01**
2021	B_Industria	2	H	1		2H1	Industria de pulpa y papel (Kraft)	0,43	0,85	0,85	2,34	0,34	0,26	0,01
2021	B_Industria	2	H	2		2H2	Industria de la alimentación y bebidas	NA	48,44	NA	NA	NE	NE	NE
2021	B_Industria	2	H	3		2H3	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	**B_Industria**	**2**	**I**			**2I**	**Procesamiento de madera**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2021	**B_Industria**	**2**	**K**			**2K**	**Consumo de contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2021	**B_Industria**	**2**	**L**			**2L**	**Otra producción, consumo, almacenamiento, transporte o manupulación de productos granel**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2021	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**				**3**	**AGRICULTURA**	**66,94**	**31,24**	**0,94**	**125,76**	**23,72**	**11,03**	**0,94**
2021	**K_Agricultrura y ganadería**	**3**	**B**			**3B**	**GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**	**4,04**	**25,64**	**NA**	**NA**	**4,51**	**0,52**	**NA**
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1		3B1	Total ganado bovino	0,15	2,07	NA	NA	0,16	0,11	NA
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	a	3B1a	Ganado bovino lechero	0,15	2,07	NA	NA	0,16	0,11	NA
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	1	b	3B1b	Ganado bovino no lechero	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	2		3B2	Ovinos	0,00	0,00	NA	NA	0,00	0,00	NA
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	3		3B3	Porcinos	0,34	3,44	NA	NA	0,34	0,02	NA
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4		3B4	Otros	3,55	20,13	0,00	0,00	4,01	0,40	0,00
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	a	3B4a	Búfalos	0,00	0,09	NA	NA	0,01	0,01	NA
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	d	3B4d	Caprinos	0,00	0,18	NA	NA	0,02	0,01	NA
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	e	3B4e	Caballos	0,06	0,97	NA	NA	0,05	0,03	NA
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	f	3B4f	Mulas y asnos	0,01	0,05	NA	NA	0,01	0,00	NA

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	g	3B4g	Aves	3,48	18,84	NA	NA	3,92	0,35	NA
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gi	3B4gi	Gallinas ponedoras	0,63	7,47	NA	NA	1,81	0,14	NA
2021	K_Agricultrura y ganadería	3	B	4	gii	3B4gii	Pollos engorde	2,84	11,37	NA	NA	2,11	0,21	NA
2021	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**D**			**3D**	**PRODUCCIÓN DE CULTIVOS Y SUELOS AGRÍCOLAS**	**58,56**	**4,67**	**NA**	**NA**	**8,46**	**0,33**	**NA**
2021	L_Agricultura - Otros	3	D	a		3Da	Suelos agrícolas	58,56	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2021	L_Agricultura - Otros	3	D	a	1	3Da1	Fertilizantes Inorgánicos	14,81	NA	NA	NA	NE	NE	NA
2021	L_Agricultura - Otros	3	D	a	2a	3Da2a	Estiércol de ganado aplicado a suelos	1,22	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	L_Agricultura - Otros	3	D	a	3	3Da3	Orina y estiércol depositados por el pastoreo del ganado	42,52	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2021	L_Agricultura - Otros	3	D	c		3Dc	Operaciones agrícolas	NA	NA	NA	NA	8,46	0,33	NA
2021	L_Agricultura - Otros	3	D	e		3De	Cultivos en pie	NA	4,67	NA	NA	NA	NA	NA
2021	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**F**			**3F**	**QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS**	**4,34**	**0,94**	**0,94**	**125,76**	**10,75**	**10,18**	**0,94**
2021	**L_Agricultura - Otros**	**3**	**I**			**3I**	**Otros procesos de agricultura**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
2021	**J_Residuos**	**5**				**5**	**RESIDUOS**	**3,89**	**35,35**	**0,53**	**38,22**	**5,66**	**5,66**	**0,39**
2021	**J_Residuos**	**5**	**A**			**5A**	**Eliminación de desechos sólidos**	**NA**	**20,09**	**NA**	**NE**	**0,00**	**0,00**	**NA**
2021	**J_Residuos**	**5**	**B**			**5B**	**Tratamiento biológico de los desechos sólidos**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2021	J_Residuos	5	B	1		5B1	Compostaje	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2021	J_Residuos	5	B	2		5B2	Biogás de digestión anaeróbica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2021	**J_Residuos**	**5**	**C**			**5C**	**Incineración e incineración abierta de desechos**	**3,89**	**15,26**	**0,53**	**38,22**	**5,66**	**5,66**	**0,39**
2021	J_Residuos	5	C	1		5C1	Incineración de desechos	0,13	0,18	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02
2021	J_Residuos	5	C	1	a	5C1a	Incineración de residuos municipales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

AÑO	Sectores NFR							Gases				Material particulado		
								NO_X	COVDM	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$	CN
	Agregación NFR	SECTOR	CAPÍTULO	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	Código NFR	Nombre	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2021	J_Residuos	5	C	1	b	5C1b	Incineración de residuos industriales, incluidos residuos peligrosos y lodos	0,13	0,18	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02
2021	J_Residuos	5	C	2		5C2	Incineración abierta de desechos	3,76	15,08	0,50	38,20	5,66	5,66	0,38
2021	J_Residuos	5	C	2	a	5C2a	Incineración abierta de desechos domésticos	3,76	15,08	0,50	38,20	5,66	5,66	0,38
2021	**J_Residuos**	**5**	**D**			**5D**	**Tratamiento y eliminación de aguas residuales**	**NA**	**0,00**	**NA**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
2021	J_Residuos	5	D	1		5D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	NA	NE	NA	NA	NE	NE	NE
2021	J_Residuos	5	D	2		5D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	NA	0,00	NA	NA	NE	NE	NE
2021	**J_Residuos**	**5**	**E**			**5E**	**Otros**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**

Listado de Tablas

Tabla 1. Resumen de flexibilidades empleadas en el Informe del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de gases de efecto invernadero (1990-2021) 18
Tabla 2. Reportes e inventarios nacionales de GEI de Colombia entregados a la CMNUCC 20
Tabla 3. Roles de profesionales y responsabilidades claves asociadas en el proceso de elaboración del INGEI 24
Tabla 4. Actividades e instrumentos técnicos empleados en la preparación del INGEI 24
Tabla 5. Descripción de los instrumentos asociados a la preparación del INGEI 25
Tabla 6. Ecuaciones IPCC, 2006 e IPCC, 2019 empleadas para estimar las emisiones por sector 34
Tabla 7. Potenciales de calentamiento empleados 36
Tabla 8. Métodos y fuentes de información utilizadas en el inventario 38
Tabla 9. Categorías clave del INGEI con LULUCF 51
Tabla 10. Categorías clave del INGEI sin LULUCF 52
Tabla 11. Aplicación de la gestión de calidad en las fases del ciclo del INGEI. Fuente: Protocolo CC/AC INGEI 54
Tabla 12. Etapas de Control de Calidad definidas por etapas de elaboración de INGEI 54
Tabla 13. Aspectos mínimos por considerar en el proceso de aseguramiento de calidad 55
Tabla 14. Reporte de Incertidumbre del INGEI, año 2021 y de la tendencia 1990-2021 58
Tabla 15. Reporte de Incertidumbre del INGEI por sector y total, 1990-2021 66
Tabla 16. Subcategorías No Estimadas (NE) 74
Tabla 17. Subcategorías Estimadas en Otro lugar (IE) 77
Tabla 18. Avances en la implementación del plan de mejora 79
Tabla 19. Tendencia de emisiones GEI para el año 2021 85
Tabla 20. Emisiones GEI en kt CO_2eq por sector IPCC 87
Tabla 21. Participación por sector en las emisiones netas de GEI (1990-2021) 88
Tabla 22. Elementos informativos del sector de energía (kt CO_2eq) 91
Tabla 23. Emisiones en kt CO_2eq por GEI 93
Tabla 24. Subcategorías y GEI estimados en el sector de energía 107

Tabla 25. Emisiones de GEI del sector Energía en el año 2021 109
Tabla 26. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) - 1.A Actividades de quema de combustibles 115
Tabla 27. Contenido de carbono por defecto – Guías IPCC 120
Tabla 28. Emisiones de GEI (kt CO_2eq)- 1.D.1 Bunker Internacional 126
Tabla 29. Resultados de incertidumbre - Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1) 130
Tabla 30. Industrias manufactureras y de la construcción (subcategoría 1.A.2) 132
Tabla 31. Resultados de incertidumbre - Transporte (subcategoría 1.A.3) 134
Tabla 32. Resultados de incertidumbre – Otros sectores (subcategoría 1.A.4) 135
Tabla 33. Plan de mejora para 1.A. Actividades de quema de combustibles 139
Tabla 34. Metodología y factores de emisión - Industrias de la energía (1.A.1) 149
Tabla 35. Datos de actividad - Industrias de la energía (1.A.1) 150
Tabla 36. Datos de actividad para la categoría 1.A.1 Industrias de la energía 151
Tabla 37. Correspondencias IPCC – CIIU (Rev. 4 A.C.) para las subcategorías de Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.) 162
Tabla 38. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción 163
Tabla 39. Emisiones de GEI por combustible (kt CO_2eq) – 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción 169
Tabla 40. Metodología, factores de emisión y otros factores – Industrias Manufactureras y de la Construcción (1.A.2.) 171
Tabla 41. Datos de actividad – Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2) 172
Tabla 42. Datos de actividad procesados para 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción 175
Tabla 43. Metodología y factores de emisión – Aviación Civil (1.A.3.a) 186
Tabla 44. Datos de actividad Aviación civil (1.A.3.a) 186
Tabla 45. Tabla de homologación de subcategorías – Aviación Civil (1.A.3.a) 187
Tabla 46. Datos de actividad consumos – Aviación Civil (1.A.3.a) 188
Tabla 47. Metodología y factores de emisión - transporte terrestre 1.A.3.b. 197
Tabla 48. Datos de actividad Transporte terrestre (1.A.3.b) 198
Tabla 49. Datos de actividad – Transporte terrestre automóviles (1.A.3.b.i) 198
Tabla 50. Datos de actividad – Transporte terrestre camiones para servicio ligero (1.A.3.b.ii) 199

