Informe Nacional de Inventario

Primer Informe Bienal de Transparencia de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Subsecretaría de Ambiente
Argentina

Equipo de realización del INI (IBT1)

Subsecretaría de Ambiente

Coordinadora de Mitigación del Cambio Climático

Ing. Macarena Moreira Muzio

Responsable de Proyecto UNEP, BTRs & NATCOM Argentina (GEF 10973)

Lic. Elena Palacios

Responsable del Proyecto ICAT

Lic. Natalí Biasoli

Responsable del Sistema Nacional de Inventario GEI

Ing. Sebastián Galbusera

Responsable del Informe Nacional de Inventario GEI

Ing. Tamara Legnazzi

Equipo técnico

Mg. Alex Aguilar Zurita

Lic. Magdalena Basla

Ing. Rosina Forte

Dr. Fabián Gaioli

Lic. Santiago Goggi

Ing. Andrés Haag

Lic. María Teresa Jeffrey

Lic. Cecilia Morando

Ing. Paola Nieto

Dra. Daniela Paiva

DCV. Daniela Sequi

Agradecimientos

Se agradece a todas las áreas y agentes del gobierno nacional, organismos e instituciones que han aportado datos, información y valiosas sugerencias y comentarios en distintas instancias del proceso de construcción y mejora de este documento.

Subsecretaría de Ambiente: Dirección Nacional de Bosques, Proyecto de Pago Basado en Resultados de REDD+ de la Argentina, Dirección Nacional de Residuos, Dirección Nacional de Sustancias y Residuos Peligrosos, Programa Ozono Argentina. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca: Dirección de Producciones Sostenibles, Dirección de Estimaciones Agrícolas, Dirección de Desarrollo Foresto Industrial, Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Agroalimentaria. Secretaría de Energía: Subsecretaría de Transición y Planeamiento Energético. Secretaría de Industria y Comercio: Dirección de Industria Sostenible. Secretaría de Transporte: Dirección de Impacto Ambiental del Transporte. Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología: Dirección Nacional de Planificación Estratégica y Asuntos Internacionales. Subsecretaría de Relaciones Financieras Internacionales: Dirección Operativa de Financiamiento Internacional. Secretaría de Hacienda: Oficina Nacional de Presupuesto. Secretaría de Minería: Dirección Nacional de Producción Minera Sustentable. Secretaría de Gestión Sanitaria: Dirección Nacional de Gestión de Servicios Asistenciales, Coordinación de Salud Ambiental. Instituto Geográfico Nacional. Cámara Argentina del Acero. Instituto Petroquímico Argentino. Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado. Asociación de Fabricantes de Cemento Portland. Instituto Argentino del Petróleo y del Gas.

Se agradece además a las fuentes de financiamiento, agencias y proyectos internacionales que facilitan el sostenimiento del equipo técnico para la elaboración de los reportes nacionales sobre cambio climático.

Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Iniciativa para la Transparencia en la Acción Climática (ICAT), NDC Partnership, Proyecto de Pago Basado en Resultados (PBR) de REDD+ de la Argentina y a la Iniciativa de Fomento de la Capacidad para la Transparencia y Programa de Apoyo Global (CBIT-GSP).

Cítese como: SSAmb. 2024. Informe Nacional de Inventario del Primer Informe Bienal de Transparencia a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

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.

La información respecto de los nombres de instituciones nacionales y subnacionales indicados en el presente documento se encuentra actualizada a la fecha de cierre de esta publicación (13-12-2024)

Contenidos

Resumen ejecutivo **13**
Executive summary **48**
Capítulo 1: Circunstancias nacionales, arreglos institucionales e información transversal **80**
Circunstancias nacionales, arreglos institucionales e información transversal 81
Antecedentes sobre inventarios de GEI y cambio climático 81
Circunstancias nacionales 86
Entidad nacional responsable de la elaboración del INGEI 113
Ciclo de preparación del INGEI 114
Archivo de información del INGEI 118
Procesos para la consideración oficial y aprobación del inventario 121
Descripción general de las metodologías 121
Metodología 121
Método de cálculo 122
Fuentes de información 123
Descripción y análisis de categorías principales 126
Control y aseguramiento de la calidad 131
Controles de la calidad en la elaboración del inventario 132
Control de la calidad durante la compilación 134
Control de la calidad durante la elaboración de las CRT 134
Análisis de consistencia 135
Aseguramiento de la calidad 137
Evaluación de la incertidumbre 137
Evaluación general de exhaustividad 140
Métricas 142
Flexibilidades aplicadas 143
Anexo 1. Tablas de Incertidumbre 145
Capítulo 2: Tendencia de las emisiones **153**
Tendencia de las emisiones de GEI totales 154
Inventario del año 2022 154
Tendencia de las emisiones netas 1990-2022 157
Tendencia de las emisiones totales por GEI 162
Tendencia de las emisiones por métrica 178
Tendencia del balance de GEI 182
Tendencia del balance de GEI por gas 182
Capítulo 3: Energía **186**
Panorama general del sector 187
Descripción 187
Resultados INGEI 188
Aspectos metodológicos 194

Quema de combustibles (1A) 201
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 201
Descripción 201
Tendencia de las emisiones de GEI 202
Metodología 206
Comparación entre el método de referencia y el método sectorial 216
Industrias de la energía (1A1) 217
Industrias manufactureras y de la construcción (1A2) 257
Transporte (1A3) 280
Otros sectores (1A4) 330
No especificado (1A5) 349
Método de Referencia 349
Control de calidad 353
Recálculo y mejoras 353
Anexo Parámetros y equivalencias combustibles 358
Anexo Comparativa poder calorífico inferior 362
Anexo factor de emisión local del gas natural distribuido por redes 365
Anexo factor de emisión local de combustibles líquidos 366
Anexo Asignación de biodiesel 369
Anexo Asignación de biogasolina (Bioetanol) 370
Emisiones fugitivas (1B) 372
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 372
Descripción 373
Tendencia de las emisiones de GEI 373
Metodología 375
Combustibles sólidos (1B1) 380
Petróleo y gas natural (1B2) 402
Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono (1C) 443
Elementos informativos (1D) 444
1D1 – Búnkeres internacionales 444
1D2 – Operaciones multilaterales 456
1D3 – Emisiones de dióxido de carbono desde biomasa 456
Capítulo 4: Procesos industriales y uso de productos 462
Panorama general del sector 463
Descripción 463
Resultados INGEI 463
Aspectos metodológicos 469
Industria de los minerales (2A) 476
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 476
Descripción 476
Tendencia de las emisiones de GEI 476
Metodología 477

2A1 – Producción de Cemento 479
Tendencia de las emisiones de GEI 480
Metodología 482
2A2 – Producción de Cal 484
Tendencia de las emisiones de GEI 485
Metodología 487
2A3 – Producción de vidrio 489
2A4 – Otros usos de carbonatos en los procesos 489
Análisis de incertidumbre 496
Control de calidad 497
Comparativa con valores internacionales 497
Recálculo y mejoras 498
Industria química (2B) 499
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 499
Descripción 499
Tendencia de las emisiones de GEI 499
Metodología 501
2B1 – Producción de amoníaco 503
Tendencia de las emisiones de GEI 503
2B2 – Producción de ácido nítrico 507
Tendencia de las emisiones de GEI 508
2B3 – Producción de ácido adípico 511
2B4 – Producción de caprolactama, glioxal y ácido glioxílico 512
2B5 – Producción de carburo 512
2B6 – Producción de dióxido de titanio 517
2B7 – Producción de carbonato de sodio 517
2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo 522
2B9 – Producción fluoroquímica 529
2B10 – Otros 534
Análisis de incertidumbre 535
Control de calidad 536
Recálculo y mejoras 536
Industria de los metales (2C) 538
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 538
Descripción 538
Tendencia de las emisiones de GEI 538
Metodología 540
2C1 – Producción de hierro y acero 542
2C2 – Producción de ferroaleaciones 550
2C3 – Producción de aluminio 557
2C4 – Producción de magnesio 566
2C5 – Producción de plomo 566
2C6 – Producción de zinc 567

2C7 – Otros 570
Análisis de incertidumbre 572
Control de calidad 573
Comparativa con valores internacionales 573
Recálculo y mejoras 574
Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (2D) 574
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 574
Descripción 575
Tendencia de las emisiones de GEI 575
Metodología 575
2D1 – Uso de lubricantes 577
2D2 – Uso de la cera de parafina 583
2D3 – Otros 587
Análisis de incertidumbre 588
Control de calidad 589
Recálculo y mejoras 589
Industria electrónica (2E) 589
Uso de sustitutos de SAO (2F) 590
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 590
Descripción 591
Tendencia de las emisiones de GEI 591
Metodología 592
2F1 – Refrigeración y aire acondicionado 594
2F2 – Agentes espumantes 603
2F3 – Productos contra incendios 608
2F4 – Aerosoles 613
2F5 – Solventes 618
2F6 – Otras aplicaciones 619
Análisis de incertidumbre 621
Control de calidad 621
Recálculo y mejoras 621
Anexo Homologación de subsectores para el uso de sustitutos de SAO 622
Manufactura y utilización de otros productos (2G) 623
Otras industrias (2H) 624
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 624
Descripción 624
Tendencia de las emisiones de GEI 625
Metodología 625
Recálculo y mejoras 627
Capítulo 5: Agricultura y ganadería 628
Panorama general del sector 629
Descripción 629

Resultados INGEI 629
Aspectos metodológicos 634
Caracterización del ganado 638
Caracterización de bovinos de carne 638
Caracterización de bovinos lecheros 724
Caracterización de ganaderías no bovinas 764
Fermentación entérica (3A) 784
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 784
Descripción 785
Tendencia de las emisiones de GEI 785
Metodología 786
Factores de emisión 787
Datos de Actividad 787
3A1a – Fermentación entérica Bovinos Lecheros 788
3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne 801
3A2 – Fermentación entérica ovinos 813
3A3-Fermentación entérica porcinos 818
3A4 – Fermentación entérica otras ganaderías 824
Gestión del estiércol (3B) 831
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 831
Descripción 832
Tendencia de las emisiones de GEI 832
Metodología 834
Factores de emisión 837
Datos de Actividad 837
3B1a – Directas Gestión de estiércol Bovinos Lecheros 839
3B1b– Directas Gestión del estiércol Bovinos de Carne 854
3B2 – Directas Gestión del estiércol ovinos 870
3B3 – Directas gestión del estiércol porcinos 876
3B4 – Directas Gestión del estiércol otras ganaderías 888
3B5ai – Emisiones indirectas de N_2O de Gestión de Estiércol – Bovinos Lecheros 903
3B5aii – Emisiones indirectas de N_2O de Gestión de Estiércol – Estiércol Bovinos de Carne 913
3B5b-j – Emisiones indirectas de N_2O de Gestión de Estiércol – Ganaderías no bovinas 923
Cultivo de arroz (3C) 937
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 937
Descripción 937
Tendencia de las emisiones de GEI 938
Metodología 940
Análisis de incertidumbre 944
Control de calidad 944
Recálculo y mejoras 944
Emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de suelos agrícolas (3D) 946

Documentación de respaldo (sistema de archivo) 946
Descripción 948
Tendencia de las emisiones de GEI 948
Metodología 950
Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados (3D1) 953
Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados (3D2) 1062
Emisiones de la quema prescripta de sabanas (3E) 1138
Emisiones de la quema de residuos de cosecha (3F) 1138
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 1138
Descripción 1139
Tendencia de las emisiones de GEI 1139
Metodología 1142
Encalado, Aplicación de urea y Otros fertilizantes que contienen carbono (3GHI) 1149
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 1149
Capítulo 6: Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura 1158
Panorama general del sector 1159
Descripción 1159
Resultados INGEI 1161
Aspectos metodológicos 1168
Representación coherente de tierras 1177
Definiciones 1177
Caracterización de los estratos reportados 1180
Tierras Forestales (4A) 1235
Tierras forestales que permanecen como tales -Bosque Nativo- (4A1a) 1239
Tierras forestales que permanecen como tales -Bosque Cultivado- (4A1b) 1259
Tierras de cultivo (4B) 1286
Tierras de cultivo que permanecen como tales (4B1) 1289
Tierras convertidas en tierras de cultivo (4B2) 1324
Pastizales (4C) 1337
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 1337
Descripción 1337
Tendencia de las emisiones de GEI 1338
Metodología 1342
Análisis de incertidumbre 1348
Control de calidad 1350
Recálculo y mejoras 1350
Humedales (4D) 1352
Datos de actividad 1352
Asentamientos (4E) 1353
Datos de actividad 1354
Otras Tierras (4F) 1354
Datos de actividad 1355

Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) provenientes de aportes de nitrógeno (N) a suelos gestionados (4(I)) 1356
Emisiones y absorciones procedentes del drenaje, la rehumidificación y otros tipos de gestión de suelos orgánicos y minerales (4(II)) 1356
Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) provenientes de la mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociada con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo (4(III)) 1357
Quema de biomasa (4(IV)) 1359
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 1359
Descripción 1359
Tendencia de las emisiones de GEI 1361
Metodología 1364
Análisis de incertidumbre 1373
Control de calidad 1374
Recálculo y mejoras 1374
Anexo Quema de biomasa, incendios forestales y deforestación 1377
Productos de Madera Recolectada (4G) 1380
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 1380
Descripción 1380
Tendencia de las emisiones de GEI 1380
Metodología 1388
Análisis de incertidumbre 1397
Control de calidad 1397
Recálculo y Mejoras 1398
Anexo Definiciones de clases de productos para PMR 1399
Anexo Flujo de materiales para PMR 1407
Capítulo 7: Residuos 1412
Panorama general del sector 1413
Descripción 1413
Resultados INGEI 1413
Aspectos metodológicos 1417
Eliminación de residuos sólidos (5A) 1423
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 1423
Descripción 1424
Tendencia de las emisiones GEI 1424
Metodología 1426
Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados (5A1) 1434
Sitios de eliminación de residuos sólidos no gestionados (5A2) 1437
Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados (5A3) 1437
Análisis de incertidumbre 1442
Control de calidad 1443
Recálculo y mejoras 1444
Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B) 1450

Documentación de respaldo (sistema de archivo) 1450
Descripción de la categoría 1450
Tendencia de las emisiones de GEI 1451
Metodología 1454
Análisis de incertidumbre 1456
Control de calidad 1457
Recálculo y mejoras 1457
Incineración e incineración abierta de residuos (5C) 1457
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 1457
Incineración de residuos (5C1) 1459
Tendencia de las emisiones de GEI 1459
Metodología 1461
Análisis de incertidumbre 1465
Control de calidad 1466
Recálculo y mejoras 1466
Tratamiento y eliminación de aguas residuales (5D) 1466
Documentación de respaldo (sistema de archivo) 1466
Descripción 1467
Metodología 1467
Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1) 1470
Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2) 1488
Otras (5D3) 1506
Otros (5E) 1506
Almacenamiento de CO_2 de largo plazo (5F) 1507
Capítulo 8: Recálculo y mejoras 1508
Análisis comparativo entre el IBA5 y el IBT1 1509
Sector Energía 1510
Sector PIUP 1513
Sector Agricultura y ganadería 1515
Sector UTCUTS 1517
Sector Residuos 1519
Mejoras realizadas entre el IBA5 y el IBT1 1521
Mejoras relacionadas con la transparencia del INGEI 1521
Mejoras de cálculo del INGEI 1523
Anexo Control de calidad en la compilación 1527
Quema de combustible 1529
Fugitivas minería carbonífera y manejo del carbón 1531
Fugitivas transformación de combustibles sólidos 1532
Fugitivas petróleo 1534
Fugitivas gas natural 1536
Industria de los minerales 1538
Industria química 1540

Industria de los metales 1541
Uso de productos no energéticos 1543
Uso de sustitutos de SAO 1543
Otras industrias 1545
Bovinos de leche 1545
Bovinos de carne 1549
Ganadería bovina 1554
Bubalinos 1556
Ovinos 1558
Caprinos 1560
Camélidos 1562
Equinos 1564
Mulares y asnales 1566
Porcinos 1568
Aves 1570
Representación Coherente de Tierras 1572
Tierras Forestales – Bosque nativo 1577
Tierras Forestales – Bosque cultivado 1579
Tierras de Cultivos y Pastizales 1580
Quema de biomasa 1583
Fertilizantes sintéticos 1585
Producción agrícola 1586
Productos de la madera recolectada 1588
Residuos sólidos 1589
Aguas residuales domésticas 1591
Aguas residuales industriales 1592
Acrónimos y siglas 1594
Índice de tablas 1604
Índice de figuras 1641
Índice de ilustraciones 1663
Índice de ecuaciones 1669

Resumen ejecutivo

El presente documento constituye el Informe Nacional del Inventario (INI) 1990-2022 de emisiones y absorciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de la República Argentina. Este informe fue elaborado teniendo en cuenta las directrices para la elaboración de inventarios nacionales actualmente vigentes y de conformidad con las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG, por sus siglas en inglés) del Marco de Transparencia Reforzado (ETF, por sus siglas en inglés) para la acción y el apoyo a que se refiere el artículo 13 del Acuerdo de París (AP), establecidas en el Anexo V de la Decisión 5/CMA.3.

El informe incluye, además, las emisiones de GEI en las Tablas Comunes de Reporte (CRT, por sus siglas en inglés) para la comunicación electrónica de la información contenida en el INI, acorde a lo establecido en el Anexo I de la Decisión 5/CMA.3 1.

El INI se presenta a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) como documento independiente al Primer Informe Bienal de Transparencia (IBT1) de la República Argentina.

Información relacionada con inventarios GEI y cambio climático

Antecedentes sobre inventarios de GEI y cambio climático

La República Argentina ratificó la CMNUCC mediante la ley n° 24.295 del año 1993, asumiendo la obligación de informar sobre todos los aspectos relevantes para el logro de los objetivos de dicha convención, en particular lo relacionado con sus inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por fuentes y de la absorción por sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal, en carácter de país en desarrollo (no Anexo I).

Dando cumplimiento a las obligaciones asumidas y realizando los esfuerzos necesarios para estimar, recopilar y reportar oportunamente los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), la República Argentina ha presentado tres Comunicaciones Nacionales (CN) y cinco Informes Bienales de Actualización (IBA), con sus respectivos INGEI.

Asimismo, mediante la ley n° 25.438 de junio de 2001 se aprobó el Protocolo de Kyoto, a través del cual participó del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual contó con 2 períodos de cumplimiento (2008-2012 y 2012-2020), estando vigente hasta el año 2020.

Por otra parte, la República Argentina ha presentado su Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (iNDC) en 2015, que luego fue revisada, actualizada y presentada como la Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) cuando el país ratificó el AP en septiembre de 2016. En diciembre de 2020, la República Argentina reafirmó su compromiso con el AP presentando su Segunda NDC a la CMNUCC. Posteriormente, en noviembre de 2021 presentó una actualización de la meta de mitigación de la Segunda NDC.

Cabe destacar que a través de la NDC revisada en 2016 el país presentó su primera Comunicación de Adaptación (ADCOM, por sus siglas en ingles) y en diciembre de 2020, junto con la segunda NDC se incorporó la segunda ADCOM, siguiendo el anexo de la Decisión 9/CMA.1.

Otros reportes de relevancia presentados por el país fueron el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) junto al primer Anexo Técnico REDD+ (AT REDD+ 1) en 2019 y el segundo Anexo Técnico REDD+ (AT REDD+ 2) en 2021.

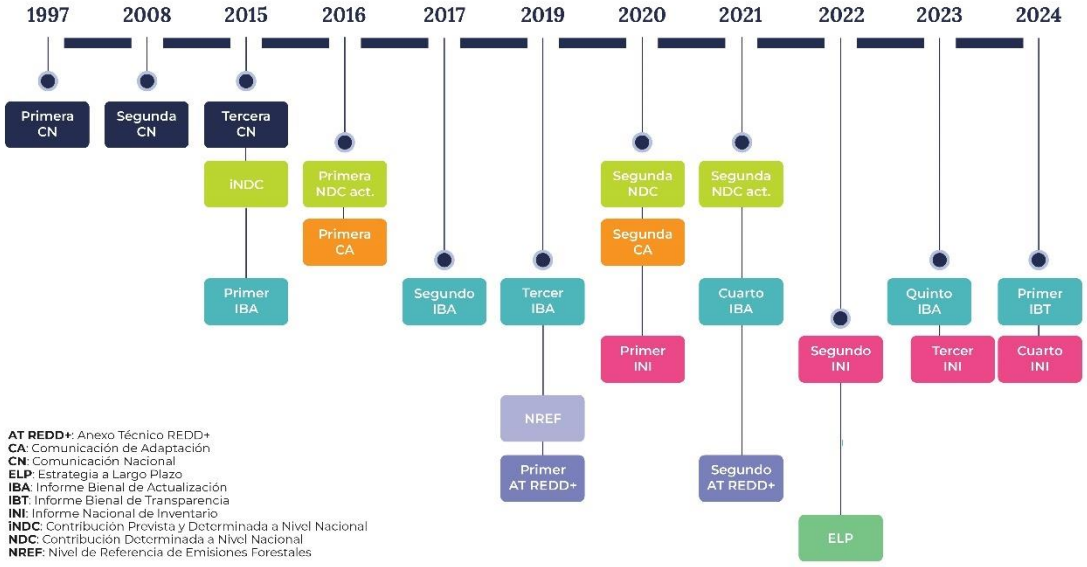
En diciembre de 2019 fue aprobada la ley n° 27.520 de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Global, reglamentada en el año 2020 mediante el decreto reglamentario n° 1030. Esta ley ratifica los compromisos internacionales asumidos y fortalece la política climática nacional y subnacional, estableciendo los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar acciones, instrumentos y estrategias adecuadas de adaptación y mitigación al cambio climático en todo el territorio nacional. Asimismo, esta ley institucionaliza al Gabinete Nacional de Cambio Climático (GNCC), creado en 2016 mediante el decreto del Poder Ejecutivo n° 891, como órgano de gobernanza nacional para el diseño coordinado y consensuado de políticas climáticas.

En el marco de la ley n° 27.520, desde 2022 se han elaborado una serie de documentos que orientan la planificación nacional a mediano y largo plazo, tales como el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (PNAyMCC), aprobado mediante resolución del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) n° 146 del año 2023, la Estrategia de Desarrollo Resiliente con Bajas Emisiones a Largo Plazo (ELP) a 2050, aprobada mediante la resolución n° 218 del año 2023 y la Estrategia Nacional para el Uso de los Mercados de Carbono (ENUMeC), aprobada mediante resolución del MAyDS n° 385 del año 2023.

Finalmente, en 2024 se presenta el IBT1 con un resumen del inventario de emisiones y absorciones de GEI del año 2022 y la serie temporal del período 1990-2022 en el capítulo 1. Junto al IBT1, se presenta el INI como documento independiente, que detalla y amplia las estimaciones presentadas en el IBT1.

En la ilustración a continuación se presentan los reportes de la República Argentina a la CMNUCC.

Ilustración 1. Línea de tiempo de presentaciones de la República Argentina ante la CMNUCC



Fuente: Elaboración propia

Circunstancias nacionales y arreglos institucionales

Entidad nacional responsable de la elaboración del INGEI

Los arreglos institucionales para la elaboración y presentación oportuna de los INGEI se enmarcan en el perfil institucional y normativo de la administración pública nacional.

La Jefatura de Gabinete de Ministros constituye la autoridad de aplicación de los tratados internacionales de cambio climático suscriptos, de acuerdo con lo establecido por la ley n° 27.520 de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Global (Ley de Cambio Climático), su decreto reglamentario n° 1030 del año 2020 y las normas complementarias y aclaratorias. A este efecto, la Subsecretaría de Ambiente (SSAmb)[1] es quien lleva adelante la gestión operativa en materia de reportes de adaptación y mitigación para dar cumplimiento a los compromisos que surgen de la CMNUCC y el AP.

En el ámbito de la SSAmb, de acuerdo al Anexo IV de la decisión administrativa 928 del año 2021, se le asigna a la Coordinación de Mitigación del Cambio Climático la función de “elaborar los inventarios de GEI, las comunicaciones nacionales, informes bienales, contribuciones nacionales y otros proyectos que apoyen los compromisos y metas resultantes de la CMNUCC en materia de mitigación”.

[1] La Subsecretaría de Ambiente se encuentra dentro del ámbito de la Jefatura de Gabinete de Ministros. Mapa del Estado de la República Argentina 2024. https://mapadelestado.jefatura.gob.ar/ministerios/001

A través de la ley de Cambio Climático y su decreto reglamentario se institucionaliza el GNCC, creado en 2016 mediante el decreto del Poder Ejecutivo n° 891, como órgano de gobernanza nacional para el diseño coordinado y consensuado de políticas de adaptación y mitigación al cambio climático.

El GNCC se compone por diversas instancias de trabajo. La Reunión Ministerial, compuesta por las máximas autoridades de las respectivas áreas de gobierno, es la principal instancia de coordinación y articulación del GNCC, y se encuentra asistida por la Mesa de Puntos Focales, conformada por representantes designados por los ministerios; la Mesa de Articulación Provincial, que cuenta con representantes designados por las 23 provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y la Mesa Ampliada, conformada por toda otra persona humana o jurídica interesada en la temática.

Actualmente, la Coordinación Técnica Administrativa (CTA) del GNCC es ejercida por la SSAmb, función que fue delegada en la primera Reunión de Ministros del 2024[2]. En tal sentido, es la encargada de elaborar insumos de las instancias de trabajo del GNCC, el PNAyMCC y las NDC y, además, convoca, facilita y promueve la comunicación entre los espacios que constituyen al GNCC.

La ley, asimismo, dicta la creación del Consejo Asesor Externo (CAE), compuesto por personas expertas en los diversos aspectos de la cuestión climática y por representantes de diferentes sectores y grupos.

Ciclo de preparación del INGEI

La elaboración del INGEI se lleva adelante a través de una serie de actividades que se realizan periódicamente a lo largo de un ciclo de 2 años.

En la tabla siguiente se detallan las etapas principales del ciclo actual de preparación del INGEI de la República Argentina, las actividades y los principales organismos responsables, así como se indican con una tilde los procesos finalizados durante la elaboración del presente INI.

[2] El Jefe de Gabinete de Ministros como Autoridad de Aplicación Nacional de la ley n° 27.520 delegó en el titular de la Secretaría de Turismo, Ambiente y Deportes la facultad de presidir el Gabinete Nacional, a través de la resolución n° 101 del año 2024, Anexo VII, de la Jefatura de Gabinete de Ministros. Posteriormente, de acuerdo a lo detallado en el primer punto del Acta de la Reunión de Ministros n° 1/2024 se delega la función a la SSAmb. https://ciam.ambiente.gob.ar/images/uploaded/recursos/568/IF-2024-111741006-APN-SSAM-JGM.pdf

Tabla 1. Etapas, actividades y responsables del ciclo de elaboración del INGEI

Etapa	Actividad	Responsable Principal
1.Planificación y arreglos institucionales	✓ Plan de trabajo INGEI, incluyendo selección de mejoras a implementar ✓ Reunión inicial equipo INGEI y puntos focales sectoriales ✓ Inicio de documentación y archivo × Actualización de Manual de INGEI e Instructivos	Subsecretaría de Ambiente
2.Recolección de información sectorial	✓ Solicitud formal de información ✓ Bilaterales sectoriales ✓ Procesamiento y ajustes ✓ Selección de métodos y factores de emisión (FE)	Subsecretaría de Ambiente + Puntos Focales Sectoriales
3.Estimaciones sectoriales preliminares	✓ Cálculo de emisiones de GEI ✓ Recálculo de serie temporal ✓ Elaboración de procedimientos de cálculo × Actualización de Procedimientos	Subsecretaría de Ambiente + Puntos Focales Sectoriales
4.Validación sectorial, QC, Implementación de mejoras, estimaciones finales	✓ Revisión Experta Interna Sectorial ✓ Estimaciones finales ✓ Estimación de incertidumbres	Subsecretaría de Ambiente + Puntos Focales Sectoriales
5.Compilación, elaboración de Reportes y capítulos IBT, QA	✓ Análisis de Categorías principales ✓ Generación de tablas de reporte ✓ Elaboración de capítulos IBT ✓ Informe de Inventario por Actividad ✓ Reporte digital del INGEI (ETF Tools) × Revisión externa	Subsecretaría de Ambiente
6.Documentación, archivo y difusión. Plan de mejoras futuras	✓ Finalización de documentación y archivo de la información ✓ Identificación de mejoras futuras ✓ Talleres socialización de resultados finales y totales ✓ Elaboración de material de comunicación	Subsecretaría de Ambiente + Puntos Focales Sectoriales

Fuente: Elaboración propia

Dado que la elaboración del inventario es responsabilidad de la Coordinación de Mitigación de la SSAmb, en dicha área de gobierno se encuentra la mayor parte del Equipo Técnico Experto del INGEI.

Dicho Equipo Técnico Experto del INGEI articula, en el marco del GNCC y del Sistema Nacional de Inventario (SNI-GEI-AR), con los Puntos Focales Sectoriales (representantes designados por los ministerios) con el fin de dar cumplimiento a los plazos y los parámetros de calidad requeridos para la elaboración del inventario.

Archivo de información del INGEI

La ley n° 27.520 crea el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC), como herramienta central de transparencia y promoción de la información. El Sistema Nacional de Inventario de GEI (SNI-GEI-AR), creado entre 2017 y 2019 se integró al SNICC desde la sanción de la ley.

El SNI-GEI-AR, es un sistema de soporte de información que alimenta la construcción del INGEI, que se basa en relaciones interinstitucionales y procedimientos estandarizados para el intercambio de datos, validación y compilación de inventarios robustos y transparentes.

Este sistema de información garantiza la transparencia y trazabilidad del proceso de elaboración del INGEI a la vez que aporta a la sostenibilidad y periodicidad de presentación de los INGEI del país al facilitar la asignación y distribución de tareas concretas entre los actores de la estructura.

A modo de estructura general, como se observa en la figura a continuación, el SNI-GEI-AR incluye 1 Manual de Procesos, 6 Instructivos y 32 Procedimientos específicos para cada Subactividad, junto con sus respectivas Hojas de Trabajo (HT).

Figura 1. Componentes SNI-GEI-AR



Fuente: Elaboración propia

Los Procedimientos, con sus respectivas HT, representan la base del sistema de archivo, ya que luego son utilizadas para la elaboración de los reportes. Por su parte, los Informes de Inventarios por actividad (IIA) forman parte del proceso de elaboración del INI, mientras que las planillas de comparación de las HT entre inventarios se utilizan como una instancia de control de calidad. Al momento, el sistema de archivo del IBT1, cuenta con un total de 488 archivos: 53 archivos de procesamiento de datos de base, 239 archivos de cálculo, 33 de procedimientos (32 de cálculo y un manual de uso de variables explicativas), 118 archivos de redacción de INI e IBT, 40 archivos de compilación y 5 de seguimiento.

El sistema de archivo se encuentra alojado dentro de una plataforma colaborativa que agiliza el trabajo conjunto, mejora la trazabilidad de la documentación y facilita la asignación de roles y el seguimiento de tareas dentro del equipo de trabajo. Además, se resguarda la documentación de los ciclos anteriores y se crean copias de seguridad en los servidores físicos de la SSamb.

Procesos para la consideración oficial y aprobación del inventario

El SNI-GEI-AR incluye un módulo de intercambio de información con distintas instituciones públicas y privadas. Una vez finalizada la redacción de las distintas secciones del INI, las mismas son compartidas con los puntos focales sectoriales, lo que permite el intercambio de comentarios previo al reporte ante la CMNUCC.

Dicho intercambio se gestiona mediante el sistema oficial del Generador Electrónico de Documentos Oficiales (GEDO), llevando de esa manera un registro de las notas de solicitud y de respuesta con los documentos compartidos. El marco general de este intercambio es el GNCC.

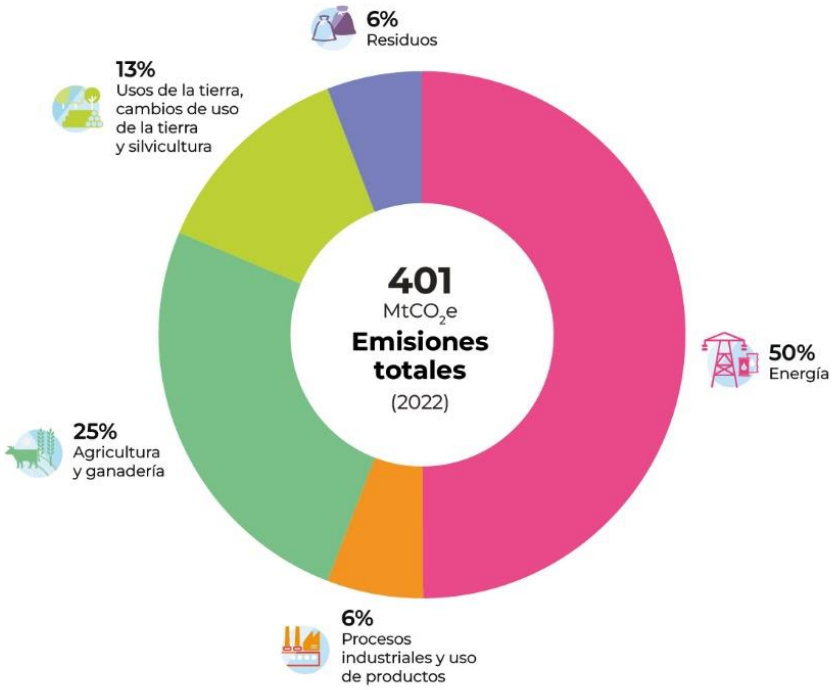
Tendencias de las emisiones de GEI

Inventario del año 2022

Las emisiones netas totales del año 2022 fueron estimadas en 400.920,59 $ktCO_2e$. El sector preponderante del INGEI 2022 es Energía, donde se destacan las categorías de “Transporte terrestre”, “Generación de electricidad” y “Otros consumos – Residencial”. Los dos sectores que siguen en participación son por un lado Agricultura y ganadería, donde la principal categoría es “Fermentación entérica de bovinos de carne” y por el otro Usos de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)[3], cuya principal contribución está dada por la conversión de tierras forestales. La siguiente figura muestra la participación sectorial del inventario de GEI del año 2022.

[3] Para la elaboración del presente reporte se incorporaron cambios en los sectores y categorías del INGEI, de manera consistente con las tablas comunes de reporte (CRT) que se incluyen como anexo. Los sectores “Agricultura y ganadería” y “Usos de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura” abarcan las categorías incluidas en “Agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra” en los Informes Bienales de Actualización presentados con anterioridad.

Figura 2. Distribución sectorial de las emisiones de GEI año 2022



Fuente: Elaboración propia

El INI incluye, adicionalmente, estimaciones de los gases precursores de GEI: CO, COVDM, NO_x y SO_2, para la serie 1990-2022, para las fuentes cuyos Datos de Actividad (DA) y Factores de Emisión (FE) asociados estaban disponibles. En todos los casos se utilizaron los DA correspondientes a la elaboración del INGEI.

Tendencia de las emisiones netas 1990-2022

Las emisiones y absorciones del país siguieron una tendencia creciente aumentando un 46% respecto al año 1990. Los sectores de Energía (92%), Procesos Industriales y Uso de Productos -PIUP- (178%) y Residuos (98%) responden en mayor medida a las condiciones económicas y/o poblacionales reflejando una tendencia creciente a lo largo de los años, a diferencia de los sectores de Agricultura y ganadería (6%) y UTCUTS (-6%) que muestran un comportamiento más fluctuante, relacionado con la dinámica del uso del suelo, las políticas del sector, las condiciones climáticas y aspectos externos.

En la serie temporal se observa una desaceleración del sector Energía entre los años 2000 y 2002 producto de la crisis económica acontecida durante ese período y a partir del año 2008 una nueva caída debido a la crisis financiera internacional. También se observa en el año 2020 el efecto de la pandemia de COVID-19, que generó la disminución de la actividad industrial y de transporte, y por tanto la caída en las emisiones para los sectores PIUP (-8,0%) y Energía (-8,2%).

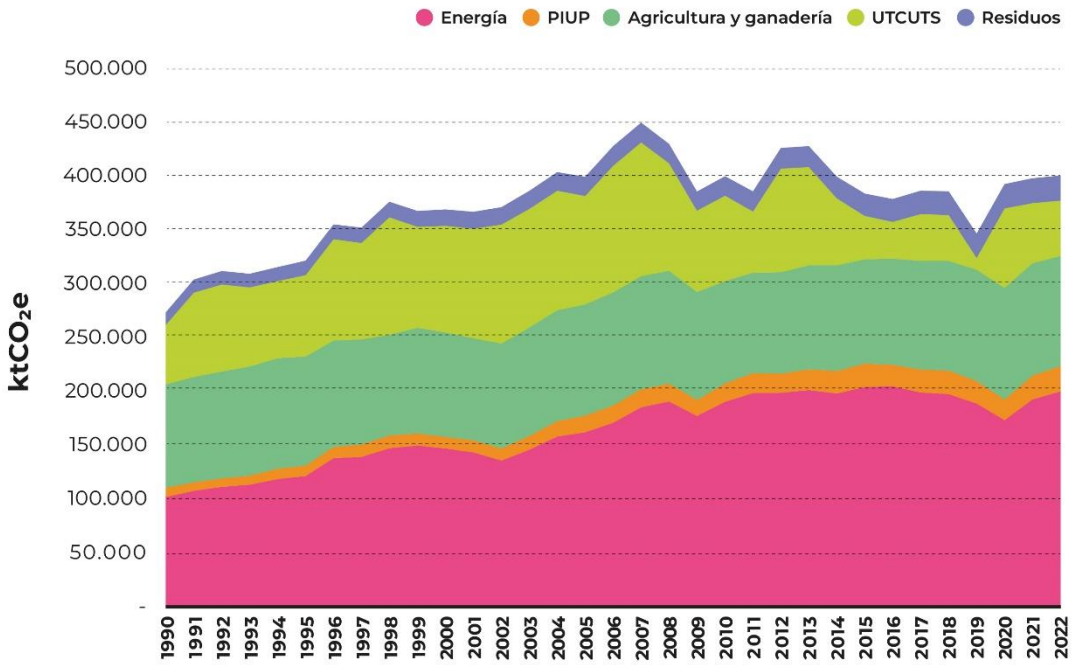
Las emisiones del sector UTCUTS responden principalmente a cambios en los patrones de pérdida de cobertura de bosques nativos debido al corrimiento de la frontera agropecuaria, tales como el aumento observado en 2012-2013, y el pico de

emisiones registrado en 2020, debidos principalmente al aumento de las emisiones de la categoría Tierras forestales convertidas a otros usos.

Finalmente, en el sector Agricultura y ganadería, en el 2008-2009 y en menor medida en 2018, las sequías generaron una disminución de las existencias bovinas que son la principal variable asociada a la tendencia de emisiones en este sector.

El nivel de emisiones totales para el año 2022, se explica principalmente por el restablecimiento de los niveles de actividad en los sectores Energía y PIUP, junto con una disminución de la deforestación respecto al año 2020 reflejada en el sector UTCUTS. En la siguiente figura se presenta la tendencia de las emisiones de GEI del período 1990-2022.

Figura 3. Tendencia de las emisiones de GEI (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Resumen de estimaciones y tendencias por fuentes y sumideros

Descripción general de las metodologías

Metodología

Las guías metodológicas y decisiones consideradas para la elaboración del INGEI 2022 son:

- Decisión 18/CMA.1 – MPG para el marco de transparencia para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París.

- Decisión 5/CMA.3 – Orientaciones para la puesta en práctica de las modalidades, los procedimientos y las directrices para el marco de transparencia reforzado para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París.
- Directrices del IPCC[4] de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
- Refinamiento del IPCC de 2019 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Para la elaboración del INGEI 2022 se estimaron las emisiones y absorciones correspondientes al conjunto completo de GEI contemplados en las Directrices del IPCC de 2006, complementadas en algunos casos con su Refinamiento de 2019. También se estimaron los gases precursores de GEI: CO, COVDM, NO_x y SO_2 indicados en el capítulo III del Anexo de la Decisión 17/CP.8.

Método de cálculo

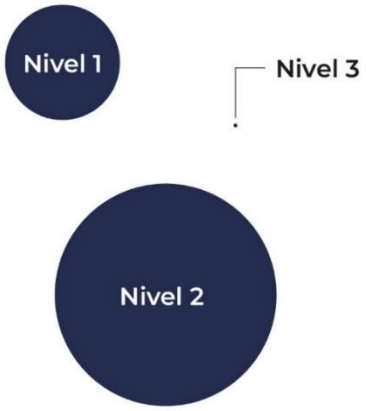
El INGEI 2022 incorpora todos los sectores, categorías y subcategorías de fuentes y sumideros que ocurren en el país y para las cuales se haya obtenido información. No incluye información relativa a las emisiones y absorciones de las Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sándwich del Sur y los espacios marítimos circundantes, que son parte integrante del territorio nacional de la República Argentina, encontrándose ilegalmente ocupadas por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y son objeto de una disputa de soberanía entre ambos países, reconocida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, su Comité Especial de Descolonización y otras organizaciones internacionales.

Los FE utilizados provienen de las Directrices del IPCC de 2006 y del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Adicionalmente, se utilizan parámetros locales en aquellas categorías que se estiman con una metodología de Nivel 2.

La siguiente ilustración permite visualizar qué porcentaje de las emisiones totales del INGEI se estima con cada nivel de cálculo. Este porcentaje se calcula en base al valor absoluto de las emisiones brutas estimadas en cada categoría del inventario. Más del 79% del volumen de las emisiones se estima con información y FE locales.

[4] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

Ilustración 2. Estimación de emisiones por método de cálculo



Fuente: Elaboración propia

Fuentes de información

La selección de datos de actividad se llevó a cabo teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- fuentes de información oficiales o de instituciones reconocidas en sus áreas específicas;
- representativas de las categorías;
- periódicas, de modo tal de mantener coherencia de la serie temporal.

La selección y utilización de fuentes de información para la elaboración del INGEI se acordó con los correspondientes Puntos Focales Sectoriales en el marco del GNCC. Para realizar un chequeo cruzado o toda vez que no fuera posible acceder a fuentes con esta serie de características, se tomaron fuentes de información basadas en informes aislados de un año determinado utilizando las técnicas adecuadas para obtener una serie temporal consistente.

En este sentido, las fuentes oficiales de información más relevantes utilizadas para realizar el INGEI 2022 del IBT1 son:

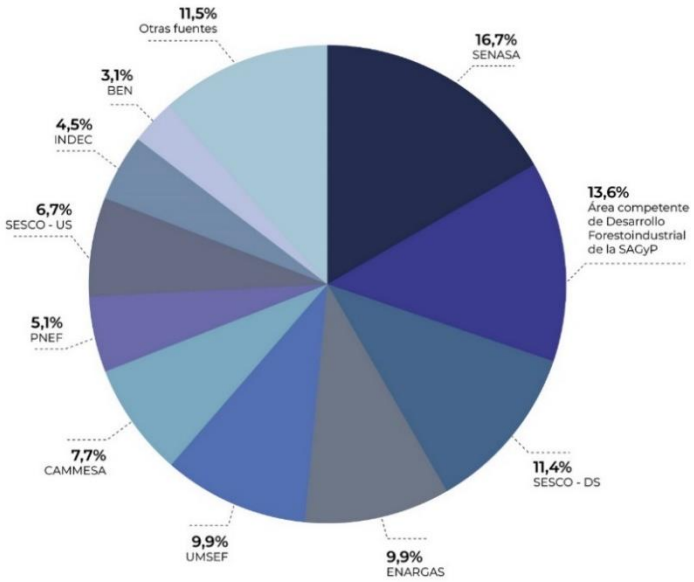
- Estadísticas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP)[5] del Ministerio de Economía.
- Balance Energético Nacional (BEN)[6] de la Secretaría de Energía (SE) del Ministerio de Economía.
- Estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)[7], organismo público de carácter técnico, dentro de la órbita del Ministerio de Economía.
- Estadísticas del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA)[8], organismo descentralizado de la SAGyP.
- Estadísticas del Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS)[9], organismo autárquico creado en el año 1992 mediante la ley n° 24.076, Marco Regulatorio de la Industria del Gas.

[5] SAGyP. https://www.argentina.gob.ar/economia/agricultura
[6] Balances energéticos. https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/balances-energeticos
[7] INDEC. https://www.indec.gob.ar/
[8] SENASA. https://www.argentina.gob.ar/senasa
[9] ENERGAS. https://www.enargas.gob.ar/secciones/institucional/introduccion.php

- SESCO – DS[10]: Sistema de declaraciones juradas de operadores de combustibles derivados del petróleo – Módulo Downstream de la SE del Ministerio de Economía.
- SESCO – US[11]. Sistema de declaraciones juradas de producción de gas y petróleo por parte de los operados – Módulo Upstream de la SE del Ministerio de Economía.
- Estadísticas de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima (CAMMESA)[12]:
- Estadísticas del Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP[13].
- Estadísticas de Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF)[14] dependiente del Área competente de Bosques de la SSAmb, en el marco del Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques Nativos (SNMBN).
- Estadísticas del Programa Nacional de Estadística Forestal (PNEF)[15] dependiente del Área competente de Bosques de la SSAmb en el marco del Sistema de Información de Estadística Forestal.

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de emisiones de GEI según las fuentes de dato de actividad mencionadas anteriormente.

Figura 4. Estimación de emisiones por fuente de dato de actividad del INGEI



Fuente: Elaboración propia

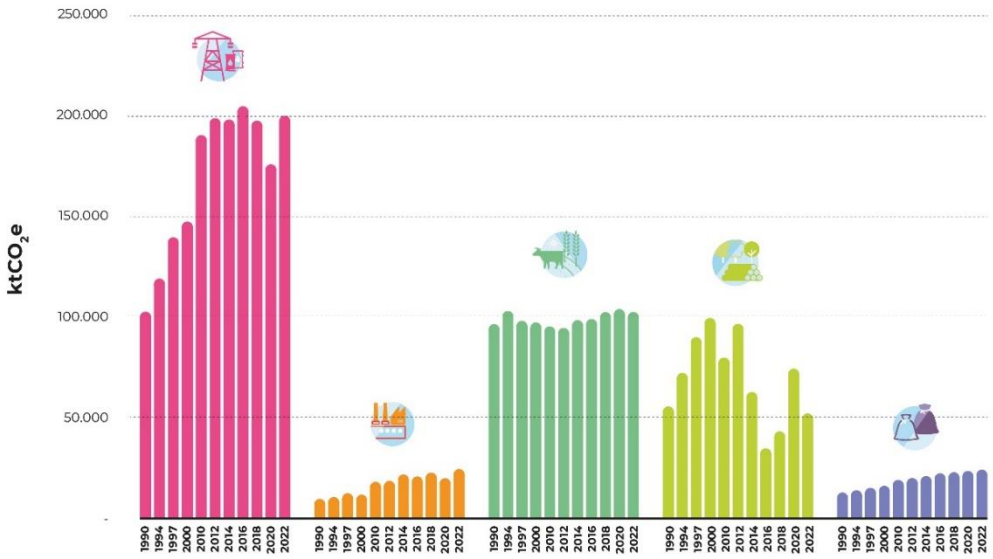
Resultados y tendencias de las emisiones por sector

En la figura a continuación se presenta la evolución de las emisiones de GEI que cada sector ha tenido a lo largo de los años en los que la Argentina presentó oficialmente inventarios de GEI a la CMNUCC. La tendencia y el nivel de emisiones

[10] Sistema SESCO. https://www.se.gob.ar/sesco/main.php
[11] Ibid.
[12] CAMMESA. http://portalweb.cammesa.com/Pages/Institucional/agentes/mision.aspx
[13] Desarrollo Foresto Industrial, SAGyP. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/
[14] UMSEF. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/tierra/bosques-suelos/manejo-sustentable-bosques/umsef
[15] PNEF. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/estadistica-forestal

de cada uno de los sectores se explican por diferentes factores, tal como se detalló en la sección de las tendencias de las emisiones de GEI.

Figura 5. Evolución sectorial de las emisiones de GEI



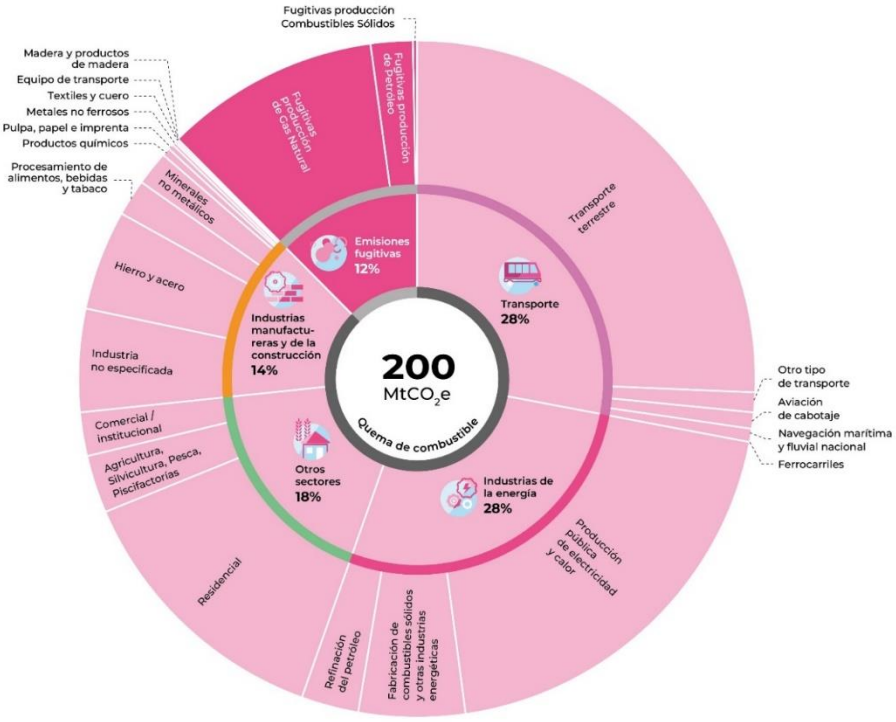
Fuente: Elaboración propia

Sector Energía

El sector Energía incluye todas las emisiones de GEI producto de la combustión y de las fugas por la fabricación de combustibles. El sector representa el 49,98% de las emisiones totales del año 2022, con un total de 200.366,68 $ktCO_2e$.

En la siguiente figura se observa la distribución de emisiones según las categorías principales del sector Energía. Las emisiones debidas a la quema de combustibles (1A) constituyen el 87,47% de las emisiones del sector. El 12,53% restante corresponde a las emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles fósiles (1B).

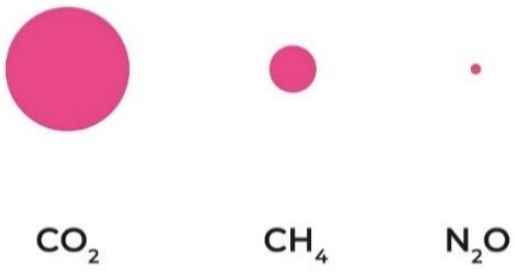
Figura 6. Emisiones del sector Energía – 2022[16]



Fuente: Elaboración propia

En términos de la distribución por gas, el CO_2 es el GEI con mayor participación en el sector Energía seguido por el CH_4, tal como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 7. Aporte de los GEI al sector Energía – 2022 (en CO_2e)



Fuente: Elaboración propia

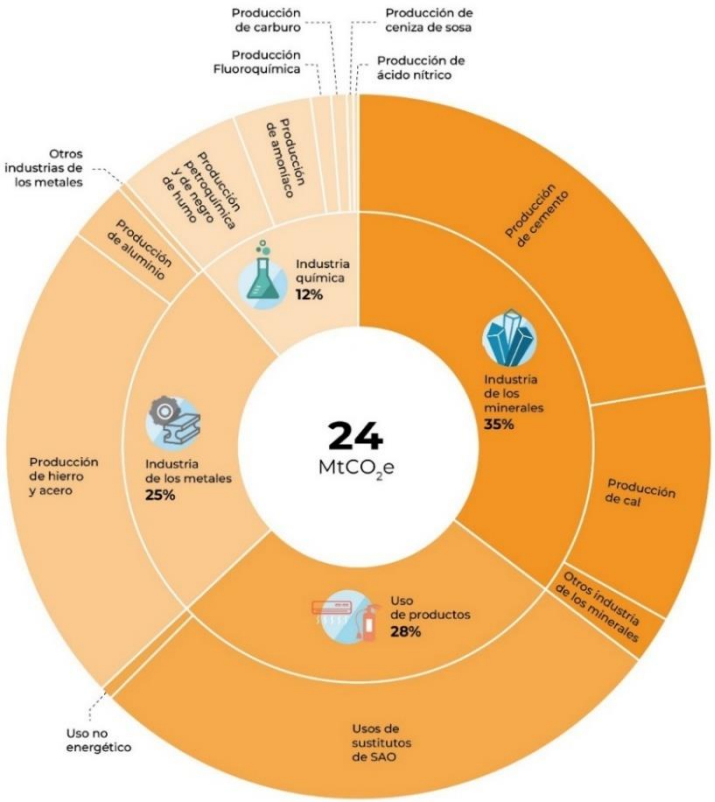
[16] Los porcentajes presentados en la figura han sido redondeados con el propósito de mejorar su comprensión visual.

Sector PIUP

El sector PIUP incluye las emisiones de GEI generadas por las reacciones químicas durante el uso de GEI como materia prima empleadas en diferentes procesos industriales, así como por los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles. El sector representa el 5,90% de las emisiones totales en el año 2022, con un total de 23.643,67 $ktCO_2e$.

En la siguiente figura se observa la distribución de emisiones según las categorías principales del sector PIUP: Industria de los minerales (2A), Industria química (2B), Industria de los metales (2C) y Uso de productos (2D y 2F). Con el objetivo de facilitar la comprensión del inventario del sector PIUP, las subcategorías de Uso de productos como sustitutos de las Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono (SAO) y Uso de productos no energéticos se agruparon dentro en la categoría "Uso de productos". Las emisiones provenientes de la categoría 2A constituyen el 35,39% de las emisiones del sector, mientras que la categoría 2B representa 11,52%. Por su parte, la categoría 2C es responsable por el 25,52% de las emisiones sectoriales. El 27,57% restante corresponde las emisiones provenientes de las categorías 2D y 2F.

Figura 8. Emisiones del sector PIUP 2022[17]

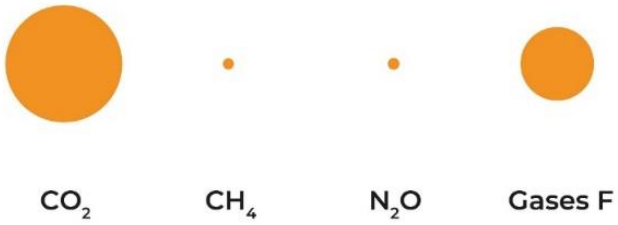


Fuente: Elaboración propia

En términos de la distribución por gas, el CO_2 es el GEI con mayor participación en el sector de PIUP, seguido por los gases fluorados, tal como se puede observar en la siguiente figura.

[17] Los porcentajes presentados en la figura han sido redondeados con el propósito de mejorar su comprensión visual.

Figura 9. Aporte de los GEI al sector PIUP 2022 (en CO_2e)



Fuente: Elaboración propia

Sector Agricultura y ganadería

El sector Agricultura y ganadería incluye las emisiones de la actividad ganadera, tanto por fermentación entérica como por la gestión del estiércol, y de la agricultura por la aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos, por la descomposición de residuos de cosecha y por algunas subactividades agrícolas como la quema de residuos a campo y el cultivo de arroz. El sector Agricultura y ganadería representó el 25,48% de las emisiones totales del país en el año 2022, con un total de 102.191,19 $ktCO_2e$.

La categoría Fermentación entérica (3A) representa el 74,40% de las emisiones del sector; le sigue en importancia la categoría Suelos agrícolas (3D), que representa un 20,73%. La Gestión del estiércol (3B) corresponde al 2,65%; finalmente, las categorías Aplicación de urea (3H), Cultivo de arroz (3C) y Quema a campo de residuos agrícolas (3F) tienen una participación menor en el sector, de 1,58%, 0,58% y 0,06%, respectivamente. En la siguiente figura se observa la distribución de las emisiones según las categorías que componen el sector de Agricultura y ganadería.

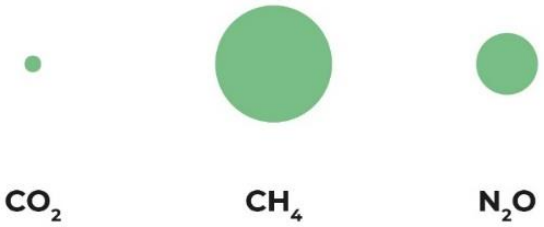
Figura 10. Emisiones del sector Agricultura y ganadería 2022[18]



Fuente: Elaboración propia

En términos de la distribución por gas, el CH_4 es el GEI con mayor participación del sector, seguido por el N_2O y el CO_2, tal como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 11. Aporte de los GEI al sector Agricultura y ganadería 2022 (en CO_2e)



Fuente: Elaboración propia

[18] Los porcentajes presentados en la figura han sido redondeados con el propósito de mejorar su comprensión visual.