Tabla 51. Datos de actividad – Transporte terrestre camiones para para servicio pesado y autobuses (1. A.3.b.iii) 199
Tabla 52. Datos de actividad – Transporte terrestre camiones para motocicletas (1. A.3.b.iv) 200
Tabla 53. Metodología y factores de emisión – Ferrocarriles (1.A.3.c.) 204
Tabla 54. Datos de actividad Ferrocarril (1.A.3.c) 205
Tabla 55. Datos de actividad – Ferrocarriles (1.A.3.c) 205
Tabla 56. Metodología y factores de emisión – Navegación Marítima y fluvial (1.A.3.d.) 209
Tabla 57. Datos de actividad Navegación marítima y fluvial (1.A.3.d) 210
Tabla 58. Distribución de consumos en navegación marítima y fluvial (1.A.3.d) 210
Tabla 59. Datos de actividad consumo marítimo y fluvial nacional (1.A.3.d) 210
Tabla 60. Datos de actividad consumo marítimo y fluvial Internacional (1.A.3.d) 211
Tabla 61. Metodología y factores de emisión – Transporte tuberías (1.A.3.e.i) 216
Tabla 62. Factores de emisión todo terreno (1.A.3.e.ii) 217
Tabla 63. Dato de actividad transporte por tuberías (1.A.3.e.i) 217
Tabla 64. Dato de actividad Otro transporte Todo Terreno (1.A.3.e.ii.) 219
Tabla 65. Metodología y factores de emisión - Otros sectores (1.A.4) 224
Tabla 66. Datos de actividad - Otros sectores (1.A.4) 226
Tabla 67. Datos de actividad para la subcategoría 1.A.4 Otros sectores 227
Tabla 68. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 1.B Emisiones fugitivas de combustibles 246
Tabla 69. Resultados de incertidumbre - Emisiones fugitivas combustibles sólidos (1.B.1) 249
Tabla 70. Resultados de incertidumbre – Emisiones fugitivas petróleo y gas natural (1.B.2) 250
Tabla 71. Plan de Mejora para 1.B. Emisiones Fugitivas de combustibles 252
Tabla 72. Metodología y factores de emisión - Combustibles sólidos (1.B.1) 258
Tabla 73. Factores de emisión de CH_4 propios y por defecto del IPCC – minería y post minería 259
Tabla 74. Datos de actividad - Combustibles sólidos (1.B.1) 259
Tabla 75. Datos de actividad para la subcategoría 1.B.1 Combustibles sólidos 259
Tabla 76. Metodología y factores de emisión - Petróleo y gas y otras emisiones provenientes de la energía (1.B.2) 274

Tabla 77. Segmentos de la industria de petróleo y gas natural considerados en la estimación de las emisiones de GEI de la subcategoría 1B2 ..276
Tabla 78. Datos de actividad - Petróleo y gas y otras emisiones provenientes de la energía (1.B.2) ..276
Tabla 79. Datos de actividad para la categoría 1.B.2 Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía ..279
Tabla 80. Subcategorías, GEI estimados y nivel metodológico en el sector de IPPU ..294
Tabla 81. Emisiones de GEI del sector IPPU en el año 2021 ..297
Tabla 82. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 2.A. Industria de los minerales y sus subcategorías ..309
Tabla 83. Resultados de incertidumbre – Industria de los minerales (2A) ..312
Tabla 84. Plan de mejora para 2.A. Industria de los minerales ..315
Tabla 85. Metodología y factores de emisión – Producción de cemento (2.A.1) ..320
Tabla 86. Datos de actividad – Producción de cemento (2.A.1) ..320
Tabla 87. Datos de actividad para la categoría 2.A.1 Producción de cemento ..321
Tabla 88. Metodología y factores de emisión – Producción de cal (2.A.2) ..324
Tabla 89. Datos de actividad – Producción de cal (2.A.2) ..324
Tabla 90. Datos de actividad para la categoría 2.A.2 Producción de cal ..324
Tabla 91. Metodología y factores de emisión – Producción de vidrio (2.A.3) ..328
Tabla 92. Datos de actividad – Producción de vidrio (2.A.3) ..328
Tabla 93. Supuestos empleados para procesar los datos de actividad asociados a la producción de vidrio ..328
Tabla 94. Datos de actividad de la fuente de información para 2.A.3. Producción de vidrio ..329
Tabla 95. Datos de actividad procesados para 2.A.3. Producción de vidrio ..331
Tabla 96. Metodología y factores de emisión – Otros usos de la ceniza de sosa (2.A.4.b) ..333
Tabla 97. Datos de actividad – Otros usos de la ceniza de sosa (2.A.4.b) ..333
Tabla 98. Datos de actividad para la categoría 2.A.4.b Otros usos de la ceniza de sosa ..334
Tabla 99. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 2.B. Industria química y sus subcategorías ..336
Tabla 100. Resultados de incertidumbre - Industria química (2B) ..339
Tabla 101. Plan de mejora para 2.B. Industria química ..343
Tabla 102. Metodología, factores de emisión y otros factores – Producción de amoniaco (2.B.1) ..346

Tabla 103. Datos de actividad – Producción de amoniaco (2.B.1.).....346
Tabla 104. Datos de actividad para la categoría 2.B.1. Producción de amoniaco.....346
Tabla 105. Metodología y factores de emisión – Producción de ácido nítrico (2.B.2).....348
Tabla 106. Datos de actividad – Producción de ácido nítrico (2.B.2.).....349
Tabla 107. Datos de actividad para la categoría 2.B.2. Producción de ácido nítrico.....349
Tabla 108. Metodología y factores de emisión – Producción de caprolactama (2.B.4).....351
Tabla 109. Datos de actividad – Producción de caprolactama (2.B.4.).....351
Tabla 110. Datos de actividad para la categoría 2.B.4. Producción de caprolactama.....351
Tabla 111. Metodología, factores de emisión y otros factores – Subcategorías de 2.B.8 Producción petroquímica y de negro de humo.....353
Tabla 112. Datos de actividad – Producción petroquímica y de negro de humo (2.B.8.).....354
Tabla 113. Datos de actividad para la categoría 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo.....354
Tabla 114. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 2.C. Industria de los metales y sus subcategorías.....357
Tabla 115. Resultados de incertidumbre – Industria de los metales (2C).....360
Tabla 116. Plan de mejora para 2.C. Industria de los metales.....364
Tabla 117. Metodología y factores de emisión – Producción de hierro y acero (2.C.1).....368
Tabla 118. Datos de actividad – Producción de hierro y acero (2.C.1).....369
Tabla 119. Supuestos empleados en el procesamiento del dato de actividad para 2.C.1. Producción de hierro y acero.....369
Tabla 120. Datos de actividad de la fuente de información para 2.C.1. Producción de hierro y acero.....370
Tabla 121. Datos de actividad procesados para 2.C.1. Producción de hierro y acero.....370
Tabla 122. Metodología y factores de emisión – Producción de ferroaleaciones (2.C.2).....373
Tabla 123. Datos de actividad – Producción de ferroaleaciones (2.C.2.).....373
Tabla 124. Datos de actividad para la categoría 2.C.2. Producción de ferroaleaciones.....373
Tabla 125. Metodología y factores de emisión – Producción de plomo (2.C.5).....375
Tabla 126. Datos de actividad – Producción de plomo (2.C.5.).....375
Tabla 127. Datos de actividad para la categoría 2.C.5. Producción de plomo.....376
Tabla 128. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 2.D Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes y sus subcategorías.....377

Tabla 129. Resultados de incertidumbre-Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (2D) 378
Tabla 130. Plan de mejora para 2.D. Uso no energético de combustibles y de solventes 380
Tabla 131. Metodología y factores de emisión – Uso de lubricantes (2.D.1) 382
Tabla 132. Datos de actividad – Uso de lubricantes (2.D.1) 382
Tabla 133. Datos de actividad de la fuente de información para 2.D.1. Uso de lubricantes 382
Tabla 134. Datos de actividad procesados para 2.D.1. Uso de lubricantes 384
Tabla 135. Metodología y factores de emisión – Uso de cera de parafina (2.D.2) 386
Tabla 136. Datos de actividad – Uso de cera de parafina (2.D.2) 386
Tabla 137. Datos de actividad de la fuente de información para 2.D.2. Uso de cera de parafina 386
Tabla 138. Datos de actividad procesados para 2.D.2. Uso de cera de parafina 389
Tabla 139. Sustitutos SAO consumidos en Colombia por aplicación 392
Tabla 140. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 2.F. Uso de sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) y sus subcategorías 393
Tabla 141. Resultados de incertidumbre - Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (2F) 396
Tabla 142. Plan de mejora para 2.F. Uso de sustancias sustitutas de las SAO 401
Tabla 143. Metodología y factores de emisión – Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1) 404
Tabla 144. Datos de actividad – Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1) 404
Tabla 145. Composición en porcentaje másico de HFC y PFC presentes en mezclas sustitutos SAO. 405
Tabla 146. Datos de actividad de 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado 406
Tabla 147. Metodología y factores de emisión – Agentes espumantes (2.F.2) 408
Tabla 148. Datos de actividad – Agentes espumantes (2.F.2) 408
Tabla 149. Datos de actividad de 2.F.2. Agentes espumantes 408
Tabla 150. Metodología y factores de emisión – Protección contra incendios (2.F.3) 410
Tabla 151. Datos de actividad – Protección contra incendios (2.F.3) 410
Tabla 152. Datos de actividad de 2.F.3. Protección contra incendios 410
Tabla 153. Metodología y factores de emisión – Aerosoles (2.F.4) 412
Tabla 154. Datos de actividad – Aerosoles (2.F.4) 412