Sector UTCUTS

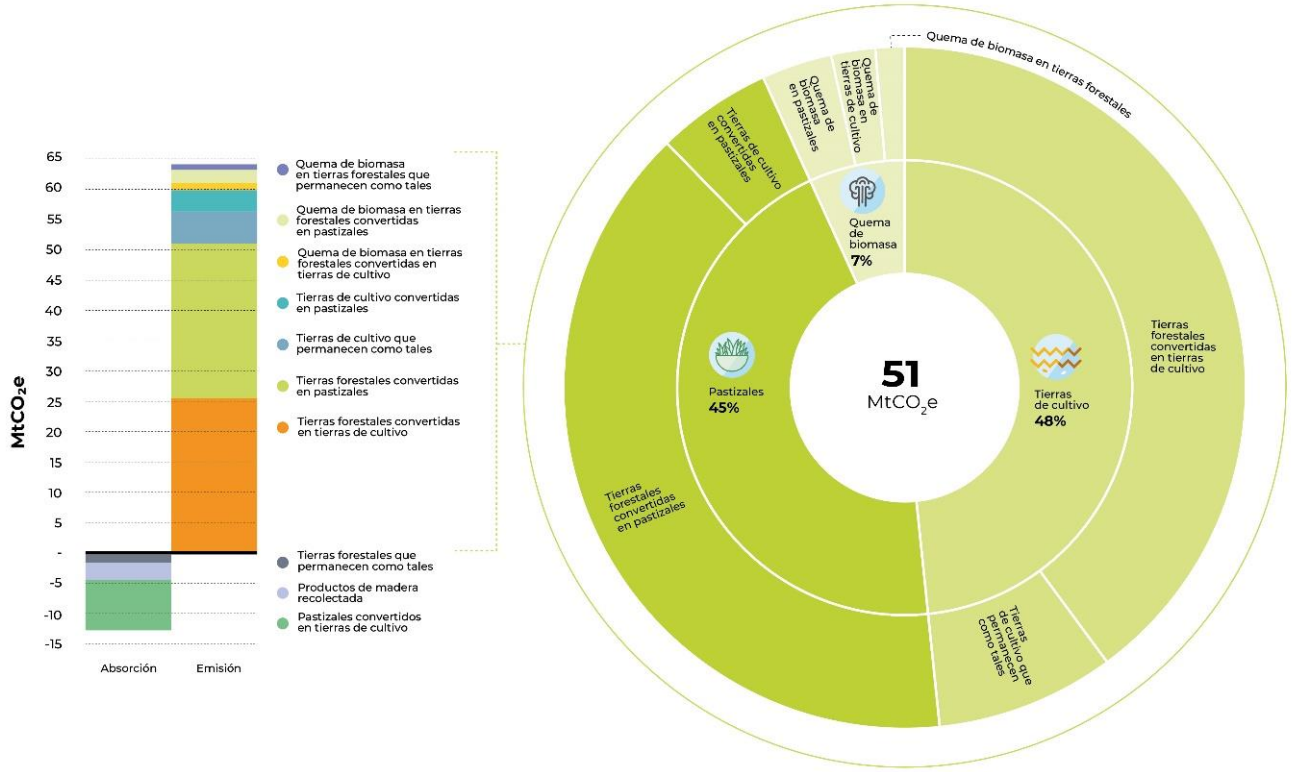
El sector de UTCUTS abarca las emisiones y absorciones provenientes de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras. Para cada una de estas categorías de uso de la tierra se deben reportar los cambios en las existencias de carbono en diferentes depósitos: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo. Adicionalmente se deben estimar las emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de aportes de nitrógeno a suelos gestionados; emisiones y absorciones derivadas del drenaje, rehumidificación y otros tipos de gestión en suelos orgánicos y minerales; emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de la mineralización/inmovilización de N asociada con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, y las emisiones de quema de biomasa. Por último, se incluyen en el sector las absorciones provenientes de los Productos de Madera Recolectada (PMR).

En 2022, el sector UTCUTS representó el 12,82% de las emisiones totales del país, con un total de 51.404,65 $ktCO_2e$.

La categoría Tierras Forestales (4A) representa absorciones netas, principalmente por el crecimiento de los bosques cultivados. Las Tierras de Cultivo (4B) representan el 48,36% de las emisiones netas, debido a la conversión de tierras forestales en tierras de cultivo, y en menor medida por las emisiones de CO_2 derivadas de la variación de materia orgánica en suelos de todos los usos de la tierra, que se reporta dentro de esta categoría. La categoría Pastizales (4C) representa el 44,83% de las emisiones netas por conversiones de tierras forestales y, en menor medida, tierras de cultivo en pastizales. La quema de biomasa (4(IV)) representa el 6,81% de las emisiones netas; principalmente por las emisiones de CH_4 y N_2O de incendios de pastizales. El subsector Productos de Madera Recolectada (4G) representa solo absorciones.

La siguiente figura muestra la distribución de emisiones y absorciones en las distintas categorías que componen el sector UTCUTS. Teniendo en cuenta la gran relevancia de las absorciones dentro del sector, se presentan tanto las emisiones y absorciones brutas (izquierda) como las emisiones netas (derecha). Las categorías con absorciones netas (Tierras forestales y PMR) suponen una reducción de 20% respecto a las emisiones brutas del sector.

Figura 12. Emisiones del sector UTCUTS 2022[19]

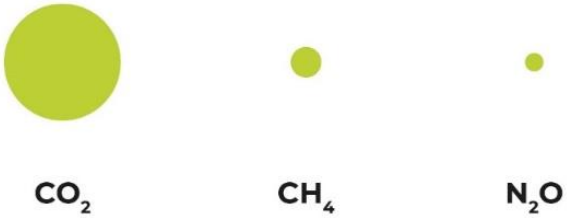


Fuente: Elaboración propia

[19] Los porcentajes presentados en la figura han sido redondeados con el propósito de mejorar su comprensión visual.

En términos de la distribución por gas, el CO_2 es el GEI con mayor participación del sector, seguido por el CH_4 y el N_2O, tal como se puede observar proporcionalmente en la siguiente figura.

Figura 13. Aporte de los GEI al sector UTCUTS 2022 (en CO_2e)



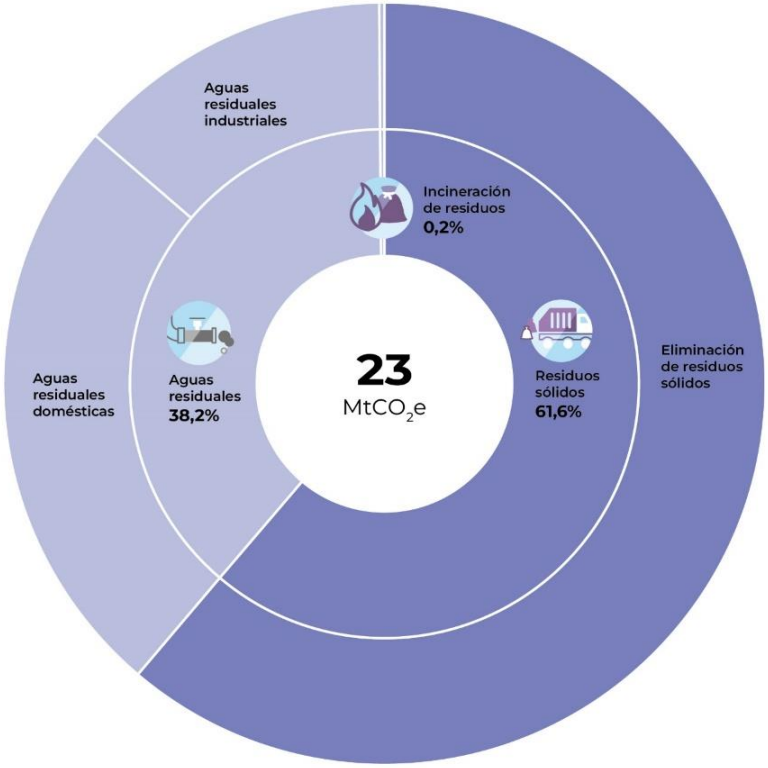
Fuente: Elaboración propia

Sector Residuos

El sector Residuos incluye las emisiones generadas por la disposición, tratamiento y gestión de los residuos sólidos urbanos, de los residuos industriales, de las aguas residuales domésticas y de las aguas residuales industriales. El sector representa el 5,83% de las emisiones totales del año 2022, con un total de 23.314,40 $ktCO_2e$.

En la siguiente figura se observa la distribución de emisiones según las categorías principales del sector Residuos. Las emisiones debidas a los Residuos sólidos representan el 61,61% del total del sector que se reparten en Residuos Sólidos Urbanos -RSU- (5A) (61,18%), el Tratamiento biológico de los residuos sólidos (5B) (0,28%) y las emisiones provenientes de la Incineración de residuos (5C) (0,15%). El 38,23% restante corresponde a las emisiones provenientes de Aguas residuales (5D), las cuales se reparten en Aguas residuales domésticas (23,39%) e industriales (14,84%).

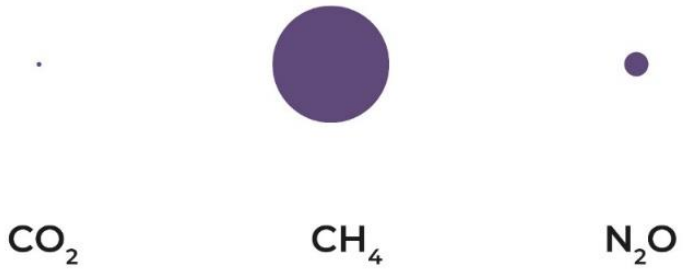
Figura 14. Emisiones del sector Residuos 2022[20]



Fuente: Elaboración propia

En términos de la distribución por gas, el CH_4 es el GEI con mayor participación en el sector Residuos seguido por el N_2O, tal como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 15. Aporte de los GEI al sector Residuos 2022



Fuente: Elaboración propia

[20] Los porcentajes presentados en la figura han sido redondeados con el propósito de mejorar su comprensión visual.

Otra información

Evaluación de la incertidumbre

El análisis de la incertidumbre del INGEI se realizó siguiendo la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006. Se determinó la incertidumbre asociada a cada DA y cada FE o parámetro correspondientes a las distintas categorías y GEI. Esta incertidumbre se obtuvo considerando un intervalo de confianza del 95% aplicando los valores por defecto establecidos en el IPCC. En los casos en que se contó con información local, la evaluación de la incertidumbre se basó en los datos locales disponibles, también considerando un intervalo de confianza del 95%.

Para realizar la combinación de las incertidumbres individuales para cada fuente de emisión y absorción se aplicó una combinación de los dos métodos propuestos, Propagación Lineal de Errores y Simulación de Monte Carlo.

El valor de incertidumbre del total de emisiones del inventario 2022 (400.920,59 $ktCO_2e$) fue de 4,7%.

La determinación de la incertidumbre en la tendencia se realizó siguiendo los lineamientos de las Directrices del IPCC de 2006. Se adoptó el criterio de variables no correlacionadas y se calculó la sensibilidad tipo B para cada categoría en función de sus emisiones respecto de las emisiones del año base. Se definió el año 1990 como año base, con un nivel de emisiones de 273.820,98 $ktCO_2e$. La incertidumbre de la tendencia del inventario fue 26,1%.

Evaluación general de exhaustividad

En la elaboración del INGEI 2022 algunas categorías no fueron estimadas, o bien se encuentran incluidas dentro de otras. En cada caso se asignó la clave de notación correspondiente, NE o IE, y se incorporaron las explicaciones pertinentes.

Las categorías reportadas con la clave de notación NE son aquellas para las que no se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos para su estimación. Es importante destacar que el uso de la notación NE responde a la falta de datos para realizar la estimación de las emisiones de GEI. No se ha considerado, en ninguno de los casos, el análisis de la significancia de la categoría; por lo tanto, la descripción de las categorías insignificantes no ha sido considerada por el país para este ciclo de reporte.

A continuación, se detallan las principales categorías por sector que han sido reportadas bajo las claves de notación NE.

Tabla 2. Categorías reportadas bajo clave de notación NE

Sector	Categoría
Energía	Emisiones fugitivas de la producción de carbón desde minas subterráneas abandonadas o por quema en antorcha de metano, y emisiones fugitivas de la producción de petróleo y gas desde pozos abandonados.
PIUP	Emisiones de la producción de vidrio, magnesia no metalúrgica, hidrógeno, carburo de silicio, magnesio y plomo, y emisiones de la manufactura y utilización de otros productos.
Agricultura y ganadería	Emisiones por la aplicación al suelo de barros cloacales y otros fertilizantes orgánicos, por el cultivo de suelos orgánicos o por el encalado.
UTCUTS	Tierras forestales, tierras de cultivo y pastizales: no se estiman emisiones y absorciones provenientes de materia orgánica muerta (madera y hojarasca).
	PMR: no se estiman absorciones de "Otros productos de madera sólida".
	Humedales, asentamientos y otras tierras: no se estiman emisiones ni absorciones.
	Incendios: no se estiman emisiones de incendios en tierras no convertidas en otras tierras (tierras forestales y pastizales que permanecen como tales).
Residuos	Residuos sólidos: no se estiman residuos gestionados en sistemas semiaeróbicos o de aireación activa, ni recuperación de energía en la quema de metano; emisiones por el tratamiento biológico de digestión anaeróbica en plantas de biogás; emisiones de metano y óxido nitroso por la incineración de residuos; emisiones de la incineración abierta de residuos.
	Aguas residuales: no se estima la recuperación y quema de metano en plantas de tratamiento; emisiones de óxido nitroso de aguas residuales industriales.

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, existen algunas categorías que se reportan de forma conjunta debido a que la información existente no permite desagregar las emisiones en diferentes categorías del INGEI. Estos casos se indican con la denominación IE (*included elsewhere*, o "incluidos en otro lugar") y se detallan para cada sector en los capítulos correspondientes.

Análisis de consistencia

Como instancia de control de la calidad del INGEI se realiza un análisis de consistencia en función de parámetros o variables explicativas (VE) de las emisiones GEI que conforman las circunstancias nacionales de la República Argentina. Este procedimiento fortalece el entendimiento del nivel de emisiones calculado en el INGEI y de los aspectos clave que las afectan.

El cálculo de emisiones a partir de 13 VE de la economía nacional se realiza con DA tomados, en su mayoría, de publicaciones alternativas a las utilizadas en el INGEI. Estas variables son agregadas por sectores claves del INGEI y se estiman las emisiones como el producto de los DA por los FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, o por FE obtenidos a partir de cálculos indirectos. La siguiente tabla muestra los DA y FE utilizados, sus fuentes y la comparación con el resultado del INGEI 2022 para las categorías relacionadas. Esto permite el chequeo cruzado estimativo de una porción considerable del inventario calculado con el método sectorial.

Tabla 3. Datos de actividad y factores de emisión de comparación

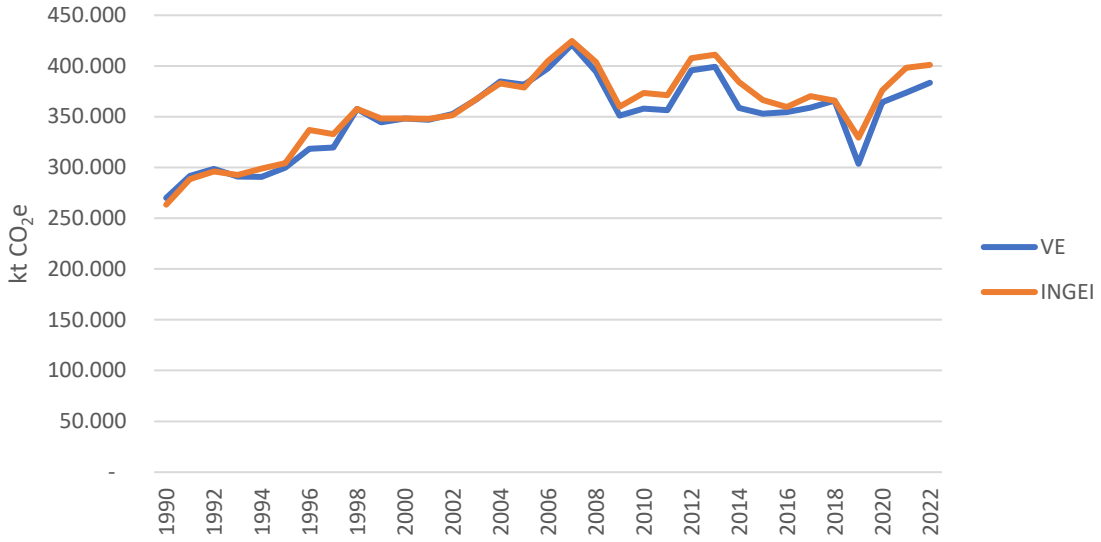
Variable explicativa	Valor del DA	Fuente del DA	FE	Unidad FE	Fuente FE	Tipo FE	Emisiones de GEI ($ktCO_2e$)	Categoría comparación INGEI	Emisiones IBT 1 ($ktCO_2e$)
V1: producción total de petróleo (m^3)	33.756.922	IAPG	0,112	tCO_2/m^3	IPCC 2006	fijo	3.767	1B2a	4.046
V2: producción total de gas natural (hm^3)	48.398.872	IAPG	0,460	tCO_2/hm^3	IPCC 2006	fijo	22.281	1B2b	20.650
V3: demanda residencial de electricidad (MWh)	63.156.983	CAMMESA	0,273	tCO_2/MWh	Calculado a partir de fuentes locales	variable	17.249	1A1a	39.652
V4: demanda industrial de electricidad (MWh)	75.618.251	CAMMESA	0,273	tCO_2/MWh	Calculado a partir de fuentes locales	variable	20.652	1A1a	
V5: demanda de gas de red para uso residencial (dam^3)	10.431.852	ENARGAS	1,953	tCO_2/dam^3	IPCC 2006	fijo	20.373	1A4b	22.170
V6: demanda industrial de gas natural (dam^3)	12.310.942	ENARGAS	1,953	tCO_2/dam^3	IPCC 2006	fijo	24.043	1A2	17.346
V7: parque automotor de autos particulares (# autos)	10.575.067	ADEFA	2,444	tCO_2/veh	Calculado a partir de fuentes locales	variable	25.847	1A3b	51.342
VE8: Carga transportada en camiones (t)	111.009.697	SAGYP - AFCP	0,140	tCO_2/t	Calculado a partir de fuentes locales	variable	15.490	1A3b	
VE 9: producción de cemento (t)	13.029.449	AFCP	0,403	tCO_2/t de cemento	Calculado a partir de fuentes locales	variable	5.255	2A1	5.255
VE 10: ganado bovino para carne (cabezas)	35.887.685	SENASA	1,568	tCO_2/cab C	IPCC 2006	fijo	56.272	3A1b	64.834
VE 11: ganado bovino para leche (cabezas)	2.207.672	SENASA	2,492	tCO_2/cab L	IPCC 2006	fijo	5.502	3A1a	7.142
VE 12: área deforestada (ha)	211.974	UMSEF	274	tCO_2/ha	Nivel de Referencia	fijo	58.081	4B2a + 4C2a	50.848
VE 13: población	45.892.285	INDEC	0,216	tCO_2/hab	Calculado a partir de fuentes locales	variable	9.901	5A + 5B + 5C	14.400
Total calculado							**284.713**		**297.684**
Diferencia entre ambos cálculos							**-4,36%**		
Representatividad de las categorías de VE seleccionadas frente al INGEI 2022 (400.920 $ktCO_2e$)							**71%**		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a resultados de la tabla anterior, considerando únicamente 13 VE de la economía nacional, y comparando con las estimaciones de emisiones de las categorías equivalentes a esas variables en el INGEI 2022, se encuentra una representatividad de las categorías de VE seleccionadas del 71,01% respecto a las emisiones totales resultantes del INGEI.

Por su parte, las emisiones estimadas a partir de las VE siguen una tendencia similar a la estimada por el método sectorial, con una diferencia promedio de 2,40% y una diferencia máxima de 7,80% en 2019. Para 2022, último año de inventario estimado, la diferencia fue del 4,36%. La siguiente figura muestra la comparativa entre el inventario estimado mediante el método sectorial y el calculado a partir de las VE.

Figura 16. Comparación de inventarios como análisis de variables explicativas



Fuente: Elaboración propia

Descripción y análisis de categorías principales

Las categorías principales del inventario fueron obtenidas siguiendo el Método 1 por evaluación de nivel, tendencia e incertidumbre. Para ello se tuvieron en cuenta las emisiones y absorciones en valor absoluto en función de la participación que cada fuente tiene en el inventario hasta cubrir el 85% del total[21].

Este análisis se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en el Cuadro 4.1 de las Directrices del IPCC de 2006 (Volumen 1, Capítulo 4) para determinar el nivel de agregación de las categorías de los sectores Energía, PIUP, UTCUTS y Residuos. En el caso del sector Agricultura y ganadería, dado que contiene varias subcategorías significativas, se tomó la recomendación de realizar el análisis de categorías principales (KCA, por sus siglas en inglés) con un nivel mayor de desagregación.

[21] Ver sección Flexibilidades aplicadas del capítulo 1.

Particularmente, la categoría 3A se subdividió conforme a las subcategorías presentadas en las CRT, en 3A1a – Ganado bovino de leche; 3A1b – Ganado de bovino de carne, 3A2 – Ovejas, 3A3 – Cerdos y 3A4 – Otras ganaderías. De la misma manera se realizó la desagregación para las categorías de Gestión del estiércol (3B) y para las emisiones directas de N_2O provenientes de abono orgánico y de excretas en pasturas (categorías 3D1b y 3D1c, respectivamente), asociadas a la actividad ganadera.

En el caso de las emisiones indirectas de N_2O (3D2) se siguió una desagregación consistente con la de la categoría 3D1; se desagregaron por tipo de producción animal (siguiendo el mismo criterio que en la categoría 3A), residuos de cosecha, fertilizantes sintéticos y emisiones de N_2O debidas a la pérdida de materia orgánica del suelo.

Las categorías principales por nivel resultantes del KCA se muestran en la siguiente tabla, en orden decreciente según su nivel de contribución.

Tabla 4. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Nivel

Código de la categoría del IPCC	Categoría del IPCC	Tipo de Combustible	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año Ex,t [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación del último año |Ex,t| [$ktCO_2e$]	Evaluación de nivel Lx,t [%]	Total acumulativo de la Evaluacion de [%]
3A1b	Fermentación entérica bovinos de carne	N/A	CH_4	64.834	64.834	16%	16%
1A3b	Transporte terrestre por carretera	Líquido	CO_2	45.477	45.477	11%	27%
1A4	Otros sectores	Gas	CO_2	30.050	30.050	7%	34%
4C2	Tierras convertidas en pastizales	N/A	CO_2	28.762	28.762	7%	41%
1A1a	Producción de electricidad y calor como actvidad principal	Gas	CO_2	27.744	27.744	7%	48%
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	Gas	CO_2	23.908	23.908	6%	54%
1B2b	Gas natural	N/A	CH_4	20.432	20.432	5%	59%
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo	N/A	CO_2	17.071	17.071	4%	63%
5A	Eliminación de residuos sólidos	N/A	CH_4	14.300	14.300	3%	67%
1A1a	Producción de electricidad y calor como actvidad principal	Líquido	CO_2	9.797	9.797	2%	69%
1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	Gas	CO_2	9.508	9.508	2%	71%
3A1a	Fermentación entérica bovinos lecheros	N/A	CH_4	7.142	7.142	2%	73%
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	N/A	HFC/PFC	5.761	5.761	1%	74%
1A4	Otros sectores	Líquido	CO_2	5.619	5.619	1%	76%
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales	N/A	CO_2	5.439	5.439	1%	77%
3D1a	Directas fertilizantes sintéticos	N/A	N_2O	5.436	5.436	1%	78%
2C1	Producción de hierro y acero	N/A	CO_2	5.285	5.285	1%	80%
2A1	Producción de cemento	N/A	CO_2	5.255	5.255	1%	81%
1A3b	Transporte terrestre por carretera	Gas	CO_2	4.634	4.634	1%	82%
5D1	Aguas residuales domésticas	N/A	CH_4	4.540	4.540	1%	83%
3D1d	Directas residuos de cosecha	N/A	N_2O	4.539	4.539	1%	84%
1A1b	Refinación del petróleo	Gas	CO_2	4.248	4.248	1%	85%

Fuente: Elaboración propia

El sector energético fue el de mayor participación en las categorías principales para el año 2022. La categoría 1A3b – Transporte terrestre (CO_2 – líquido y gas) se estima con Nivel 2, dado que se utilizaron FE de CO_2 específicos para el país de los

combustibles líquidos gasoil y nafta y para el gas natural. La categoría 1A4 – Otros sectores (CO_2 – gas y líquido) se estima con método de cálculo Nivel 2 para un 87% de las emisiones, y de Nivel 1 para el 13% restante. Por último, la categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor (CO_2 – gas y líquido) se estima con un método de cálculo Nivel 2.

En el caso de la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción (CO_2 – gas) las emisiones se estimaron con método de Nivel 2, dado que se utilizaron FE de CO_2 específicos para el país de los combustibles líquidos gasoil y nafta. La categoría 1B2b – Gas natural (CH_4) se estimó con el método de Nivel 1, ya que no se dispone de mediciones reales o datos suficientes para emplear modelos de cálculo, ni existen FE nacionales. La categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas se estimó en su mayoría con el método de Nivel 1, salvo en 1A1cii – Extracción de petróleo y gas, donde se aplicó el método de Nivel 2, específicamente para el gas natural.

En el sector Agricultura y ganadería la categoría 3A1b – Fermentación entérica bovinos de carne (CH_4), es la que más aportó al INGEI 2022; es estimada con el método de cálculo de Nivel 2. La categoría 3A1a – Fermentación entérica bovinos lecheros se estimó con el método de cálculo Nivel 2, ya que se dispone de una caracterización de ganado mejorada. Por último, las categorías 3D1a – Directas fertilizantes sintéticos (N_2O) y 3D1d – Directas residuos de cosecha (N_2O) se estimaron con método de cálculo Nivel 1, ya que no se cuenta con información suficiente para adecuar a un nivel de cálculo mayor.

Dentro del sector UTCUTS el mayor aporte corresponde a la categoría 4C2 - Tierras convertidas en pastizales (CO_2) que se estiman con un método de cálculo Nivel 2. La categoría 4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo (CO_2) se estimó con método de cálculo Nivel 2 en el caso de la subcategoría 4B2a - Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo y de Nivel 1 para la subcategoría 4B2b - Pastizales convertidos en tierras de cultivo, ya que en esta última no se dispone de datos específicos para el país. Por último, también es principal la categoría 4B1 - Tierras de cultivo que permanecen como tales, en la cual se reporta la variación de materia orgánica del suelo (CO_2), se estimó usando el método de cálculo Nivel 2, ya que utiliza datos nacionales.

En el sector Residuos la categoría 5A – Eliminación de residuos sólidos (CH_4) ha sido estimada con método de cálculo Nivel 2, mientras que la categoría 5D1 - Aguas residuales domésticas (CH_4) se estimó con método de cálculo Nivel 1.

Por último, en el sector PIUP se incluyen dos categorías principales. La categoría 2F1 – Refrigeración y aire acondicionado (HFCs) se estimó con método de cálculo Nivel 2, y la categoría 2C1 – Producción de hierro y acero (CO_2) se estimó con el método de Nivel 1, sin embargo, se está trabajando con el sector para poder estimar las emisiones con un nivel superior. La categoría 2A1 - Producción de cemento (CO_2), se estimó con método de cálculo Nivel 2.

Dando cumplimiento al párrafo 25 de la Decisión 18/CMA.1, el análisis de categorías principales por nivel se realizó también excluyendo el sector UTCUTS. Este análisis no arrojó categorías principales diferentes a las obtenidas al incluir todos los sectores.

Tabla 5. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Nivel (sin UTCUTS)

Código de la categoría del IPCC	Categoría del IPCC	Tipo de Combustible	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año Ex,t [$ktCO_2eq$]	Valor absoluto de la estimación del último año $\|E_{x,t}\|$ [$ktCO_2eq$]	Evaluación de nivel Lx,t [%]	Total acumulativo de la Evaluacion de nivel [%]
3A1b	Fermentación entérica bovinos de carne	N/A	CH_4	64.834,20	64.834,20	19%	19%
1A3b	Transporte terrestre por carretera	Líquido	CO_2	45.476,52	45.476,52	13%	32%
1A4	Otros sectores	Gas	CO_2	30.050,08	30.050,08	9%	40%
1A1a	Producción de electricidad y calor como actvidad principal	Gas	CO_2	27.744,17	27.744,17	8%	48%
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	Gas	CO_2	23.907,92	23.907,92	7%	55%
1B2b	Gas natural	N/A	CH_4	20.431,83	20.431,83	6%	61%
5A	Eliminación de residuos sólidos	N/A	CH_4	14.299,56	14.299,56	4%	65%
1A1a	Producción de electricidad y calor como actvidad principal	Líquido	CO_2	9.797,09	9.797,09	3%	68%
1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	Gas	CO_2	9.508,29	9.508,29	3%	70%
3A1a	Fermentación entérica bovinos lecheros	N/A	CH_4	7.142,23	7.142,23	2%	72%
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	N/A	HFC/PFC	5.761,27	5.761,27	2%	74%
1A4	Otros sectores	Líquido	CO_2	5.618,82	5.618,82	2%	76%
3D1a	Directas fertilizantes sintéticos	N/A	N_2O	5.435,89	5.435,89	2%	77%
2C1	Producción de hierro y acero	N/A	CO_2	5.284,89	5.284,89	2%	79%
2A1	Producción de cemento	N/A	CO_2	5.254,69	5.254,69	2%	80%
1A3b	Transporte terrestre por carretera	Gas	CO_2	4.634,38	4.634,38	1%	82%
5D1	Aguas residuales domésticas	N/A	CH_4	4.540,08	4.540,08	1%	83%
3D1d	Directas residuos de cosecha	N/A	N_2O	4.538,65	4.538,65	1%	84%
1A1b	Refinación del petróleo	Gas	CO_2	4.247,60	4.247,60	1%	85%

Fuente: Elaboración propia

Respecto al análisis de tendencia, se detectaron 23 categorías principales, de las cuales 17 son también categorías principales por nivel.

Las categorías principales por tendencia que no resultaron categorías principales por nivel fueron 4(IV) – Emisiones de la quema de biomasa, 4A1 – Tierras forestales que permanecen como tales, 3D2bc1b – Indirectas excretas en pasturas y abono orgánico bovinos de carne, 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne, 3A2 – Fermentación entérica ovinos y 1B2a – Petróleo.

Por otra parte, seis categorías que resultaron principales por nivel para el año 2022 no son categorías principales por tendencia. Estas son 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas; 4B1 – Tierras de cultivo que permanecen como tales; 3D1a – Directas fertilizantes sintéticos; 2A1 – Producción de cemento; 1A3b – Transporte terrestre por carretera (gas) y 3D1d – Directas residuos de cosecha.

Las categorías principales por tendencia se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Tendencia

Código de la categoría del IPCC	Categoría del IPCC	Tipo de combustible	Gas de efecto invernadero	Estimación del año de base Ex,0 [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación de base $\|Ex,0\|$ [$ktCO_2e$]	Estimación del último año Ex,t [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación del último año $\|Ex,t\|$ [$ktCO_2e$]	Evaluación de tendencia Tx,t	% de aporte a la tendencia	Total acumulativo de la columna	¿Es categoria por nivel?
3A1b	Fermentación entérica bovinos de carne	N/A	CH_4	70.006	70.006	64.834	64.834	0,11	24%	24%	Sí
4C2	Tierras convertidas en pastizales	N/A	CO_2	41.000	41.000	28.762	28.762	0,07	15%	39%	Sí
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	Gas	CO_2	16.846	16.846	23.908	23.908	0,02	5%	44%	Sí
1A3b	Transporte terrestre por carretera	Líquido	CO_2	19.899	19.899	45.477	45.477	0,02	5%	49%	Sí
1A4	Otros sectores	Gas	CO_2	15.007	15.007	30.050	30.050	0,02	4%	54%	Sí
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	N/A	HFC/PFC	0	0	5.761	5.761	0,02	4%	58%	Sí
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo	N/A	CO_2	12.202	12.202	17.071	17.071	0,02	4%	62%	Sí
1A1a	Producción de electricidad y calor como actvidad principal	Gas	CO_2	10.469	10.469	27.744	27.744	0,01	3%	65%	Sí
1B2b	Gas natural	N/A	CH_4	9.498	9.498	20.432	20.432	0,01	3%	68%	Sí
4(IV)	Emisiones de la quema de biomasa	N/A	CH_4	8.247	8.247	3.212	3.212	0,01	3%	71%	No
1A4	Otros sectores	Líquido	CO_2	7.600	7.600	5.619	5.619	0,01	3%	73%	Sí
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales	N/A	CO_2	-7.285	7.285	-1.523	1.523	0,01	2%	75%	No
3A1a	Fermentación entérica bovinos lecheros	N/A	CH_4	6.757	6.757	7.142	7.142	0,01	2%	78%	Sí
5A	Eliminación de residuos sólidos	N/A	CH_4	6.615	6.615	14.300	14.300	0,01	2%	80%	Sí
2C1	Producción de hierro y acero	N/A	CO_2	4.501	4.501	5.285	5.285	0,01	1%	81%	Sí
1A1a	Producción de electricidad y calor como actvidad principal	Líquido	CO_2	4.526	4.526	9.797	9.797	0,01	1%	83%	Sí
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	Líquido	CO_2	3.881	3.881	4.014	4.014	0,01	1%	84%	Sí
3D2bc1b	Indirectas excretas en pasturas y abono orgánico bovinos de carne	N/A	N_2O	3.622	3.622	2.887	2.887	0,01	1%	85%	No
3D1c1b	Directas excretas en pasturas bovinos de carne	N/A	N_2O	3.039	3.039	2.247	2.247	0,00	1%	86%	No
3A2	Fermentación entérica ovinos	N/A	CH_4	2.785	2.785	1.745	1.745	0,00	1%	87%	No
1B2a	Petróleo	N/A	CH_4	2.770	2.770	3.436	3.436	0,00	1%	88%	No
5D1	Aguas residuales domésticas	N/A	CH_4	2.783	2.783	4.540	4.540	0,00	1%	89%	Sí
1A1b	Refinación del petróleo	Líquido	CO_2	2.701	2.701	1.226	1.226	0,00	1%	90%	Sí

Fuente: Elaboración propia

También se realizó un KCA por incertidumbre, que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 7. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de incertidumbre

Id#	Nombre	Incertidumbre categoria (Ux,t)	Valor absoluto de la estimación del último año |Ex,t| [ktCO2eq]	Evaluación de nivel Lx,t [%]	Incertidumbre categoria sobre el inventario total (Lx,t *Ux,t)	Participación por incertidumbre	Total acumulativo de la Evaluacion de incertidumbre [%]
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales	426%	3.046	0,7%	3,1%	17,6%	17,6%
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo	34%	17.071	4,0%	1,4%	7,9%	25,5%
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales	106%	5.439	1,3%	1,4%	7,8%	33,3%
3D1d	Directas residuos de cosecha	118%	4.539	1,1%	1,3%	7,3%	40,6%
3D1a	Directas fertilizantes sintéticos	73%	5.436	1,3%	0,9%	5,4%	46,0%
4C2	Tierras convertidas en pastizales	13%	28.762	6,8%	0,9%	5,0%	51,0%
5A	Eliminación de residuos sólidos	23%	14.300	3,4%	0,8%	4,5%	55,6%
3D1c1b	Directas excretas en pasturas bovinos de carne	146%	2.247	0,5%	0,8%	4,5%	60,0%
3A1b	Fermentación entérica bovinos de carne	5%	64.834	15,3%	0,8%	4,4%	64,4%
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	15%	17.828	4,2%	0,7%	3,7%	68,2%
1B2b	Gas natural	12%	20.649	4,9%	0,6%	3,5%	71,6%
3D2bc1b	Indirectas excretas en pasturas y abono orgánico bovinos de carne	86%	2.663	0,6%	0,5%	3,1%	74,8%
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	28%	5.761	1,4%	0,4%	2,2%	77,0%
3D2bi	Indirectas fertilizantes sintéticos (lixiviación)	103%	1.227	0,3%	0,3%	1,7%	78,7%
3D2biv	Indirectas residuos de cosecha (lixiviación)	245%	482	0,1%	0,3%	1,6%	80,3%
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	3%	28.030	6,6%	0,2%	1,2%	81,5%
4G	Productos de madera recolectada	31%	2.716	0,6%	0,2%	1,1%	82,7%
3A2	Fermentación entérica ovinos	45%	1.745	0,4%	0,2%	1,1%	83,7%
2A2	Producción de cal	30%	2.582	0,6%	0,2%	1,1%	84,8%
3D1bi1b	Directas aplicación abono orgánico a campo bovinos de carne	146%	473	0,1%	0,2%	0,9%	85,7%

Fuente: Elaboración propia

Mejoras realizadas

A continuación, se detallan las principales mejoras realizadas respecto a la elaboración del INGEI, entre el IBA5 y el IBT1. Éstas se dividen en mejoras transversales, relacionadas con la transparencia, y mejoras de cálculo.

Mejoras relacionadas con la transparencia del INGEI

Adaptación del INGEI conforme a los requisitos de las MPG

A partir de la entrada en vigencia del AP, se realizaron los ajustes necesarios en el SNI-GEI-AR a fin de reportar la información de emisiones y absorciones de GEI de manera consistente con las CRT, establecidas en las MPG. Este proceso de adaptación incluyó las siguientes líneas de trabajo:

- Diseño del plan de trabajo conforme a los requisitos establecidos en las MPG, incluyendo la evaluación de la factibilidad de cumplimiento de las provisiones establecidas en las MPG, el análisis de flexibilidades aplicables y la incorporación de cambios en la estructura de sectores y categorías conforme a las CRT.
- Adaptación de los procesos de estimación de emisiones, análisis de resultados y compilación para incorporar la información necesaria conforme a los nuevos requisitos de reporte.
- Utilización de la "*ETF GHG Inventory Reporting Tool*", plataforma de reporte provista por la CMNUCC, que implicó el entrenamiento del equipo de elaboración del inventario, la adaptación del sistema de archivo para el levantamiento automático de DA y parámetros en las HT y el desarrollo de procedimientos de control de calidad adicionales.
- Adaptación de la información presentada en el IBT1 y el INI, incluyendo la elaboración de las CRT en español para su inclusión en los reportes.

Sistema de archivo

Durante la elaboración del IBT1 se utilizó y continuó mejorando el sistema de archivo desarrollado en el marco del IBA3 con el objetivo de registrar la totalidad de la información relacionada con los cálculos de las emisiones del INGEI para la serie temporal. Al momento, el sistema de archivo del IBT1, incluyendo el INGEI 2022, cuenta con un total 488 archivos para el procesamiento de datos de base, el cálculo de estimaciones, el control de la calidad, la redacción de procedimientos y resultados y el seguimiento de las tareas de los equipos de trabajo.

Se da seguimiento al trabajo planificado y realizado mediante planillas específicas donde se establecen las personas responsables y el estado en que se encuentran los documentos. Además, con el objetivo de detectar posibles mejoras, se encuentra activa una herramienta de análisis y reporte de desempeño, que permite estimar carga horaria y plazos de trabajo para cada tarea en el proceso de elaboración del INGEI y los reportes asociados.

El sistema de archivo se encuentra alojado dentro de una plataforma colaborativa, que incluye herramientas para la comunicación, la edición de documentos de texto y de cálculo, agilizando el trabajo conjunto, mejorando la trazabilidad de la documentación y facilitando la asignación de roles y el seguimiento de tareas dentro del equipo de trabajo.

Por otra parte, permite también compartir la información referida al INGEI en forma organizada y sistemática, tanto a los organismos de aplicación como a otras instituciones interesadas.

Los intercambios de información se gestionan mediante el sistema oficial de Gestión Documental Electrónica (GDE), y a través de una planilla de seguimiento se cuenta con un registro de las notas de solicitud y las notas de respuesta con los documentos compartidos.

Mejoras de cálculo del INGEI

Una de las principales características en el cálculo del INGEI es la utilización de un enfoque *bottom-up* en la estimación, que se inició en el IBA3 y se continuó hasta el IBT1. Este enfoque se basa en la utilización de la información de base con el máximo nivel de desagregación disponible y manteniendo dicho nivel de detalle durante

todo el cálculo de las emisiones, realizándose la sumatoria recién en la etapa de compilación. Cabe aclarar que se trabaja con diferentes niveles de desagregación, desde nivel departamental o provincial hasta nivel nacional para algunas categorías, según la disponibilidad de información. También se trabaja con niveles de desagregación según otros criterios cruzados como regionalización geográfica (ej. región forestal y cobertura por departamento, tipo de combustible y provincia, etc.). Esta característica permite el abordaje de mejoras teniendo en cuenta las características regionales y sectoriales.

Las principales mejoras en el presente ciclo estuvieron asociadas a:

- Actualización de GWP (Potencial de Calentamiento Global, por sus siglas en inglés) del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5, por sus siglas en inglés), y reasignación de categorías de fuentes según nuevos requerimientos de reporte.
- Ajustes de metodologías de cálculo acorde al Refinamiento del IPCC de 2019.
- Mejora de métodos de cálculo (migrar a Nivel 2, mejoras en la selección de DA y FE y corrección de parámetros de cálculo).
- Descuento de emisiones doblemente contabilizadas.
- Revisión y corrección de series históricas de DA.
- Incorporación de nuevas categorías en el sector Energía.
- Aumento de la superficie representada coherentemente.

Para el año 2020 (último año de la serie temporal del IBA5), en el IBT1 se observa una diferencia que resulta en un incremento de 16.521 $ktCO_2e$, representando un 4,38% del INGEI respecto al IBA5. Esta diferencia es resultado del impacto neto de dos ajustes: el cambio de métricas (aumentando 25.863 $ktCO_2e$) y los cambios metodológicos (disminuyendo 9.342 $ktCO_2e$). Estos impactos se registran a lo largo de toda la serie temporal.

A continuación, se detallan algunas mejoras planificadas que se abordaron en el ciclo del IBT1:

- Representación coherente de tierras: Se trabajó en la generación de capas geográficas anuales de uso de la tierra en sistemas de información geográfica, a escala nacional y con información espacialmente explícita de diversos organismos generadores, como base para el análisis espacial futuro de cambios y persistencias en el uso de la tierra.
- Estimación de carbono orgánico en suelos: Durante el ciclo del IBA5 se realizó una evaluación y validación de modelos que consideran diferentes factores como el tipo de suelo, las condiciones de manejo y el cultivo realizado para estimar las variaciones del carbono orgánico en el suelo junto con la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA). Durante el presente ciclo se continuó avanzando en el desarrollo de la herramienta de cálculo en base a estos modelos con el fin de ampliar el alcance de las pruebas realizadas y avanzar hacia la estimación de la categoría 4B con un nivel de cálculo superior.

En las siguientes tablas se detallan las principales mejoras planificadas y cumplidas en el IBT1, referidas por sector y categoría.

Tabla 8. Mejoras realizadas entre el IBA5 e IBT1 por sector y categoría

Sector	Categoría	Mejora
1 - ENERGIA	1A - Actividades de quema de combustible	Se obtuvieron factores de emisión de CO_2 específicos para el país para los combustibles líquidos Gasoil Grado 2 y 3 (Común y Ultra), Nafta Grado 2 y 3 (Súper y Ultra)
		Se aplicó el método de cálculo Nivel 2 y se ajustó la incertidumbre asociada.
		Se incluyeron las emisiones de CO_2 y de CH_4 de la producción de coque metalúrgico, aplicando la metodología de cálculo Nivel 1.
		Se identificó un doble conteo de emisiones entre los sectores Energía y PIUP en la producción de metanol y amoníaco. Dichas emisiones se descontaron del sector Energía, ya que se reportan en el Sector PIUP.
	1B - Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	Se identificaron las tecnologías y prácticas de menor y mayor emisión por cuenca productora de petróleo y gas en el país, en función de lo cual se seleccionaron los factores de emisión por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.
		Se actualizaron los factores de emisión y la metodología de cálculo de las emisiones fugitivas de "Minería" y "Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería" utilizando el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.
		Se incluyo una nueva categoría de cálculo de las emisiones fugitivas de la producción de coque metalúrgico utilizando los factores de emisión del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.
2 - PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	2A - Industria de los minerales	Se actualizaron los datos de actividad a nivel nacional para la serie histórica 1990-2022 de la producción de cerámicas y de otros usos de carbonatos, específicamente la producción de arcilla y calcita.
	2B - Industria química	Se identificaron dos casos de doble conteo de emisiones en el sector PIUP en el IBA5. Dichas emisiones de CO_2 se deducen de la categoría 1A2c (sector Energía). Para ello se realizó un tratamiento de los datos de actividad, asignando la producción de amoníaco y metanol por provincia de acuerdo con la capacidad instalada de cada planta.
		Se identificó un caso de omisión de emisiones en el IBA5. Dichas emisiones de CO_2 (originadas de la combustión del etileno asociadas al uso de combustible para la alimentación energética) fueron estimadas en el IBT1 siguiendo las Directrices del IPCC de 2006, y reportadas en la categoría “2B8b – Producción de Etileno”.
	2H - Otras industrias	Se actualizaron los datos de actividad para los productos: vino, carne aviar y carne vacuna según nueva fuente de datos con la cual se actualizó toda la serie histórica.
3 - AGRICULTURA Y GANADERÍA	3A - Fermentación entérica	Se actualizaron los parámetros de cálculo según el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para bovinos de carne y de leche.
	3B - Gestión del estiércol	Se actualizaron los parámetros de cálculo según el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para bovinos de carne y de leche.
		Se corrigieron parámetros locales de cálculo para bovinos de carne para directas gestión del estiércol bovinos y emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol.
		Se corrigieron los datos de actividad de otras ganaderías.
		Se ajustaron parámetros locales de cálculo para bovinos de carne.
	3D - Emisiones directas e indirectas de N_2O de los suelos stionados	Se actualizaron los parámetros de cálculo según el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC del 2006 para bovinos de carne y de leche.
		Se ajustaron parámetros locales de cálculo para bovinos de carne.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Mejoras realizadas entre el IBA5 e IBT1 por sector y categoría (cont.)

Sector	Categoría	Mejora
4 -USOS DE LA TIERRA, CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA	4A1-Cambios de existencias de carbono	Bosque nativo: Se ajustó la serie histórica de extracciones forestales para las provincias de La Rioja, Rio Negro y Chubut con valores promedio.
		Bosque cultivado: Se incorporaron datos de superficie de cortinas forestales en algunas provincias.
	4D1-Humedales que permaneces como tales y 4F1-Otras tierras que permanecen como tales	Se aumento la superficie representada en 21,5 Mha pasando de representar 190,5 Mha (IBA5) a 212,1 Mha; incorporando por primera vez superficie de salinas (Humedales no gestionados), afloramientos rocosos y médanos/dunas (ambos de Otras tierras).
5 - RESIDUOS	5A - Eliminación de residuos sólidos	Se corrigió y actualizó la serie histórica 1970-2022 de los valores de GPC, específicamente para la jurisdicción del Gran Buenos Aires donde se consideraron los mismos valores de GPC que para la jurisdicción de CABA.
		Se actualizaron los valores de GPC para las jurisdicciones de Entre Ríos para el año 2021 y Misiones para los años 2020 y 2021.
		Se actualizaron los valores del PBI para los años 2020 y 2021 en base a la fuente de INDEC.
		Para algunos sitios se obtuvieron datos de neumáticos fuera de uso, residuos destinados a compost, residuos para uso energético como combustibles sustitutos, residuos de plantas sociales (materiales recuperados), áridos, residuos destinados a tratamiento mecánico biológico y fardos (materiales recuperados) y otros materiales recuperados.
		Se obtuvieron datos específicos para el AMBA por parte de CEAMSE respecto de las toneladas de residuos ingresados a sitios categorizados entre los años 2001 y 2022, para los sitios Norte III, Norte IIIA, Norte IIIB, Norte IIIC, Norte IIID, González Catán, Ensenada y entre los años 2017 y 2022 para el sitio Ezeiza. También se obtuvieron dichos datos para el sitio Villa Domínico, específicamente para los años 2001-2004. A su vez, se actualizó la información de dichos residuos para el resto de las jurisdicciones del país.
	5B - Tratamiento biológico de los Residuos sólidos	Se actualizaron los datos de toneladas de residuos destinados a tratamiento mecánico biológico y a compost por parte de CEAMSE.
	5C - Incineración de residuos	Se actualizaron los valores del PBI para los años 2020 y 2021 en base a la fuente de INDEC. De esa manera, se ajustaron los datos de actividad de los residuos industriales para dichos años respecto de las jurisdicciones de Buenos Aires (GBA), Entre Ríos, Neuquén, Santa Cruz y Santa Fe.
	5D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	Se mejoraron los porcentajes de descarga por materia orgánica para la serie temporal 2011 a 2021 donde se realizó una interpolación lineal a partir de los datos obtenidos en el censo 2022 reportados por el INDEC.
		Se revisaron y actualizaron los datos de actividad vinculados al tratamiento y eliminación de aguas industriales de los siguientes productos: producción de azúcar, producción de etanol de caña, producción de etanol de maíz, producción de carne aviar, producción de carne ovina, producción de carne porcina, producción de limón, producción de mandarina, producción de naranja, producción de pomelos y producción de Whisky.

Fuente: Elaboración propia

Executive summary

Background information on GHG inventories and climate change

Background on GHG inventories

The Argentine Republic ratified the UNFCCC through law No. 24,295 of 1993, assuming the obligation to report on all relevant aspects for the achievement of the objectives of such Convention, in particular to those related to its national inventories of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all GHGs not controlled by the Montreal Protocol, as a developing country (non-Annex I).

In compliance with the obligations assumed and making the necessary efforts to estimate, compile and report the National Greenhouse Gas Inventories (NGHGI), the Argentine Republic has submitted three National Communications, and five Biennial Update Reports (BUR), with their respective NGHGI.

Furthermore, law No. 25,438 of June 2001 approved the Kyoto Protocol, thus enabling the Argentine Republic to participate in the Clean Development Mechanism (CDM), which had two compliance periods (2008-2012 and 2012-2020), and was in force until 2020.

The Argentine Republic has also submitted its Intended Nationally Determined Contribution (iNDC)[22] in 2015, which was then revised, updated and presented as the First Nationally Determined Contribution (NDC)[23] after ratifying the PA in September 2016. In December 2020, the Argentine Republic reaffirmed its commitment to the Paris Agreement by submitting its Second NDC to the UNFCCC. Subsequently, in November 2021 an update to the mitigation target of its Second NDC was presented to the UNFCCC.

It should be noted that through the revised NDC in 2016, the country submitted its first Adaptation Communication (ADCOM) and in December 2020, along with the submission of its second NDC, it incorporated the second ADCOM, following the annex of Decision 9/CMA.1.

Other relevant reports submitted by the country were the Forest Reference Emissions Level, together with the first Technical Annex on REDD+ in 2019 and the second Technical Annex on REDD+ in 2021.

In December 2019, law No. 27,520 on Minimum Budgets for Adaptation and Mitigation to Global Climate Change was approved; the law was then regulated in 2020 by decree No. 1,030. This law ratifies the international commitments assumed and strengthens the national and subnational climate policy, by establishing minimum budgets to guarantee the actions, instruments and strategies for adaptation and mitigation. It also institutionalizes the National Climate Change Cabinet (GNCC, for its Spanish acronym), created by decree No. 891 in 2016, as a

[22] Argentine Republic, 2015. Intended Nationally Determined Contribution (iNDC). https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Argentina/1/INDC%20Argentina.pdf
[23] Argentine Republic, 2016. First NDC of the Argentine Republic. https://unfccc.int/documents/497095

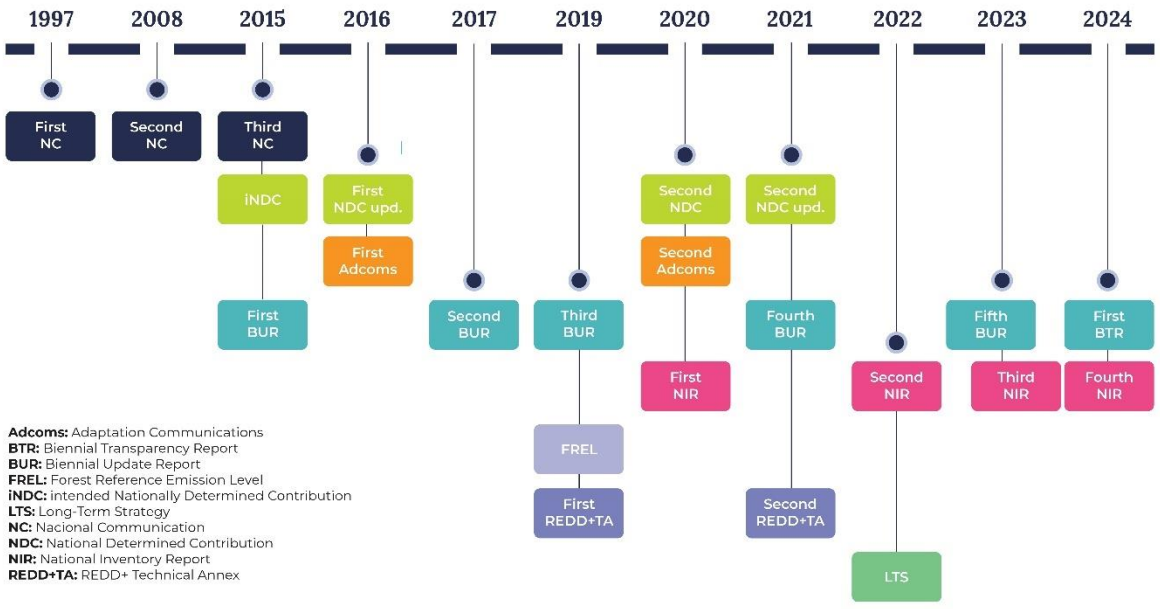
national governance body for the coordinated and agreed design of climate change adaptation and mitigation policies.

Within the framework of law No. 27,520, since 2022 a series of documents have been prepared to guide national planning in the medium and long term, such as the National Climate Change Adaptation and Mitigation Plan (PNAyMCC, for its Spanish acronym), approved by resolution No. 146 of 2023 of the Ministry of Environment and Sustainable Development, the Long-term low greenhouse gas emission development strategy to 2050, approved by Resolution No. 218 of 2023, and the National Strategy for Carbon Markets (ENUMeC, for its Spanish acronym), approved by the Ministry of Environment and Sustainable Development resolution No. 385 of 2023.

Finally, in 2024, the BTR1 is presented including a summary of the 2022 GHG emissions and removals inventory (NGHGI) and the 1990-2022 time series in Chapter 1. Together with BTR1, the NIR is presented as a standalone document, providing detailed and expanded estimations from BTR1.

The illustration below presents the reports submitted by the Argentine Republic to the UNFCCC.

Illustration 1. Timeline of submissions of the Argentine Republic to the UNFCCC



Source: Own elaboration

National circumstances and institutional arrangements

National entity responsible for the elaboration of NGHGI

The institutional arrangements for the preparation and timely submission of the NGHGI are embedded within the institutional and regulatory framework of the national public administration.

The Office of the Chief of Cabinet of Ministers serves as the implementing authority for the international climate change treaties signed by the country, in accordance with law No. 27,520 on Minimum Budgets for Adaptation and Mitigation to Global Climate Change and its regulatory decree No. 1,030 of 2020 and other explanatory and complementary norms. To this effect, the Undersecretary of Environment (SSAmb, for its Spanish acronym) is responsible for operational management of adaptation and mitigation reports to comply with the commitments arising from the UNFCCC and the PA.

Within the scope of the SSAmb, according to Annex IV of administrative decision 928 of 2021, the Climate Change Mitigation Coordination is assigned responsibility to 'prepare GHG inventories, national communications, biennial reports, national contributions, and other projects that support the commitments and goals arising from the UNFCCC regarding mitigation'.

Through law No. 27,520, the GNCC, established in 2016 by Executive Decree No. 891, was institutionalized as the national governance body for the coordinated and consensus-based design of climate change adaptation and mitigation policies.

The GNCC is made up of various working bodies. The Ministerial Roundtable, composed of the highest authorities of the respective areas of government, is the main instance of coordination and articulation between them, to be assisted by three Working Groups: the Focal Points Roundtable (with representatives appointed by the ministries), the Provincial Coordination Roundtable (with representatives appointed by the 23 provinces and the Autonomous City of Buenos Aires), and the Broad Roundtable (which includes any individual or legal entity interested in the topic).

The Administrative Technical Coordination (CTA, for its Spanish acronym) of the GNCC is currently enforced by the SSamb, as established by the first Meeting of Ministers of 2024[24]. As such, the SSamb oversees elaborating technical inputs for the different workplans of the GNCC, the PNAyMCC and the NDC, and it also enables, facilitates and promotes communication between the different instances that compose the GNCC.

The law also mandates the creation of the External Advisory Council (CAE, for its Spanish acronym), composed by experts on various aspects of climate issues and representatives from different sectors and groups.

NGHGI preparation process

The preparation of the NGHGI is carried out through a series of activities that take place periodically over a 2-year cycle.

The following table outlines the main stages of the current preparation cycle for the NGHGI, the activities involved, and the key responsible organizations. The processes completed during the preparation of this NIR are indicated with a check mark.

[24] Sistema Integrado de Información Ambiental. https://ciam.ambiente.gob.ar/images/uploaded/recursos/568/IF-2024-111741006-APN-SSAM-JGM.pdf

Table 10. Phases, activities and responsible actors of the NGHGI development cycle

Phase	Activity	Principal responsible
1.Planning and institutional arrangements	✓ NGHGI work plan, including selection of improvements to be implemented ✓ NGHGI team and sectoral focal points initial meeting ✓ Start of documentation and file × NGHGI Manual and instructions update	SSAmb
2. Collection of sectoral information	✓ Formal information request ✓ Sectorial bilateral meetings ✓ Processing and adjustments ✓ Selection of methods and Emission Factors (EF)	SSAmb + Sectoral focal points
3. Preliminary sectoral estimates	✓ Calculation of GHG emissions ✓ Recalculation of time series ✓ Development of calculation procedures × Procedures Update	SSAmb + Sectoral focal points
4. Sectoral validation, quality control, Implementation of improvements, final estimates	✓ Internal Sectoral Expert Review ✓ Final estimates ✓ Estimation of uncertainties	SSAmb + Sectoral focal points
5. Compilation, elaboration of reports, BTR chapters and quality assurance	✓ Key category analysis ✓ Generation of reporting tables ✓ Elaboration of BTR1 chapters ✓ Inventory Report by Activity ✓ NGHGI Electronic Report (CRT) × External review	SSAmb
6. Documentation, archiving and dissemination. Future improvement plan	✓ Finalization of documentation and archiving of information ✓ Identification of future improvements ✓ Workshops for socialization of final results and totals ✓ Elaboration of communication material	SSAmb + Sectoral focal points

Source: Own elaboration

Since the preparation of the NGHGI is the responsibility of the Mitigation Coordination of the Undersecretary of Environment, most of the Technical Expert Team is located within this government area.

This Technical Expert Team for the NGHGI collaborates, within the framework of the GNCC and the National Inventory System (SNI-GEI-AR, for its Spanish acronym), with the Sectoral Focal Points (representatives designated by the different

ministries), in order to comply with the deadlines and quality standards required for the preparation of the inventory.

NGHGI archiving system

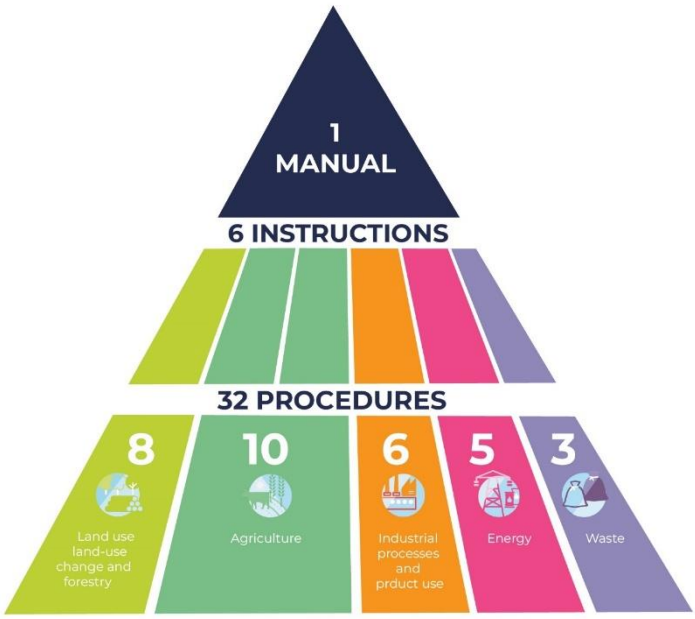
Law No 27,520 creates the National Climate Change Information System (SNICC, for its Spanish acronym) as a central tool for transparency and promotion of information. The National Greenhouse Gas Inventory System (SNI-GEI-AR, for its Spanish acronym), created between 2017 and 2019, was integrated to the SNICC since the enactment of the law.

The SNI-GEI-AR is an information support system that contributes to the development of the NGHGI. It is based on inter-institutional arrangements and standardized procedures for data exchange, validation, and compilation of robust and transparent inventories.

This information system ensures transparency and traceability in the process of preparing the NGHGI and contributes to the sustainability and periodicity of the country's NGHGI submissions, by facilitating the assignment and distribution of specific tasks among the actors involved in its structure.

As a general structure, as shown in the figure below, the SNI-GEI-AR includes 1 process Manual, 6 Instructions, and 32 specific Procedures for each Subactivity, along with their respective Worksheets (HT, for its Spanish Acronym).

Figure 17. Components of SNI-GEI-AR



Source: Own elaboration

The Procedures, along with their respective worksheets, represent the basis of the archiving system, which are then used to prepare the reports. The Inventory Reports by Activity (IIA, for its Spanish acronym) are part of the NGHGI preparation process, while the comparison sheets of the HTs between inventories provide a quality

control instance. Currently, the BTR1 filing system includes a total of 488 files: 53 base data processing files, 239 calculation files, 33 procedural files (32 calculation files and a manual for the use of emission drivers), 118 redacting files for NIR and BTR, 40 compilation files, and 5 monitoring files.

The archiving system is hosted within a collaborative platform that streamlines joint work, improves documentation traceability and facilitates the assignment of roles and task tracking within the work team. In addition, documentation from previous cycles is safeguarded and backup copies are created on the SSAmb's physical servers.

Processes for official consideration and approval of the NGHGI

The SNI-GEI-AR includes an information exchange module with various public and private institutions. Once the drafting of the different sections of the NIR is completed, they are shared with the sectoral focal points, which allows for the exchange of comments prior to the report to the UNFCCC.

This exchange is managed through the official system of the Electronic Generator of Official Documents (GEDO, for its Spanish acronym), thereby keeping a record of the request and response notes along with the shared documents. The general framework of these communications is the GNCC.

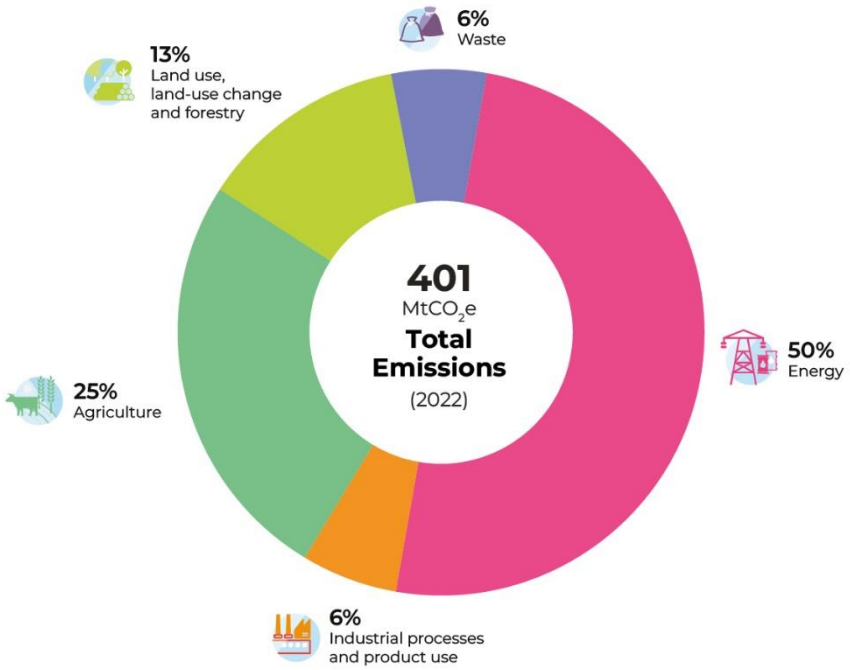
Summary of trends related to national emissions and removals

2022 GHG inventory

The total net emissions for year 2022 were estimated at 400,920.59 ktCO2e. The predominant sector in the 2022 NGHGI is Energy, where the most relevant categories were "Road transportation," "Electricity generation," and "Other sectors – Residential." The next two sectors in terms of participation are Agriculture, with the main category being "Enteric fermentation of beef cattle," and Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF)[25], whose primary contribution comes from the conversion of forest lands. The following figure shows the sectoral participation of the 2022 NGHGI.

[25] For the preparation of this report, changes were made to the sectors and categories of the NGHGI, in line with the Common Reporting Tables (CRT) included as an annex. The sectors 'Agriculture' and 'Land Use, Land-Use Change and Forestry' encompass the categories previously included under 'Agriculture, Forestry and Other Land Uses' in the Biennial Update Reports previously submitted.

Figure 18. Sectoral distribution of GHG emissions in 2022



Source: Own elaboration

The NIR also includes estimates of GHG precursor gases: CO, NMVOC, NO_x and SO_2, for the 1990-2022 series, for the sources whose Activity Data (AD) and associated EF were available. In all cases, the AD corresponding to the NGHGI production were applied.

GHG emission trends for 1990–2022 time series

The country's emissions and removals followed a growing trend, increasing by 46% compared to 1990. The sectors of Energy (92%), Industrial Processes and Product Use -IPPU- (178%), and Waste (98%) respond to a greater extent to economic and/or population conditions reflecting an increasing trend over the years, unlike the Agriculture (6%) and LULUCF (-6%) sectors, which show a more fluctuating behavior, related to land use dynamics, sector policies, climatic conditions and external aspects.

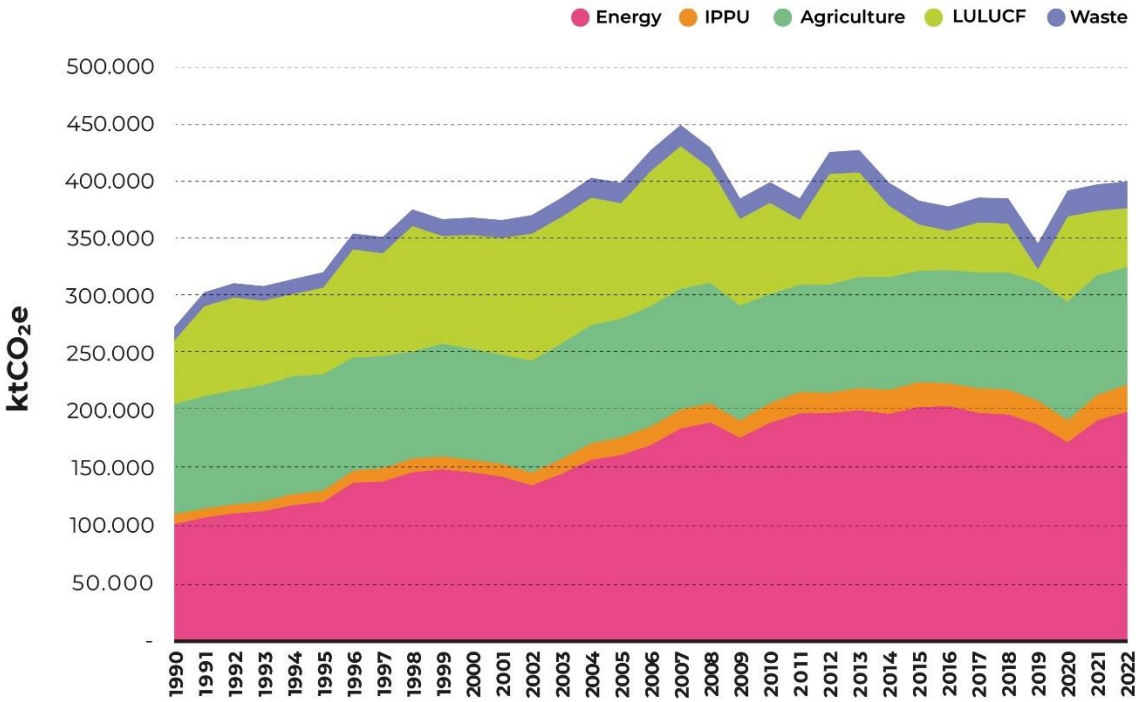
The time series shows a slowdown in the Energy sector between 2000 and 2002 as a result of the economic crisis that occurred during that period, and from 2008 onwards, a further decline due to the international financial crisis. In 2020, the effect of the COVID-19 pandemic is also observed, which generated a decrease in industrial and transport activity, and therefore a drop in emissions for the IPPU (-8.0%) and Energy (-8.2%) sectors.

Emissions from the LULUCF sector are primarily driven by changes in the patterns of loss of native forest cover due to the shift of the agricultural frontier, such as the increase observed in 2012-2013, and the peak of emissions recorded in 2020, mainly due to the increase in emissions from the Forest land converted to other land use category.

Finally, in the Agriculture sector, in 2008-2009 and to a lesser extent in 2018, droughts generated a decrease in cattle stocks which are the main variable associated with the emissions trend in this sector.

The total emission level for the year 2022 is primarily explained by the recovery of activity levels in the Energy and IPPU sectors, along with a decrease in deforestation compared to 2020, as reflected in the LULUCF sector.

Figure 19. GHG Emission Trends (1990-2022)



Source: Own elaboration

Overview of source and sink category emission estimates and trends

General description of methodologies

Methodology

The methodological guidelines and decisions considered for the preparation of the NGHGI 2022 are:

- 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.
- Decision 5/CMA.3 – Guidance operationalizing the modalities, procedures and guidelines for the enhanced transparency framework referred to in Article 13 of the Paris Agreement.

- 2006 IPCC[26] Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

To prepare the 2022 NGHGI, emissions and removals were estimated for the complete set of GHGs considered in the 2006 IPCC Guidelines, complemented in some cases by applying 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, provided that the associated AD existed. The GHG precursor gases CO, non-methane volatile organic compounds (NMVOCs), NO_X and SO_2 indicated in Chapter III of the Annex to Decision 17/CP.8, were also estimated.

Calculation method

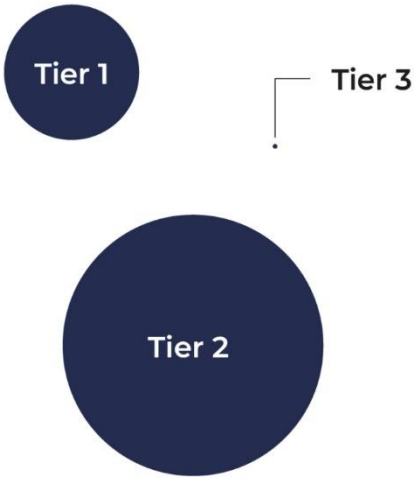
NGHGI 2022 includes all sectors, categories and subcategories of sources and sinks of emissions occurring in the country for which information has been obtained. It does not include information on emissions and removals from *Malvinas, Georgia del Sur* and *Sándwich del Sur* islands, and the surrounding maritime areas, which are an integral part of the national territory of the Argentine Republic, as they are illegally occupied by the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland and are subject to a sovereignty dispute between the two countries, recognised by the United Nations General Assembly, its Special Committee on Decolonisation and other international organisations.

The EFs applied were selected from the 2006 IPCC Guidelines and 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines. In addition, local parameters are used for those categories estimated with a Tier 2 methodology.

The following illustration shows the percentage of the total NGHGI emissions estimated at each calculation level. This percentage is calculated based on the absolute value of the estimated gross emissions in each inventory category. More than 79% of the emissions (volume) are estimated with local data and EFs.

[26] Intergovernmental Panel on Climate Change

Illustration 2. Estimation of emissions by calculation method



Source: Own elaboration

Information sources

Activity data was selected considering the following criteria:

- official sources of information or from institutions recognized in their specific areas;
- representative of the categories;
- periodic, as to maintain the coherence of the time series.

The selection and use of information sources for the elaboration of the NGHGI was agreed with the corresponding Sectoral Focal Points within the framework of the GNCC. In order to cross-check or when sources with this set of characteristics were not available, sources of information based on single reports of a given year were taken using appropriate techniques to obtain a consistent time series.

In this regard, the main official sources of information used to carry out the BTR1 NGHGI 2022 are:

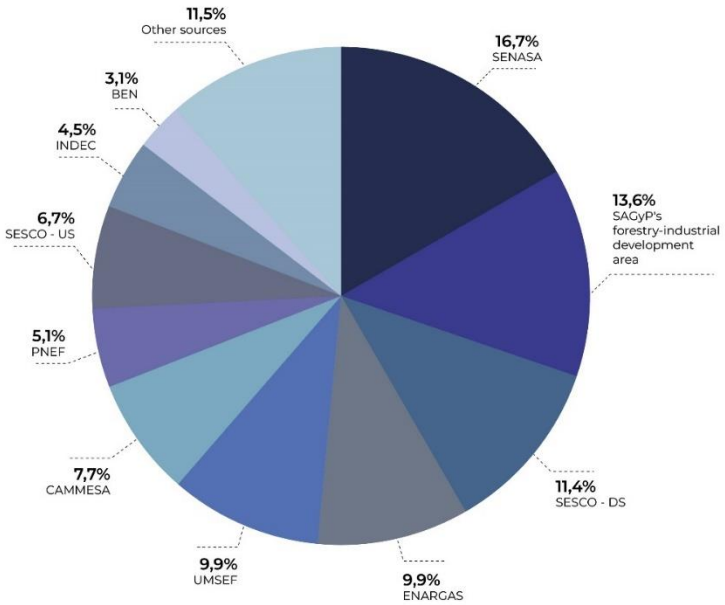
- Statistics from the Agriculture, Livestock and Fishery Secretary (SAGyP, for its Spanish acronym)[27] of the Economics Ministry.
- National Energy Balance (BEN, for its Spanish acronym)[28] from Energy Secretary (SE, for its Spanish acronym) of the Economics Ministry.
- Statistics form National Institute of Statistics and Census (INDEC, for its Spanish acronym)[29] dependent of the Economics Ministry.

[27] SAGyP. https://www.argentina.gob.ar/economia/agricultura
[28] National Energy Balance. https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/balances-energeticos
[29] INDEC. https://www.indec.gob.ar/

- Statistics from the National Agrifood Health and Quality Service (SENASA, for its Spanish acronym)[30], dependent of SAGyP.
- Statistics from the National Gas Regulatory Agency (ENARGAS, for its Spanish acronym.
- SESCO – DS[31]. Petroleum Fuels Operators' Statements System - Downstream Module of the SE of the Ministry of Economy.
- SESCO – US[32]. Oil and gas production statements system by operators - Upstream Module of the SE of the Ministry of Economy.
- Statistics of Company Administrator of the Wholesale Electricity Market (CAMMESA, for its Spanish acronym)[33].
- Statistics of the competent Forestry Industrial Development Area of the SAGyP[34].
- Statistics of the Management Unit of the Forest Evaluation System (UMSEF, for its Spanish acronym)[35] under the competent Forest Area of the SSAmb.
- Statistics of the National Forestry Statistics Program (PNEF, for its Spanish acronym)[36] under the competent Forest Area of the SSAmb.

The following figure shows the participation of each information source in GHG emissions.

Figure 20. Estimated emissions by NGHGI activity data source



Source: Own elaboration

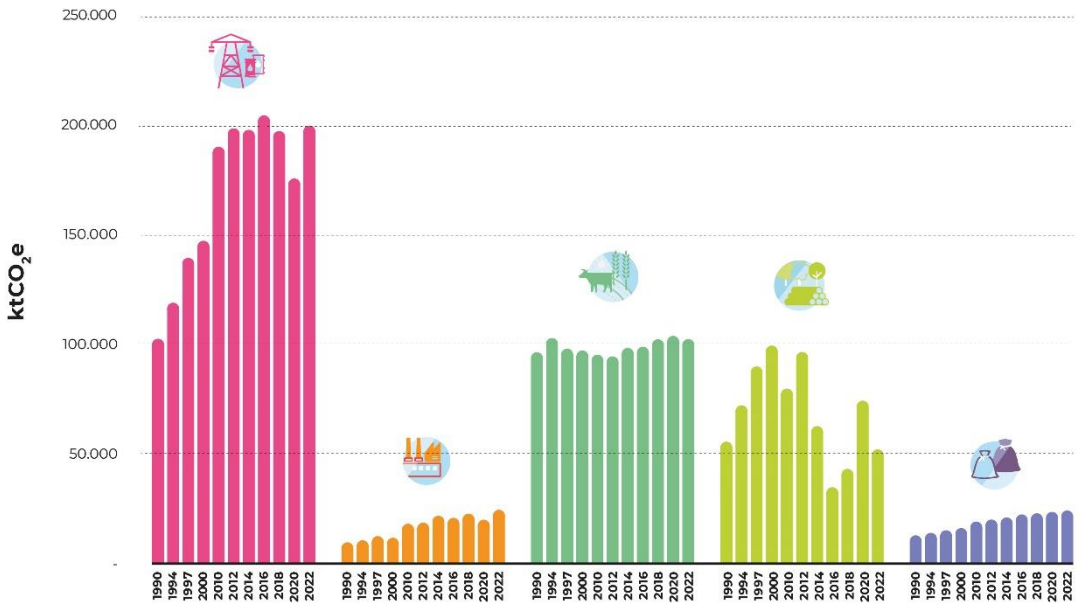
[30] SENASA. https://www.argentina.gob.ar/senasa
[31] ENARGAS. https://www.enargas.gob.ar/secciones/institucional/introduccion.php
[32] Energy Secretary. https://www.se.gob.ar/sesco/doc/Manual-SESCO-UPSTREAM-v3.0.pdf
[33] CAMMESA. http://portalweb.cammesa.com/Pages/Institucional/agentes/mision.aspx
[34] DFI. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/
[35] UMSEF. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/tierra/bosques-suelos/manejo-sustentable-bosques/umsef
[36] PNEF. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/estadistica-forestal

Emission trends by sector

En la figura a continuación se presenta la evolución de las emisiones de GEI que cada sector ha tenido a lo largo de los años en los que la Argentina presentó oficialmente inventarios de GEI a la CMNUCC. La tendencia y el nivel de emisiones de cada uno de los sectores se explican por diferentes factores, tal como se detalló en la sección de las tendencias de las emisiones de GEI.

The following figure presents the evolution of GHG emissions by sector for the years in which the Argentine Republic officially submitted an NGHGI to the UNFCCC is shown in the figure below.

Figure 21. Sectoral GHG emission trends



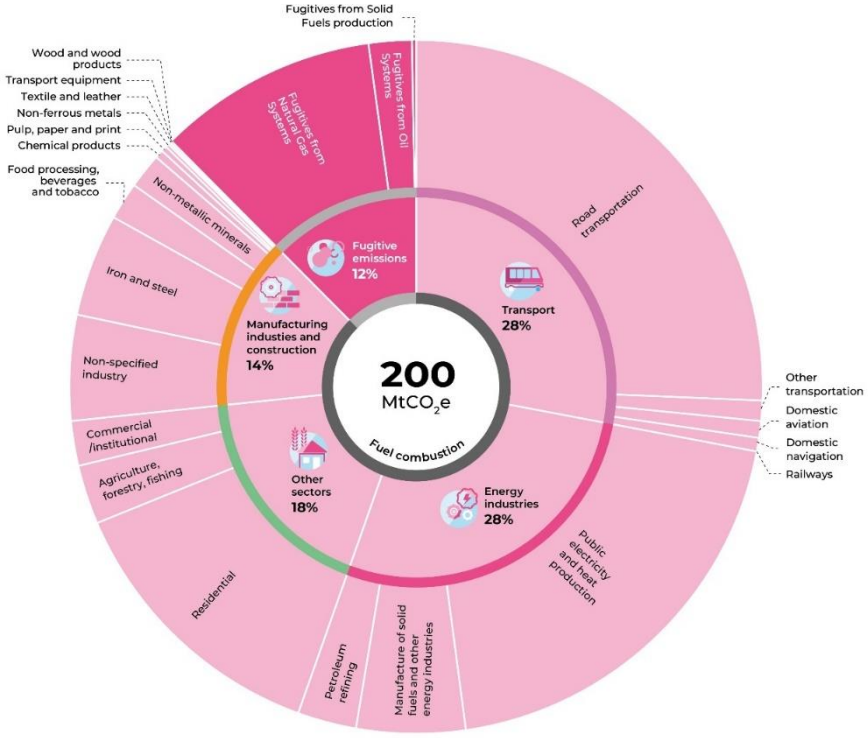
Source: Own elaboration

Energy sector

This sector includes all GHG emissions from combustion and fugitive emissions from the manufacture of fuels. This sector represents 49.98% of total emissions in 2022, with a total of 200,366.68 $ktCO_2e$.

The following figure shows the distribution of emissions according to the main categories of the Energy sector. Emissions from fuel combustion activities (1A) represent 87.47% of the sector's emissions. The remaining 12.53% corresponds to fugitive emissions from the manufacture of fossil fuels (1B).

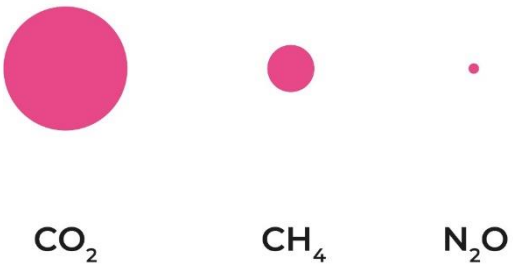
Figure 22. Total GHG emissions – Energy sector – 2022



Source: Own elaboration

In terms of gas distribution, CO_2 is the GHG with the major participation in the Energy sector, followed CH_4, as shown in the following figure.

Figure 23. Contribution of GHGs to the Energy sector – 2022 (in CO_2e)



Source: Own elaboration

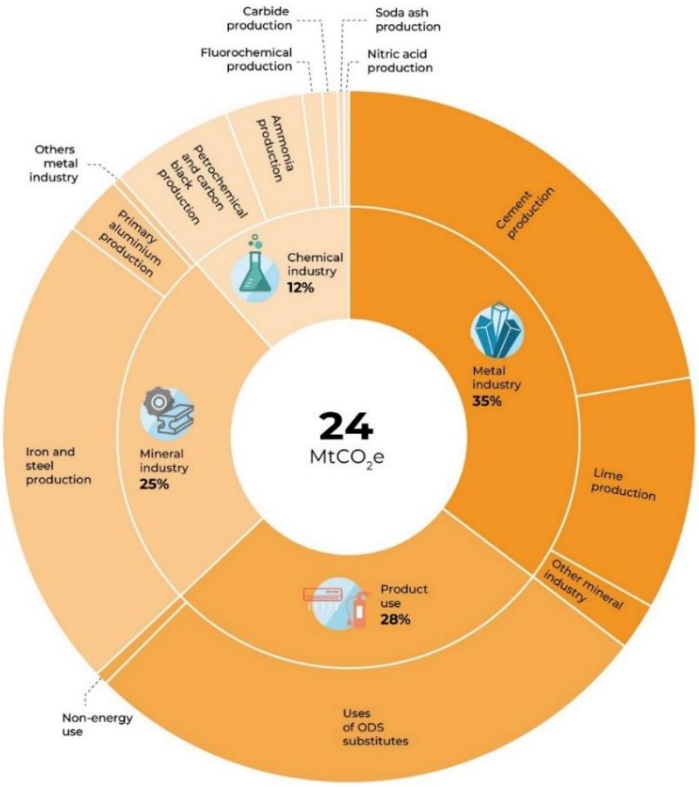
IPPU sector

This sector includes GHG emissions generated by chemical reactions during the use of GHGs as raw materials applied in different industrial processes, as well as by non-energy uses of carbon contained in fossil fuels. The sector represents 5.90% of total emissions in 2022, with a total of 23,643.67 $ktCO_2e$.

The following figure shows the distribution of emissions according to the main categories of the IPPU sector: Mineral industry (2A), Chemical industry (2B), Metal industry (2C) and Product use (2D and 2F). In order to facilitate the understanding

of the IPPU sector inventory, the subcategories of Product use, uses of ozone depleting substances substitutes and non-energy use, were grouped under the category 'Use of products'. Emissions from category 2A constitute 35.39% of the sector's emissions, while category 2B accounts for 11.52%. Category 2C is responsible for 25.52% of the sector's emissions; the remaining 27.57% corresponds to emissions from categories 2D and 2F.

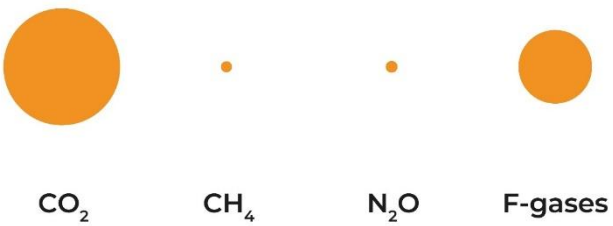
Figure 24. Total GHG emissions – IPPU sector – 2022



Source: Own elaboration

In terms of gas distribution, CO_2 is the GHG with the major participation in the IPPU sector, followed by fluorinated gases, as shown in the following figure.

Figure 25. Contribution of GHGs to the IPPU sector - 2022 (in CO_2e)



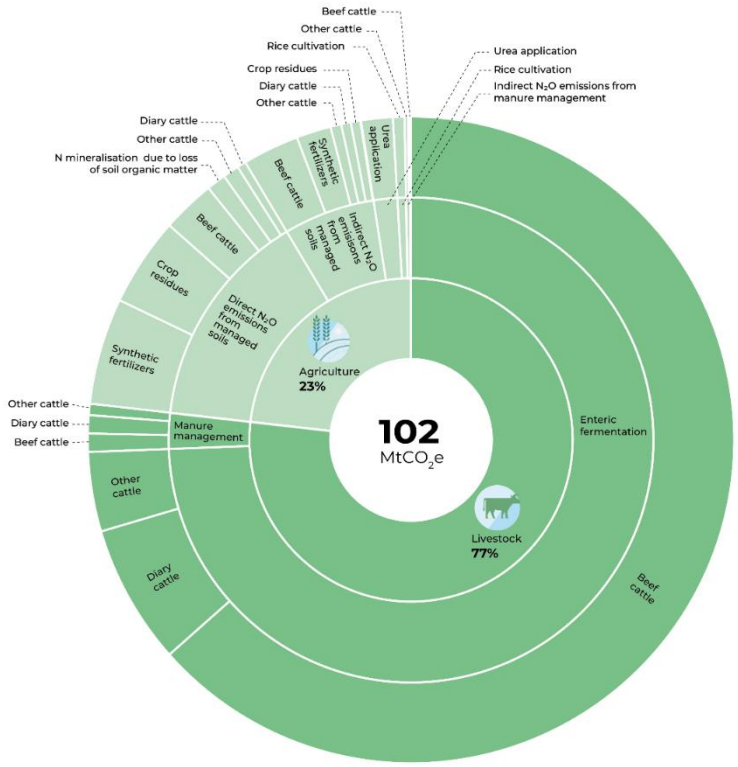
Source: Own elaboration

Agriculture

This sector includes emissions from livestock activities, both from enteric fermentation and manure management, and from agriculture for the application of synthetic and organic fertilizers, for the decomposition of crop residues and for some agricultural subactivities such as field burning of residues and rice cultivation. The Agriculture sector represented 25.48% of the country's total emissions in 2022, with a total of 102,191.19 $ktCO_2e$.

Enteric fermentation (3A) represents 74.40% of the sector's emissions; followed in importance by Agricultural soils (3D), which represents 20.73%. Manure management (3B) corresponds to 2.65%; finally, the categories Urea application (3H), Rice cultivation (3C) and Field burning of agricultural residues (3F) have a smaller share in the sector, 1.58%, 0.58% and 0.06%, respectively. The following figure shows the distribution of emissions according to the categories included in the Agriculture sector.

Figure 26. Total GHG emissions – Agriculture sector – 2022[37]

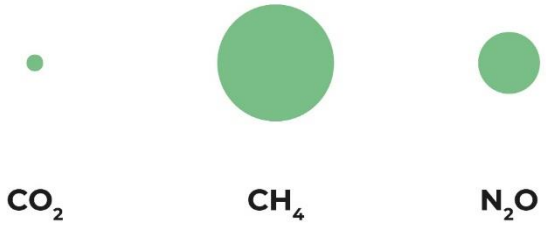


Source: Own elaboration

In terms of gas distribution, CH_4 is the GHG with the major participation in this sector, followed by N_2O and CO_2, as shown in the following figure.

[37] Percentages presented in the figure have been adjusted in order to improve their visual comprehension.

Figure 27. Contribution of GHGs to the Agriculture sector - 2022 (in CO_2e)



Source: Own elaboration

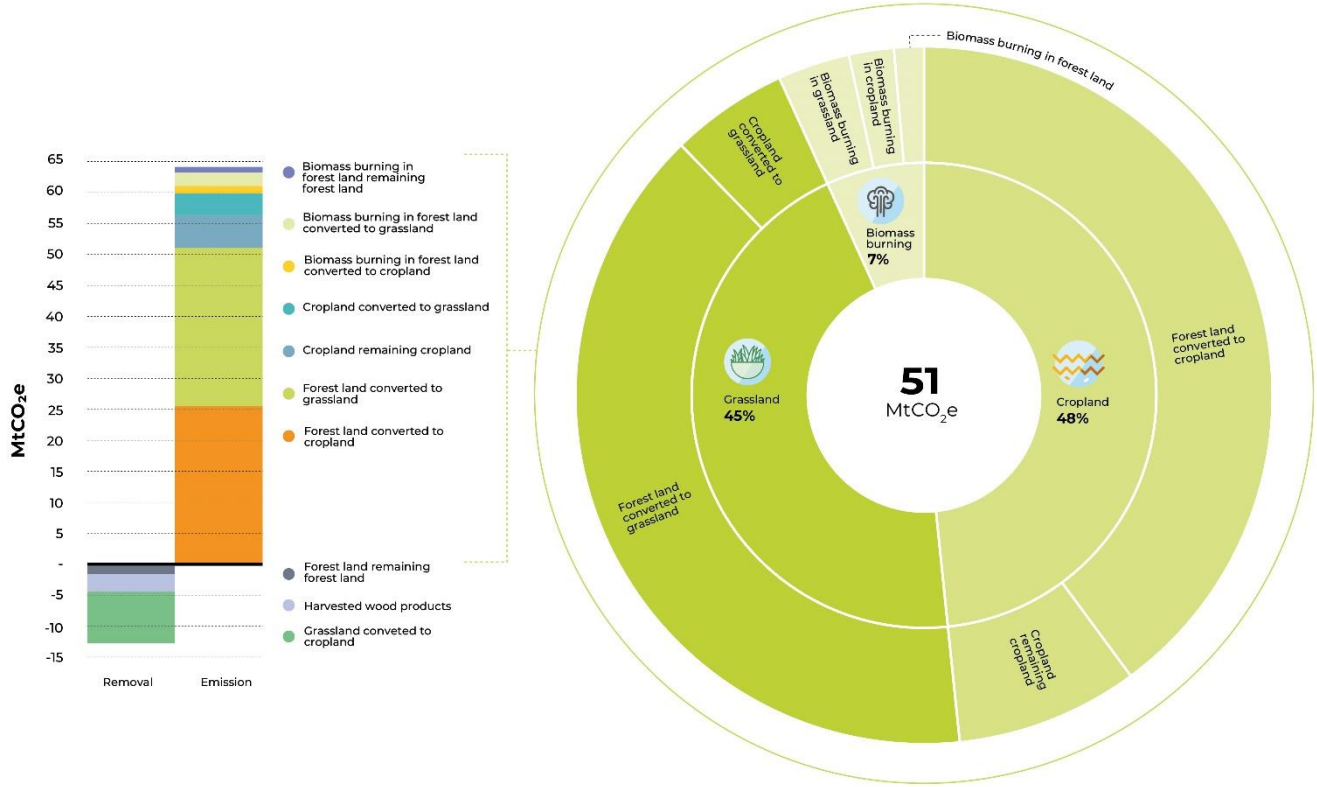
LULUCF sector

This sector includes emissions and removals from forest land, cropland, grassland, wetlands, settlements, and other lands. For each of these land use categories, changes in carbon stocks in different pools must be reported: aboveground biomass, belowground biomass, dead wood, litter and soil organic carbon. Additionally, direct and indirect N_2O emissions from nitrogen inputs to managed soils; emissions and removals from drainage, rewetting and other types of management in organic and mineral soils; direct and indirect N_2O emissions from N mineralization/immobilization associated with loss/gain of soil organic matter; and emissions from biomass burning should be estimated. Finally, removals from harvested wood products (HWP) are included in the sector. In 2022, the LULUCF sector represented 12.82% of the country's total emissions, with a total of 51,404.65 $ktCO_2e$.

Forest Land (4A) represents net removals, mainly from the growth of cultivated forests. Cropland (4B) accounts for 48.36% of net emissions due to conversion of forest land to cropland, and to a lesser extent due to CO_2 emissions from organic matter change in soils from all land uses, which is reported within this category. The Grassland category (4C) accounts for 44.83% of net emissions from conversions of forest land and, to a lesser extent, cropland to grassland. Biomass burning (4(IV)) accounts for 6.81% of net emissions; mainly due to CH_4 and N_2O emissions from grassland fires. The Harvested Wood Products subsector (4G) represents only removals.

The following figure shows the distribution of emissions and removals of the different categories from the LULUCF sector. Considering the major relevance of removals within the sector, both gross emissions and removals (left) and net emissions (right) are presented. The categories with net removals (Forest Land and HWP) account for a 20% reduction in gross emissions for the sector.

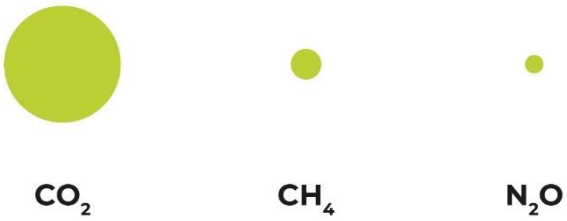
Figure 28. Total GHG emissions – LULUCF sector – 2022



Source: Own elaboration

In terms of gas distribution, CO_2 is the GHG with the major participation in this sector, followed by CH_4 and N_2O and as shown in the following figure.

Figure 29. Contribution of GHGs to the LULUCF sector – 2022 (in CO_2e)



Source: Own elaboration

Waste sector

This sector includes emissions generated by the disposal, treatment and management of municipal solid waste, industrial waste, domestic wastewater and industrial wastewater. The sector represents 5.83% of total emissions in 2022, with a total of 23,314.40 $ktCO_2e$.

The following figure shows the distribution of emissions according to the main categories of the Waste sector. Emissions due to Solid waste represent 61.61% of the sector's total, which are distributed among Municipal Solid Waste (5A) (61.18%), Biological treatment of solid waste (5B) (0.28%) and emissions from waste incineration (5C) (0.15%). The remaining 38.23% corresponds to emissions from wastewater treatment and discharge (5D), which are distributed between domestic wastewater (23.39%) and industrial wastewater (14.84%).

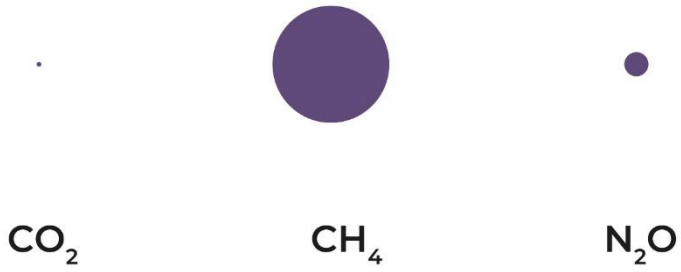
Figure 30. Total GHG emissions – Waste sector – 2022



Source: Own elaboration

In terms of gas distribution, CH_4, is the GHG with the major participation in this sector, followed by N_2O and as shown in the following figure.

Figure 31. Contribution of GHGs to the Waste sector – 2022 (in CO_2e)



Source: Own elaboration

Other information

Uncertainty asessment

The uncertainty asessment for the NGHGI was performed following the methodology recommended in the IPCC 2006 Guidelines. The uncertainty for each AD, EF or parameter, for each category and GHG, was established considering a 95% confidence interval, according to default values established

in the IPCC 2006 Guidelines. When available, the uncertainty assessment included uncertainty for local parameters, also considering a 95% confidence interval.

In order to combine each individual uncertainty for emission and absorption sources, a combination of linear propagation of errors and Monte Carlo simulation was applied, as recommended in the IPCC 2006 Guidelines.

The uncertainty for total emissions of the 2022 inventory (400,920.59 $ktCO_2e$) was 4.7%.

The quantification of trend uncertainty was also carried out following the IPCC 2006 Guidelines. The criteria of uncorrelated variables was adopted, and type B sensitivity was calculated for each category, according to its emission level for the base year. Base year was defined as 1990, with a total emissions result of 273,820.98 $ktCO_2e$. Trend uncertainty of the NGHGI was 26.1%.

General assessment of completeness

In the elaboration of the 2022 NGHGI some categories were not estimated or were included in other categories. These cases were assigned with the notation keys 'NE' or 'IE', respectively, with the corresponding explanations.

Categories reported under notation key NE are those for which consistent and representative AD is not available. It is important to note that the use of NE accounts for lack of AD in all cases. No significance analysis was carried out, and therefore a description of insignificant categories is not presented in this reporting cycle.

The following table presents the main categories in each sector that have been reported under notation key NE.

Table 11. Categories reported under notation key NE

Sector	Category
Energy	Fugitive emissions from coal mining and handling in abandoned mines and from flaring of drained methane, and emissions from abandoned wells from oil and gas production are not estimated.
IPPU	Emissions from glass, non-metallurgical magnesium production, hydrogen, silicon carbide, magnesium and lead production, and emissions from manufacture and use of other products are not estimated.
Agriculture	Emissions from application of sewage sludge and other organic fertilizers to soils, from cultivation of organic soils and from liming are not estimated.
LULUCF	Forest land, cropland and grassland: emissions from dead organic matter (dead wood and litter) are not estimated.
	Harvested wood products: 'Other products of solid wood' are not estimated.
	Wetland, settlements and other land: no emissions or absorptions are estimated.
	Biomass burning: emissions from land that are not converted are not estimated (forest land remaining forest land and grassland remaining grassland).

Sector	Category
Waste	Solid waste: waste managed in semi-aerobic systems or active aeration systems; energy recovery from methane flaring; emissions from anaerobic digestion in biogas plants, emissions of nitrous oxide and methane from incineration and emissions from open burning of waste are not estimated.
	Wastewater: recovery and flaring of methane in treatment plants and emissions of nitrous oxide from industrial wastewater are not estimated.

Source: Own elaboration

Additionally, some categories are reported jointly with others as it is not possible to disaggregate the AD available into different categories. These cases are reported under the notation key IE (included elsewhere) and are detailed for each sector in the corresponding chapters.

Consistency analysis

As a quality control of the NGHGI, a consistency analysis is carried out based on parameters or Emission Drivers (ED) of the emissions that make up the national circumstances of the Argentine Republic. This procedure strengthens the understanding of the level of emissions calculated in the NGHGI and the key aspects that affect them.

The calculation of emissions from 13 EDs of the national economy is performed with AD taken, mostly, from alternative publications to those used in the NGHGI. These variables are aggregated by key NGHGI sectors and emissions are estimated as the product of the ADs by the default EFs of the 2006 IPCC Guidelines, or by EFs obtained from indirect calculations. The following tables show the AD and EFs used, their sources, and the comparison with the NGHGI 2022 result for the related categories. This allows for the estimated cross-checking of a considerable portion of the inventory calculated with the sectoral method.

Table 12. Activity Data and Emission Factor comparison

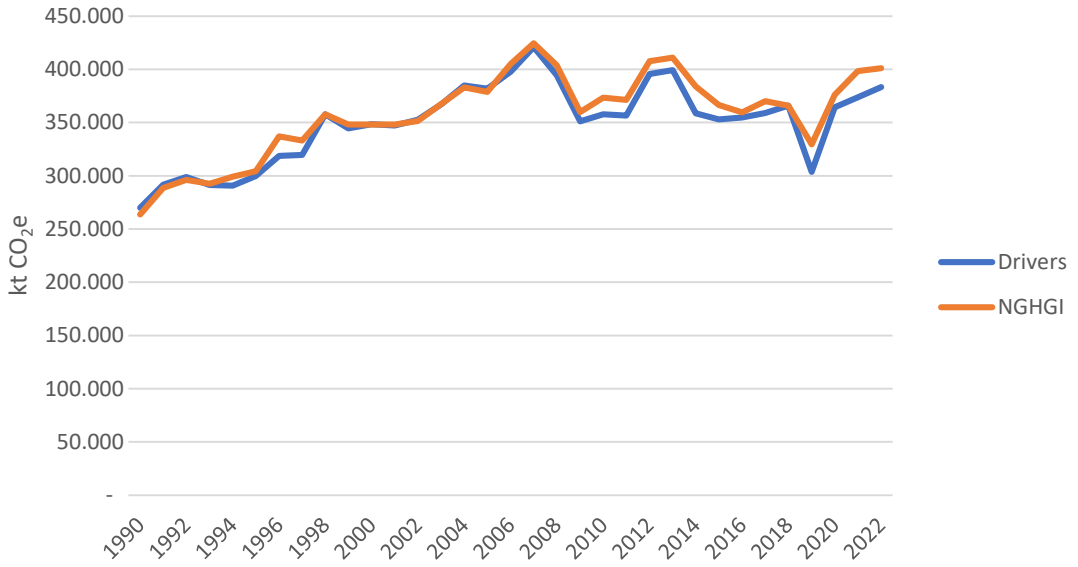
Emission Driver (ED)	Activity data(AD)	AD Value	Source	EF	EF unit	Source of Efs	EF Type	GHG emissions ($ktCO_2e$)	NGHGI comparison category	IBT 1 emissions ($ktCO_2e$)
ED1: Fugitive emissions from oil production	Total oil production (m^3)	33.756.922	IAPG	0,112	tCO_2/m^3	IPCC 2006	fix	3.767	1B2a	4.046
ED2: Fugitive emissions from gas production	Total natural gas production (hm^3)	48.398.872	IAPG	0,460	tCO_2/hm^3	IPCC 2006	fix	22.281	1B2b	20.650
ED3: Residential electricity consumption	Demand of residential electricity (MWh)	63.156.983	CAMMESA	0,273	tCO_2/MWh	Calculated from local sources	variable	17.249	1A1a	39.652
ED4: Industrial electricity consumption	Demand of industrial electricity (MWh)	75.618.251	CAMMESA	0,273	tCO_2/MWh	Calculated from local sources	variable	20.652	1A1a	
ED5: Residential gas consumption	Demand of residential natural gas (dam^3)	10.431.852	ENARGAS	1,953	tCO_2/dam^3	IPCC 2006	fix	20.373	1A4b	22.170
ED6: Industrial gas consumption	Demand of industrial natural gas (dam^3)	12.310.942	ENARGAS	1,953	tCO_2/dam^3	IPCC 2006	fix	24.043	1A2	17.346
ED7: Number of circulating private vehicles (# autos)	Fleet of private vehicles (# autos)	10.575.067	ADEFA	2,444	tCO_2/veh	Calculated from local sources	variable	25.847	1A3b	51.342
ED8: Load transported by trucks	Load transported by trucks (t)	111.009.697	SAGYP - AFCP	0,140	tCO_2/t	Calculated from local sources	variable	15.490	1A3b	
ED9: Cement production	ED9: Cement production (t)	13.029.449	AFCP	0,403	tCO_2/t of cement	Calculated from local sources	variable	5.255	2A1	5.255
ED10: Bovine livestock	ED10: Bovine livestock (heads)	35.887.685	SENASA	1,568	tCO_2/heads	IPCC 2006	fix	56.272	3A1b	64.834
ED11: Bovine livestock for milk	ED11: Bovine livestock diary cattle (heads)	2.207.672	SENASA	2,492	tCO_2/heads	IPCC 2006	fix	5.502	3A1a	7.142
ED12: Deforested hectares	ED12: Deforested hectares (ha)	211.974	UMSEF	274	tCO_2/ha	Reference level	fijo	58.081	4B2a + 4C2a	50.848
ED13: Population	ED13: Population	45.892.285	MAyDS - INDEC	0,216	tCO_2/pop	Calculated from local sources	variable	9.901	5A + 5B + 5C	14.400
Total calculated								**284.713**		**297.684**
Difference between both calculations								**-4,36%**		
Representativeness of the selected ED categories in respect of the 2022 NGHGI (400.920 $ktCO_2e$)								**71,01%**		

Source: Own elaboration

According to the results of the previous table, by considering only 13 EDs of the national economy are considered and compared with the emission estimates of the categories corresponding to these variables in the NGHGI 2022, the selected ED categories are 71.01% representative of the total emissions resulting from the NGHGI.

Emissions estimated from the EDs follow a similar trend to those estimated by the sectoral method, with an average difference of 2.40% and a maximum difference of 7.80% for the year 2019. For 2022, last year of the estimated inventory, the difference was 4.36%. The following figure shows the comparison between the inventory estimated by the sectoral method and that calculated from the EDs in successive NGHGIs.

Figure 32. Inventory comparison as explanatory variables analysis



Source: Own elaboration

Description and analysis of key categories

The NGHGI key categories were obtained following Method 1 of evaluation by level, trend, and uncertainty. For this purpose, emissions and removals were considered in absolute value according to the share of each source in the NGHGI up to 85%[38] of the total.

This analysis was performed following the guidelines established in Table 4.1 of the 2006 IPCC Guidelines (Volume 1, Chapter 4) to determine the appropiate aggregation level of categories of Energy, IPPU, LULUCF, and Waste sectors. In the case of the Agriculture sector, as it contains several significant subcategories, the recommendation to perform the key category analysis (KCA) at a higher level of disaggregation was followed. Specifically, category 3A was subdivided according to the subcategories presented in the CRTs, into 3A1a - Dairy Cattle; 3A1b - Beef Cattle; 3A2 - Sheep; 3A3 - Swine; and 3A4 - Other Livestock. In the same way, the disaggregation was carried out for the

[38] See Flexibilities section in Chapter 1.

categories of Manure Management (3B) and for direct N_2O emissions from manure application and urine and dung deposition in pastures (categories 3D1b and 3D1c, respectively), associated with livestock activity.

In the case of indirect N_2O emissions (3D2), a disaggregation consistent with that of category 3D1 was followed; they were disaggregated by type of animal production (following the same criteria as in category 3A), crop residues, synthetic fertilizers and N_2O emissions due to loss of soil organic matter.

The key categories by level resulting from the KCA are shown in the following table, in decreasing order according to their level of contribution.

Table 13. Key categories in National GHG Inventory 2022 – Tier by category

IPCC Code	IPCC Category	Fuel type	Greenhouse Gas	Latest Year Estimate Ex,t [$ktCO_2e$]	Absolute Value of Latest Year Estimate | Ex,t | [$ktCO_2e$]	Level Assessment Lx,t [%]	Cumulative Total of Level Assessment [%]
3A1b	Enteric fermentation: Other cattle	N/A	CH_4	64.834	64.834	16%	16%
1A3b	Transport - Road transportation	Líquido	CO_2	45.477	45.477	11%	27%
1A4	Other sectors	Gas	CO_2	30.050	30.050	7%	34%
4C2	Land converted to grassland	N/A	CO_2	28.762	28.762	7%	41%
1A1a	Public electricity and heat production	Gas	CO_2	27.744	27.744	7%	48%
1A2	Manufacturing industries and construction	Gas	CO_2	23.908	23.908	6%	54%
1B2b	Fugitive Emissions from Fuels - Natural gas	N/A	CH_4	20.432	20.432	5%	59%
4B2	Land converted to cropland	N/A	CO_2	17.071	17.071	4%	63%
5A	Solid waste disposal	N/A	CH_4	14.300	14.300	3%	67%
1A1a	Public electricity and heat production	Líquido	CO_2	9.797	9.797	2%	69%
1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	Gas	CO_2	9.508	9.508	2%	71%
3A1a	Enteric fermentation: Dairy cattle	N/A	CH_4	7.142	7.142	2%	73%
2F1	Refrigeration and air conditioning	N/A	HFC/PFC	5.761	5.761	1%	74%
1A4	Other sectors	Líquido	CO_2	5.619	5.619	1%	76%
4B1	Forest land remaining forest land	N/A	CO_2	5.439	5.439	1%	77%
3D1a	Direct N_2O emissions from Managed Soils: Synthetic N fertilizers	N/A	N_2O	5.436	5.436	1%	78%
2C1	Iron and steel production	N/A	CO_2	5.285	5.285	1%	80%
2A1	Cement production	N/A	CO_2	5.255	5.255	1%	81%
1A3b	Transport - Road transportation	Gas	CO_2	4.634	4.634	1%	82%
5D1	Domestic wastewater	N/A	CH_4	4.540	4.540	1%	83%
3D1d	Direct N_2O emissions from Managed Soils: Crop residues	N/A	N_2O	4.539	4.539	1%	84%
1A1b	Petroleum refining	Gas	CO_2	4.248	4.248	1%	85%

Source: Own elaboration

The Energy sector showed the highest contribution in the key categories for the year 2022. Category 1A3b - Transport - Road transportation (CO_2 - liquid and gas) is estimated with Tier 2, since country-specific CO_2 EFs were used for liquid fuels diesel and naptha and for natural gas. Category 1A4 - Other sectors (CO_2 - gas and liquid) is estimated with Tier 2 calculation method for 87% of emissions, and Tier 1 for the remaining 13%. Finally, category 1A1a - Public electricity and heat production (CO_2 - gas and liquid) is estimated with a Tier 2 calculation method.

In the case of category 1A2 - Manufacturing industries and construction (CO_2 - gas), emissions were estimated using the Tier 2 method, since country-specific CO_2 EFs were used for liquid fuels diesel and naphta. Category 1B2b Fugitive Emissions from Fuels - Natural gas (CH_4) was estimated with Tier 1 method,

since there are no actual measurements or sufficient data to use calculation models, nor are there national EFs. Category 1A1c - Manufacture of solid fuels and other energy industries was mostly estimated using the Tier 1 method, except for 1A1cii - Oil and gas extraction, where the Tier 2 method was applied, specifically for natural gas

In the Agriculture sector, category 3A1b - Enteric fermentation: Other cattle (CH_4), made the largest contribution to the 2022 GHG Inventory; it is estimated with Tier 2 calculation method. Category 3A1a - Enteric fermentation: Dairy cattle, was estimated with Tier 2 calculation method, since an improved cattle characterization is available. Finally, categories 3D1a - Direct N_2O emissions from Managed Soils: Synthetic N fertilizers (N_2O) and 3D1d - Direct N_2O emissions from Managed Soils: Crop residues (N_2O) were estimated with Tier 1 calculation method, since there is not enough information to adjust to a higher calculation level.

Within the LULUCF sector, the largest contribution corresponds to category 4C2 - Land Converted to Grassland (CO_2) which is estimated with calculation method Tier 2. Category 4B2 - Land converted to cropland (CO_2) was estimated with calculation method Tier 2 in the case of subcategory 4B2a - Forest land converted to cropland and Level 1 for subcategory 4B2b - Grassland converted to cropland, as no country-specific data is available for the latter. Finally, the key category 4B1 - Forest land remaining forest land, in which the change in soil organic matter (CO_2) is reported, was estimated using the Tier 2 calculation method, as it uses national data.

In the Waste sector category 5A - Solid waste disposal (CH_4) has been estimated with calculation method Tier 2, while category 5D1 - Domestic wastewater (CH_4) was estimated with calculation method Tier 1.

Finally, the IPPU sector includes two key categories. Category 2F1 - Refrigeration and air conditioning (HFCs) was estimated with Tier 2 calculation method, and category 2C1 - Iron and steel production (CO_2) was estimated with Tier 1 method, however, work is being done with the sector to be able to estimate emissions with a higher level. Category 2A1 - Cement production (CO_2), was estimated with Tier 2 calculation method.

In compliance with paragraph 25 of Decision 18/CMA.1, the KCA by level was also performed excluding the LULUCF sector. This analysis did not yield different key categories than those obtained by including all sectors.

Table 14. Key categories in National GHG Inventory 2022 – Tier by category (without LULUCF)

IPCC Code	IPCC Category	Fuel type	Greenhouse Gas	Latest Year Estimate Ex,t [$ktCO_2e$]	Absolute Value of Latest Year Estimate | Ex,t | [$ktCO_2e$]	Level Assessment Lx,t [%]	Cumulative Total of Level Assessment [%]
3A1b	Enteric fermentation: Other cattle	N/A	CH_4	64.834,20	64.834,20	19%	19%
1A3b	Transport - Road transportation	Líquido	CO_2	45.476,52	45.476,52	13%	32%
1A4	Other sectors	Gas	CO_2	30.050,08	30.050,08	9%	40%
1A1a	Public electricity and heat production	Gas	CO_2	27.744,17	27.744,17	8%	48%
1A2	Manufacturing industries and construction	Gas	CO_2	23.907,92	23.907,92	7%	55%
1B2b	Fugitive Emissions from Fuels - Natural gas	N/A	CH_4	20.431,83	20.431,83	6%	61%
5A	Solid waste disposal	N/A	CH_4	14.299,56	14.299,56	4%	65%
1A1a	Public electricity and heat production	Líquido	CO_2	9.797,09	9.797,09	3%	68%
1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries	Gas	CO_2	9.508,29	9.508,29	3%	70%
3A1a	Enteric fermentation: Dairy cattle	N/A	CH_4	7.142,23	7.142,23	2%	72%
2F1	Regrigeration and air conditioning	N/A	HFC/PFC	5.761,27	5.761,27	2%	74%
1A4	Other sectors	Líquido	CO_2	5.618,82	5.618,82	2%	76%
3D1a	Direct N_2O emissions from Managed Soils: Synthetic N fertilizer	N/A	N_2O	5.435,89	5.435,89	2%	77%
2C1	Iron and steel production	N/A	CO_2	5.284,89	5.284,89	2%	79%
2A1	Cement production	N/A	CO_2	5.254,69	5.254,69	2%	80%
1A3b	Transport - Road transportation	Gas	CO_2	4.634,38	4.634,38	1%	82%
5D1	Domestic wastewater	N/A	CH_4	4.540,08	4.540,08	1%	83%
3D1d	Direct N_2O emissions from Managed Soils: Crop residues	N/A	N_2O	4.538,65	4.538,65	1%	84%
1A1b	Petroleum refining	Gas	CO_2	4.247,60	4.247,60	1%	85%

Source: Own elaboration

Regarding the trend analysis, 23 key categories were identified, 17 of which are also key categories by level.

The key categories by trend that did not qualify as key categories by level were: 4(IV) – Emissions from biomass burning, 4A1 – Forest land remaining forest land, 3D2bc1b – Indirect N_2O emissions from Managed Soils: excreta in pasture and organic fertilizer by Beef cattle, 3D1c1b – Direct N_2O emissions from Managed Soils: Urine and dung deposited by Beef cattle, 3A2 – Enteric fermentation from sheep, and 1B2a – Oil.