Tabla 155. Datos de actividad para 2.F.4. Aerosoles 412
Tabla 156. Metodología y factores de emisión – Solventes (2.F.5) 413
Tabla 157. Datos de actividad – Solventes (2.F.5) 414
Tabla 158. Datos de actividad de 2.F.5. Solventes 414
Tabla 159. Metodología y factores de emisión – Otras aplicaciones (2.F.6) 415
Tabla 160. Datos de actividad – Otras aplicaciones (2.F.6) 416
Tabla 161. Datos de actividad de 2.F.6. Otras aplicaciones 416
Tabla 162. Emisiones de GEI (kt CO_2 eq) – 2.G Manufactura y utilización de otros productos y sus subcategorías 417
Tabla 163. Plan de mejora para 2.G. Manufactura y utilización de otros productos 420
Tabla 164. Metodología y factores de emisión – 2.G.1.b Equipos eléctricos 421
Tabla 165. Datos de actividad – Equipos eléctricos (2.G.1.b) 422
Tabla 166. Datos de actividad para la subcategoría Equipos eléctricos (2.G.1.b) 422
Tabla 167. Subcategorías, GEI estimados y nivel metodológico en el sector Agricultura 425
Tabla 168. Emisiones de GEI del sector Agricultura en el año 2021 427
Tabla 169. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.A. Fermentación entérica 437
Tabla 170. Resultados de incertidumbre - Fermentación entérica (3.A.) 439
Tabla 171. Plan de mejora para 3.A.1. Ganado 442
Tabla 172. Plan de mejora para 3.A.3. Porcinos 445
Tabla 173. Plan de mejora para 3.A.4. Otro Ganado 445
Tabla 174. Temperatura ambiental por regiones ganaderas dentro de la frontera agrícola de Colombia 452
Tabla 175. Factores de emisión nivel 2, modelo AFOLU 1 Colombia – Ganado (3.A.1.) seri 1990-2021 457
Tabla 176. Datos de actividad para la categoría 3.A.1 Ganado 457
Tabla 177. Datos de actividad para la categoría 3.A.1 Ganado (cabezas de ganado por subcategoría) 458
Tabla 178. Metodología y factores de emisión – Ovinos (3.A.2.) 459
Tabla 179. Datos de actividad para la categoría 3.A.2. Ovinos 460
Tabla 180. Datos de actividad para la categoría 3.A.2. Ovinos (cabezas) 460

Tabla 181. Metodología y factores de emisión – Porcinos (3.A.3.) 463
Tabla 182. Datos de actividad para la categoría 3.A.3. Porcinos 463
Tabla 183. Datos de actividad para la categoría 3.A.3. Porcinos (Cabezas) 463
Tabla 184. Metodología y factores de emisión – Otro Ganado (3.A.4.) 467
Tabla 185. Datos de actividad para la categoría 3.A.4. Otro Ganado 467
Tabla 186. Datos de actividad para la categoría 3.A.4. Otro Ganado (Cabezas) 468
Tabla 187. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.B. Gestión de estiércol 470
Tabla 188. Resultados de incertidumbre - Gestión del estiércol (3.B.) 473
Tabla 189. Plan de mejora para 3.B.1. Ganado 476
Tabla 190. Plan de mejora para 3.B.3. Porcinos 477
Tabla 191. Plan de mejora para 3.B.4. Otro Ganado 478
Tabla 192. Factores de emisión CH_4 Nivel 2– Modelo AFOLU 1 Colombia, Ganado (3.B.1.) 484
Tabla 193. Metodología y factores de emisión N_2O Nivel 1 avanzado– Ganado (3.B.1.) 484
Tabla 194. Metodología nivel 1 y factores de emisión CH_4 – Ovinos (3.B.2.a.i.) 488
Tabla 195. Metodología y factores de emisión N_2O – Ovinos (3.B.2.a.i.) 489
Tabla 196. Metodología y factores de emisión CH_4 – Porcinos (3.B.3.) 493
Tabla 197. Metodología y factores de emisión N_2O – Porcinos (3.B.3.) 495
Tabla 198. Metodología y factores de emisión CH_4 – Otro Ganado (3.B.4.) 500
Tabla 199. Metodología y factores de emisión N_2O – Otro Ganado (3.B.4.) 501
Tabla 200. Datos de actividad para la categoría 3.B.4. Otro Ganado (3.B.4.g. Aves) 501
Tabla 201. Datos de actividad para la categoría 3.A.4. Otro Ganado (3.B.4.g. Aves) población promedio anual (cabezas) 502
Tabla 202. Metodología y factores de Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol (3.B.5.) 506
Tabla 203. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.C. Cultivo de arroz 507
Tabla 204. Resultados de incertidumbre - Cultivo de arroz (3.C.) 508
Tabla 205. Plan de mejora para 3.C. Cultivo de arroz 510
Tabla 206. Metodología y factores de emisión – 3.C.1. Arroz riego – 3.C.2. Arroz secano 514

Tabla 207. Datos de actividad para la subcategoría 3.C.1. Arroz riego – 3.C.2. Arroz secano 514
Tabla 208. Datos de actividad para la subcategoría 3.C.1. Arroz riego – 3.C.2. Arroz secano (áreas sembradas ha) 515
Tabla 209. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.D. Suelos agrícolas 516
Tabla 210. Resultados de incertidumbre - Suelos agrícolas (3.D.) 519
Tabla 211. Plan de mejora para 3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados 522
Tabla 212. Metodología y factores de emisión – 3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados 529
Tabla 213. Datos de actividad – Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados (3.D.1.) 530
Tabla 214. Datos de actividad para subcategorías de 3.D.1. kg.N.año 533
Tabla 215. Datos de actividad 1990-2021 para la subcategoría 3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (Histosoles) 534
Tabla 216. Metodología y factores de emisión – 3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados 538
Tabla 217. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.G. Encalado 539
Tabla 218. Resultados de incertidumbre – Encalado (3.G) 540
Tabla 219. Plan de mejora para 3.G. Encalado 541
Tabla 220. Metodología y factores de emisión – 33.G.2. Dolomita $CaMg(CO_3)_2$ 542
Tabla 221. Datos de actividad – 3.G.2. Dolomita CaMg(CO3)2. 542
Tabla 222. Datos de actividad para la subcategoría 3.G.2. Dolomita $CaMg(CO_3)_2$.(Cantidad de cal dolomita aplicada t.Cal.año) 543
Tabla 223. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 3.H. Aplicación de urea 544
Tabla 224. Metodología y factores de emisión – 3.H. Aplicación de urea 545
Tabla 225. Datos de actividad – 3.H. Aplicación de urea 545
Tabla 226. Datos de actividad para la subcategoría 3.H. Aplicación de urea (t.Urea.año). 546
Tabla 227. Resultados de incertidumbre – Aplicación de urea (3.H.) 546
Tabla 228. Plan de mejora para 3.H. Aplicación de urea 547
Tabla 229. Subcategorías, GEI estimados y nivel metodológico en el sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra 552
Tabla 230. Emisiones de GEI del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra en el año 2021 555
Tabla 231. Definiciones y datos empleados en las estimaciones de emisiones de GEI en las categorías de uso y cambio de uso de la tierra en Colombia. 562

Tabla 232. Método de representación coherente de la tierra empleado por subcategoría e información empleada en el INGEI de Colombia 565
Tabla 233. Matriz de transición del uso de la tierra en el año 1990 567
Tabla 234. Matriz de transición del uso de la tierra en el año 2021 568
Tabla 235. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.A. Tierras forestales 571
Tabla 236. Metodología y factores de emisión – Categoría 4.A. Tierras forestales 579
Tabla 237. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.A. Tierras forestales 584
Tabla 238. Datos de actividad para la categoría 4.A. Tierras forestales 586
Tabla 239. Resultados de incertidumbre - Tierras forestales (4.A.) 587
Tabla 240. Plan de mejora para 4.A. Tierras forestales 591
Tabla 241. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.B. Cultivos 595
Tabla 242. Metodología y factores de emisión – 4.B. Cultivos 600
Tabla 243. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.B. Tierras de Cultivo 604
Tabla 244. Datos de actividad para la categoría 4.B. Tierras de Cultivo 1 607
Tabla 245. Datos de actividad para la categoría 4.B. Tierras de Cultivo 2 608
Tabla 246. Resultados de incertidumbre – Cultivos (4.B.) 609
Tabla 247. Plan de mejora para 4.B. Cultivos 613
Tabla 248. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.C. Pastizales 616
Tabla 249. Metodología y factores de emisión – 4.C. Pastizales 620
Tabla 250. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.C. Pastizales 622
Tabla 251. Datos de actividad para la categoría 4.C. Pastizales 623
Tabla 252. Resultados de incertidumbre – Pastizales (4.C.) 624
Tabla 253. Plan de mejora para 4.C. Pastizales 628
Tabla 254. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.D. Humedales 631
Tabla 255. Metodología y factores de emisión – 4.D. Humedales 634
Tabla 256. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.D. Humedales 636
Tabla 257. Datos de actividad para la categoría 4.D. Humedales 636