On the other hand, six categories that were key by level for the year 2022 did not qualify as key categories by trend. These include 1A1c – Manufacture of solid fuels and other energy industries; 4B1 – Forest land remaining forest land; 3D1a – Direct N_2O emissions from Managed Soils: Synthetic N fertilizers; 2A1 – Cement production; 1A3b – Transport - Road transportation; and 3D1d – Direct N_2O emissions from Managed Soils: Crop residues.

The key categories by trend are presented in the following table.

Table 15. Key categories NGHGI 2022 - Trend Assessment

IPCC Code	IPCC Category	Fuel type	Greenhouse Gas	Base Year Estimate Ex,t [$ktCO_2e$]	Absolute Value of Base Year Estimate | Ex,t | [$ktCO_2e$]	Latest Year Estimate Ex,t [$ktCO_2e$]	Absolute Value of Latest Year Estimate | Ex,t | [$ktCO_2e$]	Trend assessment Tx,t	% of contribution to trend	Cumulative total	Is it a key category by level?
3A1b	Enteric fermentation: Beef cattle	N/A	CH_4	70.006	70.006	64.834	64.834	0,11	24%	24%	Yes
4C2	Land converted to grassland	N/A	CO_2	41.000	41.000	28.762	28.762	0,07	15%	39%	Yes
1A2	Manufacturing industries and construction	Gas	CO_2	16.846	16.846	23.908	23.908	0,02	5%	44%	Yes
1A3b	Transport - Road transportation	Líquido	CO_2	19.899	19.899	45.477	45.477	0,02	5%	49%	Yes
1A4	Other sectors	Gas	CO_2	15.007	15.007	30.050	30.050	0,02	4%	54%	Yes
2F1	Refrigeration and air conditioning	N/A	HFC/PFC	0	0	5.761	5.761	0,02	4%	58%	Yes
4B2	Land converted to cropland	N/A	CO_2	12.202	12.202	17.071	17.071	0,02	4%	62%	Yes
1A1a	Public electricity and heat production	Gas	CO_2	10.469	10.469	27.744	27.744	0,01	3%	65%	Yes
1B2b	Natural Gas	N/A	CH_4	9.498	9.498	20.432	20.432	0,01	3%	68%	Yes
4(IV)	Biomass burning	N/A	CH_4	8.247	8.247	3.212	3.212	0,01	3%	71%	No
1A4	Other sectors	Líquido	CO_2	7.600	7.600	5.619	5.619	0,01	3%	73%	Yes
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales	N/A	CO_2	-7.285	7.285	-1.523	1.523	0,01	2%	75%	No
3A1a	Enteric fermentation: Diary cattle	N/A	CH_4	6.757	6.757	7.142	7.142	0,01	2%	78%	Yes
5A	Solid waste disposal	N/A	CH_4	6.615	6.615	14.300	14.300	0,01	2%	80%	Yes
2C1	Iron and steel production	N/A	CO_2	4.501	4.501	5.285	5.285	0,01	1%	81%	Yes
1A1a	Public electricity and heat production	Líquido	CO_2	4.526	4.526	9.797	9.797	0,01	1%	83%	Yes
1A2	Manufacturing industries and construction	Líquido	CO_2	3.881	3.881	4.014	4.014	0,01	1%	84%	Yes
3D2bc1b	Indirect N_2O emissions from Managed Soils: excreta in pasture and organic fertilizer by Beef cattle	N/A	N_2O	3.622	3.622	2.887	2.887	0,01	1%	85%	No
3D1c1b	Direct N_2O emissions from Managed Soils: Animal manure applied to soils: Beef cattle	N/A	N_2O	3.039	3.039	2.247	2.247	0,00	1%	86%	No
3A2	Enteric fermentation: Sheep	N/A	CH_4	2.785	2.785	1.745	1.745	0,00	1%	87%	No
1B2a	Oil	N/A	CH_4	2.770	2.770	3.436	3.436	0,00	1%	88%	No
5D1	Domestic wastewater	N/A	CH_4	2.783	2.783	4.540	4.540	0,00	1%	89%	Yes
1A1b	Petroleum refining	Líquido	CO_2	2.701	2.701	1.226	1.226	0,00	1%	90%	Yes

Source: Own elaboration

An analysis of key categories by uncertainty was also performed and is presented in the following table.

Table 16. Key categories NGHGI 2022 - Uncertainty assessment

IPCC Code	IPCC Category	Category uncertainty (Ux,t)	Absolute value of latest year's estimate |Ex,t| [ktCO2eq]	Level assessment Lx,t [%]	Category uncertainty on total inventory (Lx,t *Ux,t)	Participation by uncertainty	Cumulative total of uncertainty assessment [%]
4A1	Forest land remaining forest land	426%	3.046	0,7%	3,1%	17,6%	17,6%
4B2	Land converted to cropland	34%	17.071	4,0%	1,4%	7,9%	25,5%
4B1	Cropland remaining cropland	106%	5.439	1,3%	1,4%	7,8%	33,3%
3D1d	Direct N_2O emissions from Managed Soils: Crop residues	118%	4.539	1,1%	1,3%	7,3%	40,6%
3D1a	Direct N_2O emissions from Managed Soils: Inorganic N fertilizers	73%	5.436	1,3%	0,9%	5,4%	46,0%
4C2	Land converted to grassland	13%	28.762	6,8%	0,9%	5,0%	51,0%
5A	Solid waste disposal	23%	14.300	3,4%	0,8%	4,5%	55,6%
3D1c1b	Direct N_2O emissions from Managed Soils: Urine and dung deposited by Beef cattle	146%	2.247	0,5%	0,8%	4,5%	60,0%
3A1b	Enteric fermentation: Beef cattle	5%	64.834	15,3%	0,8%	4,4%	64,4%
5D	Wastewater treatment and discharge	15%	17.828	4,2%	0,7%	3,7%	68,2%
1B2b	Natural Gas	12%	20.649	4,9%	0,6%	3,5%	71,6%
3D2bc1b	Indirect N_2O emissions from Managed Soils: excreta in pasture and organic fertilizer by Beef cattle	86%	2.663	0,6%	0,5%	3,1%	74,8%
2F1	Refrigeration and air conditioning	28%	5.761	1,4%	0,4%	2,2%	77,0%
3D2bi	Indirect N_2O emissions from Managed Soils: Crop residues (N leaching and run-off)	103%	1.227	0,3%	0,3%	1,7%	78,7%
3D2biv	Indirect N_2O emissions from Managed Soils: Inorganic N fertilizers (N leaching and run-off)	245%	482	0,1%	0,3%	1,6%	80,3%
1A2	Manufacturing industries and construction	3%	28.030	6,6%	0,2%	1,2%	81,5%
4G	Harvested wood products	31%	2.716	0,6%	0,2%	1,1%	82,7%
3A2	Enteric fermentation: Sheep	45%	1.745	0,4%	0,2%	1,1%	83,7%
2A2	Lime production	30%	2.582	0,6%	0,2%	1,1%	84,8%
3D1bi1b	Direct N_2O emissions from Managed Soils: Animal manure applied to soils: Beef cattle	146%	473	0,1%	0,2%	0,9%	85,7%

Source: Own elaboration

Improvements introduced

The main improvements in the elaboration of the NGHGI, between BUR5 and BTR1, are detailed below. These are divided into cross-cutting improvements, related to transparency, and calculation improvements.

NGHGI transparency-related improvements

Adaptation of the NGHGI to the MPG requirements

Since the entry into force of the PA, the necessary adjustments were made to the SNI-GEI-AR in order to report GHG emissions and removals information in

a manner consistent with the common reporting tables established in the Modalities, Procedures and Guidelines. This adaptation process included the following work lines:

- Design of the work plan in accordance with the requirements established in the MPGs, including the evaluation of the feasibility of complying with the provisions established in the MPGs, the analysis of applicable flexibilities and the incorporation of changes in the structure of sectors and categories in accordance with the CRTs.
- Adaptation of the estimation, analysis of results and compilation of emissions processes to incorporate the necessary information in accordance with the new reporting requirements.
- Use of the '*ETF GHG Inventory Reporting Tool*', a reporting platform provided by the UNFCCC, which involved training of the inventory preparation team, adaptation of the filing system for the automatic collection of AD and parameters in the calculation files and the development of additional quality control procedures.
- Adaptation of the information presented in the BTR1 and the NIR, including the preparation of the CRTs in Spanish for inclusion in the reports.

Archiving system

For the elaboration of BTR1 the archiving system developed with BUR3 was further utilized and improved, with the target of safeguarding all of the information related to estimation of emissions for the NGHGI complete time series. At present, the BTR1 archive, including the 2022 NGHGI, contains 488 files for processing of source data, calculation of estimations, quality control, redaction of procedures and results, and task organization and management of the work team.

All planned work is managed through specific worksheets where tasks are assigned to specific members of the team, who are required to update the condition of each document. Moreover, in order to detect further possible improvements, reporting and analysis tools are being applied to better estimate time required for each task and document involved in the elaboration of the NGHGI and related reports.

The archiving system is hosted within a collaborative platform that includes tools for communication, text editing and spreadsheets. This agilizes joint work, improves the traceability of documentation, and simplifies task assignment and follow-up within the work team.

Furthermore, the system also allows sharing specific information related to the NGHGI in a systematic, organized manner, both with state organizations and with other interested institutions.

Exchanges of information are managed through the official system of Electronic Documentation Management (GDE, for its Spanish acronym), and are systematized in a spreadsheet in order to keep register of all requests and replies.

NGHGI calculation improvements

One of the main characteristics of the NGHGI calculation is a bottom-up approach, that was initiated in BUR3 and continued up to BTR1. This approach is based on the use of information from data sources with the highest possible disaggregation, that is maintained through the complete calculation process, until the compilation and summation of total emissions. Different disaggregation levels are used (jurisdictional, provincial or national), depending on the information available. For some categories, different disaggregation criteria are applied (e.g. forestal regions by type of cover, type of fuel by province, etc.). This allows the development of improvements considering regional and sectoral specificities.

The main improvements included in this cycle were:

- Update of GWP with AR5 and reorganization of source and sink inventory categories, according to the new reporting requirements.
- Adjustment of calculation methodologies with the IPCC 2019 Refinement.
- Improvements in calculation methods (development of Tier 2 EFs, improvements in the selection of AD and EFs, correction of calculation parameters).
- Correction of double counting of emissions.
- Revision y correction of AD time series.
- Incorporation of new categories in the Energy sector.
- Increase of land coherent representation.

For the year 2020 (last year in the BUR5 time series), BTR1 shows a difference of 16,521 $ktCO_2e$, which represents an increase of 4.38% of the NGHGI compared to BUR5. This increase is the net impact of two sets of adjustments: the update of metrics (which resulted in an increase of 25,863 $ktCO_2e$) and the calculation improvements (which resulted in a decrease of 9,342 $ktCO_2e$). These impacts are consistent along the complete time series.
The following planned improvements were continued in the BTR1 cycle:

- Consistent representation of land: Annual geographic layers were developed in GIS systems, at the national scale, with spatially explicit information from different generating institutions, as a base for future spatial analyses of land-use change and persistence.
- Estimation of soil organic carbon: During the BUR5 cycle two models were analysed and evaluated; these models consider different factors such as soil type, management conditions and different crops, for the estimation of soil organic carbon. This assessment was carried out jointly with the Argentine Association of Regional Groups of Agricultural Experimentation (AACREA, for its Spanish acronym). During the present cycle the development of a calculation tool based on these models continued to be developed, in order to extend the scope of the tests and work towards the estimation of category 4B with a higher Tier.

The following table presents the main improvements planned and completed in the BTR1, by sector and category.

Table 17. Improvements introduced between BUR5 and BTR1 by sector and category

Sector	Category	Improvements
1 - ENERGY	1A - Fuel combustion activities	Specific emission factors were obtained for CO_2 for liquid fuels Gasoil Grade 2 and 3 ('Común' and 'Ultra') and Gasoline Grade 2 and 3 ('Súper' and 'Ultra')
		Tier 2 methodology was applied and the associated uncertainty was adjusted.
		Emissions from coke production (CO_2 and CH_4) were estimated for the first time, with Tier 1 approach.
		Double counting of emissions between Energy and IPPU sectors was identified for methanol and ammonia production. These emissions were discounted from the Energy sector and remained reported in IPPU.
	1B - Fugitive emissions from fuels	Emission factors from the IPCC 2019 Refinement were selected, taking into account technologies and practices of higher and lower emissions for each oil and gas well in the country.
		Methodologies for 'Mining activities' and 'Post-mining activities' were updated with emission factors from the IPCC 2019 Refinement.
		Category 'Fugitive emissions from coke' was included for the first time, with emission factors from the IPCC 2019 Refinement.
2 - INDUSTRIAL PROCESSSES AND PRODUCT USE	2A - Mineral industry	Activity data was updated for time series 1990-2022, specifically for Clay and Calcite within category 'Other process uses of carbonates'.
	2B - Chemical industry	Double counting of emissions between Energy and IPPU sectors was identified for methanol and ammonia production. These and remained reported in IPPU. In order to discount emissions from the Energy sector, activity data were further disaggregated by province, according to each company's installed capacity.
		Emissions from ethylene combustion associated with fuel-use were identified in previous reports, and included in category '2B8b - Ethylene production', following the IPCC 2006 Guidelines'.
	2H - Other industries	Activity data was updated for the complete time series according to new information sources for wine, poultry meat and beef production.
3 - AGRICULTURE	3A - Enteric fermentation	Estimation parameters were updated according to the IPCC 2019 Refinement for beef cattle and dairy cattle.
	3B - Manure management	Estimation parameters were updated according to the IPCC 2019 Refinement for beef cattle and dairy cattle.
		Local parameters for N_2O indirect emissions were corrected.
		Activity data for other livestock was updated.
	3D - Agricultural soils	Estimation parameters were updated according to the IPCC 2019 Refinement for beef cattle and dairy cattle.
		Local parameters for N_2O indirect emissions were corrected.
4 - LAND USE, LAND-USE CHANGE AND FORESTRY	4A1-Forest land remaining forest land	Native forest: time series for extractions, for the provinces La Rioja, Rio Negro and Chubut, was updated with average parameters.
		Cultivated forest: information from windbreaks was incorporated.
	4D1-Wetland remaining wetland and 4F1-Other land remaining other land	Land representation was enhanced with the incorporation of 21,5 Mha, going from a representation of 190,5 MhA (IBA5) to 212 Mha (IBT1). Information on salines (unmanaged wetlands), rock and sand dunes was incorporated.
5 - WASTE	5A - Solid waste disposal	Generation per capita was corrected for time series 1970-2022, establishing the same value for Gran Buenos Aires and for CABA. It was also adjusted for Entre Rios (2021) and Misiones (2020-2021)
		GDP was updated for 2020 and 2021 based on information from INDEC.
		Activity data for disposed vehicle tyres, waste destined to composting, waste with energetic use as fuel substitute, recovered material in recycling plants, arids and waste treated with biological mecanical systems was incorporated.
		Activity data for uncategorized waste was obtained updated.
	5B - Biological treatment of solid waste	Activity data for composting and mechanical-biological treatment was updated.
	5C - Incineration and open burning of waste	GDP was updated for 2020 and 2021 based on information from INDEC. Therefore, activity data was adjusted for industrial residues for Buenos Aires (GBA), Entre Ríos, Neuquén, Santa Cruz y Santa Fe.
	5D - Wastewater treatment and discharge	Parameters for domestic water discharge were updated for period 2011-2021 according to the latest census (2022).
		Activity data was updated for treatment and discharge of wastewater from sugar, sugar cane ethanol, corn ethanol, poultry, sheep and pork meat, production of lemons, tangerines, oranges, grapefruits and whisky.

Source: Own elaboratio

Capítulo 1:
Circunstancias nacionales, arreglos institucionales e información transversal

Circunstancias nacionales, arreglos institucionales e información transversal

En concordancia con el Anexo V de la Decisión 5/CMA.3, a continuación, se presenta información vinculada a los incisos 1.1 a 1.9 para el Capítulo 1 del INI.

Se destaca que como parte del inciso 1.2 se presenta adicionalmente una descripción de las circunstancias nacionales en cuanto a las características geográficas, sociales y económicas, para un mejor entendimiento del contexto nacional y sectorial.

Antecedentes sobre inventarios de GEI y cambio climático

Desde mediados de la década del noventa, la República Argentina comenzó progresivamente a priorizar la temática ambiental dentro de la agenda de gobierno. En ese contexto, ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) mediante la ley n° 24.295 del año 1993, asumiendo la obligación de informar sobre todos los aspectos relevantes para el logro de los objetivos de dicha Convención, en particular lo relacionado con sus inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por fuentes y de la absorción por sumideros de todos los Gases de Efecto Invernadero (GEI) no controlados por el Protocolo de Montreal, en carácter de país en desarrollo (no Anexo I).

En este marco, dando cumplimiento a las obligaciones asumidas y realizando los esfuerzos necesarios para estimar, recopilar y reportar oportunamente los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), la República Argentina ha presentado tres Comunicaciones Nacionales (CN) y cinco Informes Bienales de Actualización (IBA), con sus respectivos INGEI.

Asimismo, en 2024, de conformidad con las Modalidades Procedimientos y Directrices (MPG, por sus siglas en inglés) del Marco de Transparencia Reforzado (ETF, por sus siglas en inglés) del Acuerdo de París (AP), el país presenta su Primer Informe Bienal de Transparencia (IBT1) y simultáneamente, el Informe Nacional de Inventario (INI) como documento independiente, incluyendo las Tablas Comunes de Reporte (CRT, por sus siglas en inglés) y los Formatos Comunes Tabulares (CTF, por sus siglas en inglés).

Otro antecedente de relevancia es la aprobación del Protocolo de Kyoto, mediante la ley n° 25.438 de junio de 2001, a través del cual la República Argentina participó del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en 2 períodos de cumplimiento (2008-2012 y 2012-2020).

Por otra parte, la República Argentina ha presentado su Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (iNDC, por sus siglas en inglés) en 2015, que luego se convirtió en la Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) cuando el país ratificó el AP en septiembre de 2016. En diciembre de 2020, la República Argentina reafirmó su compromiso

con el AP presentando su Segunda NDC a la CMNUCC. Posteriormente, en noviembre de 2021 presentó una actualización de la meta de mitigación de la Segunda NDC ante la Convención.

Cabe destacar que a través de la NDC revisada en 2016 el país presentó su primera Comunicación de Adaptación (ADCOM, por sus siglas en ingles) y en diciembre de 2020, junto con la segunda NDC presentada se incorporó la segunda ADCOM, siguiendo el anexo de la Decisión 9/CMA.1.

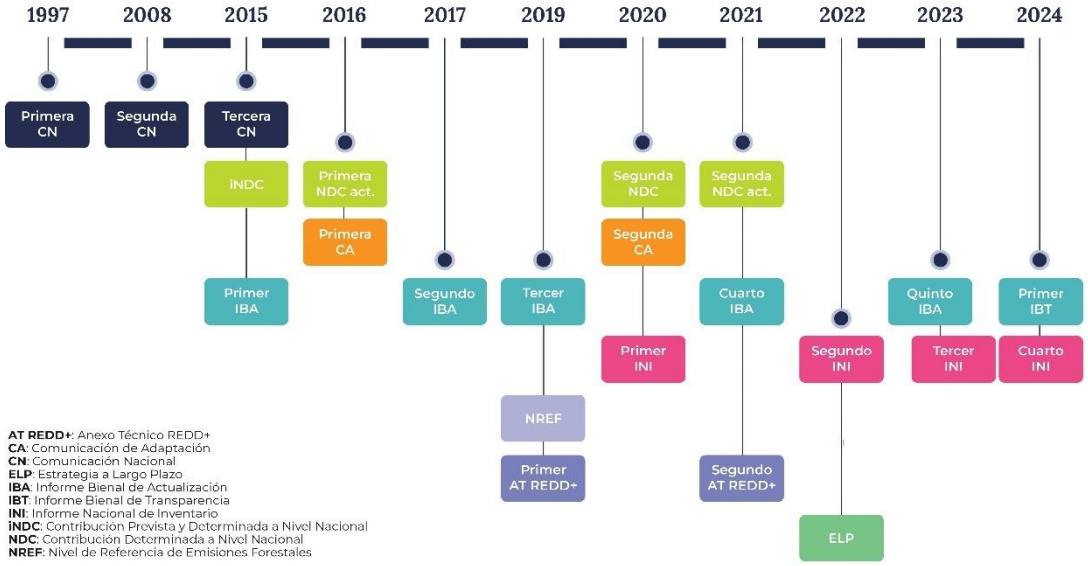
En relación con el reporte de resultados de la implementación de acciones de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación forestal (REDD+), se ha presentado el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) en 2019, junto al primer Anexo Técnico REDD+ (AT REDD+ 1) y en 2021, se presentó el segundo Anexo Técnico REDD+ (AT REDD+ 2).

En diciembre de 2019 fue aprobada la ley n° 27.520 de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Global, reglamentada en el año 2020 mediante el decreto reglamentario n° 1030. Esta ley ratifica los compromisos internacionales asumidos y fortalece la política climática nacional y subnacional, estableciendo los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar acciones, instrumentos y estrategias adecuadas de adaptación y mitigación al cambio climático en todo el territorio nacional. Asimismo, esta ley institucionaliza al Gabinete Nacional de Cambio Climático (GNCC), creado en 2016 mediante el decreto del Poder Ejecutivo n° 891 del año 2016, como órgano de gobernanza para el diseño coordinado y consensuado de políticas climáticas nacionales.

En el marco de la ley n° 27.520 y del GNCC, desde 2022 se han elaborado una serie de documentos que orientan la planificación nacional a mediano y largo plazo, tales como el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (PNAyMCC), aprobado mediante resolución del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) n° 146 del año 2023, la Estrategia de Desarrollo Resiliente con Bajas Emisiones a Largo Plazo (ELP) a 2050, aprobada mediante la resolución del MAyDS n° 218 del año 2023 y la Estrategia Nacional para el Uso de los Mercados de Carbono (ENUMeC), aprobada mediante resolución del MAyDS n° 385 del año 2023.

En la ilustración a continuación se presentan los reportes de la República Argentina a la CMNUCC.

Ilustración 3. Línea de tiempo de presentaciones de la República Argentina ante la CMNUCC



Fuente: Elaboración propia

Los INGEI presentados desde el año 1997 se fueron adecuando conforme los refinamientos de las guías del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), en base a las mejoras en datos de actividad (DA) y el desarrollo de factores de emisión (FE) locales, así como por los ajustes en categorías y mejoras aplicadas al sistema nacional de inventario en cada ciclo de reporte, producto de las evaluaciones internas, externas e internacionales a través de los procesos de Análisis y Consulta Internacional (ICA, por sus siglas en inglés).

De esta forma, en la Primera Comunicación Nacional (PCN) se incluyeron los inventarios de emisiones y absorciones de GEI de los años 1990 y 1994, desagregados para los gases dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COVDM). La revisión de esta comunicación incluyó, además, el inventario del año 1997.

La Segunda Comunicación Nacional (SCN) presentó el inventario de emisiones y absorciones de GEI del año 2000 junto con las revisiones correspondientes a los inventarios de los años 1990, 1994 y 1997. Asimismo, se incorporaron mejoras y ajustes metodológicos para ciertas categorías, entre los cuales se destacan la incorporación de las emisiones de CO_2 asociadas a las emisiones fugitivas de las industrias del gas y del petróleo, y las correspondientes a N_2O en suelos agrícolas. Además de los gases GEI y precursores reportados en la PCN, otra de las mejoras fue la incorporación de las emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF_6) y de dióxido de azufre (SO_2).

La Tercera Comunicación Nacional (TCN), del año 2015, incluyó las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI para el año 2012. A su vez, se estimó la totalidad de los años de la serie temporal 1990-2012 y se contrastaron

con los resultados correspondientes a los años reportados previamente. Se calcularon las emisiones para los mismos gases que se incluyeron en la SCN. Por primera vez, se realizó un ejercicio comparativo entre las estimaciones realizadas con las Directrices del IPCC de 1996 y las estimadas con las Directrices del IPCC de 2006.

El IBA1 incluyó las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI del año 2010 y la serie temporal del inventario de GEI desde 1990.

El IBA2 incluyó el inventario de emisiones y absorciones de GEI del año 2014 y la serie temporal del período 1990-2014. Como principal mejora se reportó el inventario utilizando las Directrices del IPCC de 2006.

El IBA3 presentó el inventario de emisiones y absorciones de GEI del año 2016 junto con la serie temporal del período 1990-2016. Las principales mejoras incluyeron la elaboración del INGEI bajo un esquema sistematizado en términos de adquisición de datos, procesamiento de la información, métodos de cálculo y reporte, y la incorporación de nuevos gases fluorados (gases F) que provienen de los sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO). Además, este reporte incluyó el AT REDD+ 1 (2014-2016) y fue el primero en adjuntar de forma voluntaria un Informe Nacional de Inventario (INI) como anexo general de reporte extendido del INGEI.

El IBA4 presentó el inventario de emisiones y absorciones de GEI del año 2018 junto con la serie temporal del período 1990-2018. Entre las mejoras realizadas, se incluyó por primera vez la aplicación del Refinamiento del IPCC de 2019 para las estimaciones de algunas categorías. El IBA4 fue el primer ciclo en que se implementó por completo el proceso de sistematización desarrollado en el IBA3. A su vez, nuevamente se entregó de forma voluntaria el INI y el AT REDD+ 2 (2017-2018).

El IBA5 presentó el inventario de emisiones y absorciones de GEI del año 2020 junto con la serie temporal del período 1990-2020. Las estimaciones se realizaron utilizando las Directrices del IPCC de 2006 y su Refinamiento de 2019 para ciertas categorías. Las principales mejoras fueron la adopción de un FE local del gas natural distribuido por redes para la categoría “1A–Quema de Combustible”, junto con la ampliación de la cantidad de categorías de fuentes de emisiones y absorciones de GEI estimadas mediante la utilización del Refinamiento del IPCC de 2019. Asimismo, se mejoró el sistema de archivo y de resguardo de documentación y se revisaron las recomendaciones establecidas bajo el cuarto ciclo del ICA, las cuales se analizaron para implementar en el IBA5 y fortalecer el plan de mejoras. El IBA5 se acompañó con su correspondiente INI.

Finalmente, el IBT1 presentado en 2024 está conformado por seis capítulos, donde el primero presenta los resultados del INGEI 2022, el segundo contiene información necesaria para el seguimiento de la aplicación de la NDC, el tercero sobre adaptación, el cuarto detalla el apoyo requerido y recibido, el quinto presenta las flexibilidades y mejoras, y el sexto contiene información relacionada con pérdidas y daños.

Por otra parte, el INI presentado como documento independiente al IBT1, contiene el INGEI del año 2022 y la serie temporal del período 1990-2022. Las

principales mejoras consistieron en la actualización de los GWP en base al Quinto Informe de Evaluación del IPCC, la adaptación de las categorías de reporte conforme a las CRT, la adopción del Refinamiento del IPCC de 2019 para nuevas categorías en Energía y Agricultura y ganadería, la implementación de una metodología de Nivel 2 para combustibles líquidos, la incorporación de nuevas categorías en el sector Energía y la corrección de dobles conteos entre Energía y Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP) en la producción de metanol y amoníaco.

En la tabla siguiente se resume la información de cada reporte presentado desde el año 1997 al 2024.

Tabla 18. Inventarios de GEI reportados por la República Argentina ante la CMNUCC

Reporte	Año de presentación	Año de Inventario	Serie Temporal	Metodología usada
Primera CN	1997	1994	1990	Directrices del IPCC 1996
Primera CN (revisión)	1999	1997	1990; 1994	Directrices del IPCC 1996 – Revisadas
Segunda CN	2008	2000	1990; 1994; 1997	Directrices del IPCC 1996 – Revisadas; Guías para las Comunicaciones Nacionales para las Partes No Anexo I (Decisión 17/CP.8); Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de las incertidumbres en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2000); Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (IPCC, 2005)
Tercera CN	2015	2012	1990-2012	Directrices del IPCC 1996 – Revisadas; Guías para las Comunicaciones Nacionales para las Partes No Anexo I (Decisión 17/CP.8); Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de las incertidumbres en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2000); Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (IPCC, 2005)
IBA1	2015	2010	1990-2010	Directrices del IPCC 1996 – Revisadas; Guías para las Comunicaciones Nacionales para las Partes No Anexo I (Decisión 17/CP.8); Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de las incertidumbres en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2000);

Reporte	Año de presentación	Año de Inventario	Serie Temporal	Metodología usada
				Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (IPCC, 2005)
IBA2	2017	2014	1990-2014	Directrices del IPCC 2006
IBA3	2019	2016	1990-2016	Directrices del IPCC 2006
IBA4	2021	2018	1990-2018	Directrices del IPCC 2006; Refinamiento del IPCC de 2019
IBA5	2023	2020	1990-2020	Directrices del IPCC 2006; Refinamiento del IPCC de 2019
IBT1	2024	2022	1990-2022	Directrices del IPCC 2006; Refinamiento del IPCC de 2019

Fuente: Elaboración propia

Circunstancias nacionales

La República Argentina es un estado federal constituido por 24 jurisdicciones subnacionales: 23 provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Adopta para su gobierno la forma representativa, republicana y federal; presenta un régimen democrático y un sistema de gobierno presidencialista.

Se ubica en el sur del continente americano y reivindica soberanía en parte de la península antártica[39]. Limita con cinco naciones: la República de Chile, el Estado Plurinacional de Bolivia, la República del Paraguay, la República Federativa del Brasil y la República Oriental del Uruguay y con el Océano Atlántico hacia el este y el sur.

Su superficie continental se extiende latitudinalmente desde el paralelo 21° 46' S hasta el paralelo 55° 03' S, y longitudinalmente entre los meridianos 73° 34' O y 53° 38' O. La superficie total del país es de 3,7 millones de km^2, de los cuales más del 76% corresponde a la porción continental y cerca del 24% al continente antártico (incluyendo las Islas Orcadas del Sur) e islas del Atlántico Sur (incluyendo Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sándwich del Sur)[40] [41].

Debido a la gran extensión de su territorio, la República Argentina posee características climáticas muy variadas. Está caracterizada por regiones áridas y frías en el oeste y en el sur, mientras que el centro y el norte presenta

[39] La República Argentina, Parte Consultiva del Tratado Antártico desde su entrada en vigor en 1961, reivindica soberanía sobre el denominado "Sector Antártico Argentino", definido por el paralelo 60° Sur y el Polo Sur, y los meridianos 25° y 74° de longitud Oeste. El Sector Antártico Argentino forma parte del territorio de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (ley n° 23.775), aunque está sujeto al régimen del Tratado Antártico, firmado en 1959.
[40] Instituto Geográfico Nacional (IGN). Límites, superficies y puntos extremos.
https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geografia/DatosArgentina/LimitesSuperficiesyPuntosExtremos
[41] Dichas islas y los espacios marítimos circundantes son parte integrante del territorio nacional de la República Argentina, encontrándose ilegalmente ocupadas por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte. Siendo objeto de una disputa de soberanía entre ambos países, reconocida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, su Comité Especial de Descolonización y otras organizaciones internacionales.

regiones templadas y cálidas[42]. La diagonal árida atraviesa el territorio argentino desde el noroeste hacia el sudeste, quedando las regiones más húmedas en el noreste[43]. Los principales factores condicionantes del sistema climático son la presencia de la Cordillera de los Andes, la influencia de los océanos y la latitud.

La amplia heterogeneidad ambiental favorece el desarrollo de una importante biodiversidad y altos niveles de endemismos. En este sentido, el territorio argentino puede ser dividido en 18 ecorregiones[44], lo que lo convierte en uno de los países con mayor diversidad biogeográfica del mundo, tanto en flora como en fauna.

La población total del país en viviendas particulares para el año 2022 fue de 45.892.285 personas[45] y creció a una tasa anual media de 11,7 por cada mil habitantes[46]. La tasa bruta de natalidad fue de 10,7 por cada mil habitantes al año 2022, mientras que la de mortalidad fue de 8,6 por cada mil habitantes[47] registrando un descenso luego del incremento entre 2020 y 2021 en el marco de la pandemia de Coronavirus (COVID-19).

La densidad poblacional media a nivel nacional es de 12,5 hab/km^2, siendo máxima en la CABA, con más de 15 mil hab/km^2, y mínima en la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, con 0,2 hab/km^2 [48]. Más del 90,0% de la población es urbana[49], concentrándose el 35,0% del total en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), que comprende a la CABA y 39 partidos de la Provincia de Buenos Aires, y representa el 0,4% de la superficie total del país[50].

La República Argentina cuenta con 17.794.949 viviendas, de las cuales 17.783.029 corresponde a viviendas particulares y 11.920 a viviendas colectivas, según el censo 2022. El 93,9% de los hogares tienen agua por cañería dentro de la vivienda, y en el 85% el agua para beber y cocinar proviene de red pública. El 93,9% de los hogares tienen baño o letrina dentro de la vivienda y el 61,2% posee el desagüe de inodoro del baño a red pública (cloaca). El combustible gaseoso es el principal combustible consumido para cocinar en los hogares, utilizado en el 94% de los casos (el 52,6% utiliza gas de red, el 38,9% gas de garrafa y el 2,4% gas a granel o en tubo).

Las circunstancias nacionales geográficas, climáticas, demográficas e institucionales son la base sobre la cual se han ido desarrollando las actividades económicas y, por lo tanto, la ocupación del territorio. Esta distribución se configura en función del aprovechamiento de los recursos, la

[42] Gentile, E., Martin, P. y Gatti, I. Argentina físico-natural: Clima en Argentina. ANIDA. Atlas Nacional Interactivo de Argentina, IGN, 2020. https://static.ign.gob.ar/anida/fasciculos/fasc_clima_arg.pdf
[43] Ibid.
[44] Jefatura de Gabinete de Ministerios. Ecorregiones. https://www.argentina.gob.ar/parquesnacionales/educacionambiental/ecorregiones.
[45] INDEC. Resultados del Censo 2022. https://censo.gob.ar/
[46] INDEC. Indicadores demográficos de la República Argentina. Crecimiento intercensal. https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-IndicadoresDemograficos/
[47] Ibid.
[48] INDEC. Censo 2022. Estructura por sexo y edad de la población. Cuadro 2. https://censo.gob.ar/index.php/datos_definitivos_total_pais/
[49] Dato del Censo 2010. https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-18-77
[50] INDEC. 2024. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Región Metropolitana de Buenos Aires. https://censo.gob.ar/wp-content/uploads/2024/09/censo2022_rmba.pdf

disponibilidad de insumos y servicios necesarios para llevar a cabo dichas actividades y la distribución de la población.

A continuación, se detalla información sobre el contexto de los sectores relevantes para el INGEI.

Energía

El territorio argentino posee abundantes recursos naturales energéticos provenientes de distintas fuentes, entre los cuales se encuentran:

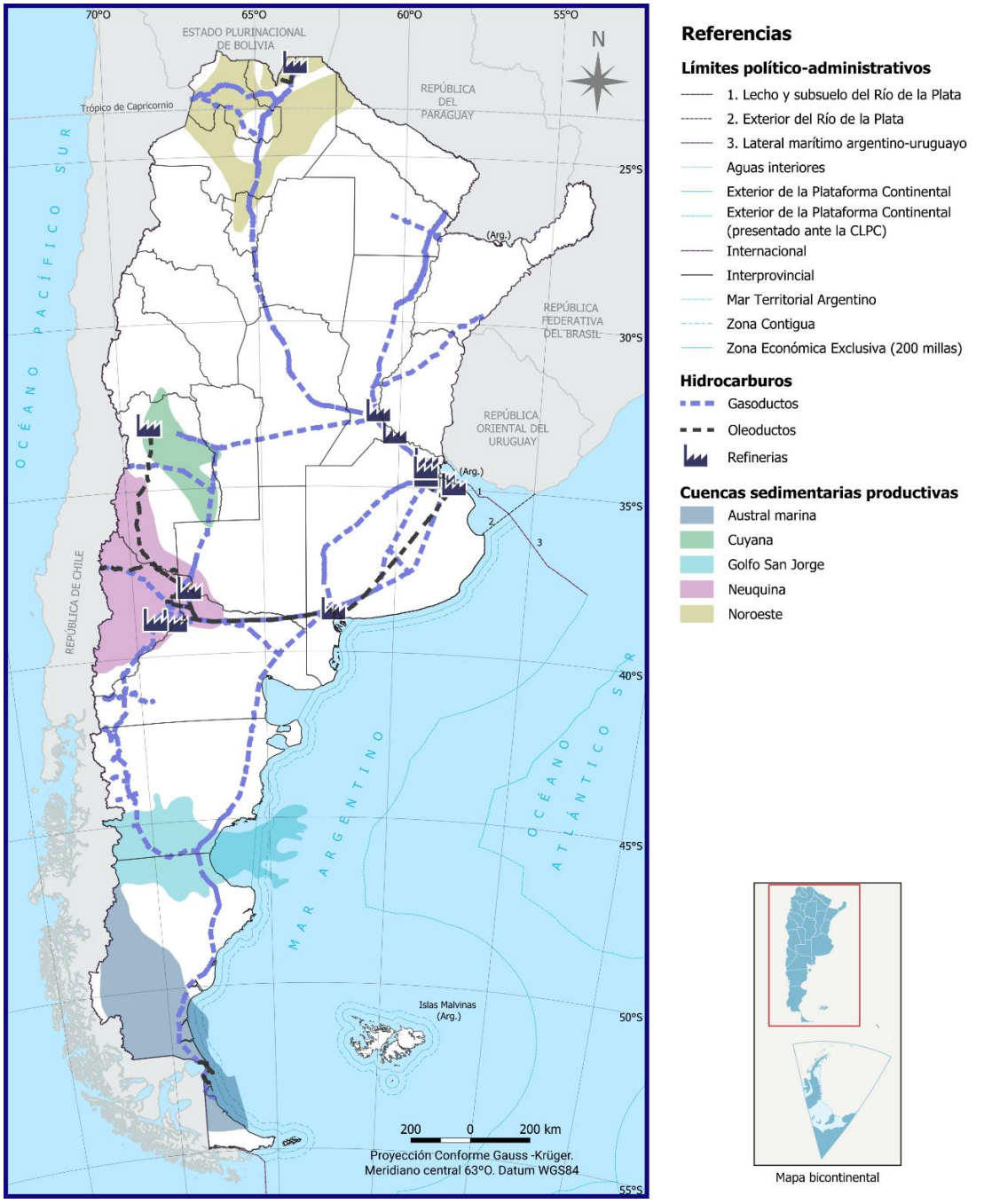
- los hidrocarburos, cuya producción está distribuida en cinco cuencas productoras (ver ilustración a continuación), desplegadas de norte a sur a lo largo del oeste argentino. Entre ellas:
    - Cuenca del Noroeste: cuenca que posee mayormente gas natural y que en 2022 aportó un 2,89% de la producción de dicho recurso.
    - Cuenca Cuyana: cuenca petrolera que aporta el 3,13% de la producción de crudo del país.
    - Cuenca Neuquina: principal cuenca gasífera (68% de la producción nacional) y la mayor cuenca petrolífera (59% de la producción nacional).
    - Cuenca del Golfo de San Jorge: importante cuenca petrolera del país, 34% de la producción a nivel nacional.
    - Cuenca Austral: esta cuenca produce un 20,59% del gas natural de la República Argentina, incluyendo los pozos submarinos[51];

- los ríos de montaña en el oeste y los de gran caudal en el noreste, alimentados por las intensas lluvias de zonas tropicales de Brasil;
- los fuertes vientos en la Patagonia y la costa este argentina;
- la gran irradiancia solar en el noroeste del país;
- un gran potencial para la generación de bioenergía a partir de recursos y residuos biomásicos disponibles y aprovechables para uso energético. En este sentido, el perfil agroindustrial del país, con ingenios azucareros, industrias forestales, papeleras y una gran producción agropecuaria, posibilita el desarrollo de emprendimientos de producción de energía eléctrica y térmica sobre la base de biomasa y biogás[52].
- las reservas comprobadas de uranio[53], que totalizan unas 35 mil toneladas distribuidas en yacimientos localizados mayormente en las provincias de Mendoza, Chubut, Salta y Río Negro[54];
- las reservas de litio en las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca y La Rioja. Al respecto, la República Argentina fue en 2022 el cuarto productor mundial de litio, luego de Australia, Chile y China. También compone, junto con Bolivia y Chile, el denominado “Triángulo del litio”, región geográfica que cuenta con cerca del 54% de los recursos mundiales de dicho mineral. El principal producto obtenido en Argentina es el carbonato de litio seguido por el cloruro. En este sentido, el litio pasó a representar el 21% del

[51] Secretaría de Energía, Portal de Datos Abiertos. http://datos.minem.gob.ar/.
[52] FAO. 2020. Valorización de externalidades de proyectos con biomasa seca y biogás. Colección Documentos Técnicos No. 12. Buenos Aires. https://doi.org/10.4060/ca8761es
[53] Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) (2022). Una mirada a los recursos de uranio en Argentina. Autor: López, Luis.
[54] Ibid. Desde 1952 a 1997 Argentina produjo uranio para cubrir la demanda local. A partir de 1992 los bajos precios en el mercado internacional condujeron gradualmente al cierre de la producción local y desde 1997 las necesidades de uranio de las centrales nucleares de Argentina son cubiertas con importaciones de materias primas del extranjero (Uzbekistán, República Checa, Kazajstán y Canadá).

total de las exportaciones mineras en carácter económico de nuestro país en 2023, frente a un aporte de 6% en 2021[55]. Cabe destacar, la relevancia de la producción minera en el país para el desarrollo de tecnologías vinculadas con la transición energética.

Ilustración 4. Ubicación de las cuencas sedimentarias productivas, centros de refinación de hidrocarburos y ductos de transporte en la República Argentina



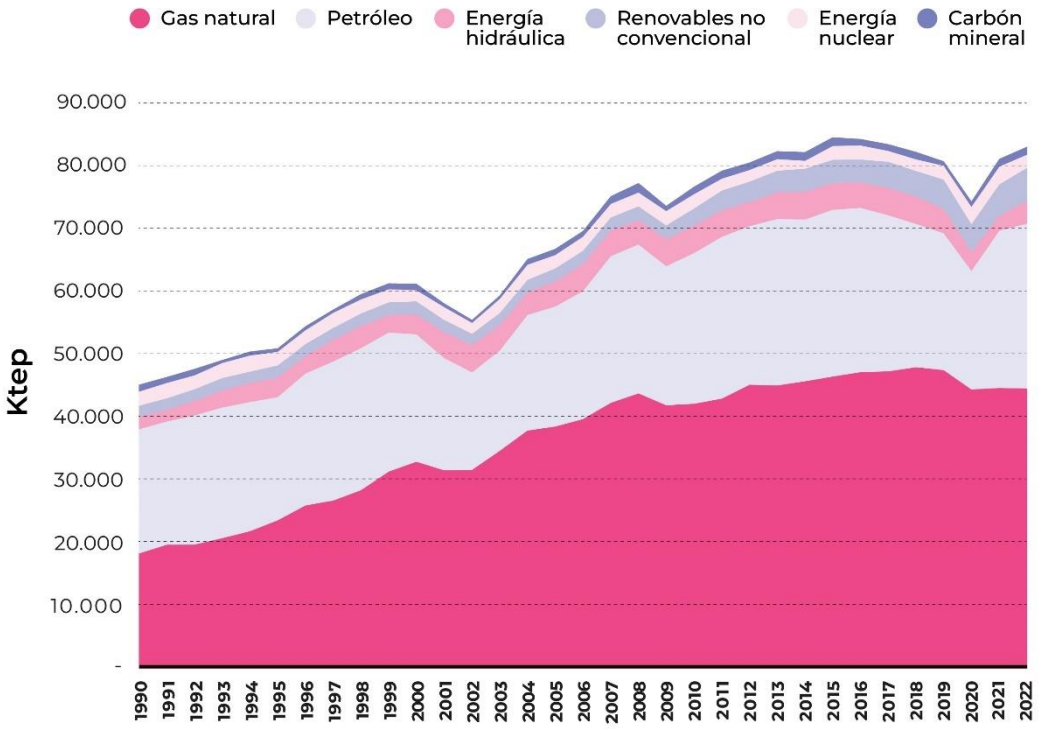
Fuente: Elaboración propia con base en información geográfica de la Secretaría de Energía (2023), sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

[55] Ministerio de Economía de la Nación, Secretaría de Política Económica, Año 9 - N°72 - Mayo 2024. Informes de cadenas de valor. Minería: Litio. ISSN 2525-0221.

Los recursos energéticos se ubican geográfica y mayoritariamente lejos de los centros de consumo, por lo que se requiere de una gran infraestructura de transporte y distribución para abastecer la demanda.

La oferta interna total de energía[56] alcanzó en el año 2022 los 83 mil ktep[57]. Tal como se observa en la figura a continuación, la energía consumida localmente provino en un 88% de fuentes de origen fósil, correspondiendo el 54% a gas natural, 32% a petróleo y derivados, y un 2% a carbón mineral. Las energías renovables aportaron un 10%, siendo hidráulica (de potencia mayor a 50 MW) un 4% y otras energías renovables (comprendidas en la ley n° 26.190[58]: biomasa, centrales hidroeléctricas de potencia menor a 50 MW, eólica y solar) un 6%, mientras que la energía nuclear aportó un 2%[59].

Figura 33. Evolución de la oferta interna total de energía



Fuente: Elaboración propia con base en el Balance Energético Nacional

La oferta interna de energía muestra una tendencia general de crecimiento, con fluctuaciones. Dado que la dinámica del sector acompaña a la evolución de la economía, puede apreciarse el impacto que han tenido las crisis económicas de fines del año 2001 y 2008. También pueden observarse períodos de estabilidad y recuperación al ritmo del crecimiento económico y de la demanda poblacional. En el período correspondiente a los años 2020/2021 se observan los efectos de la pandemia de COVID-19, mientras que el año 2022 se recuperan los niveles registrados antes de la crisis sanitaria. Para ese año, el sector residencial representó el 27% de la demanda total de energía,

[56] Corresponde a la oferta interna de energía primaria más el saldo comercial de energía secundaria.
[57] Secretaría de Energía. Balance Energético Nacional 2022.
[58] Ley n° 26.190. Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica.
[59] Ibid.

transporte el 32%, industria el 21%, el sector agropecuario un 7% y los sectores comercial y público más los consumos no energéticos el 13%[60].

Combustibles

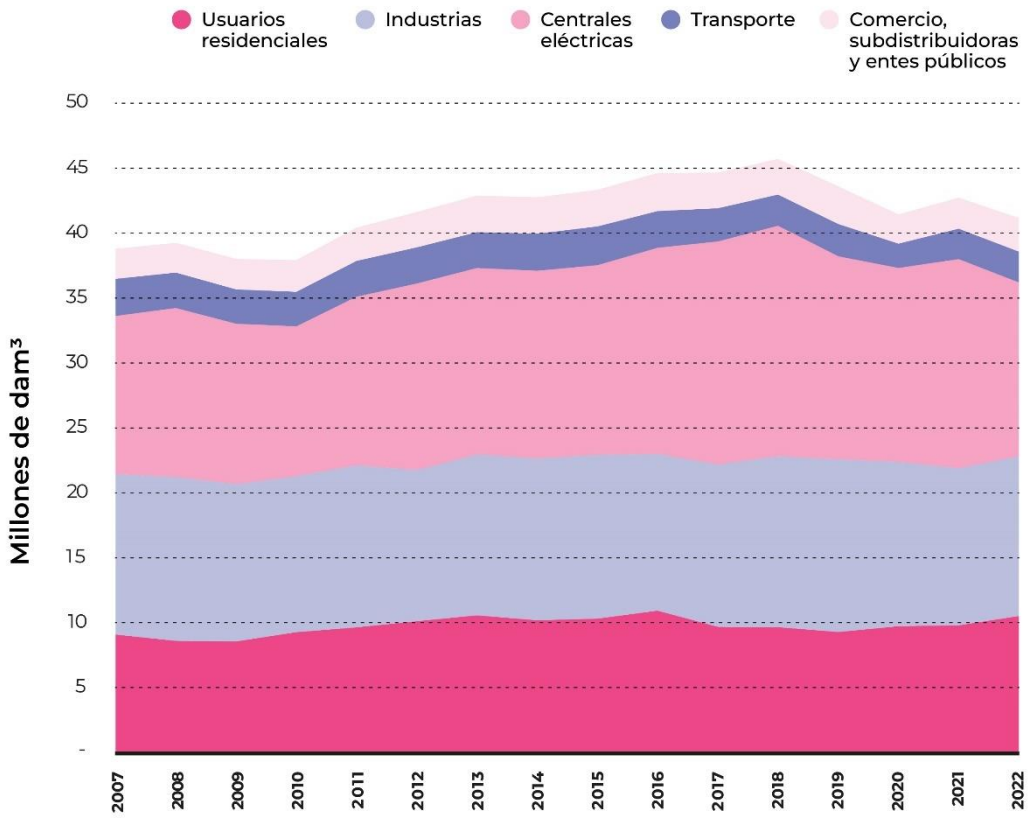
La principal cuenca productora de gas natural (que es la mayor fuente de energía a escala nacional) es la Neuquina, que en el año 2022 representó el 68% de la producción total de este combustible, seguida por la cuenca Austral con el 20,6%[61]. La producción de la cuenca Neuquina se incrementó un 19% en comparación con el año 2020, asociado al aumento de la producción no convencional del gas natural[62]. En el año 2022, la producción de gas natural fue del orden de 48,5 millones de dam^3. Respecto de los valores producidos, se importó un 15,2%, y se exportó un 5,8% de gas natural[63].

La demanda de gas natural creció a un ritmo de 0,2% anual acumulado desde 2011 a 2022[64]. Durante el año 2022, las entregas totales de gas disminuyeron en un 3,8% con respecto al año anterior, variación que se asoció, principalmente, a la caída en el consumo de centrales eléctricas que redujeron su volumen en un 19,7% respecto al año 2021. Los demás sectores aumentaron interanualmente su consumo; el mayor incremento se observó en los subdistribuidores y entes oficiales (10,7%), seguido de usuarios residenciales (7,1%) y comerciales (6%). Por su parte, la industria incrementó un 1,7% su consumo en 2022 respecto al año anterior[65].

En la figura a continuación puede observarse que, en el año 2022, el 88% de la demanda de gas natural se distribuyó entre centrales eléctricas (33%), industrias (30%) y usuarios residenciales (25%)[66]; el 12% restante se repartió entre transporte, comercio, subdistribuidores y entes públicos. En el mismo año, la demanda de gas natural fue de 10,4 millones de dam^3 para el sector residencial y de 12,3 millones de dam^3 para el sector industrial[67].

[60] Ibid.
[61] Secretaría de Energía. Producción de Petróleo y Gas - desde 2009 – Sesco Web - Tablas Dinámicas: http://datos.minem.gob.ar/dataset/produccion-de-petroleo-y-gas-tablas-dinamicas.
[62] Ibid.
[63] Secretaría de Energía. 2022. Balance Energético Nacional 2022. Importaciones/Oferta Interna de Gas Distribuido por Redes de Energía Secundaria.
[64] ENARGAS. Datos operativos de Transporte y Distribución de Gas, Cuadro 3.02 Gas Entregado, por Tipo de Usuario. https://www.enargas.gov.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-sec.php?sec=3
[65] ENARGAS. Informe Anual 2022. https://www.enargas.gob.ar/secciones/publicaciones/informes-anuales-de-balance-y-gestion/pdf/anuales/2022/informe-anual-2022.pdf
[66] ENARGAS. Datos operativos de Transporte y Distribución de Gas, Cuadro 3.02 Gas Entregado, por Tipo de Usuario. https://www.enargas.gov.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-sec.php?sec=3
[67] Ibid.

Figura 34. Gas entregado por tipo de usuario

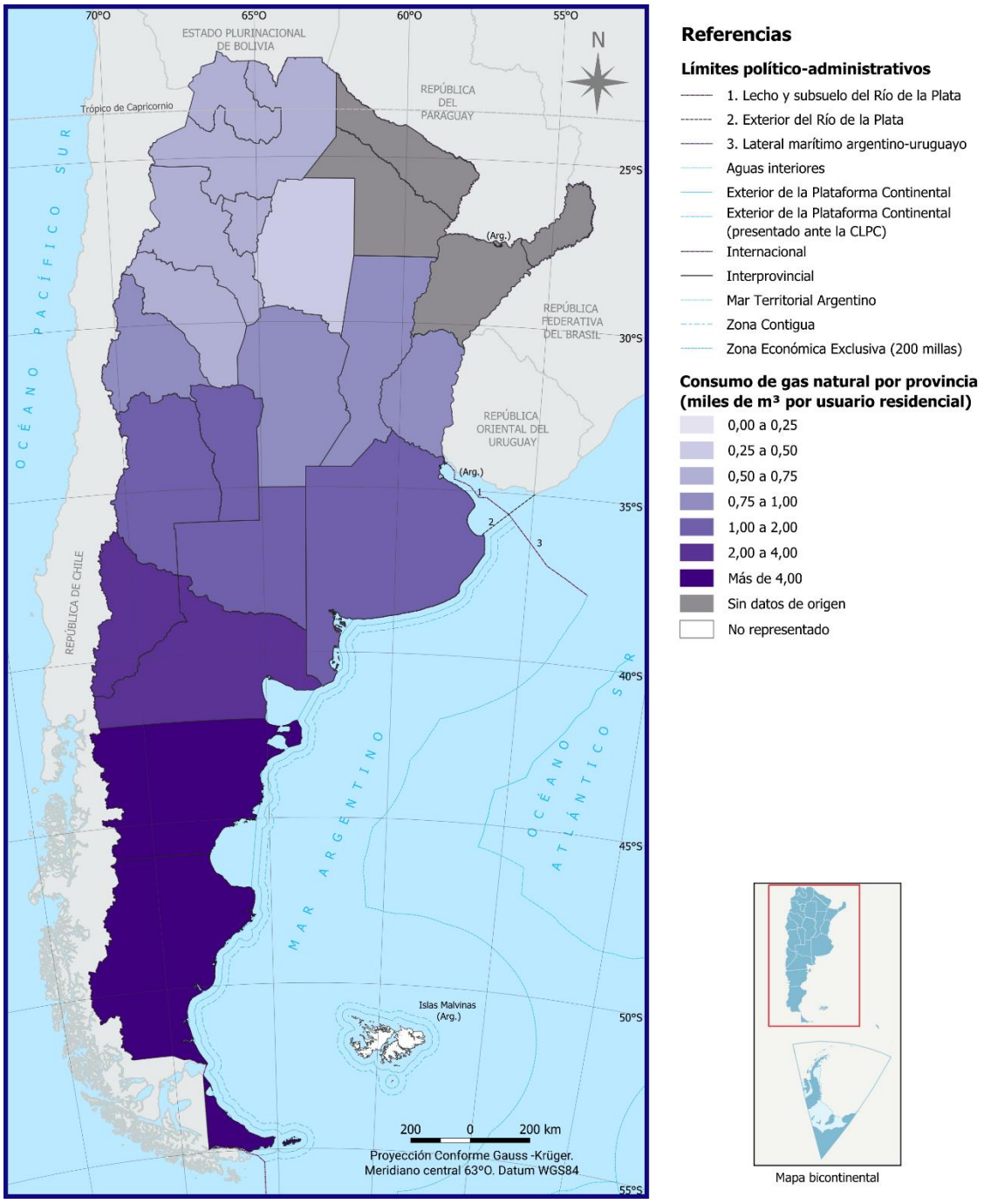


Fuente: Elaboración propia con base en datos de Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS) y Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima (CAMMESA)

Gran parte de la demanda residencial de gas natural está asociada a las bajas temperaturas durante el invierno, que conllevan al uso de calefacción a gas en importantes regiones del país, fundamentalmente en el sur[68]. En la ilustración presentada a continuación se puede apreciar un gradiente latitudinal en el consumo de gas natural, asociable a las temperaturas características en las distintas regiones del país.

[68] ENARGAS. Informe Especial. Consumo residencial y temperatura. Evolución del consumo y la temperatura por zonas del país 2000-2020 (Abril 2022). https://www.enargas.gob.ar/secciones/publicaciones/divulgacion-tecnica/pdf//informe_1073.pdf

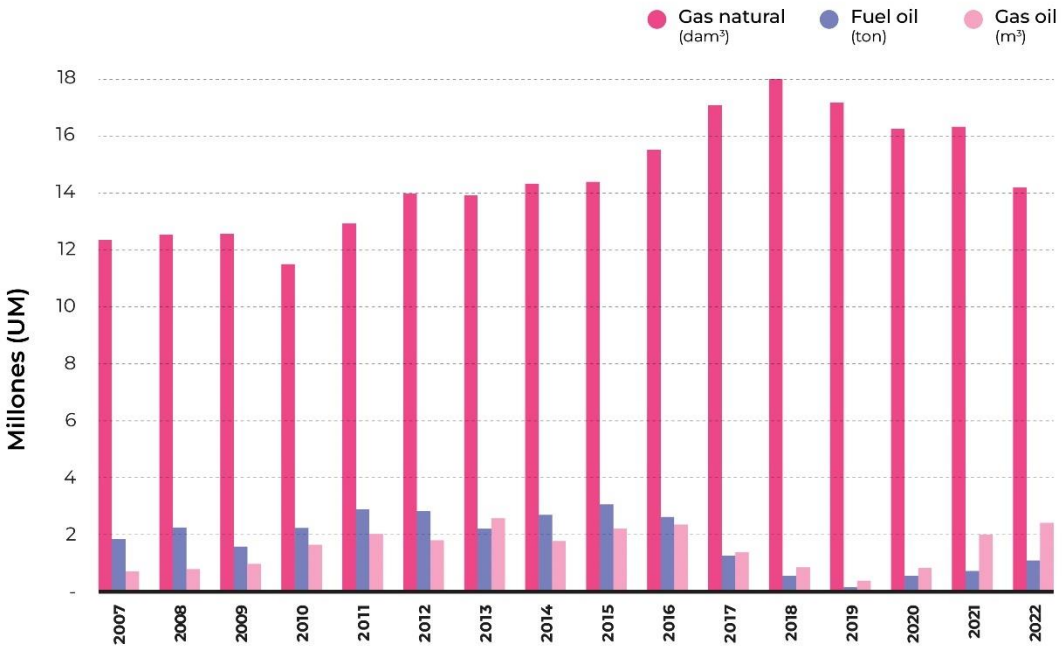
Ilustración 5. Consumo de gas natural por usuario residencial (promedio 2022) por provincia de la República Argentina



Fuente: Elaboración propia con base en información tabular de ENARGAS (2022), sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

En cuanto al consumo de gas natural en las centrales de generación eléctrica, la tendencia general ha sido de progresivo aumento a lo largo de los años, tal como se muestra en la figura siguiente, explicado en parte por las bajas circunstanciales en la generación hidroeléctrica.