Tabla 258. Resultados de incertidumbre – Humedales (4.D.) 637
Tabla 259. Plan de mejora para 4.D. Humedales 641
Tabla 260. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.E. Asentamientos 643
Tabla 261. Metodología y factores de emisión – 4.E. Asentamientos 648
Tabla 262. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.E. Asentamientos 650
Tabla 263. Datos de actividad para la categoría 4.E. Asentamientos 651
Tabla 264. Resultados de incertidumbre – Asentamientos (4.E.) 652
Tabla 265. Plan de mejora para 4.E. Asentamientos 654
Tabla 266. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.F. Otras tierras 656
Tabla 267. Metodología y factores de emisión – 4.F. Otras tierras 659
Tabla 268. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.F. Otras tierras 660
Tabla 269. Datos de actividad para la categoría 4.F. Otras tierras 661
Tabla 270. Resultados de incertidumbre – Otras tierras (4.F.) 662
Tabla 271. Plan de mejora para 4.F. Otras tierras 663
Tabla 272. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4.G. Productos de madera recolectada 665
Tabla 273. Metodología y factores de emisión – 4.G. Productos de madera recolectada 671
Tabla 274. Fuente de datos de actividad para la categoría 4.G. Productos de la madera recolectada 671
Tabla 275. Datos de actividad para la categoría 4.G. Productos de la madera recolectada 672
Tabla 276. Resultados de incertidumbre – Productos de la madera recolectada (4.G.) 673
Tabla 277. Plan de mejora para 4.G. Productos de madera recolectada 675
Tabla 278. Emisiones/absorciones de GEI (kt CO_2eq) – 4(IV). Quema de biomasa 677
Tabla 279. Metodología y factores de emisión – 4(IV). Quema de biomasa 679
Tabla 280. Fuente de datos de actividad para la categoría 4(IV). Quema de biomasa 680
Tabla 281. Datos de actividad para la categoría 4(IV). Quema de biomasa 680
Tabla 282. Resultados de incertidumbre – Quema de biomasa (4(IV)) 681
Tabla 283. Plan de mejora para 4(IV). Quema de biomasa 683

Tabla 284. Subcategorías, GEI estimados y nivel metodológico en el sector residuos 686
Tabla 285. Emisiones de GEI del sector residuos en el año 2021 687
Tabla 286. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 5.A. Eliminación de residuos sólidos y sus subcategorías 694
Tabla 287. Resultados de incertidumbre - Eliminación de residuos sólidos (5A) 698
Tabla 288. Plan de mejora para 5.A. Eliminación de residuos sólidos 701
Tabla 289. Homologación de sitios de eliminación 702
Tabla 290. Aplicación del modelo FOD por tipo de sitio de eliminación 703
Tabla 291. Valores de carbono orgánico degradable (DOC) 704
Tabla 292. Valores de fracción de carbono orgánico que se descompone (DOCf) 704
Tabla 293. Valores Vida media y constante de la tasa de generación de metano (k) 704
Tabla 294. Valores de tiempo de retardo, fracción de metano en el gas, factor de oxidación y almacenamiento de carbono 705
Tabla 295. Valores de Factor de Corrección de Metano (MCF) 706
Tabla 296. Fuentes de información datos de actividad - 5.A. Eliminación de residuos sólidos 706
Tabla 297. Datos de actividad para la categoría 5.A. Eliminación de residuos sólidos 707
Tabla 298. Emisiones de GEI kt CO_2 eq) – 5.C. Incineración y quema a cielo abierto de residuos 710
Tabla 299. Resultados de incertidumbre - Incineración e incineración abierta de desechos (5.C.) 713
Tabla 300. Plan de mejora para 5.C. Incineración de residuos e incineración a cielo abierto de residuos 716
Tabla 301. Emisiones de GEI (kt CO2eq) – 5.C.1 Incineración de residuos 717
Tabla 302. Factores de emisión – Incineración de residuos (5.C.1.) 719
Tabla 303. Fuentes de información datos de actividad - 5.C.1. Incineración de residuos 720
Tabla 304. Datos de actividad - Incineración de residuos (5.C.1.) 720
Tabla 305. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 5.C.2 Quema a cielo abierto de residuos 721
Tabla 306. Factores de emisión – Quema a cielo abierta de residuos (5.C.2.) 726
Tabla 307. Fuentes de información datos de actividad - 5.C.2. Incineración a cielo abierto de residuos 727
Tabla 308. Residuos quemados a cielo abierto (kt base húmeda) 727
Tabla 309. Emisiones de GEI (kt CO2eq) – 5.D. Tratamiento de aguas residuales 729

Tabla 310. Resultados de incertidumbre - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D) 732
Tabla 311. Plan de mejora para 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales 735
Tabla 312. Emisiones de GEI (kt CO2eq) – 5.D.1. Tratamiento de aguas residuales domésticas 737
Tabla 313. Factores de emisión, nivel 1 para emisiones de metano - 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas 741
Tabla 314. Factores de emisión, nivel 1 para emisiones de óxido nitroso - 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas 742
Tabla 315. Fuentes de información datos de actividad - 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas 744
Tabla 316. Emisiones de GEI (kt CO_2eq) – 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales por grupo industrial 747
Tabla 317. Metodología y factores de emisión – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5.D.2) 752
Tabla 318. Factores de emisión ponderados empleados en el cálculo de emisión de 5.D.2. 754
Tabla 319. Datos de actividad y factores empleados para el cálculo de emisiones de 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales 754
Tabla 320. Factores W, DQO y TN por defecto empleados para el cálculo del dato de actividad de 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales 755
Tabla 321. Exhaustividad, metodología y fuente de datos del Inventario de Carbono negro y Contaminantes criterio. 761
Tabla 322. Subcategorías no estimadas (NE) en el inventario de carbono negro y contaminantes criterio 767
Tabla 323. Contaminantes no estimados por subcategoría reportada en el inventario de carbono negro y contaminantes criterio 768
Tabla 324. Categorías clave NO_X – Análisis de nivel - 2021 770
Tabla 325. Categorías clave COVDM – Análisis de nivel – 2021 770
Tabla 326. Categorías clave SO_2 – Análisis de nivel - 2021 771
Tabla 327. Categorías clave CO – Análisis de nivel - 2021 771
Tabla 328. Categorías clave PM_{10} – Análisis de nivel - 2021 772
Tabla 329. Categorías clave $PM_{2.5}$ – Análisis de nivel - 2021. 772
Tabla 330. Categorías clave CN – Análisis de nivel - 2021 772
Tabla 331. Clasificación de categorías clave incluyendo todos los contaminantes en el análisis – Análisis de nivel 773
Tabla 332. Categorías clave NO_X – Análisis de tendencia 774
Tabla 333. Categorías clave COVDM – Análisis de tendencia 775

Tabla 334. Categorías clave SO_2 – Análisis de tendencia 776
Tabla 335. Categorías claves CO - Análisis de tendencia 776
Tabla 336. Categorías clave PM_{10} – Análisis de tendencia 777
Tabla 337. Categorías clave $PM_{2.5}$ – Análisis de tendencia 777
Tabla 338. Categorías clave CN – Análisis de tendencia 778
Tabla 339. Clasificación de categorías clave incluyendo todos los contaminantes en el análisis – Análisis de tendencia. 778
Tabla 340. Resumen del análisis de categorías clave (para NO_X) – Método 1 779
Tabla 341. Resumen del análisis de categorías clave (para COVDM) – Método 1 779
Tabla 342. Resumen del análisis de categorías clave (para SO_2) – Método 1 780
Tabla 343. Resumen del análisis de categorías clave (para CO) – Método 1 780
Tabla 344. Resumen del análisis de categorías clave (para PM_{10}) – Método 1 780
Tabla 345. Resumen del análisis de categorías clave (para $PM_{2.5}$) – Método 1 780
Tabla 346. Resumen del análisis de categorías clave (para CN) – Método 1 781
Tabla 347. Emisiones totales de Carbono Negro y Contaminantes Criterio estimadas para el año 2021. 782
Tabla 348. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio para el año 2021 784
Tabla 349. Subcategorías, Nivel Metodológico y Contaminantes Estimados en el Sector Energía. 806
Tabla 350. Emisiones totales del sector Energía estimadas para el año 2021 806
Tabla 351. Emisiones totales para el sector de Energía estimadas para el año 2021 807
Tabla 352. Emisiones por combustible kt - Industrias de la energía (1.A.1.) 826
Tabla 353. Metodología y factores de emisión - Industrias de la energía (1.A.1.) 830
Tabla 354. Emisiones por combustible kt - Industrias manufactureras y de la construcción. 1.A.2. 838
Tabla 355. Metodología y factores de emisión - Industrias manufactureras y de la construcción 1.A.2. 843
Tabla 356. Factores de emisión según estándar de emisiones 845
Tabla 357. Metodología y factores de emisión – Subcategoría transporte (1.A.3.). 857
Tabla 358. Emisiones por combustible kt - Otros Sectores 1.A.4. 877
Tabla 359. Metodología y factores de emisión – Otros sectores (1.A.4.). 882

Tabla 360. Metodología y factores de emisión - Industrias manufactureras y de la construcción (1.B.1.). 889
Tabla 361. Metodología y factores de emisión - Industrias manufactureras y de la construcción (1.B.2.). 895
Tabla 362. Subcategorías, Nivel Metodológico y Contaminantes Estimados en el Sector IPPU 897
Tabla 363. Emisiones totales del sector IPPU estimadas para el año 2021 897
Tabla 364. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio del sector IPPU para el año 2021 898
Tabla 365. Metodología y fuentes de datos - sector IPPU 908
Tabla 366. Factores de emisión - sector IPPU 909
Tabla 367. Datos de actividad categorías que emiten contaminantes criterio y carbono negro, pero no GEI - sector IPPU. 912
Tabla 368. Tipos de fuentes de emisión y contaminantes asociados considerados en el sector agricultura. 913
Tabla 369. Emisiones totales del sector Agricultura estimadas para el año 2021. 914
Tabla 370. Emisiones de carbono negro y precursores de gases en el sector agricultura durante el año 2021 915
Tabla 371. Metodología y fuente de datos - sector Agricultura 925
Tabla 372. Factores de emisión - sector Agricultura 926
Tabla 373. Metodología y fuente de datos de las categorías reportadas como elementos informativos para la estimación de emisiones por quema de biomasa en el Inventario Nacional de Carbono Negro y Contaminantes Criterio 931
Tabla 374. Subcategorías, Nivel Metodológico y Contaminantes Estimados en el Sector Residuos 932
Tabla 375. Emisiones totales del sector Residuos estimadas para el año 2021. 932
Tabla 376. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio del sector Residuos para el año 2021 934
Tabla 377. Metodologia y fuente de datos - sector Residuos 943
Tabla 378. Factores de emisión - sector Residuos 944
Tabla 379. Plan de mejora para inventario de carbono negro y contaminantes criterio 945
Tabla 380. Subcategorías con actualización metodológica respecto al informe anterior 951
Tabla 381. Principales recálculos por sector IPCC 957
Tabla 382. Plan de mejora para las categorías clave del INGEI (1990-2021) 960
Tabla 383. Plan de mejora para las flexibilidades aplicadas en Colombia 973
Tabla 384. Resultados categorías clave con LULUCF método 1 – nivel (N1) 1002

Tabla 385. Resultados categorías clave con LULUCF método 1 – tendencia (T1) 1003
Tabla 386. Resultados categorías clave con LULUCF método 2 – nivel (N2) 1004
Tabla 387. Resultados categorías clave con LULUCF método 2 – tendencia (T2) 1006
Tabla 388. Resultados categorías clave sin LULUCF método 1 – nivel (N1) 1007
Tabla 389. Resultados categorías clave sin LULUCF método 1 – tendencia (T1) 1008
Tabla 390. Resultados categorías clave sin LULUCF método 2 – nivel (N2) 1010
Tabla 391. Resultados categorías clave sin LULUCF método 2 – tendencia (T2) 1011
Tabla 392. Propuesta de incertidumbre asociada a niveles cualitativos de error para las actividades que no reportan error cuantitativo. Fuente: NIR BUR3 Colombia 1017
Tabla 393. Matriz genealógica sugerida para determinar factores de escala de incertidumbre basados en calificaciones de calidad de datos. (GHG, 2022) 1018
Tabla 394. Incertidumbre asociada al sector Energía 1023
Tabla 395. Incertidumbre asociada al sector IPPU 1052
Tabla 396. Incertidumbre asociada al sector Residuos 1073
Tabla 397. Incertidumbre asociada al sector Agricultura 1076
Tabla 398. Incertidumbre asociada al sector LULUCF 1093

Listado de Figuras

Figura 1. Tendencia de emisiones de GEI (1990-2021) 15
Figura 2. Tendencia de emisiones de GEI por sector (1990-2021) 16
Figura 3. Emisiones de GEI per cápita (1990-2021) 16
Figura 4. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio – 2021 17
Figura 5. Ciclo de preparación del INGEI en Colombia 23
Figura 6. Arreglos institucionales existentes en el marco del SINGEI 23
Figura 7. Despliegue del Sistema de archivo del INGEI en Colombia. 27
Figura 8. Metodología para incorporación del enfoque de género en INGEI 30

Figura 9. Principales categorías de género que han sido utilizadas para analizar las acciones de emisión y absorción de GEI 30
Figura 10. Análisis de género por niveles deductivos de interpretación 31
Figura 11. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector Energía. 68
Figura 12. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector IPPU 69
Figura 13. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector Agricultura. 69
Figura 14. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector LULUCF (Emisiones) 70
Figura 15. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector LULUCF (Absorciones) 70
Figura 16. Emisiones de GEI e incertidumbre asociada al sector Residuos. 71
Figura 17. Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones totales de GEI, 2021 72
Figura 18. Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones netas de GEI, 2021 73
Figura 19. Participación por sector y subcategoría en las emisiones totales del año 2021 83
Figura 20. Participación por subcategoría en las absorciones de CO_2 en el 2021 84
Figura 21. Participación por GEI en las emisiones netas del año 2021 87
Figura 22. Participación promedio histórica en las emisiones netas por sector IPCC (1990-2021) 88
Figura 23. Tendencia de emisiones de GEI (1990-2021) por sector IPCC 89
Figura 24. Participación promedio histórica por subcategorías en absorciones de CO_2 (1990-2021) 90
Figura 25. Absorciones de CO_2 1990-2021 90
Figura 26. Tendencia de emisiones de GEI (1990-2021) 95
Figura 27. Participación promedio histórica en las emisiones netas por GEI (1990-2021) 96
Figura 28. Tendencia de emisiones de CO_2 en kt CO_2eq (1990-2021) 97
Figura 29. Participación promedio histórica en emisiones de CO_2 por sector IPCC (1990-2021) 98
Figura 30. Tendencia de emisiones de CH_4 en kt CO_2eq (1990-2021) 99
Figura 31. Participación promedio histórica en emisiones de CH_4 por sector IPCC (1990-2021) 100
Figura 32. Tendencia de emisiones de N_2O en kt CO_2eq (1990-2021) 101
Figura 33. Participación promedio histórica en emisiones de N_2O por sector IPCC (1990-2021) 102
Figura 34. Tendencia de emisiones de gases fluorados (1990-2021) 103

Figura 35. Categorías estimadas en el sector de Energía 105
Figura 36. Emisiones del sector Energía por categorías para el año 2021 111
Figura 37. Emisiones del sector de Energía por subcategorías y grupos de subcategorías para el año 2021 112
Figura 38. Emisiones del sector de Energía por tipo de GEI en el año 2021 112
Figura 39. Tendencia de emisiones de GEI del sector de Energía por subcategoría (1990-2021) 113
Figura 40. Tendencia de las emisiones del sector Energía por GEI (1990-2021) 114
Figura 41. Tendencia de emisiones de GEI 1.A Actividades de quema de combustibles por subcategoría, 1990-2021 117
Figura 42. Metodología cálculo método de referencia 118
Figura 43. Consumo aparente de energéticos primarios 119
Figura 44. Consumo aparente de energéticos secundarios 120
Figura 45. Estimación de Gas Natural usado en procesos de refinación 121
Figura 46. Otros usos del Gas Natural para fines no energéticos 122
Figura 47. Productos no energéticos derivados de la actividad de refinación 122
Figura 48. Carbón usado para producción de coque 123
Figura 49. Carbono contenido en producción de acero nacional 123
Figura 50. Comparación emisiones estimadas por el método de referencia con las emisiones de la categoría 1.A 1990-2021 125
Figura 51. Tendencia de las emisiones de la subcategoría Emisiones Bunker (1990-2021) 127
Figura 52. Tendencia de las emisiones de la subcategoría aviación internacional por GEI 1990-2021 128
Figura 53. Tendencia de las emisiones de la subcategoría navegación internacional 1990-2021 129
Figura 54. a) Grafico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de industrias de la energía (1A1) para el 2021 131
Figura 55. a) Grafico de Tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de industrias de la energía (1A2) para el 2021. 133
Figura 56. a) Grafico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de industrias de la energía (1A3) para el 2021 135
Figura 57. a) Grafico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de industrias de la energía (1A4) para el 2021 137

Figura 58. Recálculos 1.A Energía 138
Figura 59. Subcategorías estimadas en 1.A.1 Industrias de la energía 144
Figura 60. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.1 Industrias de la energía 1990-2021 147
Figura 61. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.1 Industrias de la energía por GEI 1990-2021 148
Figura 62. Subcategorías estimadas en 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción 161
Figura 63. Tendencia de emisiones de la subcategoría 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción, 1990-2021 165
Figura 64. Tendencia de emisiones de 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción por GEI, 1990-2021 167
Figura 65. Subcategorías estimadas en 1.A.3. Transporte 178
Figura 66 Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3. Transporte, 1990-2021 180
Figura 67. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3. Transporte por GEI 1990-2021 181
Figura 68. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.a. Aviación 1990-2021. 183
Figura 69. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.a. Aviación por GEI 1990-2021 184
Figura 70. Clasificación subcategoría 1.A.3.b. Transporte terrestre. 189
Figura 71. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.b. transporte terrestre 1990-2021. 191
Figura 72. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.b. transporte terrestre por GEI 1990-2021. 192
Figura 73. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.b.i automóviles 1990-2021. 193
Figura 74. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.bii Camiones ligeros 1990-2021. 194
Figura 75. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.bii Camiones pesados 1990-2021. 195
Figura 76. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.b.iv. Motocicletas 1990-2021. 196
Figura 77. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.c. Ferrocarriles 1990-2021. 202
Figura 78. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.c. Ferrocarriles por GEI 1990-2021. 203
Figura 79. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial 1990-2021. 207
Figura 80. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial por GEI 1990-2021. 208
Figura 81. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.e. Otro transporte 1990-2021 213
Figura 82. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.3.e. Otro transporte por GEI 1990-2021. 214
Figura 83. Subcategorías estimadas en 1.A.4 - Otros Sectores 220

Figura 84. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.4 Otros sectores 1990-2021 221
Figura 85. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.A.4 Otros sectores por GEI 1990-2021....222
Figura 86. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B Emisiones Fugitivas de combustibles 1990-2021 247
Figura 87. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B Emisiones fugitivas de los combustibles por GEI 1990-2021 248
Figura 88. Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de industrias de la energía (1B1) para el 2021 250
Figura 89. Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Emisiones fugitivas petróleo y gas natural (1B2) para el 2021 251
Figura 90. Subcategorías estimadas en 1.B.1– Combustibles sólidos 253
Figura 91. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B.1 Combustibles sólidos 1990-2021 255
Figura 92. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B.1 Combustibles Sólidos por GEI 1990-2021 256
Figura 93. Subcategorías estimadas en 1.B.2 Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía 269
Figura 94. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía 1990-2021 271
Figura 95. Tendencia de las emisiones de la subcategoría 1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía por GEI 1990-2021 272
Figura 96. Categorías estimadas en el sector IPPU 293
Figura 97. Emisiones del sector IPPU por categorías para el año 2021 301
Figura 98. Emisiones del sector IPPU por subcategorías y grupos de subcategorías para el año 2021 302
Figura 99. Emisiones del sector IPPU por tipo de GEI en el año 2021 303
Figura 100. Participación promedio histórica por categoría en las emisiones del sector IPPU (1990-2021) 304
Figura 101. Tendencia de emisiones de GEI del sector IPPU por subcategoría (1990-2021) 306
Figura 102. Tendencia de emisiones del sector IPPU por GEI (1990-2021) 307
Figura 103. Subcategorías estimadas en 2.A. Industria de los minerales 308
Figura 104. Tendencia de emisiones de GEI 2.A. Industria de los minerales por subcategoría, 1990-2021 310
Figura 105. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Industria de los minerales (2A) para el 2021 312
Figura 106. Recálculos 2.A. Industria de los minerales 314