Figura 35. Consumo de combustibles en generación eléctrica



Fuente: Elaboración propia con base en el Informe Anual 2020, CAMMESA.

En el sector industrial, al año 2022, los grandes consumos de gas natural provienen de las actividades de siderurgia (15%), destilería (12%), cementera (12%), aceitera (10%), alimenticia (8%), y petroquímica (6%)[69].

El petróleo, la segunda fuente de energía más importante del país, se extrae principalmente de dos cuencas –Golfo San Jorge y Neuquina– las cuales representan para el año 2022 el 34% y el 59% de la producción total, respectivamente[70]. En el año 2022, la producción total de petróleo fue de 34,8 millones de m^3, incluyendo las cuencas Golfo San Jorge, Neuquina, Austral, Cuyana y Noroeste[71].

Las ventas al mercado interno de los principales derivados del petróleo, con tendencia general creciente, corresponden en 2022 a motonafta (9,9 millones de m^3) y gasoil (14,7 millones de m^3)[72].

A partir del año 2006, con la sanción de la ley nº 26.093[73], se estableció un régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentable de los biocombustibles, actualizado en 2021 según la ley nº 27.640. Dicho régimen establece que los combustibles que se comercializan en el mercado interno deben cumplir con un corte obligatorio de biocombustibles, del 5% de biodiésel en gasoil y del 12% de bioetanol en nafta[74]. Al año 2022, este valor real

[69] ENARGAS. Gas entregado a grandes usuarios industriales, por rama de actividad y provincia, 2022. https://www.enargas.gob.ar/secciones/transporte-y-distribucion/datos-operativos-subsec.php?sec=1&subsec=12&subsecord=13.
[70] Secretaría de Energía. Producción de Petróleo y Gas - desde 2009 - Sesco Web - Tablas Dinámicas: http://datos.minem.gob.ar/dataset/produccion-de-petroleo-y-gas-tablas-dinamicas.
[71] Ibid.
[72] INDEC. Venta al mercado interno de los principales productos derivados de la refinación del petróleo. Total del país. Años 2017-2022. https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-36-145.
[73] Decreto nº 543 del año 2016. https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/marco-legal-de-referencia.
[74] Los porcentajes de corte se han ido ajustando con el tiempo, variando en la medida que las condiciones de producción y corte en las refinerías lo fuera permitiendo (por incentivos y coyuntura). La última normativa vigente al 2023, al momento de la elaboración de este documento, es la ley nº 27.640. https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/247667/20210804.

asciende al 5,7% de biodiésel en gasoil y 11,4% de bioetanol en nafta[75]. En este contexto, la producción de biocombustibles aumentó significativamente en los últimos años.

La producción de biodiésel, con tendencia general creciente, alcanzó alrededor de 1,9 millones de m^3 en 2022, destinándose el 65% a la exportación[76]. La producción tiene un comportamiento variable y sensible a demandas externas. La principal materia prima de la producción de biodiésel es la soja.

Respecto al bioetanol, se cuenta tanto con producción a base de maíz como de caña de azúcar. La producción de bioetanol tuvo un crecimiento sostenido pero irregular, alcanzando 1,2 millones de m^3 en 2022, 61% a base de maíz y 39% a base de caña de azúcar[77].

En cuanto al uso del carbón mineral, este es muy limitado y minoritario en la matriz energética argentina; prácticamente la totalidad de este recurso es importado[78].

Mercado Eléctrico

En los años 90, la República Argentina emprendió una reestructuración de su sistema eléctrico que implicó una transición desde un enfoque de integración vertical hacia la división en tres sectores independientes: generación, transporte y distribución. La Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A (CAMMESA) es responsable de coordinar la generación y el suministro de electricidad entre los diferentes agentes del mercado, incluyendo generadores, distribuidores y grandes usuarios[79].

La potencia instalada del parque eléctrico llegó a 42.927 MW en el año 2022, con un aumento del 2,3% respecto del 2020. La mayor participación corresponde a energía térmica con el 58,9%, mientras que las energías renovables representan un 37% y la energía nuclear un 4,1%. La componente renovable incluye la energía hidráulica (de potencia mayor a 50 MW) con una participación de 25,2% sobre el total de potencia instalada, y energías renovables no convencionales de 11,8%[80]. Estas últimas incluyen la energía eólica, solar, biomasa, biogás, hidráulica (de potencia menor a 50 MW), entre otras fuentes renovables, definidas en la ley n° 26.190 y su actualización en la ley n° 27.191[81]. En conjunto, las fuentes renovables mostraron un incremento de la potencia instalada respecto del año 2020 del 26,6%, justificado principalmente por el aumento de la energía solar.

La oferta eléctrica total en el año 2022 fue de 145.057 GWh, la participación fue del 56,4% para la generación térmica, 20,8% para hidroeléctrica (de potencia mayor a 50 MW), 5,1% para nuclear y 13,3% para energías renovables comprendidas en la ley n° 27.191, por último, las importaciones se ubicaron en

[75] Ministerio de Energía - Tablas SESCO Ventas No Sector. https://datos.gob.ar/dataset/energia-refinacion-comercializacion-petroleo-gas-derivados-tablas-dinamicas/archivo/energia_eb79f91c-b6dd-4621-970d-9c4917c320ef.
[76] Secretaría de Energía. Estadísticas de biodiesel y bioetanol. http://datos.energia.gob.ar/dataset/5ce77ad1-c729-42cd-a8b5-2407de005e5b/archivo/a0939bc9-81c8-47c7-99d7-b11c4e7fc457
[77] Ibid.
[78] Secretaría de Energía. Balance Energético Nacional 2022.
[79] CAMMESA. https://cammesaweb.cammesa.com
[80] CAMMESA, Estadísticas Anuales 2005-2022. https://cammesaweb.cammesa.com/informe-anual
[81] Ley n° 27.191/2015. https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm

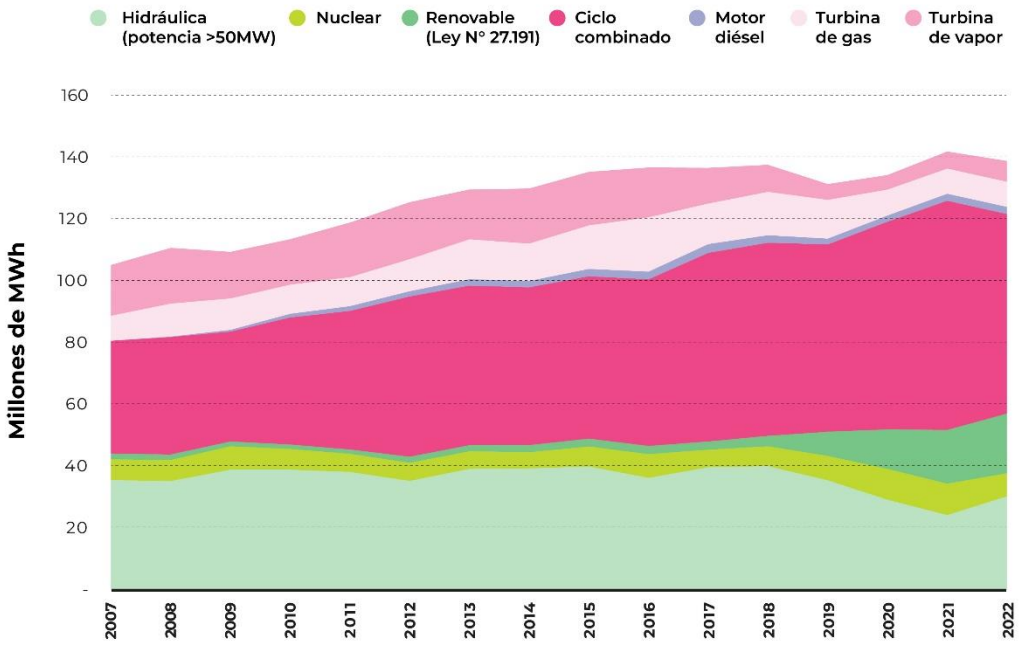
el orden del 4,4% de la demanda local, las principales importaciones se dieron desde Brasil y Uruguay, en general asociado con el aprovechamiento de excedentes hidráulicos.

La figura siguiente muestra la participación por tipo de fuente en la generación de energía eléctrica para el período 2007-2022, donde la generación hidráulica (de potencia mayor a 50 MW) se mantuvo mayormente constante, con fluctuaciones relacionadas con las variaciones anuales de los caudales, cubriendo en promedio el 28,6% de la demanda, mientras que para el mismo período la generación térmica representó en promedio el 62% de la demanda.

La generación térmica (que incluye ciclos combinados, motor diésel, turbina de gas y de vapor) representó en 2022 el 58,9% de la oferta total, siendo los ciclos combinados que operan a partir de gas natural responsables del 46,5% de la oferta eléctrica total en 2022.

La demanda cubierta con energías renovables comprendidas en la ley n° 27.191 aumentó, representando aproximadamente el 1,8% en 2007 a 13,9% en 2022. En ese año, el 73,2% de la generación renovable provino de la energía eólica, 15,1% solar y 5,5% hidráulica (de potencia menor a 50 MW), el resto[82] se distribuye entre biomasa y biogás en menor medida.

Figura 36. Generación eléctrica por tipo de fuente



Fuente: Elaboración propia con base en el Informe Anual 2022, CAMMESA.

De acuerdo con la información publicada por CAMMESA, en el año 2022 la composición de la demanda estuvo liderada por el sector residencial (45%), seguida por el comercial (28%) y el industrial (27%).

[82] CAMMESA. Informe Anual 2022. https://cammesaweb.cammesa.com/informe-anual/.

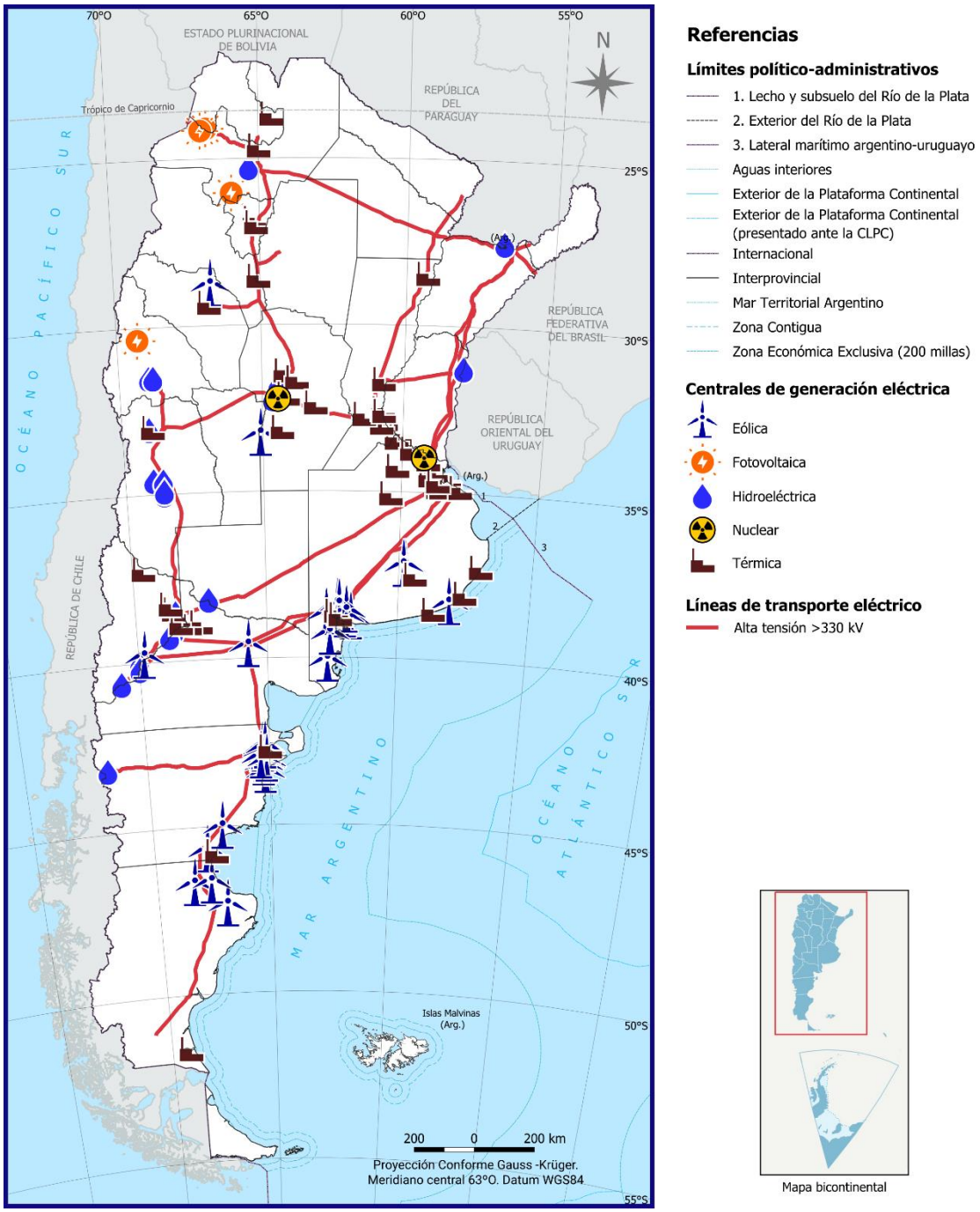
En la República Argentina la electricidad presenta una cobertura muy amplia, alcanzando el 98% de los hogares[83]. Al observar la demanda eléctrica por jurisdicción, en el año 2022, aproximadamente la mitad de la demanda total del país (49,7%) correspondió a la provincia de Buenos Aires[84].

Debido a la ubicación de los recursos energéticos y a la concentración de los puntos de consumo, la República Argentina posee una extensa red interconectada de transmisión con configuración en bucle cerrado y redes de distribución locales. Dicha red consiste en más de 36,6 mil km de líneas de alta tensión (>33 kV) que son operadas por 11 empresas[85] y que en conjunto conforman el Sistema Argentino de Interconexión (SADI). Las pérdidas acumuladas de dicho sistema son del orden del 20,5%[86] de las cuales un 3,9% corresponde a pérdidas del sistema de alta tensión[87] y el resto a pérdidas en el sector distribución. Las mismas son significativas en términos económicos, dando lugar también, a un aumento de las emisiones por generación.

El factor de emisión promedio de la red interconectada nacional en el año 2022 fue de 0,29 tCO_2/MWh[88].

[83] INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, 2010.
[84] CAMMESA. Informe Anual 2022. https://cammesaweb.cammesa.com/informe-anual/
[85] Ibid.
[86] Secretaría de Energía. Balance Energético Nacional 2022
[87] CAMMESA. Informe Anual 2022. https://cammesaweb.cammesa.com/informe-anual/
[88] Factor estimado en base a las emisiones de la categoría 1A1 "Industrias de la energía" (IBT 1 - Inventario Nacional de GEI de Argentina 2022) y generación total de electricidad en 2022 (MWh) CAMMESA https://cammesaweb.cammesa.com/informe-anual/

Ilustración 6. Mapa de la red eléctrica de alta tensión y centrales de generación de la República Argentina



Fuente: Elaboración propia con base en información geográfica de la Secretaría de Energía, sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

Transporte

En el año 2022, el 43,1% del consumo de combustibles del sector transporte correspondió al gasoil y el 36,6% a la motonafta (sin incorporar el corte con biocombustibles), mientras que el 11% correspondió al gas natural comprimido y el 3,5% al biodiésel y 3,2% bioetanol[89]. La cantidad de combustibles

[89] Secretaría de Energía. Balance Energético Nacional 2022.

consumidos en la navegación, así como la electricidad utilizada por algunos trenes, no son significativas (2,6%).

La gran extensión continental de la República Argentina conlleva una gran demanda de transporte de larga distancia, tanto de pasajeros como de carga. En este sentido, el sistema vial se encuentra conformado por una amplia red de rutas y caminos con presencia en todo el territorio nacional. El mismo se puede dividir en tres niveles en función de la jurisdicción administrativa a la que pertenecen: aproximadamente 40 mil kilómetros integran la red vial nacional (representando el 6,2% del total), 200 mil kilómetros comprenden la red provincial (31,2% del total) y 400 mil kilómetros corresponden a la red terciaria o municipal (62,5% del total)[90]. En particular, el transporte de granos (sin manufactura) con destino de exportación tiene su correlato en el desarrollo vial hacia los principales puertos (ver ilustración siguiente).

La Argentina cuenta con un flujo concentrado de movilidad urbana de pasajeros por ómnibus, vehículos particulares y ferrocarriles en el AMBA (área que concentra más de un tercio de la población del país) y en las principales aglomeraciones urbanas de las provincias de Córdoba, Santa Fe, Mendoza y Tucumán.

Según la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT)[91], luego de la caída de los servicios y de pasajeros transportados durante el 2020 debido a la pandemia por COVID-19, a partir del año 2021 empezó una tendencia de crecimiento: los servicios de transporte interurbano crecieron en un 45% y los pasajeros transportados en un 55%. Para el siguiente año los servicios aumentaron en un 47% y se transportaron un 76,8% más de pasajeros (para el 2022 se llegó a 1.260 millones de pasajeros pagos transportados)[92].

Los pasajeros transportados en la red ferroviaria metropolitana alcanzaron en el año 2022 un total aproximado de 333 millones (representando un aumento del 59,7% respecto al año 2021), para lo cual unos 685 mil trenes completaron el servicio entre las estaciones cabeceras[93]. En relación con la red de subterráneos (exclusiva de la CABA), se registraron 222 millones de pasajeros transportados en el año 2022[94].

Según la información de la Asociación de Fabricantes de Automotores (ADEFA)[95], el parque automotor argentino estuvo constituido en el año 2022 por alrededor de 13,9 millones de vehículos, de los cuales 10,5 millones fueron automóviles, 2,6 millones de vehículos livianos y el parque de camiones circulante y de transporte de pasajeros fue de alrededor de 676 mil y 83 mil vehículos respectivamente. En este sentido, la concentración de cargas se

[90] Ministerio de Obras Públicas. Informe de Coyuntura sobre Infraestructura Vial -junio 2021. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_de_coyuntura_infraestructura_vial_junio_2021.pdf
[91] En referencia con los servicios nacionales, según CNRT. Informe interanual 2019-2022: Transporte automotor de pasajeros interurbano. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_estadictico_2022_ffcc_pasajeros_amba-2.pdf
[92] CNRT. Informe interanual 2019-2022: Transporte automotor de pasajeros urbano. https://www.argentina.gob.ar/transporte/cnrt/estadisticas-automotor.
[93] CNRT. Informe Estadístico Anual 2022: Red ferroviaria de pasajeros del Área Metropolitana de Buenos Aires. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_estadictico_2022_ffcc_pasajeros_amba-2.pdf.
[94] Ibid.
[95] ADEFA. Anuario 2022. Parque automotor en Argentina año 2022.

vincula principalmente a los grandes centros urbanos como Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y Mendoza[96], tal como se ilustra a continuación.

Ilustración 7. Red de transporte terrestre (vial de carga y férrea) y principales puertos de la República Argentina

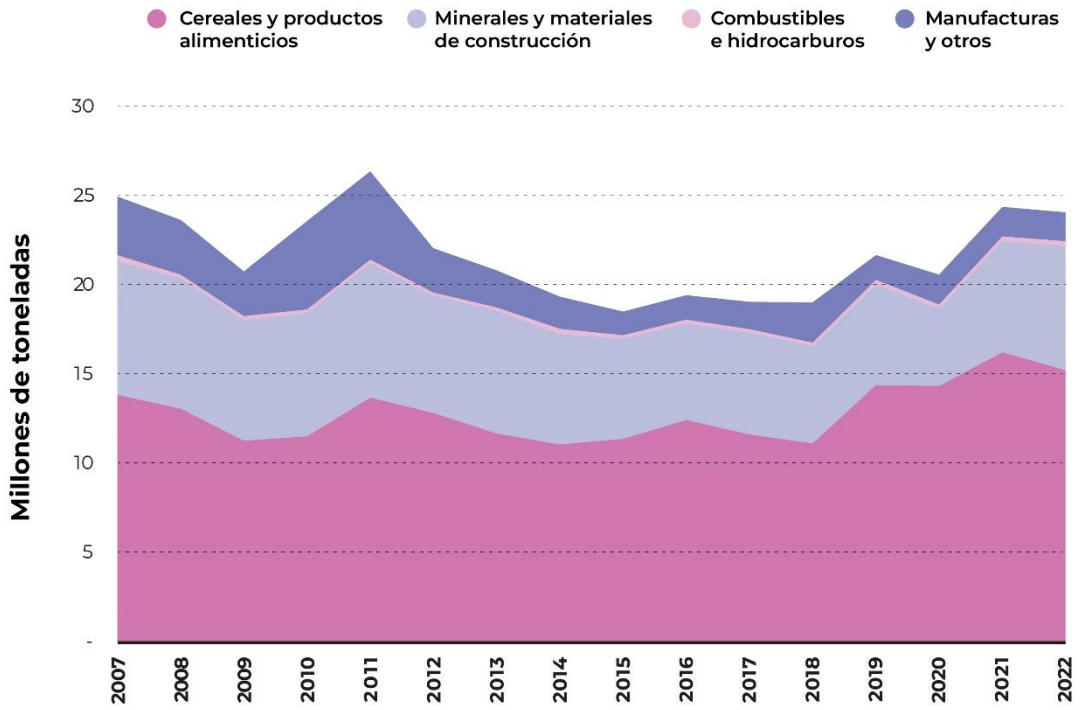


Fuente: Elaboración propia con base en información geográfica del Ministerio de Transporte, sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

[96] Ministerio de Economía. CNRT. Estadísticas mensuales 2022. https://www.argentina.gob.ar/transporte/cnrt/estadisticas/estadisticas-mensuales-2022

En cuanto a las toneladas transportadas en la red ferroviaria de cargas, con una tendencia de comportamiento fluctuante, superaron los 24 millones de toneladas en el año 2022 tal como se muestra a continuación. La familia de productos más transportada fue cereales y productos alimenticios (aceites, granos, otros productos alimenticios y agrícolas, y subproductos agrícolas), representando el 60% del total seguido por minerales y materiales de construcción con el 21%. El rubro específico más transportado fue granos con un 45% del total[97].

Figura 37. Evolución de la carga transportada en la red ferroviaria por familia de productos



Fuente: Estadísticas operativas 1992-2022: Red ferroviaria de cargas y pasajeros de larga distancia, CNRT.

Agricultura

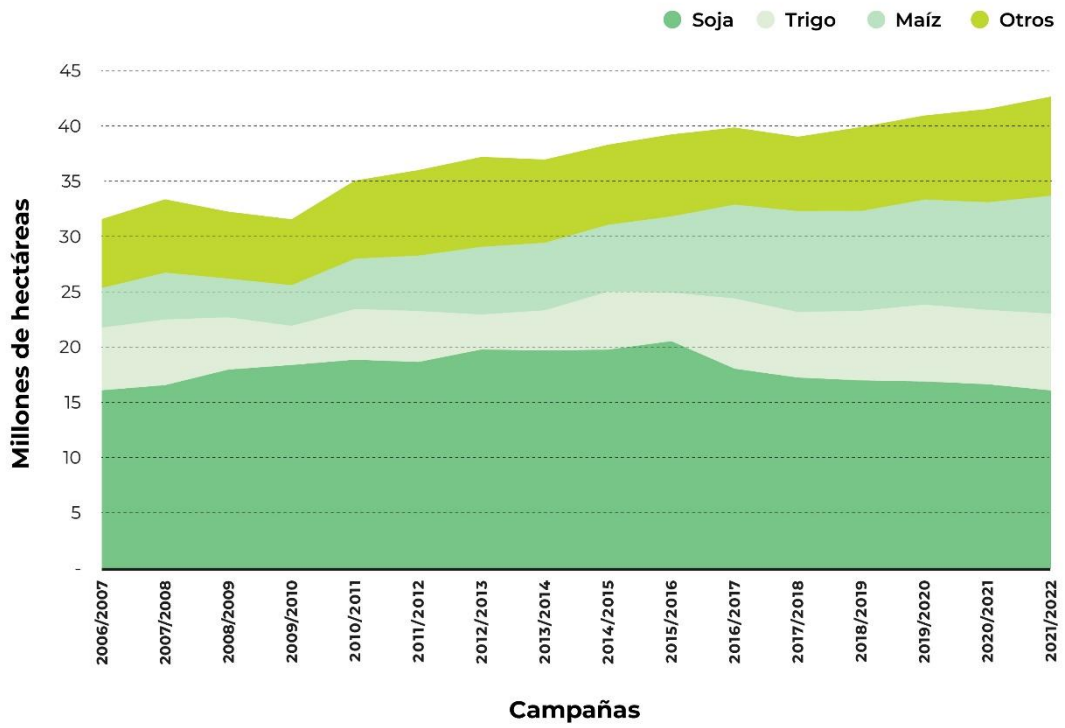
Impulsada por la suba de los precios de los productos agrícolas a principios de la década del 2000, la agricultura ha atravesado un proceso de expansión de la frontera agrícola que continúa hasta la actualidad, favorecida por las circunstancias geográficas y climáticas que proporcionan condiciones aptas para la actividad en grandes extensiones del país.

La producción agropecuaria y agroindustrial representa uno de los aportes más significativos al Producto Interno Bruto (PIB) nacional, como fuente de empleo y como generador de divisas, destacándose la inserción de sectores exportadores en las cadenas regionales y globales de valor. Las principales

[97] CNRT. 2022. Anuario Estadístico Red Ferroviaria de Cargas 2022. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_estadictico_2022_ffcc_cargas.pdf

producciones son las de oleaginosas y cereales, pero desde una perspectiva regional se pueden identificar complejos y sectores productivos de fuerte anclaje territorial e importancia económica local. La superficie sembrada, de tendencia general creciente, alcanzó los 42,5 millones de hectáreas en la campaña 2021/2022[98] como puede observarse en el gráfico presentado a continuación.

Figura 38. Evolución de la superficie sembrada en millones de hectáreas



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP)

Argentina concentra su producción agrícola principalmente en el cultivo de soja. Sin embargo, en la campaña 2019/2020 se observó una caída en la participación de la superficie sembrada de este cultivo y un aumento para el maíz y el trigo, tendencia que se mantiene desde el año 2014. Las provincias con mayor participación en el área sembrada para la campaña 2021/2022, son Buenos Aires (33%), seguida por Córdoba (22%) y Santa Fe (14%)[99].

En cuanto al mercado externo, la exportación de los complejos de oleaginosas y de cereales alcanzó en 2022 el 34% y el 20% del valor económico de las exportaciones, respectivamente[100]. La soja fue el principal producto exportado del sector oleaginoso (89%), mientras que en el sector cerealero los productos con mayor participación fueron el maíz (68%), el trigo (15%) y la cebada (14%).

[98] Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Estimaciones Agrícolas, 2024. http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones
[99] Elaboración propia en base a Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Estimaciones Agrícolas, 2023. http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones.
[100] INDEC. Informes técnicos / Vol. 8, n° 46. https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/complejos_03_24B0330413F2.pdf

Ganadería

La actividad ganadera se desarrolla principalmente en las regiones templadas y cálidas del país, como se presenta en la siguiente ilustración. El stock bovino totalizó unas 53 millones de cabezas en el año 2022[101], de las cuales 50 millones son destinados para sistemas de producción de carne.

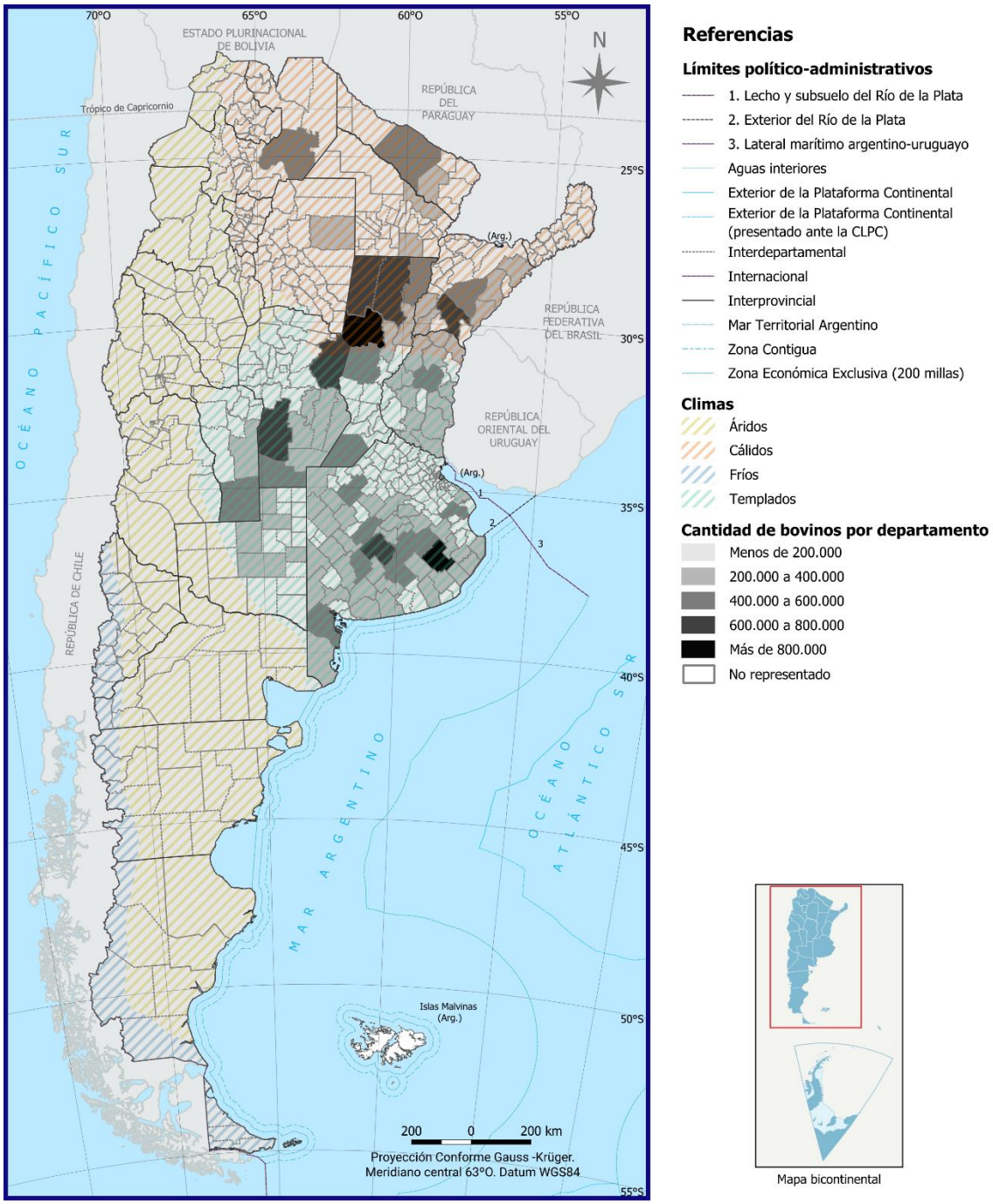
La producción de carne bovina se realiza en dos etapas, denominadas cría e invernada. Los sistemas de cría se desarrollan en su totalidad en sistemas extensivos, mientras que la invernada o engorde puede realizarse de forma extensiva con diferentes intensidades de suplementación, o de manera intensiva en corrales. Los sistemas de engorde varían notablemente entre diferentes regiones del país, pero la mayor parte de la alimentación es de forma extensiva con suplementación a campo.

El stock bovino creció durante los últimos años, luego de alcanzar un mínimo de 48 millones de cabezas en el año 2012, aunque persiste por debajo de su máximo histórico de 60 millones de cabezas en 2007. Desde el año 2020 se observa una leve tendencia decreciente respecto a los años previos debido, en gran parte, a importantes sequías que redujeron la cantidad de alimento disponible para el ganado bovino.

En cuanto a la producción de carne vacuna, luego de alcanzar un pico de 16 millones de animales faenados en el año 2009, la evolución año a año no muestra un comportamiento definido, aunque puede asociarse a ciclos de liquidación y retención de vientres, que a su vez derivan de las condiciones climáticas que condicionan la disponibilidad de alimento. En el año 2022 se faenaron 13,5 millones de cabezas, lo que resultó en la producción de 3,1 millones de toneladas de carne (equivalente res con hueso), de las cuales se exportó un 25,4%, por lo que se estima que el consumo interno fue de 2,3 millones de toneladas[102]. La ganadería bovina de carne se complementa además con ganadería bovina para la producción de leche, y otras ganaderías que resultan de importancia para las economías regionales.

[101] SENASA. Serie Histórica – Existencias de bovinos 2008-2022. https://datos.magyp.gob.ar/dataset/senasa-existencias-bovinas.
[102] IPCVA. Estadísticas 2022. https://www.ipcva.com.ar/documentos/2649_1675428209_informemensualdeexportacionesdiciembre2022.pdf

Ilustración 8. Distribución de la ganadería bovina según las zonas climáticas (año 2022) de la República Argentina



Fuente: Elaboración propia en base a información geográfica del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y del IGN, sobre su plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental".

Tierras Forestales

Bosques cultivados

La República Argentina cuenta con alrededor de 1,3 millones de hectáreas de superficie de bosques cultivados. Las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos concentraron en 2022 el 78% del total de la superficie forestada del

país[103]. Las especies cultivadas fueron principalmente exóticas de rápido crecimiento, de las cuales, un 61% corresponde a coníferas, un 26% a eucaliptos, un 5% a salicáceas y un 8% a otras especies.

Aproximadamente, el 92% de las maderas utilizadas en la industria forestal provienen de los bosques cultivados[104]. La madera se emplea como insumo para la construcción de viviendas, la fabricación de muebles, la producción de papel y la generación de energía. En el año 2022 se extrajeron más de 17 millones de metros cúbicos de rollizos de los bosques cultivados[105], de los cuales el 72% se destinó para productos de madera aserrada, tableros e impregnados, el 20% para producción de pasta celulosa (insumo para la producción de papel y cartón), el 5% para la producción de energía y el 3% restante corresponde a rollizos exportados[106].

En 1998 la República Argentina sancionó la ley n° 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados, que promueve tanto las inversiones de nuevos emprendimientos forestales como las ampliaciones de los bosques cultivados existentes. Actualmente, el fomento establece beneficios fiscales y aportes económicos no reintegrables para la plantación y para las tareas de poda, raleo y manejo de rebrotes, pudiendo incrementarse dicho aporte si se utiliza material mejorado, se realizan tareas con impacto positivo en remediación de cuestiones ambientales y si se cuenta con certificaciones de manejo responsable, como el *Forest Stewardship Council* (FSC) y el Sistema Argentino de Certificación Forestal – CERFOAR, avalado por el *Programme for the Endorsement of Forest Certification* (PEFC). Los plazos originales de la ley fueron extendidos hasta el año 2019 por la ley n° 26.432, en 2008 y por la ley n° 27.487 hasta el año 2029, en el año 2018.

Bosques nativos

La República Argentina posee una extensa superficie de bosques nativos, que abarca 53,18 millones de hectáreas según los ordenamientos territoriales provinciales regidos por la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (ley n° 26.331)[107], sancionada en 2007. Dicha normativa establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, el aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad, y la implementación de ordenamientos territoriales periódicos (cada 5 años) de los bosques nativos existentes en las jurisdicciones provinciales. Cada provincia categorizó sus bosques según tres niveles de conservación: Categoría I (de muy alto valor-rojo), Categoría II (de mediano valor-amarillo) y Categoría III (de bajo valor-verde). De la superficie total de bosques nativos registrados por la ley nacional, el 60% corresponde a

[103] Información brindada por el Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP.
[104] DNDFI, SAGyP. 2022. Situación actual de la industria forestal. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/foresto-industria/_archivos//000001_Informes%20Anuales%20de%20la%20Industria/000003_2022/240130_Situaci%C3%B3n%20de%20la%20Foresto%20Industria%202022.pdf
[105] Ibid.
[106] Ibid.
[107] MAyDS. 2023. Informe de estado de implementación de la ley n°26.331. Reporte 2. Edición 2023. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inf._de_implementacion_2023_-_r2.pdf.

la Categoría II, seguida con un 21% por la Categoría I y por la Categoría III con el 19% restante[108].

En el país se distinguen siete regiones forestales[109], representadas en el siguiente mapa, que albergan diversos tipos de bosques nativos. Estas diferencias responden a las variadas condiciones climáticas, geomorfológicas y edáficas, entre otras variables ambientales. Cada región se caracteriza por la presencia de bosques con fisonomías particulares.

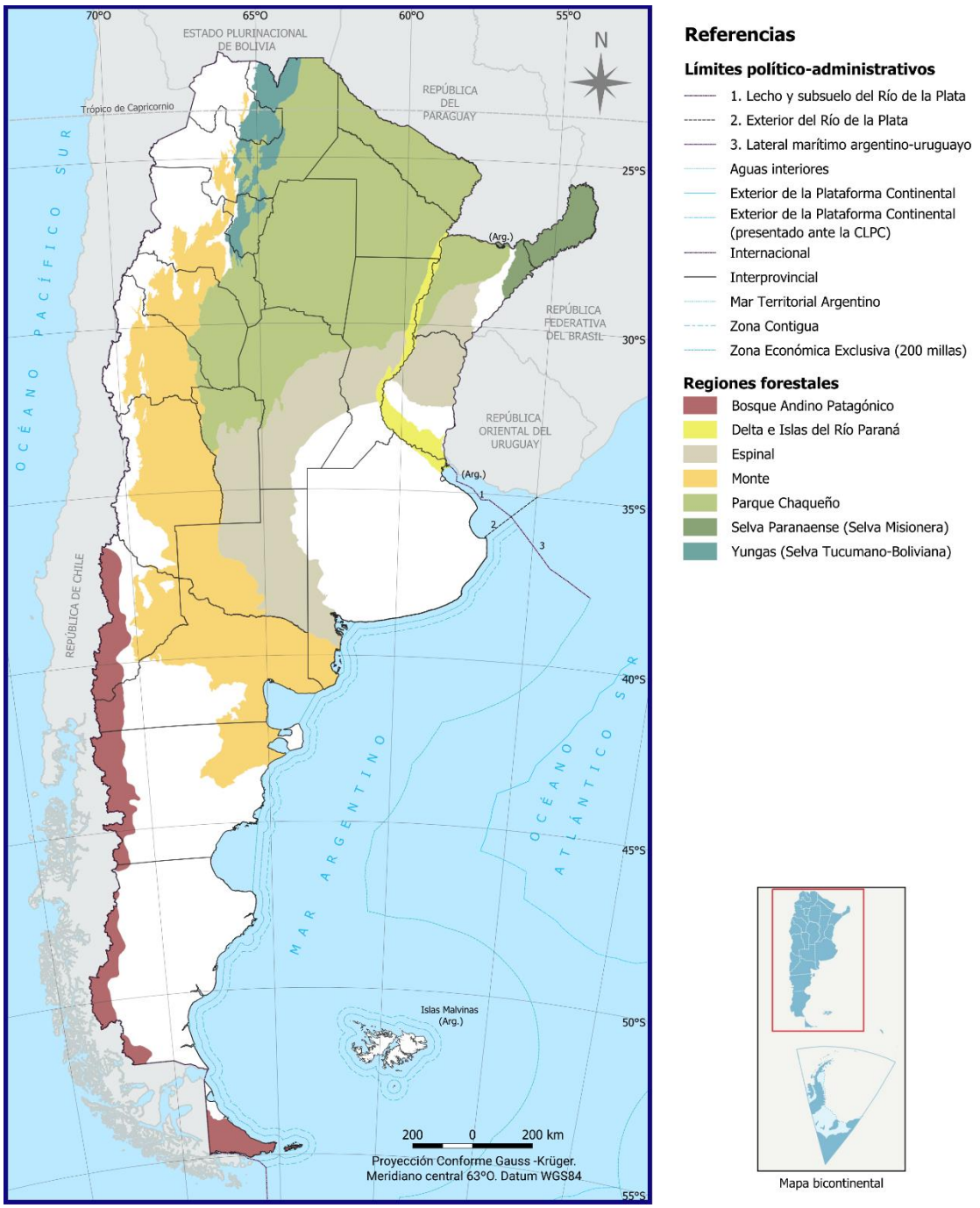
- La región de la Selva Paranaense (Selva Misionera) presenta bosques subtropicales heterogéneos, formaciones boscosas multiestratificadas de 20 a 30 metros de altura, con seis estratos en total: tres estratos arbóreos, un estrato de bambúceas y arbustos, un estrato herbáceo y un estrato muscinal (musgos). Además, presenta lianas y epífitas.
- La región de las Yungas (Selva Tucumano Boliviana) presenta un ecosistema subtropical de montaña, formaciones boscosas de 20 a 30 metros de altura, con cinco estratos en total: dos estratos arbóreos, un estrato arbustivo, un estrato herbáceo y un estrato muscinal. También presenta lianas y epífitas.
- La región Parque Chaqueño presenta bosques caducifolios xerófilos que se alternan con pajonales, praderas y palmares. Esta región se caracteriza por tener zonas húmedas al este y zonas secas al oeste. Si bien presenta condiciones ambientales extremas, alberga una gran biodiversidad y representa la mayor superficie de bosques nativos del país (69%)[110].
- La región Bosque Andino Patagónico presenta bosques caducifolios de clima frío y húmedo de montaña. Se extiende a lo largo del sur de la Cordillera de los Andes, cubriendo una longitud de aproximadamente 3.000 km de norte a sur y un ancho que alcanza unos 30 km. El ingreso de las masas de aire húmedas provenientes del océano Pacífico genera altas precipitaciones en la zona.
- La región Espinal presenta bosques xerófilos caducifolios de hasta 10 metros de altura, alternados con palmares, sabanas, graminosas, estepas graminosas y estepas arbustivas.
- La región del Monte presenta una cobertura boscosa baja predominada por algarrobos del género *Prosopis* y estepas arbustivas xerófilas compuestas principalmente por jarillas.
  La región Delta e Islas del Río Paraná presenta humedales de origen fluvial que se extienden en sentido norte-sur a lo largo de los valles de inundación del curso medio e inferior del río Paraná, donde una pequeña parte es ocupada por bosques nativos. En el curso inferior se presentan bosques xerófilos con ejemplares de ceibo en el interior de las islas que lo componen. La mayor parte de la región está compuesta por formaciones de herbáceas, incluidas pajonales, praderas y juncales.

[108] Ibid.

[109] Jefatura de Gabinete de Ministros. Monitoreo de los bosques nativos. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/umsef.

[110] Subsecretaría de Ambiente Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos, considerando la superficie de Tierras Forestales y Bosques Rurales. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/primer-inventario-nacional-bosques-nativos

Ilustración 9. Regiones forestales de la República Argentina



Fuente: Elaboración propia con base a SSAmb, sobre plantilla del “Mapa Argentina Bicontinental” del IGN

Desde el año 2002 hasta el año 2013[111], la tasa de deforestación promedio fue de 368 mil hectáreas por año. Durante ese período, la deforestación creció exponencialmente alcanzando las 486 mil hectáreas por año en 2007. La implementación de la ley nº 26.331, junto a otras variables concurrentes, generó una reducción en la tasa de pérdida de bosques en los últimos años. En el año 2021 ocurrió una pérdida de 205 mil hectáreas de bosques nativos[112], y en el año 2022 alcanzó las 212 mil hectáreas[113]. En términos absolutos, durante el año 2022, Santiago del Estero fue la provincia con mayor pérdida de bosque nativo, seguida por Chaco y Formosa. En términos relativos, las provincias de Río Negro, Córdoba, San Luis y Chaco registraron las tasas anuales más altas de pérdida de bosque nativo en ese mismo año. A nivel nacional, el 35% de la pérdida total se debió a incendios forestales causando un fuerte impacto en la región Parque Chaqueño, Espinal y Bosque Andino Patagónico[114].

Entre las causas que promueven la pérdida de cobertura de bosque nativo en la República Argentina se identifican la expansión de la frontera agropecuaria, el sobrepastoreo, la sobreexplotación de los recursos forestales, la aplicación deficiente de la legislación y falencias en el control de las intervenciones[115].

Residuos

En la República Argentina los residuos sólidos se gestionan siguiendo la ley n° 25.916 de gestión de residuos domiciliarios, la cual establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de dichos desechos. Son considerados los residuos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial e institucional, que son desechados y/o abandonados (no se incluyen los residuos peligrosos considerando que se encuentran regulados por la ley n° 24.051 de Residuos Peligrosos). La gestión de residuos comprende distintas etapas: generación, recolección, tratamiento, transferencia y disposición final.

En el año 2022 la cantidad de residuos generados per cápita fue de unos 1,15 kg/día[116]. Cerca del 40% del total de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) generados es tratado en los rellenos sanitarios de la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE). La población total servida por la CEAMSE es de aproximadamente 17 millones de habitantes[117]. En cuanto a generación, la provincia de Buenos Aires genera la mayor cantidad de RSU, seguida por la CABA y Córdoba. Sin embargo, la CABA genera la mayor cantidad de RSU por habitante.

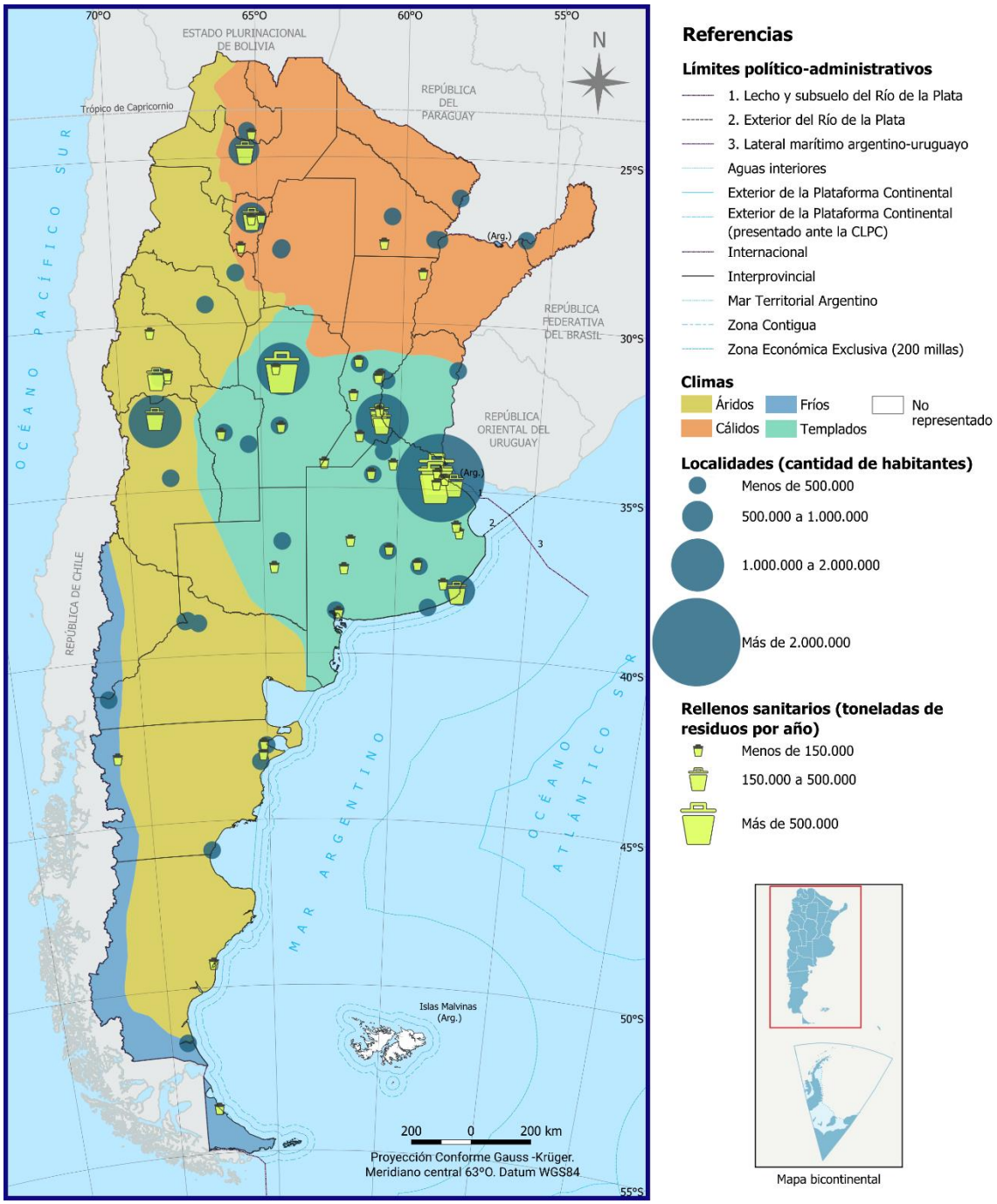
[111] MAyDS. 2019. NREF de la República Argentina. https://redd.unfccc.int/files/2019_nref_argentina_resubmission_oct_final.pdf
[112] Comprende tierras forestales y otras tierras forestales.
[113] Total considerado para las regiones forestales de Parque Chaqueño, Selva Paranaense, Yungas, Espinal, Bosque Andino Patagónico y Monte. MAyDS. 2022. Monitoreo de la superficie de Bosque nativo de la República Argentina.
[114] UMSEF, MAyDS. 2022. Informe de Monitoreo de la superficie de bosque nativo de la República. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/umsef
[115] DNB, MAyDS. 2020. Causas e impactos de la deforestación de los bosques nativos de Argentina y propuestas de desarrollo alternativas. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/desmontes_y_alternativas-julio27.pdf.
[116] MAyDS. 2022. Informe del Estado del Ambiente. https://informe.ambiente.gob.ar/Informe_del_estado_del_ambiente_2022.pdf
[117] CEAMSE. Cobertura complejos ambientales: https://www.ceamse.gov.ar/area-de-cobertura/complejos-ambientales/

La población urbana del país reporta una cobertura de recolección de RSU del 99,8%[118], mientras que la tasa de disposición en rellenos sanitarios es de casi un 65% del total de RSU generados. En cuanto a la recuperación de residuos, la ley n° 25.916 define al tratamiento de RSU como el conjunto de operaciones tendientes al acondicionamiento y valorización de los residuos. Los municipios con plantas de separación se encuentran fundamentalmente localizados en las principales áreas metropolitanas. Asimismo, diversos municipios están comenzando a implementar sistemas de recolección diferenciada.

Respecto a la disposición final, algunas ciudades de mayor jerarquía poseen vertederos controlados, mientras que en el resto del país los residuos sólidos urbanos se disponen en vertederos y basurales a cielo abierto sin tratamiento sanitario controlado. Por otra parte, en el proceso de descomposición de residuos en rellenos sanitarios se produce metano. Esta generación se encuentra fuertemente vinculada con las condiciones climáticas de la zona. Asociado a ello, los principales rellenos sanitarios implementan sistemas de captura y destrucción o uso de biogás colectado. La siguiente ilustración vincula la ubicación de los principales rellenos sanitarios[119] con los centros urbanos más poblados, en función del clima.

[118] MAyDS. 2022. Informe del Estado del Ambiente. https://informe.ambiente.gob.ar/Informe_del_estado_del_ambiente_2022.pdf
[119] Banco Mundial, 2015. Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en la Argentina. Recopilación, generación y análisis de datos – Recolección, barrido, transferencia, tratamiento y disposición final de Residuos Sólidos Urbanos.

Ilustración 10. Ubicación de los principales centros urbanos y rellenos sanitarios, según las zonas climáticas de la República Argentina



Fuente: Elaboración propia con base en información geográfica del MAyDS (2019), del INDEC y del IGN, sobre su plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental"

Industria manufacturera y de la construcción

En la República Argentina el sector industrial se caracteriza por una gran variedad de actividades y empresas, ambas de diversas escalas. Se distinguen como principales rubros la elaboración de productos alimenticios y bebidas, con un 28% del valor bruto de la producción del sector, seguido por la

construcción con un 13% y la fabricación de sustancias y productos químicos[120]. En este sentido, se destaca que la construcción es uno de los rubros más relevantes por la cantidad de proveedores de materiales e insumos que demanda, en su mayoría de origen nacional. Ejemplo de ello son el asfalto, el cemento, el acero, el aluminio, el ladrillo, entre otros[121].

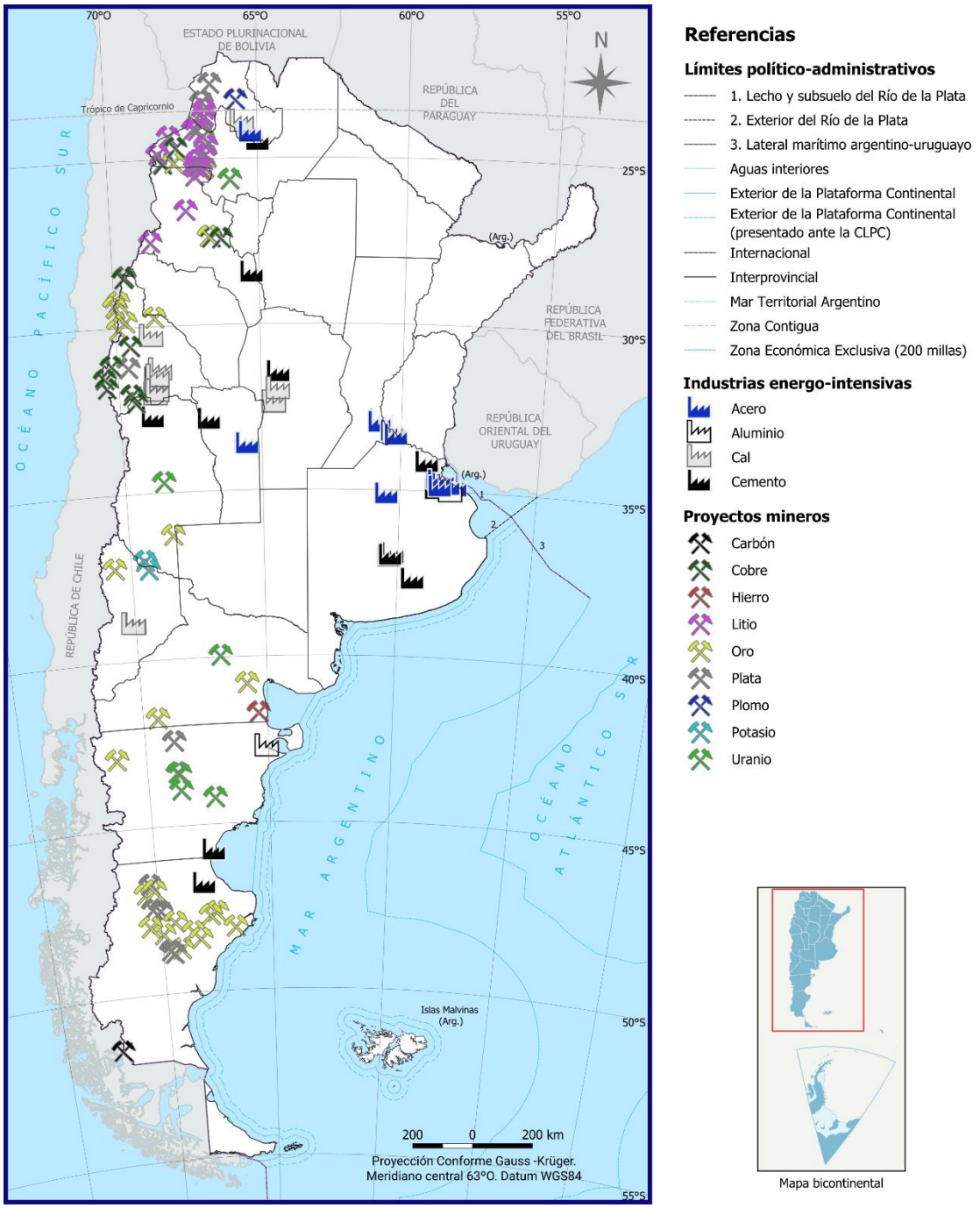
Durante el año 2022, el sector industrial fue el segundo mayor consumidor de gas natural, luego de la generación eléctrica, la demanda de gas natural de la industria representó el 30% del total del gas entregado.

Por otra parte, la minería es un sector intensivo en energía (es decir, consume una cantidad relativamente elevada de energía por unidad de producto). Esto se debe a que el constante movimiento de equipos de transporte requiere de combustibles y a que los procesos de concentración y refinación del mineral requieren abundante electricidad[122]. La minería metalífera se localiza principalmente en la zona cordillerana y región Patagónica, mientras que la minería no metalífera y de rocas de aplicación se desarrollan en las 23 provincias del país, siendo Buenos Aires y Córdoba las que concentran cerca del 50% del valor de producción[123].

La ilustración presentada a continuación muestra la localización de las mayores industrias energo-intensivas del país, exceptuando el sector de alimentos y bebidas, debido a que tienen una gran dispersión territorial. Se muestran, además, los principales proyectos mineros del territorio nacional, a excepción del sector de minería de rocas de aplicación[124].