Figura 107. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.A.1 Producción de cemento, 1990-2021 319
Figura 108. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.A.2 Producción de cal, 1990-2021 323
Figura 109. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.A.3. Producción de vidrio, 1992-2021 327
Figura 110. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa, 1990-2021 332
Figura 111. Subcategorías estimadas en 2.B. Industria química 335
Figura 112. Tendencia de emisiones de GEI 2.B. Industria química por subcategoría, 1990-2021 337
Figura 113. Tendencia de emisiones de 2.B. Industria química por GEI, 1990-2021 338
Figura 114. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de la industria química (2B) para el 2021 340
Figura 115. Recálculos 2.B. Industria química. 342
Figura 116. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.B.1 Producción de amoniaco, 1990-2021 345
Figura 117. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.B.2. Producción de ácido nítrico, 1990-2021 348
Figura 118. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.B.4.a. Producción de caprolactama, 1990-2021 350
Figura 119. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo, 1990-2021 352
Figura 120. Subcategorías estimadas en 2.C. Industria de los metales 355
Figura 121. Tendencia de emisiones de GEI 2.C. Industria de los metales por subcategoría, 1990-2021 358
Figura 122. Tendencia de emisiones de 2.C. Industria de los metales por GEI, 1990-2021 359
Figura 123. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de la Industria de los metales (2C) para el 2021 361
Figura 124. Recálculos 2.C. Industria de los metales. 363
Figura 125. Producción de acero crudo total y hierro en Colombia entre 1990 y 2021 366
Figura 126. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.C.1 Producción de hierro y acero, 1990-2021 367
Figura 127. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.C.2. Producción de ferroaleaciones, 1990-2021 372
Figura 128. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.C.5 Producción de plomo, 1990-2021 374
Figura 129. Subcategorías estimadas en 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes 376
Figura 130. Tendencia de emisiones de GEI 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes por subcategoría, 1992-2021 377

Figura 131. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones por el Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (2D) para el 2021 379
Figura 132. Recálculos 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes 380
Figura 133. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.D.1 Uso de lubricantes, 1992-2021 381
Figura 134. Tendencia de emisiones de la subcategoría 2.D.2 Uso de cera de parafina, 1992-2021 385
Figura 135. Subcategorías estimadas en 2.F. Uso de sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) 391
Figura 136. Tendencia de emisiones de GEI 2.F. Uso de sustitutos SAO por subcategoría, 2001-2021 394
Figura 137. Tendencia de emisiones de GEI 2.F. Uso de sustitutos SAO por GEI, 2001-2021 395
Figura 138. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones por el Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (2F) para el 2021 398
Figura 139. Recálculos 2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO 400
Figura 140. Tendencia de emisiones de subcategorías de 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado (2001-2021) 402
Figura 141. Tendencia de emisiones de subcategorías por GEI de 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado (2001-2021). 403
Figura 142. Tendencia de emisiones por GEI de 2.F.2. Agentes espumantes (2017-2021). 407
Figura 143. Tendencia de emisiones por GEI de 2.F.3. Protección contra incendios (2009-2021). 409
Figura 144. Tendencia de emisiones por GEI de 2.F.4. Aerosoles (2008-2021). 411
Figura 145. Tendencia de emisiones por GEI de 2.F.5. Solventes (2008-2021). 413
Figura 146. Tendencia de emisiones por GEI de 2.F.6. Otras aplicaciones (2005-2021). 415
Figura 147. Subcategorías estimadas en 2.G Manufactura y utilización de otros productos 416
Figura 148. Tendencia de las emisiones de GEI 2.G Manufactura y utilización de otros productos 1990-20 418
Figura 149. Recálculos 2.G. Manufactura y utilización de otros productos 420
Figura 150.Categorías estimadas en el sector Agricultura 424
Figura 151. Emisiones del sector Agricultura por categorías para el año 2021 431
Figura 152.Emisiones del sector Agricultura por subcategorías para el año 2021. 432
Figura 153. Emisiones del sector Agricultura por tipo de GEI en el año 2021 433
Figura 154. Tendencia de emisiones del sector Agricultura por subcategoría (1990-2021) 434

Figura 155. Tendencia de emisiones del sector Agricultura por GEI (1990-2021)....435
Figura 156. Subcategorías estimadas en 3.A. Fermentación entérica 436
Figura 157. Tendencia de emisiones de GEI 3.A. Fermentación entérica por subcategoría, 1990-2021 438
Figura 158. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Fermentación entérica (3.A.) para el 2021 440
Figura 159. Recálculos 3.A. Fermentación entérica por subcategoría, 1990-2021....441
Figura 160.Tendencia de emisiones de GEI 3.A.1. Ganado por subcategoría, 1990-2021....449
Figura 161. Estructura del Modelo AFOLU 1 Colombia para factores de CH_4 Fermentación entérica y Gestión de estiércol....453
Figura 162. Tendencia de emisiones de GEI 3.A.2.a.i Ovinos, 1990-2021....459
Figura 163. Tendencia de emisiones de GEI 3.A.3 Porcinos, 1990-2021....462
Figura 164. Tendencia de emisiones de GEI 3.A.4 Otro Ganado, 1990-2021....466
Figura 165. Subcategorías estimadas en 3.B. Gestión de estiércol 469
Figura 166. Tendencia de emisiones de GEI 3.B. Gestión de estiércol por subcategoría, 1990-2021 471
Figura 167. Tendencia de emisiones de 3.B. Gestión de estiércol por GEI, 1990-2021 472
Figura 168. a)Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones Gestión del estiércol (3.B.) para el 2021 475
Figura 169. Recálculos 3.B. Gestión de estiércol, 1990-2021 476
Figura 170. Tendencia de emisiones de GEI 3.B.1. Ganado por subcategoría, 1990-2021....480
Figura 171. Tendencia de emisiones de 3.B.1. Ganado por GEI, 1990-2021....481
Figura 172. Tendencia de emisiones de GEI 3.B.2.a.i Ovinos, 1990-2021....486
Figura 173. Tendencia de emisiones de GEI, 3.B.3. Porcinos, 1990-2021....491
Figura 174. Tendencia de emisiones de 3.B.3. Porcinos por GEI, 1990-2021 492
Figura 175. Tendencia de emisiones de GEI 3.B.4. Otro Ganado, 1990-2021....498
Figura 176. Tendencia de emisiones de 3.B.4. Otro Ganado por GEI 1990-2021....499
Figura 177. Tendencia de emisiones de GEI 3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol, 1990-2021 504
Figura 178. Subcategorías estimadas en 3.C. Cultivo de arroz....507
Figura 179. Tendencia de emisiones de GEI 3.C. Cultivo de arroz, 1990-2021 508

Figura 180. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de Cultivo de arroz (3.C.) para el 2021 509
Figura 181. Recálculos 3.C. Cultivo de arroz, 1990-2021.....510
Figura 182. Tendencia de emisiones de GEI 3.C.1. Arroz riego, 1990-2021.....511
Figura 183. Tendencia de emisiones de GEI 3.C.2. Arroz secano, 1990-2021 512
Figura 184. Subcategorías estimadas en 3.D. Suelos agrícolas 516
Figura 185. Tendencia de emisiones de GEI 3.D. Suelos agrícolas 518
Figura 186. a) Grafico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Suelos agrícolas (3.D.) para el 2021.....520
Figura 187. Recálculos 3.D. Suelos agrícolas, 1990-2021 521
Figura 188. Tendencia de emisiones de GEI, 3.D.1. Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados, 1990-2021 526
Figura 189.Tendencia de emisiones de GEI 3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados.....536
Figura 190. Subcategorías estimadas en 3.G. Encalado.....539
Figura 191. Tendencia de emisiones de GEI 3.G. Encalado, 1990-2021 540
Figura 192. Recálculos 3.G. Encalado, 1990-2021.....541
Figura 193. Tendencia de emisiones de GEI 3.H. Aplicación de urea 544
Figura 194. Recálculos 3.H. Aplicación de urea, 1990-2021 547
Figura 195. Categorías de reporte sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra.....550
Figura 196. Emisiones/Absorciones del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra por categorías para el año 2021 557
Figura 197. Emisiones del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra por subcategorías para el año 2021 en kt de CO_2eq 558
Figura 198. Emisiones del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra por tipo de GEI en el año 2021 559
Figura 199. Tendencia de emisiones de GEI del sector Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra por subcategoría (1990-2021).....561
Figura 200. Subcategorías estimadas en 4.A. Tierras forestales 570
Figura 201. Emisiones del sector 4.A. Tierras forestales.....573
Figura 202. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones para Tierras forestales (4.A.) para el 2021..588
Figura 203. Comparación BUR3 vs BTR1 para tierras forestales 590
Figura 204. Categorías de reporte sector 4.B. Cultivos 594
Figura 205. Emisiones del sector 4.B. Cultivos.....597

Figura 206. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de cultivos (4.B.) para el 2021. 610
Figura 207. Comparación BUR3 vs BTR1 para tierras de cultivos 612
Figura 208. Categorías de reporte sector 4.C. Pastizales 615
Figura 209. Emisiones del sector 4.C. Pastizales 617
Figura 210. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de Pastizales (4.C.) para el 2021 625
Figura 211. Comparación BUR3 vs BTR1 para pastizales 627
Figura 212. Categorías de reporte sector 4.D. Humedales....630
Figura 213. Emisiones del sector 4.D. Humedales 632
Figura 214. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Humedales (4.D.) para el 2021 638
Figura 215. Comparación BUR3 vs BTR1 para humedales....640
Figura 216. Categorías de reporte sector 4.E. Asentamientos 642
Figura 217. Emisiones del sector 4.E. Asentamientos 645
Figura 218. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Asentamientos (4.E.) para el 2021 653
Figura 219. Comparación BUR3 vs BTR1 para asentamientos....654
Figura 220. Categorías de reporte sector 4.F. Otras tierras....655
Figura 221. Emisiones del sector 4.F. Otras tierras 657
Figura 222. Comparación BUR3 vs BTR1 para otras tierras 663
Figura 223. Categorías de reporte sector 4.G. Productos de madera recolectada 664
Figura 224. Emisiones del sector 4.G. Productos de madera recolectada 667
Figura 225. Diagrama de enfoque de producción 668
Figura 226. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Productos de la madera recolectada (4.G.) para el 2021 674
Figura 227. Comparación BUR3 vs BTR1 para productos de madera recolectada 675
Figura 228. Categorías de reporte sector 4(IV). Quema de biomasa 676
Figura 229. Emisiones del sector 4(IV). Quema de biomasa....678
Figura 230. a) Gráfico de tornado. b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Quema de biomasa 4(IV) para el 2021. 682

Figura 231. Comparación BUR3 vs BTR1 para quema de biomasa 683
Figura 232. Categorías estimadas en el sector de Residuos 685
Figura 233. Emisiones del sector residuos por categorías para el año 2021 688
Figura 234. Emisiones del sector residuos por subcategorías y grupos de subcategorías para el año 2021 689
Figura 235. Emisiones del sector residuos por tipo de GEI en el año 2021 690
Figura 236. Tendencia de emisiones de GEI del sector Residuos por subcategoría (1990-2021) 691
Figura 237. Tendencia de emisiones del sector Residuos por GEI (1990-2021) 692
Figura 238. Subcategorías estimadas en 5A-Eliminación de residuos sólidos 694
Figura 239. Tendencia de emisiones de GEI 5.A. Eliminación de residuos sólidos por subcategoría, 1990-2021 696
Figura 240. Tendencia de emisiones de GEI 5.A. Eliminación de residuos sólidos por GEI, 1990-2021 697
Figura 241. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Eliminación de desechos sólidos (5A) para el 2021. 699
Figura 242. Recálculo categoría 5. A 700
Figura 243. Subcategorías estimadas en 5.C Incineración y quema abierta de residuos 709
Figura 244. Tendencia de las emisiones de GEI 5.C. Incineración y quema a cielo abierto de residuos por subcategoría, 1990-2021 711
Figura 245. Tendencia de las emisiones de GEI 5.C. Incineración y quema a cielo abierto de residuos por GEI, 1990-2021 712
Figura 246. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de Incineración e incineración abierta de desechos (5C) para el 2021 714
Figura 247. Recálculo subcategoría 5.C. 715
Figura 248. Tendencia de las emisiones de GEI 5.C.1 Incineración residuos por subcategoría, 1990-2021 718
Figura 249. Tendencia de las emisiones de GEI 5.C.2 Quema a cielo abierto de residuos, 1990-2021 723
Figura 250. Tendencia de las emisiones de GEI 5.C.2 Quema a cielo abierto de residuos, por GEI 1990-2021 724
Figura 251. Subcategorías estimadas en 5.D. Tratamiento de Aguas Residuales 728
Figura 252. Tendencia de las emisiones de GEI 5.D. Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, por subcategoría, 1990-2021 730
Figura 253. Tendencia de las emisiones de GEI 5.D. Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, por GEI, 1990-2021 731
Figura 254. a) Grafico de tornado b) Análisis de sensibilidad para la incertidumbre de las emisiones de tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5.D.) para 2021 733

Figura 255. Recálculos 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales 734
Figura 256. Tendencia de las emisiones de GEI 5.D.1 Tratamiento de aguas residuales domésticas, por subcategoría, 1990-2021 738
Figura 257. Tendencia de las emisiones de GEI 5.D.1 Tratamiento de aguas residuales domésticas, por GEI, 1990-2021 739
Figura 258. Consumo de proteína per cápita (kg. person^{-1}. año^{-1}) 743
Figura 259. Nitrógeno total en el efluente (kt N. año^{-1}) 743
Figura 260. Tipos de tratamiento en método centralizado para tratar aguas residuales 745
Figura 261. Tendencia de emisiones de la subcategoría 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales por grupo industrial, 1990-2021 749
Figura 262. Tendencia de emisiones de subcategorías por GEI de 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (1990-2021). 750
Figura 263. Procesamiento de establecimiento de Factor de Emisión Ponderado por GEI para 5.D.2. Adaptado de (IDEAM et al., 2022) 753
Figura 264. Porcentaje de aporte por sector al total de las emisiones, año 2021 783
Figura 265. Distribución de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) por categorías, año 2021 792
Figura 266. Distribución de emisiones de COVDM por categorías, año 2021 793
Figura 267. Distribución de emisiones de dióxido de azufre (SO2) por categorías, año 2021. 794
Figura 268. Distribución de emisiones de monóxido de carbono (CO) por categorías, año 2021. 795
Figura 269. Distribución de emisiones de material particulado PM10 por categorías, año 2021. 796
Figura 270. Distribución de emisiones de material particulado PM2.5 por categorías, año 2021. 797
Figura 271. Distribución de emisiones de carbono negro (CN) por categorías, año 2021. 798
Figura 272. Tendencia de emisiones de carbono negro (CN) para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector. 799
Figura 273. Tendencia de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector 801
Figura 274. Tendencia de emisiones de dióxido de azufre (SO_2) para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector 802
Figura 275. Tendencia de emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector. 803
Figura 276. Tendencia de emisiones de material particulado PM_{10} para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector. 804
Figura 277.Tendencia de emisiones de material particulado $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 y participación promedio histórica por sector. 805
Figura 278. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio - sector Energía para el año 2021. 810

Figura 279. Tendencia emisiones de NO_x para la serie 2010 a 2021 – Modulo Energía. 812
Figura 280. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía 813
Figura 281. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía 814
Figura 282. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía 815
Figura 283. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía 817
Figura 284. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía 818
Figura 285. Tendencia parque automotor (1.A.3.b), 2010 – 2021 818
Figura 286. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021 - Sector Energía 819
Figura 287. Subcategorías Industrias de la energía (1.A.1.) 820
Figura 288. Tendencia emisiones de NO_x para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.) 821
Figura 289. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.) 822
Figura 290. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.) 823
Figura 291. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.) 824
Figura 292. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.) 825
Figura 293. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.) 825
Figura 294. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021 – Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.) 826
Figura 295. Subcategorías Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.) 832
Figura 296. Tendencia emisiones de NO_x para la serie 2010 a 2021 – 1.A.2. industrias manufactureras y de la construcción. 833
Figura 297. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción. 833
Figura 298. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 - 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción. 834
Figura 299. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 - 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción. 835
Figura 300. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 - 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción. 836
Figura 301. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 - 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción. 837
Figura 302. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021- 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción. 838
Figura 303. Subcategoría Transporte 1.A.3. 848
Figura 304. Emisiones de NO_X de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 – 2021 849

Figura 305. Emisiones de COVDM de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 - 2021 850
Figura 306. Emisiones de SO_2 de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 - 2021 851
Figura 307. Emisiones de CO de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 – 2021 852
Figura 308. Emisiones de PM_{10} de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 – 2021 853
Figura 309. Emisiones de $PM_{2.5}$ de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 – 2021 854
Figura 310. Emisiones de CN de Transporte (1.A.3.) por subcategoría, 2010 – 2021 855
Figura 311. Participación promedio por subcategoría vehicular para transporte terrestre, 2010 – 2021. 856
Figura 312. Subcategorías Otros sectores (1.A.4.) 871
Figura 313. Tendencia emisiones de NO_x para la serie 2010 a 2021 – 1.A.4. Otros sectores. 872
Figura 314. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – 1.A.4. Otros sectores. 873
Figura 315. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021– 1.A.4. Otros sectores. 874
Figura 316. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 - 1.A.4. Otros sectores. 875
Figura 317. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 - 1.A.4. Otros sectores. 876
Figura 318. Tendencia emisiones de PM para la serie 2010 a 2021 - 1.A.4. Otros sectores. 876
Figura 319. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021-1.A.4. Otros sectores. 877
Figura 320. Subcategorías Combustibles sólidos 1.B.1. 885
Figura 321. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – Combustibles sólidos. 886
Figura 322. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 – 1.B.1. Combustibles sólidos. 887
Figura 323. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 – 1.B.1. Combustibles sólidos. 888
Figura 324. Subcategorías Petróleo y gas natural (1.B.2.) 889
Figura 325. Emisiones de NO_X de petróleo y gas natural (1.B.2.) por subcategoría, 2010 – 2021. 890
Figura 326. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – Petróleo y gas natural. 891
Figura 327. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 – Petróleo y gas natural. 892
Figura 328. Emisiones de CO de petróleo y gas natural (1.B.2.) por subcategoría, 2010 – 2021. 893
Figura 329. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 – 1.B.2. Petróleo y gas natural. 894
Figura 330. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 – 1.B.2. Petróleo y gas natural. 894