[120] INDEC. Series por sector de actividad económica: valor bruto de producción y valor agregado bruto. Años 2004-2024, por trimestre. https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-9-47.
[121] Secretaría de Política Económica. Subsecretaría de Programación Regional y Sectorial, Ministerio de Economía. 2020. Informe de Cadena de Valor Sector Construcción. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/construccion_12-2020.pdf
[122] Secretaría de Minería (Ministerio de Desarrollo Productivo) y Centro de Estudios para la Producción XXI (CEP XXI). 2022. Preguntas frecuentes sobre minería. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/preguntas_sobre_mineria_1.pdf
[123] Secretaría de Minería, Ministerio de Desarrollo Productivo. 2020. Minería Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/mineria_argentina-primer_semestre_2020.pdf
[124] Secretaría de Energía, Portal de Datos Abiertos: http://datos.minem.gob.ar.

Ilustración 11. Ubicación de las principales industrias energo-intensivas y proyectos mineros de la República Argentina



Fuente: Elaboración propia con base en información geográfica del MAyDS (2023) y de la Secretaría de Energía (2019), sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

Entidad nacional responsable de la elaboración del INGEI

Los arreglos institucionales para la elaboración y presentación oportuna de los INGEI se encuadran en el perfil institucional y normativo de la administración pública nacional.

La Jefatura de Gabinete de Ministros constituye la autoridad de aplicación de los tratados internacionales de cambio climático suscriptos, de acuerdo con lo establecido por la ley n° 27.520 de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Global (Ley de Cambio Climático). A este efecto, la Subsecretaría de Ambiente (SSAmb) es quien lleva adelante la gestión operativa en materia de reportes de adaptación y mitigación para dar cumplimiento a los compromisos que surgen de la CMNUCC.

En el ámbito de la SSAmb, de acuerdo con el Anexo IV de la decisión administrativa 928 del año 2021, se le asigna a la Coordinación de Mitigación del Cambio Climático la función de "elaborar los inventarios de GEI, las comunicaciones nacionales, informes bienales, contribuciones nacionales y otros proyectos que apoyen los compromisos y metas resultantes de la CMNUCC en materia de mitigación". Además del rol de coordinación del INGEI, incluyendo su compilación, y las actividades para su difusión, la Coordinación de Mitigación es responsable de gestionar el financiamiento para la preparación de los informes bienales (IBA e IBT) y de las CN.

Tal como fuera mencionado, a través de la ley n° 27.520 sancionada en 2019 y su decreto reglamentario n° 1030 del año 2020 se institucionaliza el GNCC, creado en 2016 mediante el decreto del Poder Ejecutivo n° 891 del año 2016, como órgano de gobernanza nacional para el diseño coordinado y consensuado de políticas de adaptación y mitigación al cambio climático.

El GNCC se compone por diversas instancias de trabajo. La Reunión Ministerial, compuesta por las máximas autoridades de las respectivas áreas de gobierno, es la principal instancia de coordinación y articulación del GNCC, y se encuentra asistida por tres Mesas:

- La Mesa de Puntos Focales, con representantes designados por los ministerios;
- la Mesa de Articulación Provincial, con representantes designados por las 23 provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires;
- y la Mesa Ampliada, conformada por toda otra persona física o jurídica interesada en la temática.

La ley, también, dicta la creación del Consejo Asesor Externo (CAE), compuesto por personas expertas en los diversos aspectos de la cuestión climática y por representantes de diferentes sectores y grupos.

La Coordinación Técnica Administrativa (CTA) del GNCC es ejercida por la SSAmb de la Secretaría de Turismo, Ambiente y Deporte, función que fue delegada en la primera Reunión de Ministros celebrada el 23 de septiembre

del 2024[125]. En tal sentido es la encargada de elaborar insumos de las instancias de trabajo del GNCC, el PNAyMCC y las NDC y, además, convoca, facilita y promueve la comunicación entre los espacios que constituyen al GNCC.

Cabe destacar que la ley crea, además, el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC), como herramienta central de transparencia y promoción de la información. Es por ello que el Sistema Nacional de Inventario de GEI (SNI-GEI-AR), creado entre 2017 y 2019 en el marco de la elaboración del IBA3, como sistema de soporte de información que alimenta la construcción del INGEI, se integró al SNICC desde la sanción de la ley.

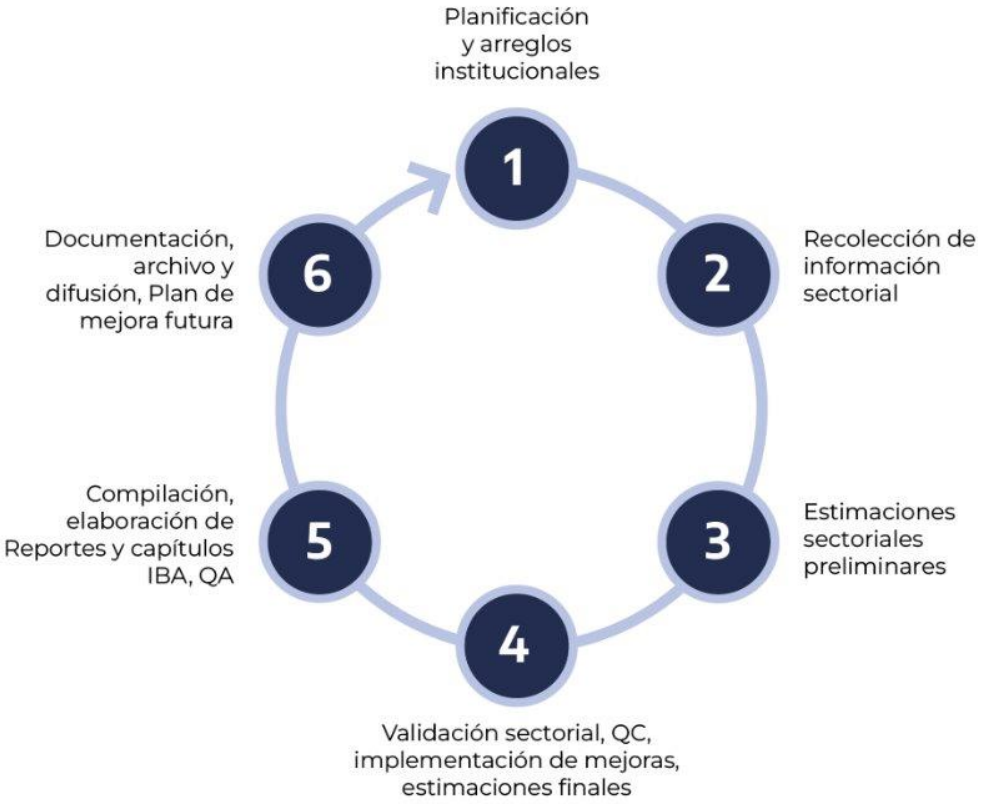
De esta forma, en el marco del SNI-GEI-AR y del GNCC, se genera la articulación con los principales puntos focales ministeriales (denominados en este reporte como puntos focales sectoriales). Estos proporcionan datos, colaboran con la definición metodológica, el desarrollo de supuestos y la redacción de procedimientos. Asimismo, participan de la instancia de intercambio de comentarios del reporte previo a su presentación ante la CMNUCC.

Ciclo de preparación del INGEI

La elaboración del INGEI se lleva adelante a través de una serie de actividades que se realizan periódicamente a lo largo de un ciclo de 2 años. En la ilustración siguiente se muestran las etapas principales del ciclo actual de preparación del INGEI de la República Argentina.

[125] El Jefe de Gabinete de Ministros como Autoridad de Aplicación Nacional de la ley nº 27.520 delegó en el titular de la Secretaría de Turismo, Ambiente y Deportes la facultad de presidir el Gabinete Nacional, a través de la resolución nº 101 del año 2024, Anexo VII, de la Jefatura de Gabinete de Ministros. Posteriormente, de acuerdo a lo detallado en el primer punto del Acta de la Reunión de Ministros Nº 1/2024 se delega la función a la SSAmb. https://ciam.ambiente.gob.ar/images/uploaded/recursos/568/IF-2024-111741006-APN-SSAM-JGM.pdf

Ilustración 12. Ciclo de preparación del INGEI



Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se detallan las actividades que componen cada etapa y los principales organismos responsables, también se indican con una tilde los procesos finalizados durante la elaboración del INI del IBT1.

Tabla 19. Etapas, actividades y responsables del ciclo de elaboración del INGEI

Etapa	Actividad	Responsable Principal
1.Planificación y arreglos institucionales	✓ Plan de trabajo INGEI, incluyendo selección de mejoras a implementar ✓ Reunión inicial equipo INGEI y puntos focales sectoriales ✓ Inicio de documentación y archivo × Actualización de Manual de INGEI e Instructivos	Subsecretaría de Ambiente
2.Recolección de información sectorial	✓ Solicitud formal de información ✓ Bilaterales sectoriales ✓ Procesamiento y ajustes ✓ Selección de métodos y factores de emisión (FE)	Subsecretaría de Ambiente + Puntos Focales Sectoriales
3.Estimaciones sectoriales preliminares	✓ Cálculo de emisiones de GEI ✓ Recálculo de serie temporal ✓ Elaboración de procedimientos de cálculo × Actualización de Procedimientos	Subsecretaría de Ambiente + Puntos Focales Sectoriales
4.Validación sectorial, QC, Implementación de mejoras, estimaciones finales	✓ Revisión Experta Interna Sectorial ✓ Estimaciones finales ✓ Estimación de incertidumbres	Subsecretaría de Ambiente + Puntos Focales Sectoriales
5.Compilación, elaboración de Reportes y capítulos IBTA, QA	✓ Análisis de Categorías principales ✓ Generación de tablas de reporte ✓ Elaboración de capítulos IBTIBA ✓ Informe de Inventario por Actividad ✓ Reporte digital del INGEI (ETF Tools) × Revisión externa	Subsecretaría de Ambiente
6.Documentación, archivo y difusión. Plan de mejoras futuras	✓ Finalización de documentación y archivo de la información ✓ Identificación de mejoras futuras ✓ Talleres socialización de resultados finales y totales ✓ Elaboración de material de comunicación	Subsecretaría de Ambiente + Puntos Focales Sectoriales

Fuente: Elaboración propia

Dado que la elaboración del inventario es responsabilidad de la Coordinación de Mitigación de la SSAmb, en dicha área de gobierno se encuentra la mayor parte del Equipo Técnico Experto del INGEI que está conformado por los siguientes roles:

- Coordinación de INGEI y Mitigación

- Coordinación Técnica
- Compilación
- Punto Focal Sectorial
- Equipo Técnico Experto

En conjunto las personas con roles de Coordinación Técnica, Coordinación de INGEI y Mitigación, y de Compilación diseñan el plan de trabajo del ciclo de elaboración del inventario, y ajustan los tiempos de elaboración, actualización, revisión y entrega del INGEI para que sean consistentes con los plazos de presentación bienal establecidos para los reportes.

La persona a cargo de la Coordinación de INGEI vela por la calidad y la consistencia de todos los productos elaborados en el marco del IBT. Paralelamente, es responsable del envío formal de los reportes de inventario a la CMNUCC y tiene responsabilidad técnica de la interrelación con las agencias de financiamiento en temas de mitigación e inventario.

Por otra parte, la persona encargada de la Coordinación Técnica cumple el rol de responsabilidad administrativa y técnica del INGEI. Gestiona la contratación de especialistas y da seguimiento a los productos entregados por el Equipo Técnico Experto, asegurando que los mismos cumplan con lo requerido. Además, da soporte en los procesos de evaluación de los reportes.

El Equipo Técnico Experto está compuesto por profesionales organizados en grupos sectoriales, dentro de los cuales se designan líderes y expertos sectoriales encargados de llevar a cabo las siguientes actividades:

- actualización del Manual de Procesos (M) y de los documentos y archivos de soporte asociados (Informe de Inventario de Gases de Efecto Invernadero por Actividad (IIA), Instructivos (I), Procedimientos (P), Hojas de Trabajo (HT) y Hojas de Seguimiento (HS)), con base en los insumos provistos por las entidades Punto Focal Sectorial;
- sistema de aseguramiento y control de la calidad del INGEI;
- análisis de incertidumbre y de categorías claves,
- evaluación de la exhaustividad;
- elaboración del INI;
- sistema de archivo y documentación del INGEI;
- elaboración del plan de mejoras futuras;
- colaboración con el compilador del INGEI en la revisión del INGEI;
- migración de datos a las Tablas Comunes de Reporte (CRT, por sus siglas en inglés), establecidas en el Marco de Transparencia Reforzado (ETF, por sus siglas en inglés).

La persona con rol de Compilación del INGEI, por su parte:

- agrupa toda la documentación generada para elaborar el INGEI, junto con la serie temporal coherente;
- carga los resultados del INGEI en la herramienta electrónica para el reporte de CRT provista por la CMNUCC (*ETF GHG Inventory Reporting Tool*);
- compara los resultados entre los sucesivos informes (IBA e IBT).

Tal como se mencionó previamente, el Equipo Técnico Experto del INGEI articula, en el marco del GNCC y del SNI-GEI-AR, con los Puntos Focales Sectoriales con el fin de dar cumplimiento a los plazos y los parámetros de calidad requeridos.

Archivo de información del INGEI

El SNI-GEI-AR, creado entre 2017 y 2019 e incorporado al SNICC desde la sanción de la ley n° 27.520 en 2019, es un sistema de soporte de información que alimenta la construcción del INGEI que se basa en relaciones interinstitucionales y procedimientos estandarizados para el intercambio de datos, validación y compilación de inventarios robustos y transparentes.

Este sistema de información garantiza la transparencia y trazabilidad del proceso de elaboración del INGEI, mediante la estandarización de todas las etapas y actividades del proceso. Esto se logra a través de la utilización de planillas de cálculo y de reporte con formato de base de datos para un manejo sistematizado de la información, además, se incluyen los registros de las fuentes de datos y los supuestos utilizados. Por otro lado, el SNI-GEI-AR aporta a la sostenibilidad y periodicidad de presentación de los INGEI del país al facilitar la asignación y distribución de tareas concretas entre los actores de la estructura. El sistema también permite evaluar la consistencia del INGEI con las medidas de mitigación incluidas en documentos de planificación nacional elaborados por el GNCC y proporciona los insumos técnicos necesarios para la planificación de políticas a mediano y largo plazo.

A modo de estructura general, como se observa en la siguiente figura, el SNI-GEI-AR incluye 1 Manual de Procesos, 6 Instructivos y 32 Procedimientos específicos para cada Subactividad, junto con sus respectivas HT. En la tabla siguiente se observa la estructura y el contenido de dichos documentos, que detallan los métodos, pasos y procesos necesarios para su operación y para la elaboración, reporte y actualización periódica del INGEI de la República Argentina. Se recuadran en verde los documentos elaborados durante la preparación del INI del IBT1.

Figura 39. Componentes SNI-GEI-AR



Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Tipos de documentos del SNI-GEI-AR

Código	Tipo de documento	Contenido	Nivel
M	Manual	Define la estructura general del SNI, las directrices generales para la elaboración y reporte del INGEI y las diferentes etapas del proceso. Incluye los arreglos institucionales necesarios y los organismos de aplicación vinculados con el INGEI, junto con el tipo de cooperación institucional necesaria para garantizar el proceso de elaboración continua del INGEI.	País
I	Instructivo	Describe las categorías de fuentes de emisión y absorción incluidas según las circunstancias nacionales; detalla los pasos y tareas necesarias para obtener los datos y parámetros de base y realizar las estimaciones por actividad. Incluye los chequeos para garantizar el control, el aseguramiento y la verificación de la calidad del inventario sectorial. Además, lista los productos entregables, asigna responsables, e incorpora un cronograma de actividades y una grilla de seguimiento asociada.	Actividad
P	Procedimiento	Explica detalladamente los métodos de cálculo y procesamientos necesarios para estimar, reportar y controlar la calidad de las emisiones y absorciones de GEI de cada subactividad. Incluye la descripción de la metodología de cálculo aplicada, los datos de actividad y los factores de emisión utilizados y las adaptaciones	Subactividad

Código	Tipo de documento	Contenido	Nivel
		nacionales realizadas. Además, detallan la marcha de cálculo de las incertidumbres y los procesos de control y aseguramiento de la calidad del INGEI entre otros componentes.	
DA	Datos de actividad	Planilla de cálculo que agrupa los datos cedidos por las fuentes de información, para el cálculo de las estimaciones en las Hojas de Trabajo.	Subactividad
HT	Hoja de Trabajo	Planilla de cálculo que aplica la metodología y supuestos correspondientes, en la cual se introducen los datos de actividad y parámetros utilizados para obtener las estimaciones. Se incluyen dentro de la categoría "HT" a las planillas de cálculo correspondientes a la estimación de incertidumbres.	Subactividad
INI	Informe Nacional de Inventario	Es el Informe que acompaña al IBA para reportar ante la CMNUCC.	País
IIA	Informe de Inventario por Actividad	Es el Informe interno para la compilación del INI que incluye la información que fue necesaria para la elaboración de las estimaciones, la comparación entre el presente INGEI y el anterior, y el análisis de las series temporales.	Actividad
HS	Hoja de Seguimiento	Es la Hoja de control de las actividades de gestión del SNI-GEI-AR.	País
ETF Tool	Plataforma web	Es la herramienta digital dispuesta por la CMNUCC para que las Partes comuniquen electrónicamente la información asociada a según lo estipulado por las modalidades, procedimientos y directrices del marco reforzado de transparencia. En ella se realiza la carga de DA, la estimación de emisiones de GEI y son generadas las tablas de reporte.	Subactividad
HE	Hoja de traducción al español	Planilla de cálculo que agiliza la traducción y armado de tablas CRT del inglés al español	Subactividad

Fuente: Elaboración propia

Los Procedimientos, con sus respectivas HT representan la base del sistema de archivo, que luego son utilizadas para la elaboración de los reportes. Por su parte, los IIA forman parte del proceso de elaboración del INI, mientras que las planillas de comparación de las HT entre inventarios se utilizan como una instancia de control de calidad.

Cabe destacar que, conforme a requerimientos y formatos establecidos en las MPG y las CRT, durante la elaboración del presente INI del IBT1, se inició un proceso de adaptación del SNI-GEI-AR en cuanto a estructura y documentos que lo conforman.

Al momento, el sistema de archivo del IBT1, cuenta con un total de 488 archivos: 53 archivos de procesamiento de datos de base, 239 archivos de cálculo, 33 de procedimientos (32 de cálculo y un manual de uso de variables

explicativas), 118 archivos de redacción de INI e IBT, 40 archivos de compilación y 5 de seguimiento.

Asimismo, el sistema de archivo contiene una biblioteca virtual con la información de base utilizada (reportes, estadísticas, envíos de información, entre otros), los archivos de procesamiento de la información de base para obtener los datos de actividad (agrupamiento, sumatorias, homologación de nombres, etc.), los archivos de cálculo de emisiones (incluyendo el detalle de los FE utilizados y, en caso de aplicar métodos de Nivel 2 y 3, los cálculos correspondientes), la descripción de los procedimientos de cálculo y los archivos de compilación del INGEI y el INI.

El sistema de archivo se encuentra alojado dentro de una plataforma colaborativa, que incluye herramientas para la comunicación, la edición de documentos de texto y de cálculo, agilizando el trabajo conjunto, mejorando la trazabilidad de la documentación y facilitando la asignación de roles y el seguimiento de tareas dentro del equipo de trabajo.

A su vez, tomando como base el sistema de archivo existente, se crearon repositorios digitales a fin de resguardar la documentación de los ciclos de IBA3, IBA4 e IBA5. Además, se realizan periódicamente procesos de resguardo de la información, mediante la generación de copias de seguridad en los servidores físicos de la SSAmb.

Procesos para la consideración oficial y aprobación del inventario

Como se mencionó previamente, el SNI-GEI-AR incluye un módulo de intercambio de información con distintas instituciones públicas y privadas. Una vez finalizada la redacción de las distintas secciones del INI, las mismas son compartidas con los puntos focales sectoriales, lo que permite el intercambio de comentarios previo al reporte ante la CMNUCC.

Dicho intercambio se gestiona mediante el sistema oficial del Generador Electrónico de Documentos Oficiales (GEDO), de esa manera, se lleva un registro de las notas de solicitud y de respuesta con los documentos compartidos. El marco general de este intercambio es el GNCC.

Descripción general de las metodologías

Metodología

Las guías metodológicas y decisiones consideradas para la elaboración del INGEI 2022 son:

- Decisión 18/CMA.1 – MPG para el marco de transparencia para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París.
- Decisión 5/CMA.3 – Orientaciones para la puesta en práctica de las modalidades, los procedimientos y las directrices para el marco de

transparencia reforzado para las medidas y el apoyo a que se hace referencia en el artículo 13 del Acuerdo de París
- Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
- Refinamiento del IPCC de 2019 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Para la elaboración del INGEI 2022 se estimaron las emisiones y absorciones correspondientes al conjunto completo de GEI contemplados en las Directrices del IPCC de 2006, complementadas en algunos casos con su Refinamiento de 2019. También se estimaron los gases precursores de GEI: CO, COVDM, NO_x y SO_2 indicados en el capítulo III del Anexo de la Decisión 17/CP.8.

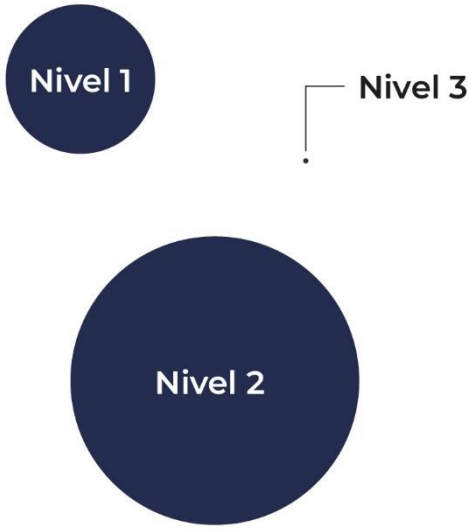
Método de cálculo

El INGEI 2022 incorpora todos los sectores, categorías y subcategorías de fuentes y sumideros del país y para las cuales se obtuvo información. No incluye información relativa a las emisiones y absorciones de las Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sándwich del Sur y los espacios marítimos circundantes, que son parte integrante del territorio nacional de la República Argentina, encontrándose ilegalmente ocupadas por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y son objeto de una disputa de soberanía entre ambos países, reconocida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, su Comité Especial de Descolonización y otras organizaciones internacionales.

Los FE utilizados provienen de las Directrices del IPCC de 2006 y del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Adicionalmente, se utilizan parámetros locales en aquellos FE que se construyen a partir de una metodología de Nivel 2.

La siguiente ilustración permite visualizar qué proporción de las emisiones totales del INGEI se estima con cada nivel de cálculo. Esta proporción se calcula en base al valor absoluto de las emisiones brutas estimadas en cada categoría del inventario. Más del 79% del volumen de las emisiones se estima con datos y FE locales. Las metodologías de nivel 1 y nivel 3 representan un 21% y 0,0023% del volumen de las emisiones, respectivamente.

Ilustración 13. Estimación de emisiones por método de cálculo



Fuente: Elaboración propia

Fuentes de información

La selección de datos de actividad se llevó a cabo teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- fuentes de información oficiales o de instituciones reconocidas en sus áreas específicas;
- representativas de las categorías;
- periódicas, de modo tal de mantener coherencia de la serie temporal.

La selección y utilización de fuentes de información para la elaboración del INGEI se acordó con los correspondientes Puntos Focales Sectoriales en el marco del GNCC. Para realizar un chequeo cruzado o toda vez que no fuera posible acceder a fuentes con esta serie de características, se tomaron fuentes de información basadas en informes aislados de un año determinado utilizando las técnicas adecuadas para obtener una serie temporal consistente.

A continuación, se resumen las fuentes oficiales de información más relevantes utilizadas para realizar el INGEI 2022 del IBT1:

- Estadísticas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP)[126] del Ministerio de Economía. Se utilizan las estadísticas publicadas para ganaderías bovinas de carne y leche y de ganaderías no bovinas.
- Balance Energético Nacional (BEN)[127]: El BEN de la Secretaría de Energía (SE) del Ministerio de Economía resume la información relativa a la

[126] SAGyP. https://www.argentina.gob.ar/economia/agricultura
[127] Balances energéticos. https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/balances-energeticos

producción, importación, exportación, transformación y consumo de energía en Argentina, constituyéndose en una herramienta estadística fundamental para el análisis del sector energético y la definición de políticas públicas a mediano y largo plazo. El BEN se elabora anualmente y es de acceso público.

- Estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)[128]: El INDEC es un organismo público de carácter técnico, dentro de la órbita del Ministerio de Economía, que ejerce la dirección superior de todas las actividades estadísticas oficiales que se realizan en la República Argentina.
- Estadísticas del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA)[129]: El SENASA es un organismo descentralizado de la SAGyP, encargado de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad, calidad animal y vegetal e inocuidad de los alimentos de su competencia; así como de verificar el cumplimiento de la normativa vigente en la materia. También es de su competencia el control del tráfico federal, de las importaciones y exportaciones de productos, subproductos y derivados de origen animal y vegetal, fármaco-veterinarios y agroquímicos, productos agroalimentarios, fertilizantes y enmiendas. Se utilizan las estadísticas asociadas a la vacunación que el organismo presenta anualmente.
- Estadísticas del Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS)[130]: El ENARGAS es un organismo autárquico creado en el año 1992 mediante la ley n° 24.076, Marco Regulatorio de la Industria del Gas. Se encuentra en el ámbito de la SE del Ministerio de Economía, y cumple con las funciones de regulación, control, fiscalización y resolución de controversias, que le son inherentes en relación con el servicio público de transporte y distribución de gas de la República Argentina. Publica mensualmente la estadística de consumo de gas natural distribuido por redes según tipo de usuario y, cada año publica un anuario estadístico utilizado para controlar los consumos de gas natural.
- SESCO – DS[131]: Es el Sistema de declaraciones juradas de operadores de combustibles derivados del petróleo – Módulo Downstream de la SE del Ministerio de Economía. El concepto general del sistema se basa en el cierre de balances de proceso y producción (en masa) y el balance comercial por producto (cada uno en sus unidades físicas). Las tablas publicadas son de acceso público y de actualización mensual.
- Estadísticas de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima (CAMMESA)[132]: La CAMMESA tiene como funciones principales la coordinación de las operaciones de despacho, la responsabilidad por el establecimiento de los precios mayoristas y la administración de las transacciones económicas que se realizan a través del Sistema Interconectado Nacional. Publica estadísticas operativas mensualmente detallando consumos de combustibles y generación de energía eléctrica, entre otras, por máquina conectada al Sistema Interconectado Nacional.

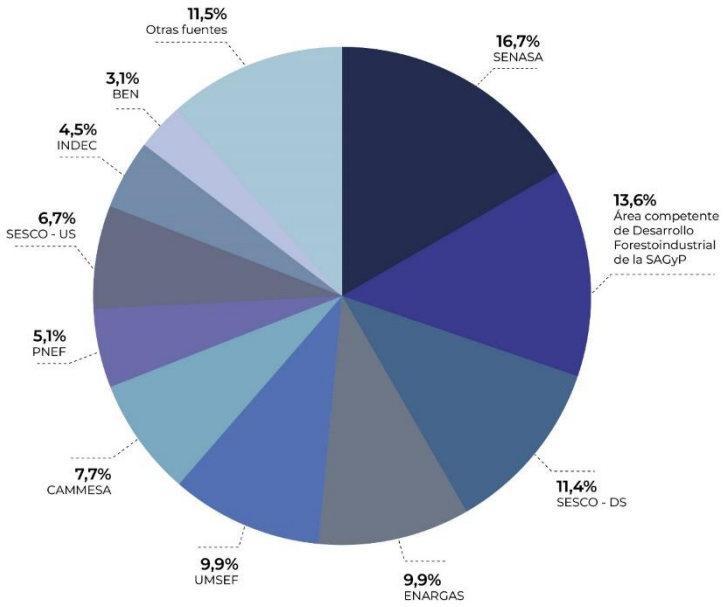
[128] INDEC. https://www.indec.gob.ar/
[129] SENASA. https://www.argentina.gob.ar/senasa
[130] ENERGAS. https://www.enargas.gob.ar/secciones/institucional/introduccion.php
[131] Sistema SESCO. https://www.se.gob.ar/sesco/main.php
[132] CAMMESA. http://portalweb.cammesa.com/Pages/Institucional/agentes/mision.aspx

- SESCO – US[133]: Sistema de declaraciones juradas de producción de gas y petróleo por parte de los operados – Módulo Upstream de la SE del Ministerio de Economía. Las tablas publicadas son de acceso público y de actualización mensual.
- Estadísticas del Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP[134]: tiene como objetivos "Disponer de inventarios confiables de forestación, que además permitan conocer la oferta disponible de madera para cada sector de la industria" y "Obtener estadísticas confiables de la actividad industrial". En dicho marco publica información estadística con periodicidad anual sobre bosques cultivados.
- Estadísticas de Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF)[135]: La UMSEF dependiente del Área competente de Bosques de la SSAmb, en el marco del Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques Nativos (SNMBN), tiene como objetivo principal generar, analizar, almacenar y publicar datos e información confiables relacionados a los bosques nativos de la República Argentina, manteniendo de esta manera actualizada una base de datos de los recursos forestales nativos. En este sentido, se realiza el monitoreo de los bosques nativos, para la detección, cuantificación y seguimiento a lo largo del tiempo de procesos de origen natural y/o antrópico que modifican la estructura y/o extensión de los ecosistemas forestales naturales utilizando principalmente técnicas de teledetección y un sistema de información geográfica (SIG). A partir de la sanción de la ley n° 26.331, el monitoreo de la pérdida de bosque nativo que se realiza contribuye con la verificación del cumplimiento del artículo 8° y 9° de la mencionada ley. Se publican informes anuales sobre los cambios de cobertura de los bosques nativos.
- Estadísticas del Programa Nacional de Estadística Forestal (PNEF)[136]: El PNEF dependiente del Área competente de Bosques de la SSAmb maneja el Sistema de Información de Estadística Forestal cuyos objetivos principales son: producir información estadística forestal confiable, adecuada y oportuna; utilizar la información para la planificación y evaluación de políticas económicas y sociales en el marco de un desarrollo sustentable; difundir en la sociedad la importancia de los productos derivados del bosque; conocer el potencial de la industria forestal y sus posibles polos de desarrollo; cuantificar los incendios forestales producidos en el país y evaluar en el futuro las consecuencias ecológicas, económicas y sociales de los mismos; elaborar las transacciones de los productos forestales y la balanza comercial, así como las negociaciones con los bloques económicos. El PNEF publica informes anuales.

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de emisiones GEI según las fuentes de dato de actividad mencionadas precedentemente.

[133] Sistema SESCO. https://www.se.gob.ar/sesco/main.php
[134] Desarrollo Foresto Industrial, SAGyP. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/
[135] UMSEF. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/tierra/bosques-suelos/manejo-sustentable-bosques/umsef
[136] PNEF. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/estadistica-forestal

Figura 40. Estimación de emisiones GEI por fuente de dato de actividad del INGEI



Fuente: Elaboración propia

Descripción y análisis de categorías principales

Las categorías principales del inventario fueron obtenidas siguiendo el Método 1 por evaluación de nivel, tendencia e incertidumbre. Para ello se tuvieron en cuenta las emisiones y absorciones en valor absoluto en función de la participación que cada fuente tiene en el inventario hasta cubrir el 85% del total[137].

Este análisis se realizó siguiendo los lineamientos establecidos en el Cuadro 4.1 de las Directrices del IPCC de 2006 (Volumen 1, Capítulo 4) para determinar el nivel de agregación de las categorías de los sectores Energía, PIUP, Usos de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) y Residuos.

En el caso del sector Agricultura y ganadería, dado que contiene varias subcategorías significativas, se tomó la recomendación de realizar el análisis de categorías principales (KCA, por sus siglas en inglés) con un nivel mayor de desagregación. Particularmente, la categoría 3A se subdividió conforme a las subcategorías presentadas en las CRT, en 3A1a – Ganado bovino de leche, 3A1b – Ganado de bovino de carne, 3A2 – Ovejas, 3A3 – Cerdos y 3A4 – Otras ganaderías. De la misma manera se realizó la desagregación para las categorías de Gestión del estiércol (3B) y para las emisiones directas de N_2O

[137] Ver sección Flexibilidades aplicadas del presente capítulo.

provenientes de abono orgánico y de excretas en pasturas (categorías 3D1b y 3D1c, respectivamente), asociadas a la actividad ganadera.

En el caso de las emisiones indirectas de N_2O (3D2) se siguió una desagregación consistente con la de la categoría 3D1; se desagregaron por tipo de producción animal (siguiendo el mismo criterio que en la categoría 3A), residuos de cosecha, fertilizantes sintéticos y emisiones de N_2O debidas a la pérdida de materia orgánica del suelo.

Las categorías principales por nivel resultantes del KCA se muestran en la siguiente tabla, en orden decreciente según su nivel de contribución.

Tabla 21. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Nivel

Código de la categoría del IPCC	Categoría del IPCC	Tipo de Combustible	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año Ex,t [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación del último año $\|Ex,t\|$ [$ktCO_2e$]	Evaluación de nivel Lx,t [%]	Total acumulativo de la Evaluacion de nivel [%]
3A1b	Fermentación entérica bovinos de carne	N/A	CH_4	64.834	64.834	16%	16%
1A3b	Transporte terrestre	Líquido	CO_2	45.477	45.477	11%	27%
1A4	Otros sectores	Gas	CO_2	30.050	30.050	7%	34%
4C2	Tierras convertidas en pastizales	N/A	CO_2	28.762	28.762	7%	41%
1A1a	Producción pública de electricidad y calor	Gas	CO_2	27.744	27.744	7%	48%
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	Gas	CO_2	23.908	23.908	6%	54%
1B2b	Gas natural	N/A	CH_4	20.432	20.432	5%	59%
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo	N/A	CO_2	17.071	17.071	4%	63%
5A	Eliminación de residuos sólidos	N/A	CH_4	14.300	14.300	3%	67%
1A1a	Producción pública de electricidad y calor	Líquido	CO_2	9.797	9.797	2%	69%
1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	Gas	CO_2	9.508	9.508	2%	71%
3A1a	Fermentación entérica bovinos lecheros	N/A	CH_4	7.142	7.142	2%	73%
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	N/A	HFC/PFC	5.761	5.761	1%	74%
1A4	Otros sectores	Líquido	CO_2	5.619	5.619	1%	76%
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales	N/A	CO_2	5.439	5.439	1%	77%
3D1a	Directas fertilizantes sintéticos	N/A	N_2O	5.436	5.436	1%	78%
2C1	Producción de hierro y acero	N/A	CO_2	5.285	5.285	1%	80%
2A1	Producción de cemento	N/A	CO_2	5.255	5.255	1%	81%
1A3b	Transporte terrestre	Gas	CO_2	4.634	4.634	1%	82%
5D1	Aguas residuales domésticas	N/A	CH_4	4.540	4.540	1%	83%
3D1d	Directas residuos de cosecha	N/A	N_2O	4.539	4.539	1%	84%
1A1b	Refinación del petróleo	Gas	CO_2	4.248	4.248	1%	85%

Fuente: Elaboración propia

El sector energético fue el de mayor participación en las categorías principales para el año 2022. La categoría 1A3b – Transporte terrestre (CO_2 – líquido y gas) se estima con Nivel 2, dado que se utilizaron FE de CO_2 específicos para el país de los combustibles líquidos gasoil y nafta y para el gas natural. La categoría 1A4 – Otros sectores (CO_2 – gas y líquido) se estima con método de cálculo Nivel 2 para un 87% de las emisiones, y de Nivel 1 para el 13% restante. Por último, la

categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor (CO_2 – gas y líquido) se estima con un método de cálculo Nivel 2.

En el caso de la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción (CO_2 - gas) las emisiones se estimaron con método de Nivel 2, dado que se utilizaron FE de CO_2 específicos para el país de los combustibles líquidos gasoil y nafta. La categoría 1B2b - Gas natural (CH_4) se estimó con el método de Nivel 1, ya que no se dispone de mediciones reales o datos suficientes para emplear modelos de cálculo, ni existen FE nacionales. La categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas se estimó en su mayoría con el método de Nivel 1, salvo en 1A1cii – Extracción de petróleo y gas, donde se aplicó el método de Nivel 2, específicamente para el gas natural.

En el sector Agricultura y ganadería la categoría 3A1b – Fermentación entérica bovinos de carne (CH_4), es la que más aportó al INGEI 2022; es estimada con el método de cálculo de Nivel 2. La categoría 3A1a - Fermentación entérica bovinos lecheros se estimó con el método de cálculo Nivel 2, ya que se dispone de una caracterización de ganado mejorada. Por último, las categorías 3D1a – Directas fertilizantes sintéticos (N_2O) y 3D1d – Directas residuos de cosecha (N_2O) se estimaron con método de cálculo Nivel 1, ya que no se cuenta con información suficiente para adecuar a un nivel de cálculo mayor.

Dentro del sector UTCUTS el mayor aporte corresponde a la categoría 4C2 - Tierras convertidas en pastizales (CO_2) que se estiman con un método de cálculo Nivel 2. La categoría 4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo (CO_2) se estimó con método de cálculo Nivel 2 en el caso de la subcategoría 4B2a - Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo y de Nivel 1 para la subcategoría 4B2b - Pastizales convertidos en tierras de cultivo, ya que en esta última no se dispone de datos específicos para el país. Por último, también es principal la categoría 4B1 - Tierras de cultivo que permanecen como tales, en la cual se reporta la variación de materia orgánica del suelo (CO_2), se estimó usando el método de cálculo Nivel 2, ya que utiliza datos nacionales.

En el sector Residuos la categoría 5A – Eliminación de residuos sólidos (CH_4) ha sido estimada con método de cálculo Nivel 2, mientras que la categoría 5D1 - Aguas residuales domésticas (CH_4) se estimó con método de cálculo Nivel 1.

Por último, en el sector PIUP se incluyen dos categorías principales. La categoría 2F1 – Refrigeración y aire acondicionado (HFCs) se estimó con método de cálculo Nivel 2, y la categoría 2C1 – Producción de hierro y acero (CO_2) se estimó con el método de Nivel 1, sin embargo, se está trabajando con el sector para poder estimar las emisiones con un nivel superior. La categoría 2A1 - Producción de cemento (CO_2), se estimó con método de cálculo Nivel 2.

Dando cumplimiento al párrafo 25 de la Decisión 18/CMA.1, el KCA por nivel se realizó también excluyendo el sector UTCUTS. Este análisis no arrojó categorías principales diferentes a las obtenidas al incluir todos los sectores.

Tabla 22. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Nivel (sin UTCUTS)

Código de la categoría del IPCC	Categoría del IPCC	Tipo de Combustible	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año Ex,t [$GgCO_2eq$]	Valor absoluto de la estimación del último año $\|Ex,t\|$ [$GgCO_2eq$]	Evaluación de nivel Lx,t [%]	Total acumulativo de la Evaluacion de nivel [%]
3A1b	Fermentación entérica bovinos de carne	N/A	CH_4	64.834,20	64.834,20	19%	19%
1A3b	Transporte terrestre	Líquido	CO_2	45.476,52	45.476,52	13%	32%
1A4	Otros sectores	Gas	CO_2	30.050,08	30.050,08	9%	40%
1A1a	Producción pública de electricidad y calor	Gas	CO_2	27.744,17	27.744,17	8%	48%
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	Gas	CO_2	23.907,92	23.907,92	7%	55%
1B2b	Gas natural	N/A	CH_4	20.431,83	20.431,83	6%	61%
5A	Eliminación de residuos sólidos	N/A	CH_4	14.299,56	14.299,56	4%	65%
1A1a	Producción pública de electricidad y calor	Líquido	CO_2	9.797,09	9.797,09	3%	68%
1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	Gas	CO_2	9.508,29	9.508,29	3%	70%
3A1a	Fermentación entérica bovinos lecheros	N/A	CH_4	7.142,23	7.142,23	2%	72%
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	N/A	HFC/PFC	5.761,27	5.761,27	2%	74%
1A4	Otros sectores	Líquido	CO_2	5.618,82	5.618,82	2%	76%
3D1a	Directas fertilizantes sintéticos	N/A	N_2O	5.435,89	5.435,89	2%	77%
2C1	Producción de hierro y acero	N/A	CO_2	5.284,89	5.284,89	2%	79%
2A1	Producción de cemento	N/A	CO_2	5.254,69	5.254,69	2%	80%
1A3b	Transporte terrestre	Gas	CO_2	4.634,38	4.634,38	1%	82%
5D1	Aguas residuales domésticas	N/A	CH_4	4.540,08	4.540,08	1%	83%
3D1d	Directas residuos de cosecha	N/A	N_2O	4.538,65	4.538,65	1%	84%
1A1b	Refinación del petróleo	Gas	CO_2	4.247,60	4.247,60	1%	85%

Fuente: Elaboración propia

Respecto al análisis de tendencia, se detectaron 23 categorías principales, de las cuales 17 son también categorías principales por nivel.

Las categorías principales por tendencia que no resultaron categorías principales por nivel fueron 4(IV) – Emisiones de la quema de biomasa, 4A1 – Tierras forestales que permanecen como tales, 3D2bc1b – Indirectas excretas en pasturas y abono orgánico bovinos de carne, 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne, 3A2 – Fermentación entérica ovinos y 1B2a – Petróleo.

Por otra parte, seis categorías que resultaron principales por nivel para el año 2022, no son categorías principales por tendencia. Estas son 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas; 4B1 – Tierras de cultivo que permanecen como tales; 3D1a – Directas fertilizantes sintéticos; 2A1 – Producción de cemento; 1A3b – Transporte terrestre por carretera (gas) y 3D1d – Directas residuos de cosecha.

Las categorías principales por tendencia se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 23. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Tendencia Base 1990

Código de la categoría del IPCC	Categoría del IPCC	Tipo de combus-tible	Gas de efecto invernadero	Estimación del año de base Ex,0 [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación de base Ex,0 | Ex,0 | [$ktCO_2e$]	Estimación del último año Ex,t [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación del último año | Ex,t | [$ktCO_2e$]	Evaluación de tendencia Tx,t	% de aporte a la tendencia	Total acumulativo de la columna	¿Es KC por nivel?
3A1b	Fermentación entérica bovinos de carne	N/A	CH_4	70.006	70.006	64.834	64.834	0,11	24%	24%	Sí
4C2	Tierras convertidas en pastizales	N/A	CO_2	41.000	41.000	28.762	28.762	0,07	15%	39%	Sí
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	Gas	CO_2	16.846	16.846	23.908	23.908	0,02	5%	44%	Sí
1A3b	Transporte terrestre	Líquido	CO_2	19.899	19.899	45.477	45.477	0,02	5%	49%	Sí
1A4	Otros sectores	Gas	CO_2	15.007	15.007	30.050	30.050	0,02	4%	54%	Sí
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	N/A	HFC/PFC	0	0	5.761	5.761	0,02	4%	58%	Sí
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo	N/A	CO_2	12.202	12.202	17.071	17.071	0,02	4%	62%	Sí
1A1a	Producción pública de electricidad y calor	Gas	CO_2	10.469	10.469	27.744	27.744	0,01	3%	65%	Sí
1B2b	Gas natural	N/A	CH_4	9.498	9.498	20.432	20.432	0,01	3%	68%	Sí
4(IV)	Emisiones de la quema de biomasa	N/A	CH_4	8.247	8.247	3.212	3.212	0,01	3%	71%	No
1A4	Otros sectores	Líquido	CO_2	7.600	7.600	5.619	5.619	0,01	3%	73%	Sí
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales	N/A	CO_2	-7.285	7.285	-1.523	1.523	0,01	2%	75%	No
3A1a	Fermentación entérica bovinos lecheros	N/A	CH_4	6.757	6.757	7.142	7.142	0,01	2%	78%	Sí
5A	Eliminación de residuos sólidos	N/A	CH_4	6.615	6.615	14.300	14.300	0,01	2%	80%	Sí
2C1	Producción de hierro y acero	N/A	CO_2	4.501	4.501	5.285	5.285	0,01	1%	81%	Sí
1A1a	Producción pública de electricidad y calor	Líquido	CO_2	4.526	4.526	9.797	9.797	0,01	1%	83%	Sí
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	Líquido	CO_2	3.881	3.881	4.014	4.014	0,01	1%	84%	Sí
3D2bc1b	Indirectas excretas en pasturas y abono orgánico bovinos de carne	N/A	N_2O	3.622	3.622	2.887	2.887	0,01	1%	85%	No
3D1c1b	Directas excretas en pasturas bovinos de carne	N/A	N_2O	3.039	3.039	2.247	2.247	0,00	1%	86%	No
3A2	Fermentación entérica ovinos	N/A	CH_4	2.785	2.785	1.745	1.745	0,00	1%	87%	No
1B2a	Petróleo	N/A	CH_4	2.770	2.770	3.436	3.436	0,00	1%	88%	No
5D1	Aguas residuales domésticas	N/A	CH_4	2.783	2.783	4.540	4.540	0,00	1%	89%	Sí
1A1b	Refinación del petróleo	Líquido	CO_2	2.701	2.701	1.226	1.226	0,00	1%	90%	Sí

Fuente: Elaboración propia

También se realizó un análisis de categorías principales por incertidumbre, que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 24. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de incertidumbre

Id#	Nombre	Incertidumbre categoria (Ux,t)	Valor absoluto de la estimación del último año | Ex,t | [ktCO2eq]	Evaluación de nivel Lx,t [%]	Incertidumbre categoria sobre el inventario total (Lx,t *Ux,t)	Participación por incertidumbre	Total acumulativo de la Evaluacion de incertidumbre [%]
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales	426%	3.046	0,7%	3,1%	17,6%	17,6%
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo	34%	17.071	4,0%	1,4%	7,9%	25,5%
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales	106%	5.439	1,3%	1,4%	7,8%	33,3%
3D1d	Directas residuos de cosecha	118%	4.539	1,1%	1,3%	7,3%	40,6%
3D1a	Directas fertilizantes sintéticos	73%	5.436	1,3%	0,9%	5,4%	46,0%
4C2	Tierras convertidas en pastizales	13%	28.762	6,8%	0,9%	5,0%	51,0%
5A	Eliminación de residuos sólidos	23%	14.300	3,4%	0,8%	4,5%	55,6%
3D1c1b	Directas excretas en pasturas bovinos de carne	146%	2.247	0,5%	0,8%	4,5%	60,0%
3A1b	Fermentación entérica bovinos de carne	5%	64.834	15,3%	0,8%	4,4%	64,4%
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	15%	17.828	4,2%	0,7%	3,7%	68,2%
1B2b	Gas natural	12%	20.649	4,9%	0,6%	3,5%	71,6%
3D2bc1b	Indirectas excretas en pasturas y abono orgánico bovinos de carne	86%	2.663	0,6%	0,5%	3,1%	74,8%
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	28%	5.761	1,4%	0,4%	2,2%	77,0%
3D2bi	Indirectas fertilizantes sintéticos (lixiviación)	103%	1.227	0,3%	0,3%	1,7%	78,7%
3D2biv	Indirectas residuos de cosecha (lixiviación)	245%	482	0,1%	0,3%	1,6%	80,3%
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	3%	28.030	6,6%	0,2%	1,2%	81,5%
4G	Productos de madera recolectada	31%	2.716	0,6%	0,2%	1,1%	82,7%
3A2	Fermentación entérica ovinos	45%	1.745	0,4%	0,2%	1,1%	83,7%
2A2	Producción de cal	30%	2.582	0,6%	0,2%	1,1%	84,8%
3D1bi1b	Directas aplicación abono orgánico a campo bovinos de carne	146%	473	0,1%	0,2%	0,9%	85,7%

Fuente: Elaboración propia

Control y aseguramiento de la calidad

El INGEI 2022 de la República Argentina da cumplimiento a los principios de calidad de elaboración de los inventarios planteados por el IPCC de la siguiente manera:

Tabla 25. Principios de calidad del INGEI

Exhaustividad	Transparencia	Coherencia	Comparabilidad	Exactitud
Se estiman todos los gases y categorías conforme a lo requerido en la Decisión 18/CMA.1. Se utiliza acabadamente las notaciones para todas las categorías incluyendo las explicaciones pertinentes.	Se detalla la información necesaria garantizando la trazabilidad de los datos y de los cálculos asociados. Los mismos provienen fuentes oficiales y públicas. Además, se explican las suposiciones adoptadas y las metodologías aplicadas para las estimaciones.	A lo largo de la serie temporal se utilizan metodologías consistentes y se mantienen los supuestos. En los casos particulares donde se han modificado las condiciones de cálculo se detallan explícitamente las variaciones.	Se utilizan las tablas comunes de reporte (CRT) requeridos en la Decisión 18/CMA.1 que rigen el reporte de los resultados del INGEI; se implementó el uso de la *ETF GHG Inventory Reporting Tool* para la elaboración de las CRT. Se replicó además su estructura y se generaron versiones en español, incluidas en el reporte.	Se realiza una estimación comparativa de las emisiones totales en base a los principales drivers de las circunstancias nacionales obteniéndose un valor total similar a la estimación del INGEI. Se realiza el esfuerzo de calcular la incertidumbre con métodos más sofisticados y utilizando información nacional, en lugar de un ejercicio teórico con valores por defecto.

Fuente: Elaboración propia

Controles de la calidad en la elaboración del inventario

Es importante destacar que, si bien se desarrollan acciones y revisan lineamientos generales para el control de calidad, la República Argentina no cuenta con un Plan de Control y Aseguramiento de Calidad sistematizado y estructurado en un plan, según las Directrices del IPCC[138].

A modo de control de calidad se siguieron las recomendaciones indicadas en el Capítulo 6 – Volumen 1 de las Directrices del IPCC de 2006, particularmente los vinculados a los procedimientos generales de control de calidad. En ese sentido, se verificaron las hipótesis utilizadas para la selección de los DA, las metodologías de cálculo apropiadas, la selección de FE y los cálculos.

Además, se revisó la transcripción de los DA desde las fuentes originales a las planillas de cálculo, principalmente contrastando los totales de los informes originales, con las sumatorias realizadas en las planillas de cálculo.

[138] Ver sección Flexibilidades Aplicadas del presente capítulo.

La sistematización del inventario desarrollada en el IBA3 y en los ciclos siguientes, permitió la comparación de los resultados obtenidos entre el IBT1 y el IBA5. Dicho proceso permitió evaluar la coherencia de las tendencias de emisiones al corroborar la pertinencia de las fuentes de información para los DA a lo largo de la serie temporal, así como los cambios en los FE, y en emisiones resultantes. Asimismo, cuando fue posible, se definieron indicadores para evaluar la consistencia de la serie temporal.

En el proceso de compilación, los DA y emisiones por gas de las HT se migraron automáticamente a una base de datos, tanto en unidades de cada GEI, como en CO_2e. Al realizar la compilación se cruzaron los datos en CO_2e con los valores de cada gas multiplicado por su Potencial de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés), permitiendo el aseguramiento de calidad en la compilación.

A continuación, se resumen las acciones para el control de calidad específicos realizados a algunas categorías en función de su relevancia en el marco del INGEI:

- Gas natural distribuido por redes: Subcategoría que aporta aproximadamente el 26,9% de las emisiones totales. Se contrastó la información contenida en los informes anuales de ENARGAS con la información contenida en las tablas operativas mensuales por tipo de usuario, provenientes de la misma fuente. De esta forma se asegura que la sumatoria de los consumos de gas natural asignados por tipo sea consistente con el total de gas natural consumido por el sistema. Adicionalmente, en el caso del gas natural consumido en centrales eléctricas, que representa cerca del 31,8% de las emisiones debido al consumo total de gas natural, se evaluaron dos informes de distinta fuente. Por un lado, las mencionadas tablas de consumo por tipo de usuario de ENARGAS y por otro, las tablas operativas de CAMMESA, las cuales contienen consumos horarios por tipo de central. De esta forma se aseguró la consistencia de los consumos totales.
- Pérdida de cobertura de bosques nativos: Los datos provistos por el Área competente de Bosques de la SSAmb sobre pérdida de cobertura forestal de los bosques nativos se basan en el análisis de comparación de coberturas digitales a través del uso de herramientas de teledetección y SIG. Los datos recibidos a partir del intercambio oficial con el Área competente son contrastados con los valores reportados en los informes de monitoreo de la superficie de bosques nativos de la República Argentina que se publican anualmente, por región forestal, por provincia, y por categoría de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN). En caso de detectar inconsistencias se solicita la justificación o adecuación de los datos.
- En los casos en que fue posible, se contrastaron los DA locales con bases de datos internacionales (por ejemplo, existencias de ganado con la Base de datos estadísticos corporativos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación –FAOStat– y fertilizantes sintéticos con la Base de datos

estadísticos de la Asociación Internacional de Fertilizantes –IFAStat–, entre otras).
- Se realizó la estimación de la categoría Quema de combustibles (1A) utilizando el enfoque sectorial y el método de referencia para toda la serie temporal.

Control de la calidad durante la compilación

Como parte del proceso de compilación se realizan las siguientes actividades: en primer lugar, se recupera la HT de la carpeta de desarrollo elaborada por el equipo sectorial, se revisa su completitud y que no contenga vínculos con otros archivos.

Luego, se realiza una evaluación y una comparativa de las series temporales con el informe bienal anterior (emisiones y DA en forma gráfica y numérica); en caso de encontrar alguna inconsistencia se informa y solicita la revisión y/o explicación al equipo sectorial.

Posteriormente, se copia la serie de datos expresados en GEI desde la HT y se incorporan en la base de datos. Los valores expresados en CO_2e en las HT son comparados con los valores migrados en unidades de gas multiplicados por el GWP.

Durante la compilación del INI del IBT1 se introdujeron controles automáticos adicionales en la base de datos y se registraron los procesos realizados a fin de mejorar la sistematización del proceso.

Control de la calidad durante la elaboración de las CRT

Las CRT se elaboraron utilizando la herramienta *ETF GHG Inventory Reporting Tool*. El procesamiento de la información necesaria para generar las grillas de carga de datos (*data entry grids*), que luego se importan a la *ETF Reporting tool*, se realizó desde las HT donde se estima cada una de las categorías.

Una vez procesados los datos necesarios se realizan los siguientes controles de calidad: se verifica que las series de datos de las grillas coincidan con los presentados en las HT para emisiones y datos de actividad, se calculan los factores de emisión implícitos a fin de verificar su consistencia, se calcula la suma total de emisiones en CO_2e y se verifica que sean consistentes para toda la serie temporal con las estimaciones compiladas en la base de datos. Por último, se verifica que los datos compilados en las grillas de carga de datos no presenten celdas en blanco y que todos los datos estén cargados como valor sin vínculos externos ni fórmulas.

Para la migración de las grillas de carga de datos a la plataforma *ETF Tool* se diseñó una herramienta de control de calidad que permite el análisis del archivo *logfile*, un informe de resultados de la migración que se genera en la plataforma cada vez que se realiza la importación de una grilla en formato de archivo Excel.

El procedimiento de QC para esta etapa consta de los siguientes pasos: se descarga el archivo *logfile; s*e copia y pega el contenido del *logfile* a la planilla de control; se analiza el informe de resultados a fin de detectar errores o valores no guardados en la plataforma; se verifica que la suma de los datos en estado "guardado" y "no guardado" en la grilla coincida con el total de los datos importados.

En el caso de que la suma de valores guardados y valores de cálculo automático coincida con el total de datos incluidos en el *logfile*, se considera finalizado correctamente el proceso. De encontrarse valores no guardados se verifica que la suma de estos valores coincida con el total de diferentes casos (tipos de errores detectados) y se analiza el contenido del *logfile* en las celdas correspondientes a fin de analizar los errores en los valores mediante filtros en la planilla de QC (siglas en inglés para *Quality Control*). En tal caso, se deja constancia de los errores encontrados y la corrección necesaria, se corrige la grilla de carga de datos correspondiente y se repite el proceso de importación.

Análisis de consistencia

Como instancia de control de la calidad del INGEI se realiza un análisis de consistencia en función de parámetros o variables explicativas (VE) de las emisiones GEI que conforman las circunstancias nacionales de la República Argentina. Este procedimiento fortalece el entendimiento del nivel de emisiones calculado en el INGEI y de los aspectos clave que las afectan.

El cálculo de emisiones a partir de 13 VE de la economía nacional se realiza con DA tomados, en su mayoría, de publicaciones alternativas a las utilizadas en el INGEI. Estas variables son agregadas por sectores claves del inventario y se estiman las emisiones como el producto de los DA por los FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, o por FE obtenidos a partir de cálculos indirectos. La siguiente tabla muestra los DA y FE utilizados, sus fuentes y la comparación con el resultado del INGEI 2022 para las categorías relacionadas. Esto permite el chequeo cruzado estimativo de una porción considerable del inventario calculado con el método sectorial.