Figura 331. Categorías y subcategorías del sector IPPU estimadas en el inventario de carbono negro y contaminantes criterio 896
Figura 332. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio - sector IPPU para el año 2021 900
Figura 333. Tendencia emisiones de NO_x para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU 901
Figura 334. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU 902
Figura 335. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU. 903
Figura 336. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU. 904
Figura 337. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU. 905
Figura 338. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU. 906
Figura 339. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021 – Sector IPPU. 907
Figura 340. Categorías y subcategorías del sector Agricultura. 913
Figura 341. Tipos de fuentes de emisión y contaminantes asociados considerados en el sector agricultura 2021 916
Figura 342. Tendencia emisiones de NO_X para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura. 917
Figura 343. Tendencia emisiones de NO_X para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura. 918
Figura 344. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura. 919
Figura 345. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura. 920
Figura 346. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura. 921
Figura 347. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura. 922
Figura 348. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura. 923
Figura 349. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021 - Sector Agricultura. 924
Figura 350. Tendencia de las emisiones de material particulado y carbono negro por incendios forestales para la serie 2010 a 2021 930
Figura 351. Tendencia de las emisiones de contaminantes criterio para incendios forestales para la serie 2010 a 2021 930
Figura 352. Categorías y subcategorías del sector Residuos 932
Figura 353. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio - sector Residuos para el año 2021 935
Figura 354. Tendencia emisiones de NO_X para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos 936
Figura 355. Tendencia emisiones de COVDM para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos 937
Figura 356. Tendencia emisiones de SO_2 para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos 938

Figura 357. Tendencia emisiones de CO para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos 939
Figura 358. Tendencia emisiones de PM_{10} para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos 940
Figura 359. Tendencia emisiones de $PM_{2.5}$ para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos 941
Figura 360. Tendencia emisiones de CN para la serie 2010 a 2021 – Sector Residuos 942
Figura 361. Variación entre INGEI – BUR3 (1990-2018) e INGEI – BTR1 (1990-2021). 952
Figura 362. Variación INGEI (1990-2018) vs INGEI (1990-2021) – Sector 1. Energía 953
Figura 363. Variación INGEI (1990-2018) vs INGEI (1990-2021) – Sector 2. IPPU 954
Figura 364. Variación INGEI (1990-2018) vs INGEI (1990-2021) – Sector 3. Agricultura 955
Figura 365. Variación INGEI (1990-2018) vs INGEI (1990-2021) – Sector 4. LULUCF 956
Figura 366. Variación INGEI (1990-2018) vs INGEI (1990-2021) – Sector 5. Residuos 957
Figura 367. Metodología general del algoritmo de simulaciones Montecarlo. Fuente: NIR BUR3 Colombia 1019
Figura 368. Esquema general del proceso de simulación Montecarlo. Fuente: Elaboración propia. 1020

Listado de Cuadros

Cuadro 1. Ecuación de estimación del consumo aparente de combustibles primarios 119
Cuadro 2. Ecuación de estimación de consumo aparente de combustibles secundarios 120
Cuadro 3. Ecuación de estimación de emisiones de CO_2 procedentes de la quema de combustible a través del método de referencia. 124
Cuadro 4. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para la combustión estacionaria de la energía (1.A.1) 149
Cuadro 5. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por consumos energéticos en Industrias Manufactureras y de la Construcción (1.A.2.) 171
Cuadro 6. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para la aviación nacional (1.A.3.a) 185
Cuadro 7. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI aviación nacional combustión-avigas (1.A.3.a) 186
Cuadro 8. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para el transporte terrestre (1.A.3.b.) 196
Cuadro 9. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para Ferrocarriles (1.A.3.c.) 204
Cuadro 10. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para Navegación Marítima y fluvial (1.A.3.d.) 209
Cuadro 11. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para transporte tuberías (1.A.3.e.i) 215

Cuadro 12. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para Todo terreno (1.A.3.e.ii) 216
Cuadro 13. Ecuaciones aplicadas en la estimación de GEI para Todo terreno (1.A.3.e) 216
Cuadro 14. Ecuaciones empleadas para cálculo de factor de emisión fuera de ruta (1.A.3.e.i) 217
Cuadro 15. Ecuación estimación de emisiones de GEI de Otros sectores (1.A.4) 224
Cuadro 16. Ecuación estimación de emisiones de GEI por la Combustión de sólidos (1.B.1) 258
Cuadro 17. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por Petróleo y Gas Natural y otras emisiones provenientes de la energía (1.B.2) 273
Cuadro 18. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de cemento (2.A.1) 320
Cuadro 19. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de cal (2.A.2) 324
Cuadro 20. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de vidrio (2.A.3) 327
Cuadro 21. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por otros usos de la ceniza de sosa (2.A.4.b) 333
Cuadro 22. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de amoniaco (2.B.1) 346
Cuadro 23. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de ácido nítrico (2.B.2) 348
Cuadro 24. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de caprolactama (2.B.4) 350
Cuadro 25. Ecuación de estimación de emisiones de GEI para las subcategorías de 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo 353
Cuadro 26. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de hierro y acero (2.C.1) 368
Cuadro 27. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de ferroaleaciones (2.C.2) 372
Cuadro 28. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la producción de plomo (2.C.5) 375
Cuadro 29. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por el uso de lubricantes (2.D.1) 382
Cuadro 30. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por el uso de cera de parafina (2.D.2) 386
Cuadro 31. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1) 403
Cuadro 32. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Agentes espumantes (2.F.2) 408
Cuadro 33. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Protección contra incendios (2.F.3) 410
Cuadro 34. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Aerosoles (2.F.4) 412
Cuadro 35. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Solventes (2.F.5) 413
Cuadro 36. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Otras Aplicaciones (2.F.6) 415
Cuadro 37. Ecuación de estimación de emisiones de GEI Uso de equipos electrónicos (2.G.1) 421

Cuadro 38. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI y factores de emisión de fermentación entérica de Ganado (3.A.1.) 457
Cuadro 39. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI y factores de emisión de fermentación entérica de Ganado (3.B.1.) 484
Cuadro 40. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI y factores de emisión de fermentación entérica de Ovinos (3.B.2.) 488
Cuadro 41. Ecuaciones de estimación de Emisiones indirectas de N_2O de gestión de estiércol (3.B.5.).....505
Cuadro 42. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI de Arroz riego y Arroz secano (3.C.1. – 3.C.2.) 513
Cuadro 43. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI de Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados (3.D.1.) 529
Cuadro 44. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI de Emisiones indirectas de N_2O de suelos gestionados (3.D.2.) 537
Cuadro 45. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI de 3.G.2. Dolomita $CaMg(CO_3)_2$. 542
Cuadro 46. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI de 3.H. Aplicación de urea 545
Cuadro 47. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones GEI y factores de emisión para la categoría 4.A. Tierras forestales 579
Cuadro 48. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI para la categoría 4.B Cultivos 600
Cuadro 49. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones de GEI para la categoría 4.C. Pastizales 620
Cuadro 50. Ecuaciones de estimación de emisiones GEI para la categoría 4.D. Humedales 634
Cuadro 51. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones de GEI para la categoría 4E. Asentamientos 648
Cuadro 52. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones de GEI para la categoría 4.F. Otras tierras 659
Cuadro 53. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones de GEI para la categoría 4.G. Productos de la madera recolectada 670
Cuadro 54. Ecuaciones de estimación de emisiones/absorciones de GEI para la categoría 4.IV. Quema de biomasa 679
Cuadro 55. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la eliminación de residuos sólidos (5.A.) 703
Cuadro 56. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por la Incineración de residuos (5.C.1) 719
Cuadro 57. Ecuación de estimación de emisiones de GEI para la quema a cielo abierto de residuos (5.C.2.) 726
Cuadro 58. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por el tratamiento de aguas residuales domésticas (5.D.1.) 741
Cuadro 59. Ecuación de estimación de emisiones de GEI por Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5.D.2.) 752
Cuadro 60. Ecuaciones de estimaciones de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro – Nivel 1 759
Cuadro 61. Ecuaciones específicas para el cálculo del Inventario de Carbono Negro y Contaminantes criterio – Nivel 2. 761
Cuadro 62. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por las Industrias de la energía (subcategoría 1.A.1.) 829

Cuadro 63. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por las Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.). 843
Cuadro 64. Ecuaciones de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por sectores de la subcategoría de Transporte (1.A.3.). 857
Cuadro 65. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por otros sectores 1.A.4. 882
Cuadro 66. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por Combustibles sólidos (1.B.1.). 889
Cuadro 67. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por Combustibles sólidos (1.B.2.). 895
Cuadro 68. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro por los Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) 908
Cuadro 69. Ecuaciones empleadas para el cálculo de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio del sector Agricultura 924
Cuadro 70. Ecuaciones empleadas para el cálculo de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio del sector Agricultura 925
Cuadro 71. Ecuación de estimación de emisiones de contaminantes criterio y carbono negro residuos 943
Cuadro 72. Ecuación evaluación de nivel (método 1) 1000
Cuadro 73. Ecuación evaluación de tendencia (método 1) 1000
Cuadro 74. Ecuación evaluación por tendencia con emisiones cero del año base (método 1) 1001
Cuadro 75. Ecuación evaluación de nivel (método 2) 1001
Cuadro 76. Ecuación evaluación de tendencia (método 2) 1002
Cuadro 77. Cálculo de la incertidumbre de una emisión. 1013
Cuadro 78. Cálculo de la incertidumbre total de una categoría, modulo o inventario 1014
Cuadro 79. Factor de corrección para medio intervalo de incertidumbre. 1014
Cuadro 80. Medio intervalo de incertidumbre corregido 1014
Cuadro 81. Intervalos asimétricos de confianza: media geométrica 1015
Cuadro 82. Intervalos asimétricos de confianza: desviación geométrica estándar 1015
Cuadro 83. Medio intervalo de incertidumbre inferior/superior de propagación del error 1015
Cuadro 84. Tendencia de la incertidumbre 1016
Cuadro 85. Cálculo de la sensibilidad tipo A 1016
Cuadro 86. Cálculo de la sensibilidad tipo B 1016

Cuadro 87. Incertidumbre en la tendencia debida al factor de emisión 1016
Cuadro 88. Incertidumbre en la tendencia debida al dato de actividad 1017
Cuadro 89. Cálculo de incertidumbre en función de la desviación estándar y error estándar. 1017
Cuadro 90. Cálculo de incertidumbre en función de rangos mínimos y máximos 1017