Tabla 26. Datos de actividad y factores de emisión de comparación

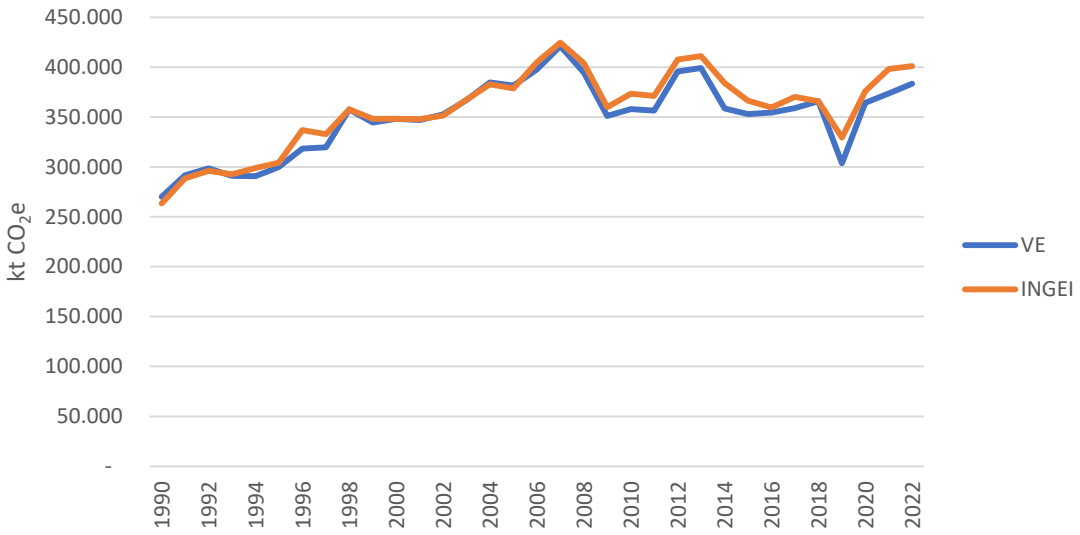
Variable explicativa	Valor del DA	Fuente del DA	FE	Unidad FE	Fuente FE	Tipo FE	Emisiones de GEI ($ktCO_2e$)	Categoría comparación INGEI	Emisiones IBT 1 ($ktCO_2e$)
V1: producción total de petróleo (m^3)	33.756.922	IAPG	0,112	tCO_2/m^3	IPCC 2006	fijo	3.767	1B2a	4.046
V2: producción total de gas natural (hm^3)	48.398.872	IAPG	0,460	tCO_2/hm^3	IPCC 2006	fijo	22.281	1B2b	20.650
V3: demanda residencial de electricidad (MWh)	63.156.983	CAMMESA	0,273	tCO_2/MWh	Calculado a partir de fuentes locales	variable	17.249	1A1a	39.652
V4: demanda industrial de electricidad (MWh)	75.618.251	CAMMESA	0,273	tCO_2/MWh	Calculado a partir de fuentes locales	variable	20.652	1A1a	
V5: demanda de gas de red para uso residencial (dam^3)	10.431.852	ENARGAS	1,953	tCO_2/dam^3	IPCC 2006	fijo	20.373	1A4b	22.170
V6: demanda industrial de gas natural (dam^3)	12.310.942	ENARGAS	1,953	tCO_2/dam^3	IPCC 2006	fijo	24.043	1A2	17.346
V7: parque automotor de autos particulares (# autos)	10.575.067	ADEFA	2,444	tCO_2/veh	Calculado a partir de fuentes locales	variable	25.847	1A3b	51.342
VE8: Carga transportada en camiones (t)	111.009.697	SAGYP - AFCP	0,140	tCO_2/t	Calculado a partir de fuentes locales	variable	15.490	1A3b	
VE 9: producción de cemento (t)	13.029.449	AFCP	0,403	tCO_2/t de cemento	Calculado a partir de fuentes locales	variable	5.255	2A1	5.255
VE 10: ganado bovino para carne (cabezas)	35.887.685	SENASA	1,568	tCO_2/cab C	IPCC 2006	fijo	56.272	3A1b	64.834
VE 11: ganado bovino para leche (cabezas)	2.207.672	SENASA	2,492	tCO_2/cab L	IPCC 2006	fijo	5.502	3A1a	7.142
VE 12: área deforestada (ha)	211.974	UMSEF	274	tCO_2/ha	Nivel de Referencia	fijo	58.081	4B2a + 4C2a	50.848
VE 13: población	45.892.285	INDEC	0,216	tCO_2/hab	Calculado a partir de fuentes locales	variable	9.901	5A + 5B + 5C	14.400
Total calculado							**284.713**		**297.684**
Diferencia entre ambos cálculos							**-4,36%**		
Representatividad de las categorías de VE seleccionadas frente al INGEI 2022 (400.920 $ktCO_2e$)							**71%**		

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa de la tabla anterior, considerando 13 variables explicativas de la economía nacional, y comparándolas con las estimaciones de emisiones de las categorías equivalentes a esas variables del INGEI, se encuentra una representatividad de las categorías de VE seleccionadas del 71% respecto a las emisiones totales resultantes del INGEI.

Por su parte, las emisiones estimadas a partir de las VE siguen una tendencia similar a la estimada por el método sectorial con diferencias de hasta 7% para algunos años. Para 2022, último año de inventario estimado, la diferencia fue del 4,4%. La siguiente figura muestra la comparativa entre el inventario estimado mediante el método sectorial y el calculado a partir de las variables explicativas.

Figura 41. Comparación de inventarios como análisis de variables explicativas



Fuente: Elaboración propia

Aseguramiento de la calidad

La República Argentina aplica flexibilidad para la presentación y aplicación de planes de aseguramiento de calidad. Si bien para la elaboración del inventario se aplican acciones vinculadas a este tema, éstas no se encuentran sistematizadas y estructuradas un plan según las Directrices del IPCC.

Evaluación de la incertidumbre

El análisis de la incertidumbre del INGEI se realizó siguiendo la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006. Se determinó la incertidumbre asociada a cada DA y cada FE o parámetro correspondientes a las distintas categorías y GEI. Esta incertidumbre se obtuvo considerando un intervalo de confianza del 95% aplicando los valores por defecto establecidos en el IPCC. En los casos en que se contó con información local, la evaluación de la incertidumbre se basó en los datos locales disponibles, también considerando un intervalo de confianza del 95%.

Para realizar la combinación de las incertidumbres individuales para cada fuente de emisión y absorción se aplicó una combinación de los dos métodos propuestos en las Directrices del IPCC de 2006, Propagación Lineal de Errores (PLE) y Simulación de Monte Carlo (SMC).

En los casos donde se realizó PLE, las incertidumbres asociadas a cada parámetro se especificaron con intervalos simétricos, adoptando el valor medio entre los límites inferior y superior. Para los casos de parámetros donde la incertidumbre resultó mayor que un orden de magnitud, se adoptó un intervalo del 100% para evitar valores negativos.

En los casos donde se realizó SMC, se identificaron las distribuciones de probabilidad asociadas que mejor representaran al parámetro, especificando el tipo de función, su media y su desvío estándar o su intervalo de variabilidad, según el tipo de distribución correspondiente.

Si bien para algunas categorías se realizó PLE únicamente, en otras categorías se combinaron las incertidumbres mediante PLE, pero se utilizó la SMC para determinar la incertidumbre asociada al FE. Finalmente, en algunas categorías particulares, se aplicó SMC en forma completa para determinar su incertidumbre asociada.

La incertidumbre de cada categoría para cada gas se combinó mediante PLE. También se determinó su contribución a la varianza, que luego se utilizó para determinar la incertidumbre total asociada al inventario. Para todos los cálculos se usaron los valores de emisión de cada gas expresados en CO_2e.

Debido a la gran cantidad de parámetros utilizados para el cálculo de las emisiones de ganado bovino, para la determinación de la incertidumbre se aplicó el método de SMC. Este método también fue aplicado en el caso de residuos sólidos gestionados y los FE de algunas categorías de procesos industriales.

El valor de incertidumbre del total de emisiones del inventario 2022 fue de 4,7%.

En la tabla a continuación se detalla la incertidumbre calculada para cada categoría del inventario y el método utilizado. Las incertidumbres y los parámetros utilizados para el cálculo en cada subcategoría se detallan en las tablas que se presentan en el Anexo 1.

Tabla 27. Incertidumbres por subcategoría y por sector (2022)

Id#	Categoría del IPCC	Metodo	Incertidumbre	Categoría	Incertidumbre	Sector	Incertidumbre
1A1	Industrias de la energía	PLE	1%	1A	1%	1 - ENERGIA	1%
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	PLE	3%				
1A3	Transporte	PLE	1%				
1A4	Otros sectores	PLE	1%				
1B1	Combustibles sólidos	PLE	114%	1B	11%		
1B2	Petróleo y gas natural	PLE	11%				
2A1	Producción de cemento	FE: SMC PLE	3%	2A	9%	2 - PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	8%
2A2	Producción de cal	PLE	30%				
2A4	Usos de los carbonatos en los procesos	PLE	6%				
2B1	Producción de amoníaco	PLE	9%	2B	10%		
2B2	Producción de ácido nítrico	PLE	40%				
2B5	Producción de carburo	PLE	11%				
2B7	Producción de Carbonato de Sodio	PLE	21%				
2B8	Producción petroquímica y de negro de humo	PLE	18%				
2B9	Producción fluoroquímica	PLE	50%				
2C1	Producción de hierro y acero	PLE	10%	2C	9%		
2C2	Producción de Ferroaleaciones	PLE	39%				
2C3	Producción de aluminio	FE: SMC PLE	10%				
2C6	Producción de zinc	PLE	56%				
2D1	Uso de lubricante	PLE	9%	2D	9%		
2D2	Uso de la cera de parafina	PLE	52%				
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	PLE	28%	2F	26%		
2F2	Agentes espumantes	PLE	43%				
2F3	Productos contra incendios	PLE	45%				
2F4	Aerosoles	PLE	71%				
3A1	Fermentación entérica bovinos	SMC	5%	3A	5%	3 - AGRICULTURA Y GANADERÍA	7%
3A2	Fermentación entérica ovinos	PLE	45%				
3A3	Fermentación Entérica Porcinos	PLE	45%				
3A4	Fermentación entérica Otros	PLE	29%				
3B1	Directas Gestión de Estiércol Bovinos	Bovinos: SMC Resto: PLE	6%	3B	14%		
3B2	Directas Gestión de Estiércol Ovinos	PLE	36%				
3B3	Directas Gestión de Estiércol Porcinos	PLE	68%				
3B4	Directas Gestión de Estiércol Otras ganaderías	PLE	23%				
3B5	Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol	Bovinos: SMC Resto: PLE	82%				
3C	Cultivo de Arroz	PLE	115%	3C	115%		
3D1	Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados	Bovinos: SMC Resto: PLE	45%	3D	32%		
3D2	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados	Bovinos: SMC Resto: PLE	0%				
3F	Quema de biomasa de residuos de cosecha	PLE	12%	3F	12%		
3H	Aplicación de urea	PLE	5%	3H	5%		
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales	PLE	852%	4A	2039%	4 - USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA	31%
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales	PLE	106%	4B	34%		
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo	PLE	34%				
4C2	Tierras convertidas en pastizales	PLE	13%	4C	12%		
4G	Productos de madera recolectada	PLE	31%	4G	31%		
5A1	Sitios de eliminación de Residuos Solidos gestionados	SMC	36%	5A	23%	5 - RESIDUOS	19%
5A3	Sitios de eliminación de Residuos Solidos no categorizados	SMC	26%				
5B	Tratamiento biológico de los Residuos sólidos	PLE	75%	5B	75%		
5C1	Incineración de Residuos	PLE	64%	5C	64%		
5D1	Aguas residuales domésticas	PLE	16%	5D	31%		
5D2	Aguas residuales Industriales	PLE	76%				

Fuente: Elaboración propia

La determinación de la incertidumbre en la tendencia se realizó siguiendo los lineamientos de las Directrices del IPCC de 2006. Se adoptó el criterio de variables no correlacionadas y se calculó la sensibilidad tipo B para cada categoría en función de sus emisiones respecto de las emisiones del año base.

Se definió el año 1990 como año base, con un nivel de emisiones de 273.821 $ktCO_2e$. La incertidumbre de la tendencia del inventario fue 26,1%.

Evaluación general de exhaustividad

En la elaboración del INGEI 2022 algunas categorías no fueron estimadas, o bien se encuentran incluidas dentro de otras. En cada caso se asignó la clave de notación correspondiente, NE o IE, y se incorporaron las explicaciones pertinentes.

Las categorías reportadas con la clave de notación NE son aquellas para las que no se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos para su estimación. Por otro lado, las categorías para las que se indica la clave de notación IE son aquellas para las que no se cuenta con datos de actividad desagregados, y que por tanto se reportan conjuntamente dentro de otra categoría.

Para determinar la pertinencia de la estimación de la categoría se trabajó internamente bajo una estructura donde se establecieron roles de expertos sectoriales, líderes sectoriales, compilador y coordinador. Los técnicos del equipo realizaron una evaluación inicial de la ocurrencia en el país de las fuentes de emisión y absorción, junto con una revisión de los DA y FE mediante un control cruzado.

Es importante destacar que el uso de la notación NE responde a la falta de datos para realizar la estimación de las emisiones de GEI. No se ha considerado, en ninguno de los casos, el análisis de la significancia de la categoría, por lo tanto, la descripción de las categorías insignificantes no ha sido considerada por el país para este ciclo de reporte.

A continuación, se detallan las principales categorías por sector que han sido reportadas bajo las claves de notación NE o IE. Se presentan mayores detalles para cada categoría en los capítulos sectoriales correspondientes.

Tabla 28. Categorías reportadas bajo clave de notación NE

Sector	Categoría
Energía	Emisiones fugitivas de la producción de carbón desde minas subterráneas abandonadas o por quema en antorcha de metano, y emisiones fugitivas de la producción de petróleo y gas desde pozos abandonados.
PIUP	Emisiones de la producción de vidrio, magnesia no metalúrgica, hidrógeno, carburo de silicio, magnesio y plomo, y emisiones de la manufactura y utilización de otros productos.
Agricultura y ganadería	Emisiones por la aplicación al suelo de barros cloacales y otros fertilizantes orgánicos, por el cultivo de suelos orgánicos o por el encalado.

Sector	Categoría
UTCUTS	Tierras forestales, tierras de cultivo y pastizales: no se estiman emisiones y absorciones provenientes de materia orgánica muerta (madera y hojarasca).
	Productos de madera recolectada: no se estiman absorciones de “Otros productos de madera sólida”.
	Humedales, asentamientos y otras tierras: no se estiman emisiones ni absorciones.
	Incendios: no se estiman emisiones de incendios en tierras no convertidas en otras tierras (tierras forestales y pastizales que permanecen como tales).
Residuos	Residuos sólidos: Residuos gestionados en sistemas semiaeróbicos o de aireación activa y recuperación de energía en la quema de metano; emisiones por el tratamiento biológico de digestión anaeróbica en plantas de biogás; emisiones de metano y óxido nitroso por la incineración de residuos; emisiones de la incineración abierta de residuos.
	Aguas residuales: recuperación y quema de metano en plantas de tratamiento; emisiones de óxido nitroso de aguas residuales industriales.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Categorías reportadas bajo clave de notación IE

Sector	Categorías
Energía	Emisiones de plantas generadoras de energía y generación combinada se incluyen en generación de electricidad.
	Emisiones fugitivas de venteo y quema en antorcha se incluyen con las emisiones fugitivas de la producción de gas y petróleo, respectivamente.
	Emisiones de la quema de combustibles por fabricación de maquinarias, construcción y vehículos todo terreno se reportan de manera conjunta.
	Emisiones de gas natural de camiones, y emisiones de automóviles, motocicletas y otros vehículos se reportan de manera conjunta con otro transporte.
	Emisiones de la quema de combustible para el transporte por gasoductos se consideran incluidas dentro de otras categorías.
	Emisiones de vehículos todo terreno y pesca se incluyen dentro de la categoría transporte.
PIUP	Emisiones de refrigeración comercial, doméstica, industrial y de transporte se incluyen en aire acondicionado móvil y estacionario.
	Emisiones de metano de hierro reducido directo se incluyen en el sector Energía; agentes espumantes, inhaladores de dosis medidas y productos contra incendios se reportan de manera agregada sin discriminar en volúmenes de gas utilizado en ciertas etapas del ciclo de vida de los productos o sin dividir por tipo de fuentes de emisión.
	Emisiones de gases fluorados de solventes se incluyen en agentes espumantes.
Agricultura y ganadería	Emisiones del cultivo de arroz se reportan de manera agregada sin discriminar en subtipos o sistemas productivos diferentes
	Emisiones de quema controlada de sabanas se reporta en el sector UTCTUS junto con otras quemas e incendios.
	Emisiones de quema de residuos de cosecha se incluye dentro de las estadísticas de incendio de pastizales.

Sector	Categorías
UTCUTS	Emisiones por aportes de fertilizantes de N y por mineralización de N a causa de cambios en la materia orgánica del suelo se incluyen en su totalidad en el sector Agricultura y ganadería.
	Emisiones de CO_2 en incendios por conversión de tierras se contabilizan como cambios en las existencias de carbono en cada categoría de uso de la tierra.
	Emisiones o absorciones por cambio en las existencias de carbono en suelos minerales para todas las categorías de uso de la tierra se incluyen dentro de la categoría "Tierras de cultivo"
Residuos	Tratamiento de residuos en sitios no gestionados se incluye en sitios de eliminación de residuos no categorizados
	Emisiones por incineración de residuos sólidos municipales se incluyen las subcategorías de residuos industriales y hospitalarios.

Fuente: Elaboración propia

Métricas

Dando cumplimiento a las MPG, para la elaboración del INGEI 2022 se utilizaron los GWP del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5, por sus siglas en inglés).

Tabla 30. Valores de Potencial de Calentamiento Global usados en el INGEI

Gas	Fórmula Química	Potencial de Calentamiento Global a 100 años	Fuente
Dióxido de Carbono	CO_2	1	IPCC - AR5
Metano	CH_4	28	IPCC - AR5
Óxido Nitroso	N_2O	265	IPCC - AR5
HFC-23	CHF_3	12.400	IPCC - AR5
HFC-32	CH_2F_2	677	IPCC - AR5
HFC-41	CH_3F_2	116	IPCC - AR5
HFC-43-10mee	$C_5H_2F_{10}$	1.650	IPCC - AR5
HFC-125	C_2HF_5	2.800	IPCC - AR5
HFC-134	$C_2H_2F_4$	1.120	IPCC - AR5
HFC-134a	CH_2FCF_3	1.430	IPCC - AR5
HFC-152a	$C_2H_4F_2$	138	IPCC - AR5
HFC-143	$C_2H_3F_3$	328	IPCC - AR5
HFC-143a	$C_2H_3F_3$	4.800	IPCC - AR5
HFC-227ea	C_3HF_7	3.350	IPCC - AR5

Gas	Fórmula Química	Potencial de Calentamiento Global a 100 años	Fuente
HFC-236fa	$C_3H_2F_6$	6.300	IPCC - AR5
HFC-245ca	$C_3H_3F_5$	716	IPCC - AR5
Hexafluoruro de Azufre	SF_6	23.500	IPCC - AR5
Perfluorometano	CF_4	6.630	IPCC - AR5
Perfluoroetano	C_2F_6	11.100	IPCC - AR5
Perfluoropropano	C_3F_8	8.900	IPCC - AR5
Perfluorobutano	C_4F_{10}	9.200	IPCC - AR5
Perfluorociclobutano	c-C_4F_8	9.540	IPCC - AR5
Perfluoropentano	C_5F_{12}	8.550	IPCC - AR5
Perfluorohexano	C_6F_{14}	7.910	IPCC - AR5
HFC-365	$CH_3CF_2CH_2CF_3$	804	IPCC - AR5
HFC-245fa	$CHF_2CH_2CF_3$	858	IPCC - AR5

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, a fin de identificar los cambios en el nivel de emisiones de la serie temporal debidos a la variación en la métrica aplicada, se realizó una comparación según los GWP del segundo informe de evaluación del IPCC (AR2) y el Potencial de Temperatura Global (GTP, por sus siglas en inglés) del AR5. Los resultados de este análisis para emisiones totales y sectoriales se presentan en el capítulo 2: Tendencia de las emisiones GEI.

Flexibilidades aplicadas

La República Argentina, a la luz de sus capacidades nacionales, en el marco del INI del IBT1 aplica flexibilidades vinculadas a la identificación de categorías principales, a la estimación de la incertidumbre y en relación con la presentación y aplicación de planes de aseguramiento y control de calidad.

En capítulo 5 del IBT1 se describe el conjunto de flexibilidades aplicadas para la elaboración del IBT1 e INI. En la siguiente tabla se describen las flexibilidades vinculadas a INGEI.

Tabla 31. Flexibilidades aplicadas para la elaboración del INGEI

Requerimiento	Descripción de la aplicación de la flexibilidad	Limitaciones de capacidad	Plazo para la introducción de mejoras
p.25	Se identificaron las categorías principales utilizando un umbral de 85%.	Falta de información que permita una estimación de emisiones con nivel de cálculo superior. Falta de recursos humanos y capacidad técnica para el análisis de una mayor cantidad de categorías principales, el desarrollo de metodologías y factores de emisión locales.	IBT3 – a definir
p.29	Se identificó la incertidumbre de manera cuantitativa únicamente para el último año de inventario.	Equipo de trabajo limitado para las tareas vinculadas a cálculo de incertidumbres dadas las actividades requeridas para el desarrollo del inventario y el reporte en tiempo y forma.	IBT3 – a definir
p.34	Los procedimientos de aseguramiento y control de calidad no se han formalizado en un plan estructurado de acuerdo con las Directrices del IPCC.	Equipo de trabajo limitado para la elaboración del plan de aseguramiento y control de calidad dada la cantidad de tareas requeridas para el desarrollo del inventario y el reporte.	IBT3 – a definir
p.35	Los procedimientos de aseguramiento y control de calidad no se han formalizado en un plan estructurado de acuerdo con el IPCC.	Equipo de trabajo limitado para la elaboración del plan de aseguramiento y control de calidad dada la cantidad de tareas requeridas para el desarrollo del inventario y el reporte.	IBT3 – a definir

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1. Tablas de Incertidumbre

Tabla 32. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector Energía

ID	Nombre	CO_2	CH_4	N_2O	Total	Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribucion a la varianza por categoria 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia	Archivo de base	Método
		($ktCO_2e$)	($ktCO_2e$)	($ktCO_2e$)	($ktCO_2e$)								
	Total de emisiones y absorciones nacionales	**239.446,03**	**129.412,47**	**25.447,71**	**400.920,59**								
1	**ENERGIA**	**174.052,13**	**25.106,41**	**1.208,15**	**200.366,68**								
1A	**Actividades de quema de combustible**	**173.226,55**	**837,47**	**1.200,26**	**175.264,28**								
1A1	Industrias de la energía	54.935,39	73,28	367,32	55.375,99	1,0%	23,9%	35,7%	**1,93E-06**	20,2%	1,5%	1A_IN_2022_00	PLE
1A2	Industrias manufactureras y de la construcción	27.922,19	47,24	60,08	28.029,52	3,3%	28,8%	28,5%	**5,18E-06**	10,2%	0,3%	1A_IN_2022_00	PLE
1A3	Transporte	54.700,07	522,09	737,71	55.959,88	0,6%	24,7%	15,5%	**9,47E-07**	20,4%	0,7%	1A_IN_2022_00	PLE
1A4	Otros sectores	35.668,90	194,85	35,14	35.898,89	0,9%	21,6%	19,8%	**6,60E-07**	13,1%	0,3%	1A_IN_2022_00	PLE
1A5	No especificado	-	-	-	-								
1B	**Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles**	**825,57**	**24.268,94**	**7,89**	**25.102,41**								
1B1	Combustibles sólidos	0,42	401,32	7,24	408,98								
1B1a	Minería carbonífera y manejo de carbón	0,42	14,95	-	15,37								
1B1ai	**Minas subterráneas**	**0,42**	**14,95**	**-**	**15,37**								
1B1ai1	Emisiones extracción de carbón mineral	0,42	13,12	-	13,55	100,1%	40,3%		**1,75E-10**	0,0%	0,0%	1B1_IN_2022_00	PLE
1B1ai2	Emisiones post-extracción de carbón mineral	-	1,82	-	1,82		60,2%		**7,49E-12**	0,0%	0,0%	1B1_IN_2022_00	PLE
1B1aii	**Minas de superficie**	-	-	-	-								
1B1b	Transformación de combustibles sólidos	-	386,38	7,24	393,61								
1B1bi	**Emisiones fugitivas producción de Carbon Vegetal**	**-**	**385,19**	**7,24**	**392,42**		121,1%	163,1%	**1,35E-06**	0,1%	0,0%	1B1_IN_2022_00	PLE
1B1bii	**Emisiones fugitivas producción de coque**	**-**	**1,19**	**-**	**1,19**		900,0%		**7,12E-10**	0,0%	0,0%	1B1_IN_2022_00	PLE
1B1bv1	**Emisiones fugitivas producción de pellets de madera**	-	-	-	-								
1B1ci	Combustión no controlada y vertederos para quema de carbón	-	-	-	-								
1B2	Petróleo y gas natural	825,15	23.867,62	0,65	24.693,43								
1B2a	Petróleo	607,91	3.435,79	0,65	4.044,36								
1B2ai	Fugitivas Exploración de Petróleo	21,12	35,34	0,02	56,48	19,7%	21,8%	342,0%	**4,77E-10**	0,0%	0,0%	1B2a_IN_2022_00	PLE
1B2aii	Fugitivas Producción de Petróleo	426,50	3.324,67	-	3.751,17	17,4%	17,3%	289,8%	**2,08E-06**	1,4%	0,3%	1B2a_IN_2022_00	PLE
1B2aiii	Fugitivas Transporte de Petróleo	0,02	52,76	-	52,78	57,5%	56,4%	0,0%	**5,51E-09**	0,0%	0,0%	1B2a_IN_2022_00	PLE
1B2aiv	Fugitivas Refinación de Petróleo	160,27	23,01	0,64	183,92	90,1%	90,1%	90,1%	**1,33E-07**	0,1%	0,0%	1B2a_IN_2022_00	PLE
1B2av	Fugitivas Distribucion de productos derivados de petróleo	-	-	-	-								
1B2avi	Fugitivas de petróleo otras fuentes	-	-	-	-								
1B2avi1	Fugitivas Pozos de petróleo abandonados	-	-	-	-								
1B2b	Gas natural	217,24	20.431,83	-	20.649,07								
1B2bi	Fugitivas Exploración de Gas Natural	84,76	84,02	-	168,78	19,6%	14,5%	479,3%	**2,63E-09**	0,1%	0,0%	1B2b_IN_2022_00	PLE
1B2bii	Fugitivas Producción de Gas Natural	109,31	9.003,14	-	9.112,44	10,0%	8,1%	246,8%	**3,30E-06**	3,3%	1,4%	1B2b_IN_2022_00	PLE
1B2biii	Fugitivas Procesamiento de Gas Natural	5,33	2.240,17	-	2.245,50	6,4%	6,4%	290,8%	**1,29E-07**	0,8%	0,1%	1B2b_IN_2022_00	PLE
1B2biv	Fugitivas Transporte y Almacenamiento de Gas Natural	14,06	5.471,43	-	5.485,50	11,7%	12,1%	0,0%	**2,74E-06**	2,0%	0,0%	1B2b_IN_2022_00	PLE
1B2bv	Fugitivas Distribución de Gas Natural	3,70	3.363,03	-	3.366,73	70,2%	70,2%	0,0%	**3,47E-05**	1,2%	0,0%	1B2b_IN_2022_00	PLE
1B2bvi1	Emisiones posteriores a la medición de Gas Natural	0,07	270,05	-	270,12	36,4%	36,4%	0,0%	**6,01E-08**	0,1%	0,0%	1B2b_IN_2022_00	PLE
1B2bvi3	Fugitivas de Gas Natural otras fuentes	-	-	-	-								
1B2d	Otras emisiones provenientes de la producción de energía	-	-	-	-								
1C	**Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono**	**-**	**-**	**-**	**-**								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector PIUP

ID	Nombre	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	SF_6	Total	Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Incertidumbre combinada HFCs	Contribucion a la varianza por categoria 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia	Archivo de base	Método
2	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	16.712,34	149,32	167,62	6.602,70	-	23.643,67									
2A	**Industria de los minerales**	**8.366,73**	**-**	**-**	**-**	**NA**	**8.366,73**									
2A1	Producción de cemento	5.254,69	-	-	-	NA	5.254,69	2,9%				**1,47E-07**	1,9%	0,0%	2A_IN_2022_00	SMC - PLE
2A2	Producción de cal	2.581,67	-	-	-	NA	2.581,67	30,1%				**3,75E-06**	0,9%	0,0%	2A_IN_2022_00	PLE
2A3	Producción de vidrio	-	-	-	-	NA	-									
2A4	Usos de los carbonatos en los procesos	530,36	-	-	-	NA	530,36									
2A4a	Producción de Cerámicas	250,52	-	-	-	NA	250,52	10,2%				**4,06E-09**	0,1%	0,0%	2A_IN_2022_00	PLE
2A4b	Otros usos de la ceniza de sosa	158,70	-	-	-	NA	158,70	10,2%				**1,63E-09**	0,1%	0,0%	2A_IN_2022_00	PLE
2A4c	Producción de magnesia no metalúrgica	-	-	-	-	NA	-									
2A4d	Otros usos de carbonatos	121,14	-	-	-	NA	121,14	10,2%				**9,49E-10**	0,0%	0,0%	2A_IN_2022_00	PLE
2A5	Otros (sírvase especificar)	-	-	-	-	NA	-									
2B	**Industria química**	**2.194,92**	**146,35**	**167,62**	**214,64**	**-**	**2.723,54**									
2B1	Producción de amoníaco	854,70	-	-	-	NA	854,70	8,6%				**3,36E-08**	0,3%	0,0%	2B_IN_2022_00	PLE
2B2	Producción de ácido nítrico	-	-	167,62	-	NA	167,62			40,0%		**2,80E-08**	0,1%	0,0%	2B_IN_2022_00	PLE
2B3	Producción de ácido adípico	-	-	-	-	NO	-									
2B4	Producción de caprolactama, glyoxal y ácido glyoxílico	-	-	-	-	NO	-									
2B5	Producción de carburo	72,27	-	-	-	NA	72,27	11,2%				**4,06E-10**	0,0%	0,0%	2B_IN_2022_00	PLE
2B6	Producción de dióxido de titanio	-	-	-	-	NO	-									
2B7	Producción de Carbonato de Sodio	58,98	-	-	-	NA	58,98	20,6%				**9,20E-10**	0,0%	0,0%	2B_IN_2022_00	PLE
2B8	Producción petroquímica y de negro de humo	1.208,98	146,35	-	-	NA	1.355,32									
2B8a	Producción Metanol	283,00	27,20	-	-	NA	310,20	30,4%	50,2%			**4,72E-08**	0,1%	0,0%	2B_IN_2022_00	PLE
2B8b	Producción Etileno	726,07	118,89	-	-	NA	844,96	30,4%	11,2%			**3,04E-07**	0,3%	0,0%	2B_IN_2022_00	PLE
2B8c	Producción Dicloruro de etileno y monómero de cloruro de vinilo	1,68	0,13	-	-	NA	1,80	15,8%	11,2%			**4,38E-13**	0,0%	0,0%	2B_IN_2022_00	PLE
2B8d	Producción Óxido de etileno	-	-	-	-	NA	-									
2B8e	Producción Acrilonitrilo	-	-	-	-	NA	-									
2B8f	Producción Negro de humo	198,22	0,13	-	-	NA	198,35	15,8%	85,1%			**6,11E-09**	0,1%	0,0%	2B_IN_2022_00	PLE
2B9	Producción fluoroquímica	-	-	-	214,64	NE	214,64									
2B9a	Producción fluoroquímica	-	-	-	214,64	NE	214,64				50,2%	**7,24E-08**	0,1%	0,0%	2B_IN_2022_00	PLE
2B9b	Emisiones fugitivas	-	-	-	-	NE	-									
2B10	Producción Otros Químicos	-	-	-	-	NA	-									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector PIUP (cont.)

ID	Nombre	CO_2	CH_4	HFCs	PFCs	Total	Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada HFCs	Incertidumbre combinada PFCs	Contribucion a la varianza por categoria 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia	Archivo de base	Método
2C	**Industria de los metales**	**6.020,70**	**2,97**	**-**	**11,68**	**6.035,35**									
2C1	Producción de hierro y acero	5.284,89	2,57	-	-	5.287,46	10%	400%			**1,69E-06**	1,9%	1,19E-02	2C_IN_2022_00	PLE
2C2	Producción de Ferroaleaciones	45,66	0,40	-	-	46,06	39,7%	40,1%			**2,04E-09**	0,0%	1,80E-08	2C_IN_2022_00	PLE
2C3	Producción de aluminio	640,06	-	-	11,68	651,74	10,0%			22,3%	**2,58E-08**	0,2%	6,78E-07	2C_IN_2022_00	SMC - PLE
2C4	Producción de magnesio	-	-	-	-	-									
2C5	Producción de plomo	-	-	-	-	-									
2C6	Producción de zinc	50,09	-	-	-	50,09	55,9%				**4,88E-09**	0,0%	2,09E-08	2C_IN_2022_00	PLE
2C7	Otros Industrias de los Metales	-	-	-	-	-									
2D	**Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente**	**129,99**	**-**	**-**	**-**	**129,99**									
2D1	Uso de lubricante	124,94	-	-	-	124,94	9,1%				**8,12E-10**	0,0%	3,48E-09	2D_IN_2022_00	PLE
2D2	Uso de la cera de parafina	5,05	-	-	-	5,05	52,3%				**4,34E-11**	0,0%	1,86E-10	2D_IN_2022_00	PLE
2D3	Uso no energéticos de otros productos	-	-	-	-	-									
2D3a	Uso de solvente	-	-	-	-	-									
2E	**Industria electrónica**	**NO**	**NO**	**-**	**-**	**-**									
2F	**Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono**	**-**	**-**	**6.388,06**	**-**	**6.388,06**									
2F1	Refrigeración y aire acondicionado	-	-	5.761,27	-	5.761,27									
2F1f	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	-	-	4.398,25	-	4.398,25			32,3%		**1,25E-05**	1,6%	5,37E-05	2F_IN_2022_00	PLE
2F1e	Aire acondicionado móvil	-	-	1.363,02	-	1.363,02			59,8%		**4,13E-06**	0,5%	1,77E-05	2F_IN_2022_00	PLE
2F2	Agentes espumantes	-	-	14,69	-	14,69			42,5%		**2,42E-10**	0,0%	1,04E-09	2F_IN_2022_00	PLE
2F3	Productos contra incendios	-	-	45,18	-	45,18			45,4%		**2,62E-09**	0,0%	1,12E-08	2F_IN_2022_00	PLE
2F4	Aerosoles	-	-	566,92	-	566,92			70,7%		**1,00E-06**	0,2%	4,29E-06	2F_IN_2022_00	PLE
2F5	Solventes	-	-	-	-	-									
2F6	Otras aplicaciones (sírvase especificar)	-	-	-	-	-									
2G	**MANUFACTURA Y UTILIZACIÓN DE OTROS PRODUCTOS**	**NE**	**NE**	**-**	**-**	**-**									
2H	**Otros**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**									
2H1	Industria de la pulpa y del papel	-	-	-	-	-									
2H2	Industria de la alimentación y la bebida	-	-	-	-	-									
2H3	Otros (sírvase especificar)	-	-	-	-	-									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector Agricultura y ganadería

ID	Nombre	CO_2	CH_4	N_2O	Total	Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribucion a la varianza por categoria 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia	Archivo de base	Método
	Total de emisiones y absorciones nacionales	($ktCO_2e$) 239.446,03	($ktCO_2e$) 129.412,47	($ktCO_2e$) 25.447,71	($ktCO_2e$) 400.920,59								
3	Agricultura y ganadería	1.613,13	78.608,93	21.969,14	102.191,19								
3A	**Fermentación entérica**	-	**76.036,00**	-	**76.036,00**								
3A1	Ganado	-	71.976,44	-	71.976,44								
3A1a	Fermentación Entérica Bovinos Lecheros	-	7.142,23	-	7.142,23		6,0%		**1,15E-06**	2,6%	4,94E-06	3ACai_IN_2022_00	SMC
3A1b	Fermentación Entérica Bovinos de Carne	-	64.834,20	-	64.834,20		5,0%		**6,56E-05**	23,7%	2,81E-04	3ACaii_IN_2022_00	SMC
3A2	Fermentación Entérica Ovinos	-	1.744,66	-	1.744,66		44,7%		**3,79E-06**	0,6%	1,62E-05	3ACc_IN_2022_00	PLE
3A3	Fermentación Entérica Porcinos	-	153,36	-	153,36		45,0%		**2,96E-08**	0,1%	1,27E-07	3ACh_IN_2022_00	PLE
3A4	Fermentación entérica Otros	-	2.161,54	-									
3A4a	Fermentación Entérica Bubalinos	-	276,67	-	276,67		44,7%		**9,52E-08**	0,1%	4,08E-07	3ACb_IN_2022_00	PLE
3A4b	Fermentación Entérica Camélidos	-	61,11	-	61,11		44,7%		**4,65E-09**	0,0%	1,99E-08	3ACe_IN_2022_00	PLE
3A4d	Fermentación Entérica Caprinos	-	553,70	-	553,70		44,7%		**3,81E-07**	0,2%	1,64E-06	3ACd_IN_2022_00	PLE
3A4e	Fermentación Entérica Equinos	-	1.242,33	-	1.242,33		44,7%		**1,92E-06**	0,5%	8,23E-06	3ACf_IN_2022_00	PLE
3A4f	Fermentación Entérica Mulares y Asnales	-	27,74	-	27,74		44,7%		**9,57E-10**	0,0%	4,10E-09	3ACg_IN_2022_00	PLE
3A4h	Fermentación Entérica Otras Ganaderías	-	-	-	-								
3B	**Gestión del estiércol**	-	**1.936,18**	**774,12**	**2.710,30**								
3B1	Ganado	-	1.673,13	189,69	1.862,83		5,1%						
3B1a	Directas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros	-	929,75	-	929,75		10,9%		**6,43E-08**	0,3%	2,76E-07	3ACai_IN_2022_00	SMC
3B1b	Directas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne	-	743,39	189,69	933,08		8,0%	12,8%	**2,57E-08**	0,3%	5,29E-07	3ACaii_IN_2022_00	SMC
3B2	Directas Gestión de Estiércol Ovinos	-	19,61	-	19,61		36,1%		**3,11E-10**	0,0%	1,33E-09	3ACc_IN_2022_00	PLE
3B3	Directas Gestión de Estiércol Porcinos	-	144,58	278,57	423,15		36,1%	102,0%	**5,19E-07**	0,2%	5,59E-06	3ACh_IN_2022_00	PLE
3B4	Directas Gestión de Estiércol Otras ganaderías	-	98,86	34,28									
3B4a	Directas Gestión de Estiércol Bubalinos	-	3,13	-	3,13		36,1%		**7,95E-12**	0,0%	3,41E-11	3ACb_IN_2022_00	PLE
3B4b	Directas Gestión de Estiércol Camélidos	-	1,25	-	1,25		36,1%		**1,26E-12**	0,0%	5,39E-12	3ACe_IN_2022_00	PLE
3B4d	Directas Gestión de Estiércol Caprinos	-	6,04	-	6,04		36,1%		**2,95E-11**	0,0%	1,26E-10	3ACd_IN_2022_00	PLE
3B4e	Directas Gestión de Estiércol Equinos	-	25,83	-	25,83		36,1%		**5,40E-10**	0,0%	2,31E-09	3ACf_IN_2022_00	PLE
3B4f	Directas Gestión de Estiércol Mulares y Asnales	-	0,57	-	0,57		53,9%		**5,80E-13**	0,0%	2,49E-12	3ACg_IN_2022_00	PLE
3B4g	Directas Gestión de Estiércol Aves	-	62,04	34,28	96,33		36,1%	54,0%	**5,25E-09**	0,0%	1,04E-07	3ACi_IN_2022_00	PLE
3B4h	Directas Gestión de Estiércol Otros	-	-	-	-								
3B5	Emisiones indirectas de N2O resultantes de la gestión del estiércol	-	-	271,57									
3B5a	Ganado	-	-	92,75	92,75		5,1%						
3B5ai	**Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros**	-	-	**29,24**	**29,24**								
3B5ai1	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Bovinos Lecheros	-	-	29,24	29,24			106,5%	**6,03E-09**	0,0%	2,59E-08	3ACai_IN_2022_00	SMC
3B5ai2	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Bovinos Lecheros	-	-	-	-			106,5%	**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACai_IN_2022_00	SMC
3B5aii	**Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne**	-	-	**63,51**	**63,51**								
3B5aii1	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Bovinos de Carne	-	-	59,86	59,86			101,6%	**2,30E-08**	0,0%	9,87E-08	3ACaii_IN_2022_00	SMC
3B5aii2	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Bovinos de Carne	-	-	3,65	3,65			101,6%	**8,57E-11**	0,0%	3,67E-10	3ACaii_IN_2022_00	SMC
3B5b	Búfalos	-	-	-	-		5,1%						
3B5bi	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Bubalinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACb_IN_2022_00	PLE
3B5bii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Bubalinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACb_IN_2022_00	PLE
3B5c	Ovejas	-	-	-	-		5,1%						
3B5ci	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Ovinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACc_IN_2022_00	PLE
3B5cii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Ovinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACc_IN_2022_00	PLE
3B5d	Cabras	-	-	-	-		5,1%						
3B5di	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Caprinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACd_IN_2022_00	PLE
3B5dii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Caprinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACd_IN_2022_00	PLE
3B5e	Camellos	-	-	-	-		5,1%						
3B5ei	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Camélidos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACe_IN_2022_00	PLE
3B5eii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Camélidos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACe_IN_2022_00	PLE
3B5f	Caballos	-	-	-	-		5,1%						
3B5fi	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Equinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACf_IN_2022_00	PLE
3B5fii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Equinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACf_IN_2022_00	PLE
3B5g	Mulas y asnos	-	-	-	-		5,1%						
3B5gi	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Mulares y Asnales	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACg_IN_2022_00	PLE
3B5gii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Mulares y Asnales	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACg_IN_2022_00	PLE
3B5h	Cerdos	-	-	31,38	31,38		5,1%						
3B5hi	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Porcinos	-	-	16,97	16,97			143,0%	**3,66E-09**	0,0%	1,57E-08	3ACh_IN_2022_00	PLE
3B5hii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Porcinos	-	-	14,41	14,41			143,0%	**2,64E-09**	0,0%	1,13E-08	3ACh_IN_2022_00	PLE
3B5i	Aves de corral	-	-	147,45	147,45								
3B5ii	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Aves	-	-	147,45	147,45			143,0%	**2,77E-07**	0,1%	1,19E-06	3ACi_IN_2022_00	PLE
3B5iii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Aves	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACi_IN_2022_00	PLE
3B5j	Otros (sírvase especificar)	-	-	-	-		5,1%						
3B5ji	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Otras Ganaderías	-	-	-	-		5,9%						
3B5jii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Otras Ganaderías	-	-	-	-								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector Agricultura y ganadería (cont.)

ID	Nombre	CO_2	CH_4	N_2O	Total	Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribucion a la varianza por categoria 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia	Archivo de base	Método
	Total de emisiones y absorciones nacionales	($ktCO_2e$) 239.446,03	($ktCO_2e$) 129.412,47	($ktCO_2e$) 25.447,71	($ktCO_2e$) 400.920,59								
3C	**Cultivo de Arroz**	-	**588,88**	-	**588,88**		115,1%		**2,86E-06**	0,2%	1,23E-05	3C4S_IN_2022_00	PLE
3D	**Suelos agrícolas**	-	-	**21.183,27**	**21.183,27**								
3D1	Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados	-	-	14.958,92	14.958,92								
3D1a	Directas Fertilizantes sintéticos	-	-	5.435,89	5.435,89			73,4%	**9,89E-05**	2,0%	4,24E-04	3C34S_IN_2022_00	PLE
3D1b	Directas Aplicación Abono orgánico a campo	-	-	885,88									
3D1bi1	**Directas Aplicación Abono orgánico a campo Bovinos**	-	-	**526,97**	**526,97**								
3D1bi1a	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Bovinos Lecheros	-	-	54,30	54,30			154,3%	**4,37E-08**	0,0%	1,87E-07	3ACai_IN_2022_00	SMC
3D1bi1b	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Bovinos de Carne	-	-	472,67	472,67			146,2%	**2,97E-06**	0,2%	1,27E-05	3ACaii_IN_2022_00	SMC
3D1bi2	**Directas Aplicación Abono orgánico a campo Ovinos**	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACc_IN_2022_00	PLE
3D1bi3	**Directas Aplicación Abono orgánico a campo Porcinos**	-	-	**164,90**	**164,90**			143,0%	**3,46E-07**	0,1%	1,48E-06	3ACh_IN_2022_00	PLE
3D1bi4	**Directas Aplicación Abono orgánico a campo Otros**	-	-	**194,01**									
3D1bi4a	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Bubalinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACb_IN_2022_00	PLE
3D1bi4b	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Camélidos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACe_IN_2022_00	PLE
3D1bi4d	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Caprinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACd_IN_2022_00	PLE
3D1bi4f	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Mulares y Asnales	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACg_IN_2022_00	PLE
3D1bi4e	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Equinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACf_IN_2022_00	PLE
3D1bi4h	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Otras Ganaderías	-	-	-	-		5,1%						
3D1bi4g	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Aves	-	-	194,01	194,01			143,0%	**4,79E-07**	0,1%	2,05E-06	3ACi_IN_2022_00	PLE
3D1c	Directas Excretas En pasturas	-	-	3.112,80									
3D1c1	**Directas Excretas En pasturas Bovinos**	-	-	**2.644,67**									
3D1c1a	Directas Excretas En pasturas Bovinos Lecheros	-	-	397,24	397,24			154,3%	**2,34E-06**	0,1%	1,00E-05	3ACai_IN_2022_00	SMC
3D1c1b	Directas Excretas En pasturas Bovinos de Carne	-	-	2.247,44	2.247,44			146,2%	**6,72E-05**	0,8%	2,88E-04	3ACaii_IN_2022_00	SMC
3D1c2	**Directas Excretas En pasturas Ovinos**	-	-	**56,37**	**56,37**			113,6%	**2,55E-08**	0,0%	1,09E-07	3ACc_IN_2022_00	PLE
3D1c3	**Directas Excretas En pasturas Porcinos**	-	-	**256,16**	**256,16**			114,0%	**5,31E-07**	0,1%	2,27E-06	3ACh_IN_2022_00	PLE
3D1c4	**Directas Excretas En pasturas Otros**	-	-	**155,60**	**155,60**								
3D1c4a	Directas Excretas En pasturas Bubalinos	-	-	11,41	11,41			113,6%	**1,04E-09**	0,0%	4,48E-09	3ACb_IN_2022_00	PLE
3D1c4b	Directas Excretas En pasturas Camélidos	-	-	3,72	3,72			113,6%	**1,11E-10**	0,0%	4,76E-10	3ACe_IN_2022_00	PLE
3D1c4d	Directas Excretas En pasturas Caprinos	-	-	14,72	14,72			113,6%	**1,74E-09**	0,0%	7,45E-09	3ACd_IN_2022_00	PLE
3D1c4f	Directas Excretas En pasturas Mulares y Asnales	-	-	2,70	2,70			113,6%	**5,86E-11**	0,0%	2,51E-10	3ACg_IN_2022_00	PLE
3D1c4e	Directas Excretas En pasturas Equinos	-	-	123,05	123,05			113,6%	**1,22E-07**	0,0%	5,21E-07	3ACf_IN_2022_00	PLE
3D1c4h	Directas Excretas En pasturas Otras Ganaderías	-	-	-	-								
3D1c4g	Directas Excretas En pasturas Aves	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,0%	0,00E+00	3ACi_IN_2022_00	PLE
3D1d	Directas Residuos de Cosecha	-	-	4.538,65	4.538,65			117,9%	**1,78E-04**	1,7%	7,64E-04	3C4S_IN_2022_00	SMC
3D1e	Directas Mineralización de N2 por pérdida de materia orgánica de suelos	-	-	985,70	985,70			14,8%	**1,33E-07**	0,4%	5,71E-07	3B23_IN_2022_00	PLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector Agricultura y ganadería (cont.)

ID	Nombre	CO_2	CH_4	N_2O	Total	Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribucion a la varianza por categoria 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia	Archivo de base	Método
	Total de emisiones y absorciones nacionales	($ktCO_2e$) 239.446,03	($ktCO_2e$) 129.412,47	($ktCO_2e$) 25.447,71	($ktCO_2e$) 400.920,59								
3D2	Emisiones indirectas de N2O de los suelos gestionados	-	-	6.224,35	6.224,35								
3D2ai	Indirectas Fertilizantes Sinteticos (Volatilizacion)	-	-	545,38	545,38			103,3%	**1,98E-06**	1,99E-03	8,47E-06	3C345_IN_2022_00	PLE
3D2bi	Indirectas Fertilizantes Sinteticos (Lixiviacion)	-	-	1.227,11	1.227,11			103,3%	**1,00E-05**	4,48E-03	4,29E-05	3C345_IN_2022_00	PLE
3D2abii1a	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo Bovinos Lecheros	-	-	25,74	25,74			169,8%	**1,19E-08**	9,40E-05	5,09E-08	3ACai_IN_2022_00	SMC
3D2abii1b	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo Bovinos de Carne	-	-	224,05	224,05			121,1%	**4,58E-07**	8,18E-04	1,96E-06	3ACaii_IN_2022_00	SMC
3D2aii2	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Ovinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACc_IN_2022_00	PLE
3D2bii2	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Ovinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACc_IN_2022_00	PLE
3D2aii3	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Porcinos	-	-	32,98	32,98			143,0%	**1,38E-08**	1,20E-04	5,93E-08	3ACh_IN_2022_00	PLE
3D2bii3	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Porcinos	-	-	37,10	37,10			143,0%	**1,75E-08**	1,36E-04	7,51E-08	3ACh_IN_2022_00	PLE
3D2aii4a	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Bubalinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACb_IN_2022_00	PLE
3D2bii4a	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Bubalinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACb_IN_2022_00	PLE
3D2aii4b	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Camélidos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACe_IN_2022_00	PLE
3D2bii4b	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Camélidos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACe_IN_2022_00	PLE
3D2aii4d	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Caprinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACd_IN_2022_00	PLE
3D2bii4d	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Caprinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACd_IN_2022_00	PLE
3D2aii4e	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Equinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACf_IN_2022_00	PLE
3D2bii4e	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Equinos	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACf_IN_2022_00	PLE
3D2aii4f	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Mulares y Asnales	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACg_IN_2022_00	PLE
3D2bii4f	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Mulares y Asnales	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACg_IN_2022_00	PLE
3D2aii4g	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Aves	-	-	40,74	40,74			143,0%	**2,11E-08**	1,49E-04	9,05E-08	3ACi_IN_2022_00	PLE
3D2bii4g	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Aves	-	-	51,22	51,22			143,0%	**3,34E-08**	1,87E-04	1,43E-07	3ACi_IN_2022_00	PLE
3D2aii4h	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Otras Ganaderías	-	-	-	-		5,9%						
3D2bii4h	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Otras Ganaderías	-	-	-	-								
3D2aiii1a	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Bovinos Lecheros	-	-	208,55	208,55			169,8%	**7,80E-07**	7,62E-04	3,34E-06	3ACai_IN_2022_00	SMC
3D2biii1a	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Bovinos Lecheros	-	-	262,18	262,18			169,8%	**1,23E-06**	9,57E-04	5,28E-06	3ACai_IN_2022_00	SMC
3D2aiii1b	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Bovinos de Carne	-	-	1.179,90	1.179,90			121,1%	**1,27E-05**	4,31E-03	5,45E-05	3ACaii_IN_2022_00	SMC
3D2biii1b	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Bovinos de Carne	-	-	1.483,31	1.483,31			121,1%	**2,01E-05**	5,42E-03	8,61E-05	3ACaii_IN_2022_00	SMC
3D2aiii2	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Ovinos	-	-	39,46	39,46			151,3%	**2,22E-08**	1,44E-04	9,51E-08	3ACc_IN_2022_00	PLE
3D2biii2	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Ovinos	-	-	49,61	49,61			151,3%	**3,51E-08**	1,81E-04	1,50E-07	3ACc_IN_2022_00	PLE
3D2aiii3	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Porcinos	-	-	25,62	25,62			151,0%	**9,31E-09**	9,35E-05	3,99E-08	3ACh_IN_2022_00	PLE
3D2biii3	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Porcinos	-	-	28,82	28,82			151,0%	**1,18E-08**	1,05E-04	5,05E-08	3ACh_IN_2022_00	PLE
3D2aiii4a	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Bubalinos	-	-	5,99	5,99			151,3%	**5,11E-10**	2,19E-05	2,19E-09	3ACb_IN_2022_00	PLE
3D2biii4a	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Bubalinos	-	-	7,53	7,53			151,3%	**8,08E-10**	2,75E-05	3,46E-09	3ACb_IN_2022_00	PLE
3D2aiii4b	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Camélidos	-	-	2,60	2,60			151,3%	**9,66E-11**	9,51E-06	4,14E-10	3ACe_IN_2022_00	PLE
3D2biii4b	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Camélidos	-	-	3,27	3,27			151,3%	**1,53E-10**	1,20E-05	6,54E-10	3ACe_IN_2022_00	PLE
3D2aiii4d	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Caprinos	-	-	-	-			151,3%	**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACd_IN_2022_00	PLE
3D2biii4d	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Caprinos	-	-	23,25	23,25			151,3%	**7,70E-09**	8,49E-05	3,30E-08	3ACd_IN_2022_00	PLE
3D2aiii4e	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Equinos	-	-	86,14	86,14			151,3%	**1,06E-07**	3,15E-04	4,53E-07	3ACf_IN_2022_00	PLE
3D2biii4e	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Equinos	-	-	108,29	108,29			151,3%	**1,67E-07**	3,95E-04	7,16E-07	3ACf_IN_2022_00	PLE
3D2aiii4f	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Mulares y Asnales	-	-	1,89	1,89			151,3%	**5,09E-11**	6,91E-06	2,18E-10	3ACg_IN_2022_00	PLE
3D2biii4f	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Mulares y Asnales	-	-	2,38	2,38			151,3%	**8,05E-11**	8,68E-06	3,45E-10	3ACg_IN_2022_00	PLE
3D2aiii4g	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Aves	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACi_IN_2022_00	PLE
3D2biii4g	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Aves	-	-	-	-				**0,00E+00**	0,00E+00	0,00E+00	3ACi_IN_2022_00	PLE
3D2aiii4h	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Otras Ganaderías	-	-	-	-								
3D2biii4h	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Otras Ganaderías	-	-	-	-								
3D2biv	Indirectas Residuos de Cosecha (Lixiviación)	-	-	482,44	482,44			244,5%	**8,66E-06**	1,76E-03	3,71E-05	3C45_IN_2022_00	SMC
3D2av	Indirectas Mineralización de N2 por pérdida de materia orgánica de suelos (Volatilización)	-	-	-	-								
3D2bv	Indirectas Mineralización de N2 por pérdida de materia orgánica de suelos (Lixiviación)	-	-	38,81	38,81			40,7%	**1,55E-09**	1,42E-04	6,65E-09	3B23_IN_2022_00	PLE
3F	**Quema de biomasa de residuos de cosecha**	-	**47,88**	**11,75**	**59,62**		14,6%	17,7%	**3,29E-10**	2,18E-04	4,97E-09	3C45_IN_2022_00	PLE
3G	**Encalado**	-	-	-	-								
3H	**Aplicación de urea**	**1.613,13**	-	-	**1.613,13**	5,0%			**4,05E-08**	5,89E-03	1,74E-07	3C345_IN_2022_00	PLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector UTCUTS

ID	Nombre	CO_2	CH_4	N_2O	Total	Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribucion a la varianza por categoria 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia	Archivo de base	Método
	Total de emisiones y absorciones nacionales	**($ktCO_2e$) 239.446,03**	**($ktCO_2e$) 129.412,47**	**($ktCO_2e$) 25.447,71**	**($ktCO_2e$) 400.920,59**								
4	Usos de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	**47.032,95**	**3.211,93**	**1.159,77**	**51.404,65**								
4A	**Tierras forestales**	**-1.523,15**	**693,35**	**193,00**	**-636,80**								
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales	-1.523,15	-	-	-1.523,15								
4A1a	Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Nativo)	13.313,52	-	-	13.313,52	41,2%			**1,87E-04**	4,86E-02	8,03E-04	3B1ai_IN_2022_00	PLE
4A1b	Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado)	-14.836,67	-	-	-14.836,67	79,3%			**8,61E-04**	-5,42E-02	3,69E-03	3B1aii_IN_2022_00	PLE
4A2	Tierras convertidas en tierras forestales	-	-	-	-								
	Quema de biomasa en tierras forestales	-	693,35	193,00									
4(IV)A1b1	Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)	-	668,87	186,19	855,06		11,5%	19,3%	**4,48E-08**	3,12E-03	9,87E-07	3C1_IN_2022_00	PLE
4(IV)A1b2	Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado)	-	24,48	6,81	31,29		29,3%	49,4%	**3,91E-10**	1,14E-04	8,63E-09	3C1_IN_2022_00	PLE
4B	**Tierras de cultivo**	**22.509,62**	**1.045,93**	**291,15**	**23.846,70**								
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales	5.438,66	-	-	5.438,66	105,8%			**2,06E-04**	1,99E-02	8,83E-04	3B23_IN_2022_00	PLE
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo	17.070,96	-	-	17.070,96	34,2%			**2,12E-04**	6,23E-02	9,09E-04	3B23_IN_2022_00	PLE
4(IV)B	Quema de biomasa en suelos cultivados	-	1.045,93	291,15	1.337,08								
4(IV)B1	Quema de biomasa de tierras de cultivo												
4(IV)B2	Quema de biomasa por conversion de tierras forestales en tierras de cultivos	-	1.045,93	291,15	1.337,08		10,4%	17,0%	**8,86E-08**	4,88E-03	1,89E-06	3B23_IN_2022_00	PLE
4C	**Pastizales**	**28.762,00**	**1.472,65**	**675,62**	**30.910,27**								
4C1	Pastizales que permanecen como tales	-	-	-	-								
4C2	Tierras convertidas en pastizales	28.762,00	-	-	28.762,00	12,9%			**8,60E-05**	1,05E-01	3,69E-04	3B23_IN_2022_00	PLE
4(IV)C	Quema de biomasa en pastizales	-	1.472,65	675,62	2.148,27								
4(IV)C1	Quema de biomasa de pastizales	-	453,57	391,95	845,52		14,6%	17,7%	**5,69E-08**	3,09E-03	9,99E-07	3C1_IN_2022_00	PLE
4(IV)C2	Quema de biomasa por conversion de tierras forestales en pastizales	-	1.019,08	283,67	1.302,75		10,4%	17,0%	**8,41E-08**	4,76E-03	1,80E-06	3B23_IN_2022_00	PLE
4D	**Humedales**	-	-	-	-								
4D1	Humedales que permanecen como tales	-	-	-	-								
4D2	Tierras convertidas en humedales	-	-	-	-								
4E	**Asentamientos**	-	-	-	-								
4E1	Asentamientos que permanecen como tales	-	-	-	-								
4E2	Tierras convertidas en asentamientos	-	-	-	-								
4F	**Otras tierras**	-	-	-	-								
4F1	Otra tierra que permanece como tal	-	-	-	-								
4F2	Tierras convertidas en otras tierras	-	-	-	-								
4G	**Productos de madera recolectada**	**-2.715,52**	-	-	**-2.715,52**	31,2%			**4,47E-06**	-9,92E-03	1,92E-05	3D1_IN_2022_00	PLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector Residuos

ID	Nombre	CO_2	CH_4	N_2O	Total	Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribucion a la varianza por categoria 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia	Archivo de base	Método
		($ktCO_2e$)	($ktCO_2e$)	($ktCO_2e$)	($ktCO_2e$)								
	Total de emisiones y absorciones nacionales	**239.446,03**	**129.412,47**	**25.447,71**	**400.920,59**								
5	RESIDUOS	35,49	22.335,88	943,03	23.314,40								
5A	Eliminación de residuos sólidos	**-**	**14.299,56**	**-**	**14.300**								
5A1	Sitios de eliminación de Residuos Solidos gestionados	-	8.043,01	-	8.043		36,3%		**5,31E-05**	2,94E-02	2,28E-04	4A_IN_2022_00	SMC
5A2	Sitios de eliminación de Residuos Solidos no gestionados	-	-	-	-								
5A3	Sitios de eliminación de Residuos Solidos no categorizados	-	6.256,55	-	6.257		25,9%		**1,64E-05**	2,28E-02	7,03E-05	4A_IN_2022_00	SMC
5B	Tratamiento biológico de los Residuos sólidos	**-**	**38,18**	**27,10**	**65**		104,4%	104,4%	**1,49E-08**	2,38E-04	2,48E-07	4BC_IN_2022_00	PLE
5C	Incineración de residuos	**35,49**	**-**	**-**	**35**								
5C1	Incineración de Residuos	35	-	-	35	64,0%			**3,21E-09**	1,30E-04	1,38E-08	4BC_IN_2022_00	PLE
5C2	Incineración abierta de desechos	-	-	-	-								
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	**-**	**7.998,15**	**915,93**	**8.914**								
5D1	Aguas residuales domésticas	-	4.540,08	916	5.456		16,5%	43,8%	**4,49E-06**	1,99E-02	1,74E-04	4D1_IN_2022_00	PLE
5D2	Aguas residuales Industriales	-	3.458,07	-	3.458		75,7%		**4,26E-05**	1,26E-02	1,83E-04	4D2_IN_2022_00	PLE
5E	Otros (sírvase especificar)	**-**	**-**	**-**	**-**								

Fuente: Elaboración propia

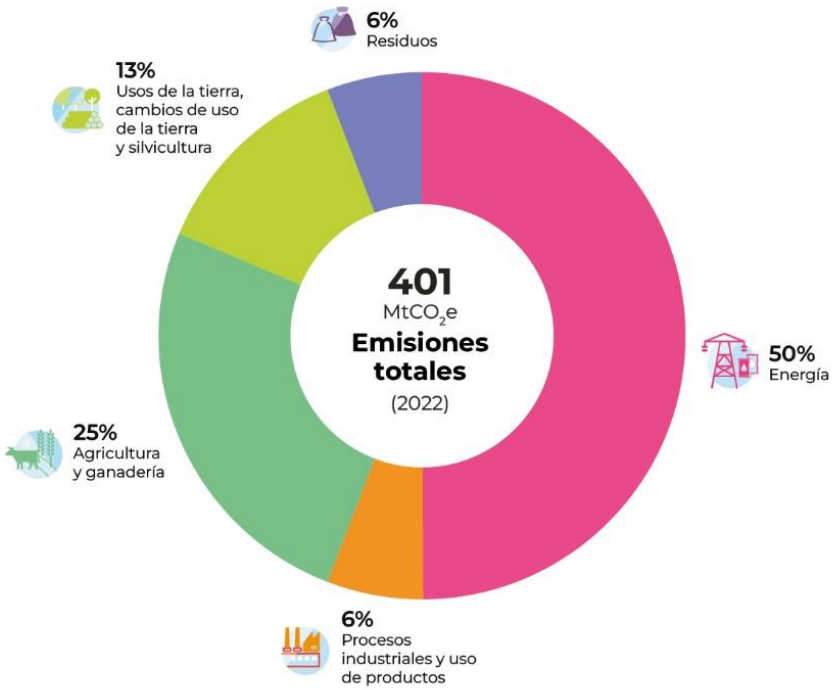
Capítulo 2:
Tendencia de las emisiones

Tendencia de las emisiones de GEI totales

Inventario del año 2022

Las emisiones netas totales del año 2022 fueron estimadas en 400.920 $ktCO_2e$. El sector preponderante del INGEI 2022 es Energía, donde se destacan las categorías de "Transporte terrestre", "Generación de electricidad" y "Otros consumos – Residencial". Los dos sectores que siguen en participación son Agricultura y ganadería, donde la principal categoría es "Fermentación entérica de bovinos de carne" y Usos de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)[139], donde la principal contribución está dada por la conversión de tierras forestales. La siguiente figura muestra la participación sectorial del inventario de GEI del año 2022.

Figura 42. Distribución sectorial de las emisiones de GEI año 2022



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se estimaron los gases precursores de GEI: CO, COVDM, NO_x y SO_2, para la serie 1990-2022, para las fuentes cuyos DA y FE asociados estaban disponibles. En todos los casos se utilizaron los DA correspondientes a la elaboración del INGEI.

En la siguiente tabla se detallan los valores de GEI y precursores estimados para el año 2022.

[139] Para la elaboración del presente reporte se incorporaron cambios en los sectores y categorías del INGEI, de manera consistente con las tablas comunes de reporte (CRT) que se incluyen como anexo. Los sectores "Agricultura y ganadería" y "Usos de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura" abarcan las categorías incluidas en "Agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra" en los Informes Bienales de Actualización presentados con anterioridad.

Tabla 40. Emisiones INGEI 2022 por sector y categoría ($ktCO_2e$)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	Emisiones/absorciones netas de CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	Mezcla de HFCs y PFCs no especificados	SF_6	NF_3	NO_x	CO	COVDM	SO_X	Total de emisiones/ absorciones de GEI
	(kt)			CO_2 equivalente (kt)					(kt)				CO_2 equivalente (kt)
Totales nacionales de emisiones y absorciones	**239.446,03**	**4.621,87**	**96,03**	**6.602,70**	**11,68**	**NA,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NO**	**918,62**	**3.016,10**	**367,56**	**115,19**	**400.920,59**
1. Energía	**174.052,13**	**896,66**	**4,56**						**863,99**	**769,17**	**264,53**	**92,29**	**200.366,68**
1.A. Quema de combustible	173.226,55	29,91	4,53						863,88	694,07	93,83	92,29	175.264,28
1.A.1. Industrias de la energía	54.935,39	2,62	1,39						96,61	13,89	2,31	50,52	55.375,99
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	27.922,19	1,69	0,23						62,60	49,77	13,53	37,81	28.029,52
1.A.3. Transporte	54.700,07	18,65	2,78						562,40	579,37	46,70	3,46	55.959,88
1.A.4. Otros sectores	35.668,90	6,96	0,13						142,27	51,04	31,29	0,50	35.898,89
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA						NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	825,57	866,75	0,03						0,11	75,10	170,70	NA,NO	25.102,41
1.B.1. Combustibles sólidos	0,42	14,33	0,03						0,02	75,10	NA	NA	408,98
1.B.2. Petróleo y gas natural	825,15	852,42	0,00						0,09	NA,NO	170,70	NA,NO	24.693,43
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO												NO
2. Procesos industriales y uso de productos	**16.712,34**	**5,33**	**0,63**	**6.602,70**	**11,68**	**NA,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NO**	**2,40**	**224,20**	**103,03**	**22,91**	**23.643,67**
2.A. Industria de los minerales	8.366,73	NA	NA						NA	NA	NA	3,91	8.366,73
2.B. Industria química	2.194,92	5,23	0,63	214,64	NA,NO	NO	NO	NO	0,87	7,76	14,55	3,34	2.723,54
2.C. Industria de los metales	6.020,70	0,11	NA	NA,NO	11,68	NA,NO	NA,NE,NO	NA	0,86	214,03	NA	6,04	6.035,35
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	129,99	NA	NA						0,02	0,01	67,97	NA	129,99
2.E. Industria electrónica			NO	NO	NO	NO	NO	NO					NO
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO				6.388,06	NO	NO	NO	NO					6.388,06
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA	NA	NA,NE	NA,NO	NA,NO	NO	NE,NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA,NE,NO
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NO	0,64	2,40	20,51	9,62	NA,NO
3. Agricultura y ganadería	**1.613,13**	**2.807,46**	**82,90**						**1,58**	**58,26**	**IE,NA,NE,NO**	**IE,NA**	**102.191,19**
3.A. Fermentación entérica		2.715,57											76.036,00
3.B. Gestión del estiércol		69,15	2,92								NA		2.710,30
3.C. Cultivo del arroz		21,03									NO		588,88
3.D. Suelos agrícolas		NE	79,94						NE	NE	NE		21.183,27
3.E. Quema prescrita de sabanas		IE	IE						IE	IE	IE	IE	IE
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas		1,71	0,04						1,58	58,26	NA	NA	59,62
3.G. Encalado	NE												NE
3.H. Aplicación de urea	1.613,13												1.613,13
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NE												NE
3.J. Otros	NA	NA	NA						NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**47.032,95**	**114,71**	**4,38**						**50,65**	**1.964,47**	**IE,NA,NE**	**NA**	**51.404,65**
4.A. Tierras forestales	-1.523,15	24,76	0,73						5,83	378,72	**NE**		-636,80
4.B. Tierras de cultivo	22.509,62	37,35	1,10						8,79	571,31	IE,NE		23.846,70
4.C. Pastizales	28.762,00	52,59	2,55						36,03	1.014,44	NE		30.910,27
4.D. Humedales	NE,NO	NE,NO	IE,NE,NO						IE,NE	IE,NE	IE,NE		IE,NE,NO
4.E. Asentamientos	NE,NO	NE,NO	IE,NE,NO						NE	NE	NE		IE,NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO						NE	NE	NE		NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada	-2.715,52												-2.715,52
4.H. Otros	NA	NA	NA						NA	NA	NA	NA	NA
5. Residuos	**35,49**	**797,71**	**3,56**						**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE**	**NA,NE**	**23.314,40**
5.A. Eliminación de residuos sólidos		**510,70**							**NO**	**NO**	**NA**		14.299,56
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos		1,36	0,10						NO	NO	NA		65,28
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	**35,49**	NA,NE	NA,NE						NE	NE	NA	NE	35,49
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales		285,65	3,46						NA,NO	NA,NO	NA,NE		8.914,08
5.E. Otros	NA	NA	NA						NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros (sírvase especificar)	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool.

Tabla 41. Emisiones INGEI 2022 – Elementos recordatorios ($ktCO_2e$)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	Emisiones/absorciones netas de CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	Mezcla de HFCs y PFCs no especificados	SF_6	NF_3	NO_x	CO	COVDM	SO_X	Total de emisiones/ absorciones de GEI
	(kt)			CO_2 equivalente (kt)			(kt)						CO_2 equivalente (kt)
Elementos recordatorios													
1.D.1. Búnkers internacionales	5.815,64	0,37	0,16						87,15	530,95	14,00	21,33	5.867,10
1.D.1.a. Aviación	1.969,35	0,01	0,06						2,51	526,29	11,90	0,63	1.984,33
1.D.1.b. Navegación	3.846,29	0,35	0,10						84,65	4,67	2,10	20,71	3.882,77
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE						IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible	9.406,67												9.406,67
1.D.4. CO_2 capturado	NO												NO
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos	NA												NA
N_2O indirecto			NE										NE
CO_2 indirecto	NE												NE

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool.

Tendencia de las emisiones netas 1990-2022

Las emisiones y absorciones del país han tenido una tendencia creciente aumentando un 46% respecto al año 1990. Los sectores de Energía (92%), PIUP (178%) y Residuos (98%) responden en mayor medida a las condiciones económicas y/o poblacionales reflejando una tendencia creciente a lo largo de los años, a diferencia de los sectores de Agricultura y ganadería (6%) y UTCUTS (-6%) que muestran un comportamiento más fluctuante, relacionado con la dinámica del uso del suelo, las políticas del sector, las condiciones climáticas, y aspectos externos.

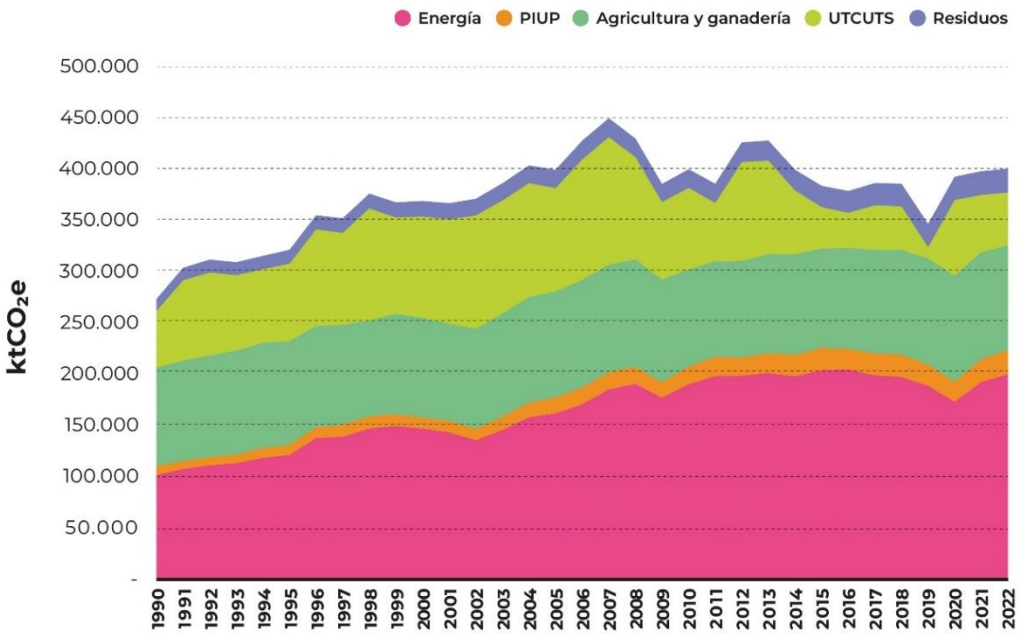
En la serie temporal se observa una desaceleración del sector Energía entre los años 2000 y 2002 fruto de la crisis económica sufrida por el país en ese período y a partir del año 2008 una nueva caída debido a la crisis financiera internacional. También se observa en el año 2020 el efecto de la pandemia de COVID-19, que generó la disminución de la actividad industrial y de transporte (-23,4%), y por tanto la caída en las emisiones para los sectores PIUP (-8,0%) y Energía (-8,2%).

Las emisiones del sector UTCUTS responden principalmente a cambios en los patrones de perdida de cobertura de bosques nativos debido al corrimiento de la frontera agropecuaria, como el aumento observado en 2012-2013, y el pico de emisiones en 2020, dado en particular por el aumento de las emisiones de la categoría Tierras forestales convertidas a tierras de cultivo o pastizales.

Finalmente, el sector Agricultura y ganadería presenta fluctuaciones de menor magnitud, en el período 2008-2009 y en menor medida en 2018, ya que las sequías ocurridas en esos años generaron una disminución de las existencias bovinas, que son la principal variable asociada a la tendencia de emisiones en este sector.

El nivel de emisiones para el año 2022 se explica principalmente por el restablecimiento de los niveles de actividad en los sectores Energía y PIUP, junto con una disminución de la deforestación respecto al año 2020 (sector UTCUTS).

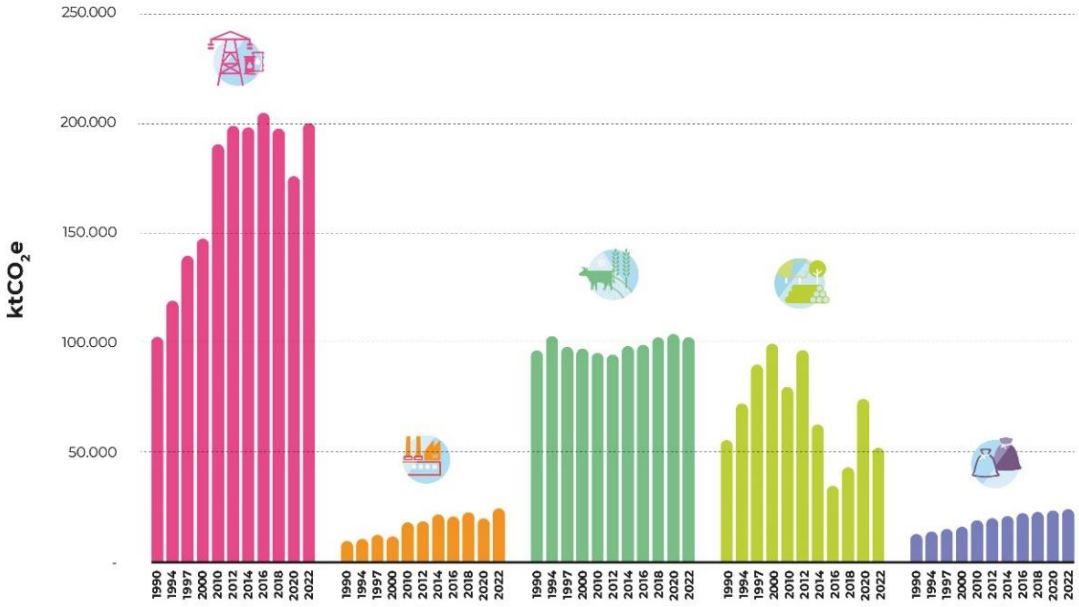
Figura 43. Tendencia de las emisiones de GEI (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

La figura a continuación muestra la evolución que cada sector ha tenido a lo largo de los años en los que la República Argentina presentó oficialmente inventarios de GEI a la CMNUCC.

Figura 44. Evolución sectorial de las emisiones de GEI



Fuente: Elaboración propia

Las tablas siguientes muestran la serie temporal en $ktCO_2e$.

Tabla 42. Serie temporal de emisiones ($ktCO_2e$)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total (emisiones netas)	**273.820,98**	**304.263,66**	**312.120,30**	**309.592,23**	**315.857,91**	**321.815,80**	**355.504,15**	**352.481,05**	**376.557,51**	**368.059,35**
1. Energía	**102.320,33**	**108.038,89**	**111.626,82**	**113.615,94**	**118.888,56**	**121.817,57**	**138.411,54**	**139.465,92**	**147.527,20**	**150.134,73**
1.A. Quema de combustible	88.975,18	94.001,14	96.876,62	97.399,76	101.709,58	103.274,47	117.615,16	117.365,10	124.581,90	126.782,40
1.A.1. Industrias de la energía	22.691,95	27.450,91	26.150,17	25.050,92	22.833,42	25.283,07	28.972,08	29.173,93	31.998,26	36.428,84
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	20.766,80	18.369,39	20.506,05	17.812,05	20.780,71	20.395,85	21.785,83	22.070,67	24.201,00	23.478,94
1.A.3. Transporte	22.731,21	26.333,24	27.529,83	29.047,58	32.282,92	31.884,86	39.588,63	38.448,14	40.132,83	37.585,00
1.A.4. Otros sectores	22.785,21	21.847,60	22.690,57	25.489,22	25.812,54	25.710,68	27.268,62	27.672,37	28.249,81	29.289,63
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	13.345,15	14.037,75	14.750,20	16.216,18	17.178,98	18.543,10	20.796,38	22.100,82	22.945,30	23.352,33
1.B.1. Combustibles sólidos	509,18	527,98	548,13	504,19	599,84	506,32	670,78	660,78	830,78	589,84
1.B.2. Petróleo y gas natural	12.835,98	13.509,77	14.202,07	15.711,99	16.579,13	18.036,78	20.125,60	21.440,04	22.114,51	22.762,48
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Procesos industriales y uso de productos	**8.518,17**	**7.888,25**	**7.889,82**	**8.383,83**	**9.656,14**	**9.621,83**	**10.326,70**	**11.489,08**	**11.809,48**	**11.176,35**
2.A. Industria de los minerales	2.682,42	3.139,84	3.592,82	4.006,29	4.465,93	3.959,22	4.062,46	4.869,08	5.080,15	4.966,56
2.B. Industria química	769,11	769,11	755,13	791,51	777,33	835,18	809,66	847,24	786,41	792,70
2.C. Industria de los metales	4.950,01	3.859,61	3.412,76	3.438,21	4.290,64	4.715,43	5.336,58	5.646,70	5.793,17	5.248,13
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	116,62	119,69	129,10	147,82	122,23	112,00	118,00	125,34	129,02	112,60
2.E. Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO	0,73	20,73	56,36
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
2.H. Otros	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
3. Agricultura y ganadería	**96.235,62**	**97.830,90**	**99.410,89**	**101.525,39**	**102.686,37**	**101.362,49**	**98.905,78**	**97.764,66**	**93.596,02**	**98.272,07**
3.A. Fermentación entérica	81.143,51	82.411,08	83.712,91	85.744,50	86.314,73	84.592,40	81.510,28	80.170,60	76.120,50	79.538,61
3.B. Gestión del estiércol	2.091,21	2.110,12	2.156,35	2.251,51	2.276,32	2.290,54	2.232,35	2.215,60	2.216,51	2.350,98
3.C. Cultivo del arroz	369,08	273,01	419,02	441,97	447,32	582,69	611,49	710,22	670,01	915,27
3.D. Suelos agrícolas	12.273,83	12.662,19	12.791,69	12.809,54	13.301,46	13.507,17	13.989,29	14.155,44	14.078,29	14.857,27
3.E. Quema prescrita de sabanas	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas	213,52	230,03	186,46	133,40	127,02	151,53	157,56	140,89	146,84	144,23
3.G. Encalado	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H. Aplicación de urea	144,47	144,47	144,47	144,47	219,53	238,16	404,81	371,92	363,86	465,70
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**54.946,57**	**78.393,24**	**80.847,52**	**73.470,16**	**71.684,99**	**75.655,78**	**94.075,55**	**89.544,21**	**109.234,16**	**93.719,38**
4.A. Tierras forestales	-204,05	7.122,77	9.495,27	4.716,40	-177,91	-1.560,91	-799,61	30,42	4.621,21	-2.264,08
4.B. Tierras de cultivo	12.114,11	11.389,71	28.738,89	7.860,88	40.475,79	28.853,51	34.319,47	46.180,31	44.610,39	40.127,51
4.C. Pastizales	43.183,83	60.134,18	43.327,96	61.083,08	31.722,52	49.574,60	61.777,56	44.851,74	61.065,92	56.897,25
4.D. Humedales	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.E. Asentamientos	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada	-147,32	-253,43	-714,59	-190,20	-335,42	-1.211,42	-1.221,86	-1.518,27	-1.063,36	-1.041,30
4.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5. Residuos	**11.800,29**	**12.112,38**	**12.345,25**	**12.596,90**	**12.941,84**	**13.358,13**	**13.784,58**	**14.217,18**	**14.390,66**	**14.756,82**
5.A. Eliminación de residuos sólidos	6.615,17	6.789,50	6.989,44	7.223,36	7.475,74	7.756,00	8.036,57	8.339,87	8.669,29	8.996,74
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	19,25	20,39	21,57	22,39	23,21	22,96	23,76	24,93	25,59	25,21
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	5.165,87	5.302,49	5.334,24	5.351,15	5.442,89	5.579,18	5.724,25	5.852,38	5.695,78	5.734,87
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios										
1.D.1. Búnkers internacionales	7.684,57	8.128,38	10.176,35	7.856,60	7.365,91	6.859,82	8.613,04	8.702,98	9.027,21	8.988,74
1.D.1.a. Aviación	1.354,79	1.288,02	1.625,98	1.434,70	1.776,27	2.085,40	2.779,83	2.591,82	2.587,67	2.474,26
1.D.1.b. Navegación	6.329,78	6.840,35	8.550,36	6.421,90	5.589,64	4.774,42	5.833,21	6.111,16	6.439,55	6.514,48
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible	2.166,36	2.230,87	2.582,99	2.422,00	2.389,73	2.518,91	2.679,11	2.797,38	3.477,06	2.715,63
1.D.4. CO_2 capturado	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 43. Serie temporal de emisiones (ktCO2e) (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Total (emisiones netas)	**369.475,82**	**367.313,34**	**371.510,98**	**386.631,36**	**404.098,39**	**399.750,19**	**428.326,74**	**450.092,85**	**430.422,02**	**386.097,84**
1. Energía	**147.395,40**	**143.756,38**	**136.194,32**	**146.146,18**	**158.512,83**	**162.364,52**	**171.340,96**	**185.604,12**	**191.054,98**	**177.603,64**
1.A. Quema de combustible	122.692,95	118.028,32	111.332,53	119.389,50	131.056,70	135.628,81	144.250,12	158.647,28	164.174,96	152.309,20
1.A.1. Industrias de la energía	36.213,72	30.304,99	28.033,05	31.202,56	37.662,44	38.450,58	41.728,27	47.476,59	51.112,47	50.405,31
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	23.072,65	21.985,07	21.794,02	23.959,98	25.098,56	26.141,14	27.910,42	28.287,17	29.762,44	24.188,64
1.A.3. Transporte	34.149,24	35.564,19	32.727,58	34.055,90	36.747,81	37.973,35	40.870,74	44.246,74	46.353,42	42.520,12
1.A.4. Otros sectores	29.257,34	30.174,07	28.777,89	30.171,06	31.547,89	33.063,74	33.740,70	38.636,79	36.946,63	35.195,15
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	24.702,45	25.728,06	24.861,79	26.756,68	27.456,12	26.735,71	27.090,84	26.956,83	26.880,02	25.294,43
1.B.1. Combustibles sólidos	495,49	492,11	356,62	435,96	718,38	418,73	470,37	477,11	480,30	500,43
1.B.2. Petróleo y gas natural	24.206,96	25.235,95	24.505,17	26.320,73	26.737,74	26.316,98	26.620,47	26.479,73	26.399,71	24.794,00
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Procesos industriales y uso de productos	**10.710,37**	**11.177,30**	**11.013,55**	**12.795,53**	**14.188,00**	**15.541,91**	**16.036,73**	**16.726,30**	**16.537,89**	**14.833,72**
2.A. Industria de los minerales	3.506,17	3.660,45	2.855,49	3.442,40	4.639,92	5.404,30	6.075,87	6.789,40	6.634,40	6.271,19
2.B. Industria química	1.092,51	1.863,99	1.918,04	2.449,85	2.541,42	2.460,47	2.481,36	2.182,07	1.957,02	2.077,04
2.C. Industria de los metales	5.904,30	5.398,18	5.920,94	6.496,88	6.498,59	7.077,54	6.767,02	6.948,28	7.042,74	5.504,27
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	102,60	90,91	87,67	100,19	121,12	124,71	127,30	130,52	131,92	109,53
2.E. Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO	104,80	163,77	231,41	306,21	386,94	474,90	585,19	676,01	771,82	871,70
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
2.H. Otros	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
3. Agricultura y ganadería	**96.996,44**	**95.018,53**	**97.531,66**	**100.739,06**	**103.191,46**	**103.331,26**	**105.089,65**	**105.055,43**	**104.850,52**	**100.306,53**
3.A. Fermentación entérica	78.764,68	76.814,41	79.540,99	81.568,67	82.818,87	83.075,45	83.596,68	83.206,73	83.855,94	80.631,70
3.B. Gestión del estiércol	2.313,07	2.311,86	2.311,85	2.341,40	2.485,38	2.545,59	2.646,89	2.660,20	2.659,28	2.626,75
3.C. Cultivo del arroz	598,14	480,64	392,47	420,58	535,42	503,01	534,94	521,04	578,66	623,69
3.D. Suelos agrícolas	14.710,22	14.768,02	14.688,04	15.677,47	16.543,15	16.533,82	17.446,36	17.858,42	17.003,47	15.675,90
3.E. Quema prescrita de sabanas	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas	136,86	128,46	125,33	119,61	117,49	116,95	115,37	109,18	102,89	101,14
3.G. Encalado	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H. Aplicación de urea	473,48	515,15	472,98	611,33	691,15	556,44	749,41	699,84	650,28	647,34
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**99.151,88**	**101.577,77**	**110.638,79**	**110.187,09**	**110.985,03**	**100.744,45**	**117.600,90**	**124.395,47**	**99.954,99**	**75.672,50**
4.A. Tierras forestales	-188,48	-2.563,34	-2.234,61	2.492,40	5.942,41	-4.960,69	-6.339,41	-6.386,40	-8.065,09	-6.815,82
4.B. Tierras de cultivo	22.043,74	34.593,51	22.383,61	24.193,85	37.883,32	24.371,36	37.351,02	59.382,13	27.727,66	13.261,28
4.C. Pastizales	78.373,78	70.563,51	91.514,52	85.265,30	68.695,35	83.143,86	88.759,49	73.107,34	81.569,20	71.106,00
4.D. Humedales	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.E. Asentamientos	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada	-1.077,16	-1.015,91	-1.024,73	-1.764,46	-1.536,05	-1.810,08	-2.170,19	-1.707,60	-1.276,78	-1.878,96
4.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5. Residuos	**15.221,72**	**15.783,36**	**16.132,66**	**16.763,50**	**17.221,07**	**17.768,05**	**18.258,50**	**18.311,54**	**18.023,64**	**17.681,45**
5.A. Eliminación de residuos sólidos	9.306,22	9.611,27	9.918,73	10.124,56	10.320,22	10.596,44	10.762,58	10.759,26	10.439,92	10.003,01
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	2,39	2,82	2,25	2,38
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	25,21	24,70	23,36	24,57	25,87	27,27	28,65	30,30	31,17	30,17
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	5.890,30	6.147,39	6.190,58	6.614,38	6.874,99	7.144,35	7.464,88	7.519,17	7.550,30	7.645,89
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios										
1.D.1. Búnkers internacionales	8.332,02	11.334,48	11.283,73	11.025,90	9.946,65	8.918,72	9.840,75	10.807,58	10.981,61	7.897,16
1.D.1.a. Aviación	2.296,98	2.609,91	2.819,23	2.345,04	2.413,49	2.668,54	2.422,34	2.551,52	2.502,02	2.438,96
1.D.1.b. Navegación	6.035,04	8.724,57	8.464,50	8.680,86	7.533,16	6.250,18	7.418,41	8.256,06	8.479,59	5.458,20
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible	2.469,21	2.738,85	2.794,28	3.460,69	4.904,01	4.279,07	4.349,49	4.400,96	4.484,94	4.493,68
1.D.4. CO_2 capturado	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool.

Tabla 44. Serie temporal de emisiones ($ktCO_2e$) (cont.)

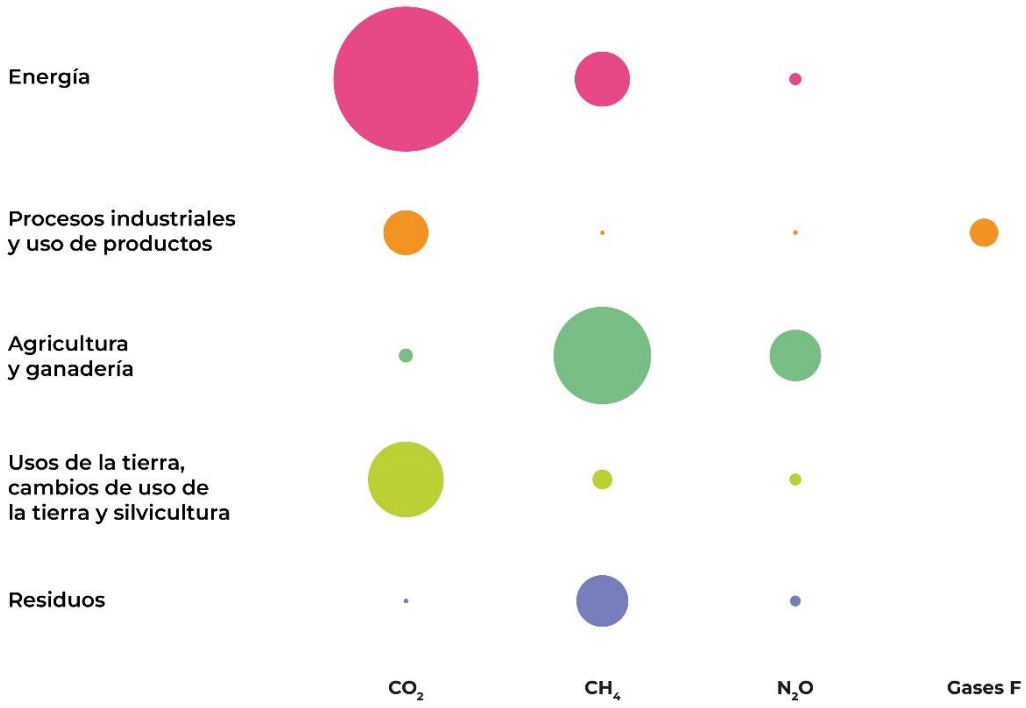
CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Total (emisiones netas)	**400.375,75**	**386.165,17**	**426.503,67**	**428.300,90**	**399.873,09**	**384.213,52**	**379.136,70**	**386.834,23**	**386.273,57**	**346.997,36**	**392.961,66**	**398.351,73**	**400.920,59**
1. Energía	**190.660,69**	**198.846,57**	**199.117,12**	**201.711,22**	**198.541,50**	**204.546,24**	**205.127,88**	**199.360,79**	**197.828,86**	**189.169,12**	**173.702,93**	**192.899,96**	**200.366,68**
1.A. Quema de combustible	166.072,14	174.870,86	175.705,22	179.063,23	176.098,53	181.507,34	181.623,41	176.233,95	173.682,85	164.171,55	150.730,32	169.394,42	175.264,28
1.A.1. Industrias de la energía	52.415,43	58.105,26	59.497,59	59.140,82	60.024,39	63.028,12	64.257,03	60.479,27	59.590,72	53.818,94	54.855,60	56.854,23	55.375,99
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	32.138,14	32.259,32	31.762,05	33.830,04	32.733,63	33.701,82	32.298,75	33.097,94	31.549,20	27.916,42	24.723,28	29.949,82	28.029,52
1.A.3. Transporte	52.059,53	52.984,84	51.906,63	52.287,66	50.527,64	51.773,46	50.312,00	50.803,12	50.709,58	50.834,39	39.720,86	48.688,78	55.959,88
1.A.4. Otros sectores	29.459,04	31.521,44	32.538,94	33.804,70	32.812,87	33.003,93	34.755,64	31.853,62	31.833,35	31.601,80	31.430,58	33.901,59	35.898,89
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	24.588,55	23.975,70	23.411,90	22.647,99	22.442,97	23.038,91	23.504,47	23.126,84	24.146,01	24.997,57	22.972,61	23.505,54	25.102,41
1.B.1. Combustibles sólidos	484,48	533,05	486,93	567,60	489,15	510,52	401,66	373,92	421,95	425,09	333,68	387,22	408,98
1.B.2. Petróleo y gas natural	24.104,06	23.442,65	22.924,97	22.080,39	21.953,82	22.528,39	23.102,81	22.752,92	23.724,06	24.572,48	22.638,93	23.118,32	24.693,43
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Procesos industriales y uso de productos	**17.200,69**	**18.566,60**	**17.668,94**	**19.299,82**	**20.778,40**	**21.530,01**	**19.920,38**	**21.366,33**	**21.803,30**	**20.779,38**	**19.109,76**	**22.128,52**	**23.643,67**
2.A. Industria de los minerales	6.900,94	7.367,56	7.399,87	7.615,67	7.387,33	7.795,39	7.038,35	7.539,60	7.409,81	7.024,24	6.127,87	7.779,26	8.366,73
2.B. Industria química	2.048,61	2.199,18	2.215,78	2.457,99	2.999,17	3.040,02	2.840,70	2.865,15	2.614,67	2.617,53	2.523,97	2.465,63	2.723,54
2.C. Industria de los metales	7.084,34	7.723,12	6.474,03	7.140,75	7.625,64	7.153,80	5.747,33	6.198,93	6.584,40	5.747,23	4.915,14	5.797,04	6.035,35
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	191,06	185,54	179,43	173,36	177,09	185,37	176,44	140,48	124,89	111,60	101,85	120,51	129,99
2.E. Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO	975,75	1.091,20	1.399,83	1.912,04	2.589,17	3.355,43	4.117,56	4.622,16	5.069,52	5.278,80	5.440,93	5.966,08	6.388,06
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
2.H. Otros	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
3. Agricultura y ganadería	**94.995,64**	**93.302,99**	**94.237,89**	**96.572,78**	**98.215,23**	**96.971,31**	**98.764,83**	**101.027,91**	**102.131,70**	**103.555,27**	**103.699,40**	**104.453,35**	**102.191,19**
3.A. Fermentación entérica	73.982,37	71.205,28	73.296,75	74.944,05	75.952,33	75.830,72	75.847,18	77.617,66	77.882,57	77.887,49	77.070,81	76.736,54	76.036,00
3.B. Gestión del estiércol	2.530,06	2.527,56	2.584,03	2.647,38	2.689,23	2.791,56	2.734,12	2.699,00	2.731,44	2.699,49	2.733,74	2.703,29	2.710,30
3.C. Cultivo del arroz	682,56	814,77	744,91	736,46	769,69	736,11	657,46	645,94	627,18	580,07	586,44	632,95	588,88
3.D. Suelos agrícolas	16.838,56	17.700,54	16.726,50	17.298,06	17.876,30	16.897,50	18.447,12	18.933,50	19.493,29	20.854,96	21.546,68	22.466,48	21.183,27
3.E. Quema prescrita de sabanas	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas	103,01	93,82	97,73	91,95	25,93	20,20	37,19	45,71	58,02	33,58	74,61	61,21	59,62
3.G. Encalado	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H. Aplicación de urea	859,08	961,01	787,96	854,89	901,75	695,22	1.041,75	1.086,10	1.339,21	1.499,68	1.687,12	1.852,87	1.613,13
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**79.331,63**	**56.854,15**	**96.319,20**	**91.188,44**	**62.177,44**	**40.408,25**	**34.107,53**	**43.477,84**	**42.467,89**	**10.899,96**	**73.823,62**	**55.889,18**	**51.404,65**
4.A. Tierras forestales	-6.266,17	-6.326,79	-8.280,26	-5.754,88	-12.163,83	-10.923,41	-10.591,04	-6.612,00	-8.886,89	-9.812,73	-9.909,88	-7.382,58	-636,80
4.B. Tierras de cultivo	36.823,07	37.848,53	30.592,38	15.369,15	20.237,99	10.575,91	9.397,51	-33,78	9.859,44	-2.700,94	14.380,02	20.983,94	23.846,70
4.C. Pastizales	50.733,40	27.142,05	76.713,83	84.382,68	55.943,79	42.999,16	37.910,82	52.853,18	43.936,47	25.546,33	70.986,75	44.952,53	30.910,27
4.D. Humedales	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.E. Asentamientos	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada	-1.958,68	-1.809,64	-2.706,75	-2.808,52	-1.840,51	-2.243,42	-2.609,76	-2.729,56	-2.441,13	-2.132,70	-1.633,26	-2.664,71	-2.715,52
4.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5. Residuos	**18.187,10**	**18.594,86**	**19.160,53**	**19.528,64**	**20.160,52**	**20.757,71**	**21.216,08**	**21.601,36**	**22.041,82**	**22.593,63**	**22.625,95**	**22.980,72**	**23.314,40**
5.A. Eliminación de residuos sólidos	10.172,65	10.303,13	10.853,40	11.298,10	11.912,88	12.342,06	12.771,51	13.059,67	13.393,78	13.699,75	13.955,68	14.102,57	14.299,56
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	3,03	2,06	4,16	21,94	21,83	38,54	43,34	46,22	52,32	57,16	57,47	60,36	65,28
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	32,12	33,66	33,59	34,24	33,85	34,55	34,25	34,70	34,49	34,18	32,26	34,33	35,49
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	7.979,30	8.256,00	8.269,37	8.174,36	8.191,96	8.342,56	8.366,98	8.460,77	8.561,24	8.802,56	8.580,55	8.783,46	8.914,08
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios													
1.D.1. Búnkers internacionales	5.819,60	6.729,41	7.824,35	8.561,34	7.822,41	5.662,39	4.768,95	5.567,38	5.504,84	6.704,30	4.558,33	4.691,74	5.867,10
1.D.1.a. Aviación	1.903,38	2.180,55	2.177,59	2.732,60	2.702,02	2.672,66	2.503,79	2.974,01	3.167,34	3.189,04	976,75	873,85	1.984,33
1.D.1.b. Navegación	3.916,22	4.548,86	5.646,76	5.828,75	5.120,39	2.989,73	2.265,16	2.593,37	2.337,50	3.515,26	3.581,58	3.817,89	3.882,77
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible	6.297,29	7.221,36	7.414,21	8.230,59	8.093,11	8.433,44	9.629,05	10.280,60	10.311,43	9.974,60	7.862,21	8.943,70	9.406,67
1.D.4. CO_2 capturado	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool.

Tendencia de las emisiones totales por GEI

Tal como se observa en la figura siguiente, el GEI con mayor aporte es el CO_2, proveniente del sector Energía, seguido por el CH_4 y N_2O, fruto de la importante actividad agrícola-ganadera que se desarrolla en el país.

Figura 45. Participación de los GEI por sector al inventario 2022(en CO_2e)



Fuente: Elaboración propia

Las tablas siguientes presentan la serie temporal por gas y por sector expresada en kilotoneladas (kt) del gas correspondiente.

Tabla 45. Serie temporal de emisiones de CO_2

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1. Energía	**88.857,47**	**93.798,12**	**96.679,18**	**97.186,92**	**101.475,20**	**103.082,90**	**117.324,42**	**117.153,89**	**124.308,97**	**126.562,91**
1.A. Quema de combustible	88.284,11	93.213,10	96.036,86	96.512,83	100.747,13	102.316,56	116.491,02	116.263,36	123.397,49	125.689,19
1.A.1. Industrias de la energía	22.652,55	27.400,35	26.101,44	25.005,48	22.791,86	25.244,47	28.930,56	29.135,13	31.954,75	36.380,38
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	20.726,47	18.334,96	20.470,71	17.780,68	20.746,11	20.358,64	21.749,98	22.033,50	24.160,23	23.440,00
1.A.3. Transporte	22.297,32	25.806,25	26.973,47	28.445,37	31.605,05	31.213,56	38.764,64	37.647,79	39.295,88	36.801,09
1.A.4. Otros sectores	22.607,77	21.671,55	22.491,25	25.281,31	25.604,12	25.499,90	27.045,84	27.446,94	27.986,62	29.067,71
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	573,36	585,02	642,32	674,09	728,08	766,34	833,39	890,52	911,48	873,72
1.B.1. Combustibles sólidos	5,94	6,16	4,57	3,71	7,32	5,72	6,19	5,93	6,70	6,06
1.B.2. Petróleo y gas natural	567,42	578,86	637,75	670,38	720,75	760,62	827,21	884,60	904,78	867,66
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Procesos industriales y uso de productos	**8.351,36**	**7.722,20**	**7.719,81**	**8.218,95**	**9.478,80**	**9.436,79**	**10.146,68**	**11.299,79**	**11.596,25**	**10.922,29**
2.A. Industria de los minerales	2.682,42	3.139,84	3.592,82	4.006,29	4.465,93	3.959,22	4.062,46	4.869,08	5.080,15	4.966,56
2.B. Industria química	657,92	657,92	639,58	681,11	655,89	709,18	689,41	718,52	654,25	661,18
2.C. Industria de los metales	4.894,38	3.804,75	3.358,30	3.383,73	4.234,75	4.656,38	5.276,81	5.586,84	5.732,83	5.181,95
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	116,62	119,69	129,10	147,82	122,23	112,00	118,00	125,34	129,02	112,60
2.E. Industria electrónica										
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO										
2.G. Manufactura y utilización de otros productos										
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Agricultura y ganadería	**144,47**	**144,47**	**144,47**	**144,47**	**219,53**	**238,16**	**404,81**	**371,92**	**363,86**	**465,70**
3.A. Fermentación entérica										
3.B. Gestión del estiércol										
3.C. Cultivo del arroz										
3.D. Suelos agrícolas										
3.E. Quema prescrita de sabanas										
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas										
3.G. Encalado	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H. Aplicación de urea	144,47	144,47	144,47	144,47	219,53	238,16	404,81	371,92	363,86	465,70
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**44.348,81**	**67.713,31**	**70.085,43**	**62.706,13**	**65.654,41**	**69.463,74**	**88.517,53**	**83.998,49**	**102.289,88**	**87.852,02**
4.A. Tierras forestales	-7.285,22	41,60	2.414,10	-2.364,77	-2.426,58	-3.608,66	-1.823,02	-512,60	3.056,23	-3.246,88
4.B. Tierras de cultivo	10.780,97	10.147,25	26.969,61	6.704,49	38.134,38	27.176,51	32.631,70	43.432,57	42.764,00	38.212,30
4.C. Pastizales	41.000,37	57.777,89	41.416,32	58.556,61	30.282,03	47.107,31	58.930,70	42.596,79	57.533,01	53.927,91
4.D. Humedales	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.E. Asentamientos	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada	-147,32	-253,43	-714,59	-190,20	-335,42	-1.211,42	-1.221,86	-1.518,27	-1.063,36	-1.041,30
4.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5. Residuos	**19,25**	**20,39**	**21,57**	**22,39**	**23,21**	**22,96**	**23,76**	**24,93**	**25,59**	**25,21**
5.A. Eliminación de residuos sólidos										
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos										
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	19,25	20,39	21,57	22,39	23,21	22,96	23,76	24,93	25,59	25,21
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales										
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios										
1.D.1. Búnkers internacionales	7.611,64	8.050,28	10.079,90	7.781,59	7.297,81	6.797,67	8.535,13	8.622,86	8.943,99	8.905,76
1.D.1.a. Aviación	1.344,56	1.278,30	1.613,70	1.423,87	1.762,86	2.069,65	2.758,84	2.572,25	2.568,13	2.455,58
1.D.1.b. Navegación	6.267,07	6.771,98	8.466,20	6.357,72	5.534,95	4.728,01	5.776,29	6.050,61	6.375,86	6.450,18
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible	2.166,36	2.230,87	2.582,99	2.422,00	2.389,73	2.518,91	2.679,11	2.797,38	3.477,06	2.715,63
1.D.4. CO_2 capturado	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 46. Serie temporal de emisiones de CO_2 (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. Energía	**122.518,07**	**117.831,64**	**111.173,98**	**119.136,15**	**130.621,75**	**135.169,56**	**143.740,15**	**158.059,50**	**163.283,66**	**151.478,60**
1.A. Quema de combustible	121.680,19	116.977,99	110.341,43	118.300,25	129.810,43	134.384,96	142.946,10	157.260,76	162.494,54	150.723,67
1.A.1. Industrias de la energía	36.167,21	30.270,79	28.002,92	31.168,41	37.615,24	38.398,94	41.670,02	47.405,86	50.788,94	50.087,56
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	23.033,26	21.947,45	21.752,87	23.911,81	25.043,10	26.082,29	27.848,23	28.222,52	29.696,60	24.126,48
1.A.3. Transporte	33.418,74	34.805,52	32.006,35	33.275,58	35.896,43	37.097,50	39.948,21	43.273,14	45.331,48	41.571,16
1.A.4. Otros sectores	29.060,98	29.954,24	28.579,29	29.944,44	31.255,66	32.806,22	33.479,64	38.359,24	36.677,52	34.938,47
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	837,88	853,64	832,55	835,89	811,33	784,60	794,05	798,74	789,13	754,94
1.B.1. Combustibles sólidos	5,42	3,93	2,04	1,90	1,02	0,51	1,77	2,21	1,91	1,60
1.B.2. Petróleo y gas natural	832,45	849,71	830,51	834,00	810,31	784,09	792,28	796,53	787,22	753,34
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Procesos industriales y uso de productos	**10.392,65**	**10.768,15**	**10.502,66**	**12.168,81**	**13.482,60**	**14.610,72**	**15.122,43**	**15.754,09**	**15.547,81**	**13.734,56**
2.A. Industria de los minerales	3.506,17	3.660,45	2.855,49	3.442,40	4.639,92	5.404,30	6.075,87	6.789,40	6.634,40	6.271,19
2.B. Industria química	964,26	1.697,94	1.724,78	2.216,90	2.310,02	2.091,51	2.164,00	1.898,21	1.753,84	1.864,52
2.C. Industria de los metales	5.819,63	5.318,85	5.834,72	6.409,31	6.411,53	6.990,20	6.755,27	6.935,96	7.027,66	5.489,34
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	102,60	90,91	87,67	100,19	121,12	124,71	127,30	130,52	131,92	109,53
2.E. Industria electrónica										
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO										
2.G. Manufactura y utilización de otros productos										
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Agricultura y ganadería	**473,48**	**515,15**	**472,98**	**611,33**	**691,15**	**556,44**	**749,41**	**699,84**	**650,28**	**647,34**
3.A. Fermentación entérica										
3.B. Gestión del estiércol										
3.C. Cultivo del arroz										
3.D. Suelos agrícolas										
3.E. Quema prescrita de sabanas										
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas										
3.G. Encalado	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H. Aplicación de urea	473,48	515,15	472,98	611,33	691,15	556,44	749,41	699,84	650,28	647,34
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**85.198,87**	**82.866,93**	**97.586,02**	**96.106,98**	**104.495,94**	**93.202,33**	**110.148,85**	**117.327,44**	**93.369,26**	**69.964,91**
4.A. Tierras forestales	-5.454,01	-8.060,62	-6.688,79	-3.140,05	5.431,90	-6.200,95	-7.172,39	-6.579,05	-8.671,27	-7.511,08
4.B. Tierras de cultivo	21.123,31	32.802,69	21.031,47	22.654,48	35.580,77	22.823,34	35.265,92	56.269,43	26.161,13	12.567,26
4.C. Pastizales	70.606,73	59.140,77	84.268,07	78.357,02	65.019,31	78.390,02	84.225,51	69.344,66	77.156,18	66.787,69
4.D. Humedales	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.E. Asentamientos	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada	-1.077,16	-1.015,91	-1.024,73	-1.764,46	-1.536,05	-1.810,08	-2.170,19	-1.707,60	-1.276,78	-1.878,96
4.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5. Residuos	**25,21**	**24,70**	**23,36**	**24,57**	**25,87**	**27,27**	**28,65**	**30,30**	**31,17**	**30,17**
5.A. Eliminación de residuos sólidos										
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos										
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	25,21	24,70	23,36	24,57	25,87	27,27	28,65	30,30	31,17	30,17
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales										
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios										
1.D.1. Búnkers internacionales	8.255,48	11.229,57	11.180,20	10.923,84	9.855,83	8.839,50	9.752,87	10.710,95	10.883,32	7.827,49
1.D.1.a. Aviación	2.279,64	2.590,20	2.797,94	2.327,33	2.395,27	2.648,39	2.404,05	2.532,25	2.483,12	2.420,54
1.D.1.b. Navegación	5.975,84	8.639,36	8.382,26	8.596,51	7.460,56	6.191,11	7.348,82	8.178,70	8.400,20	5.406,94
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible	2.469,21	2.738,85	2.794,28	3.460,69	4.904,01	4.279,07	4.349,49	4.400,96	4.484,94	4.493,68
1.D.4. CO_2 capturado	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente:
Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 47. Serie temporal de emisiones de CO_2 (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. Energía	**165.046,89**	**173.694,53**	**174.524,87**	**177.830,41**	**174.878,03**	**180.249,21**	**180.353,54**	**174.885,55**	**172.314,87**	**162.921,53**	**149.734,43**	**168.169,20**	**174.052,13**
1.A. Quema de combustible	164.300,01	172.979,70	173.809,78	177.130,39	174.185,26	179.549,78	179.668,85	174.228,14	171.653,61	162.168,92	149.038,59	167.423,89	173.226,55
1.A.1. Industrias de la energía	52.086,60	57.721,69	59.090,75	58.745,90	59.612,59	62.603,52	63.816,03	59.973,91	59.062,09	53.310,72	54.362,71	56.345,44	54.935,39
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	32.049,18	32.170,39	31.670,73	33.735,62	32.653,14	33.622,02	32.196,55	32.988,00	31.442,87	27.816,06	24.628,60	29.838,54	27.922,19
1.A.3. Transporte	50.919,19	51.799,91	50.726,71	51.081,57	49.341,92	50.551,35	49.123,08	49.614,10	49.531,55	49.648,62	38.820,68	47.564,11	54.700,07
1.A.4. Otros sectores	29.245,04	31.287,71	32.321,59	33.567,30	32.577,62	32.772,90	34.533,19	31.652,13	31.617,09	31.393,51	31.226,60	33.675,80	35.668,90
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	746,88	714,83	715,09	700,02	692,77	699,42	684,69	657,41	661,26	752,61	695,85	745,32	825,57
1.B.1. Combustibles sólidos	1,25	1,79	1,91	1,68	1,19	0,71	0,49	0,41	1,27	2,22	0,41	0,42	0,42
1.B.2. Petróleo y gas natural	745,63	713,04	713,17	698,34	691,58	698,71	684,20	656,99	660,00	750,40	695,43	744,89	825,15
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Procesos industriales y uso de productos	**15.952,79**	**17.250,78**	**16.035,83**	**16.920,18**	**17.101,78**	**17.037,00**	**14.944,35**	**15.843,85**	**16.067,12**	**14.716,43**	**13.022,13**	**15.506,85**	**16.712,34**
2.A. Industria de los minerales	6.900,94	7.367,56	7.399,87	7.615,67	7.387,33	7.795,39	7.038,35	7.539,60	7.409,81	7.024,24	6.127,87	7.779,26	8.366,73
2.B. Industria química	1.791,72	1.990,11	1.997,62	2.006,53	1.927,90	1.918,37	1.997,81	1.980,64	1.964,12	1.849,29	1.889,59	1.822,90	2.194,92
2.C. Industria de los metales	7.069,08	7.707,56	6.458,91	7.124,62	7.609,46	7.137,86	5.731,74	6.183,12	6.568,30	5.731,30	4.902,82	5.784,18	6.020,70
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	191,06	185,54	179,43	173,36	177,09	185,37	176,44	140,48	124,89	111,60	101,85	120,51	129,99
2.E. Industria electrónica													
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO													
2.G. Manufactura y utilización de otros productos													
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Agricultura y ganadería	**859,08**	**961,01**	**787,96**	**854,89**	**901,75**	**695,22**	**1.041,75**	**1.086,10**	**1.339,21**	**1.499,68**	**1.687,12**	**1.852,87**	**1.613,13**
3.A. Fermentación entérica													
3.B. Gestión del estiércol													
3.C. Cultivo del arroz													
3.D. Suelos agrícolas													
3.E. Quema prescrita de sabanas													
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas													
3.G. Encalado	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H. Aplicación de urea	859,08	961,01	787,96	854,89	901,75	695,22	1.041,75	1.086,10	1.339,21	1.499,68	1.687,12	1.852,87	1.613,13
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**75.138,67**	**52.977,33**	**90.854,43**	**85.342,66**	**57.214,17**	**36.609,50**	**29.689,00**	**36.115,23**	**37.312,45**	**7.787,09**	**67.884,45**	**51.808,48**	**47.032,95**
4.A. Tierras forestales	-6.560,69	-6.645,90	-8.614,26	-6.412,29	-13.041,59	-11.650,94	-11.579,45	-9.658,60	-10.389,42	-10.807,39	-10.767,22	-7.741,30	-1.523,15
4.B. Tierras de cultivo	34.956,55	35.654,97	29.192,39	14.013,57	19.267,76	9.774,81	8.599,79	-673,59	8.838,30	-3.368,33	13.095,96	19.573,61	22.509,62
4.C. Pastizales	48.701,48	25.777,89	72.983,05	80.549,89	52.828,52	40.729,05	35.278,42	49.176,98	41.304,69	24.095,51	67.188,97	42.640,87	28.762,00
4.D. Humedales	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.E. Asentamientos	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada	-1.958,68	-1.809,64	-2.706,75	-2.808,52	-1.840,51	-2.243,42	-2.609,76	-2.729,56	-2.441,13	-2.132,70	-1.633,26	-2.664,71	-2.715,52
4.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5. Residuos	**32,12**	**33,66**	**33,59**	**34,24**	**33,85**	**34,55**	**34,25**	**34,70**	**34,49**	**34,18**	**32,26**	**34,33**	**35,49**
5.A. Eliminación de residuos sólidos													
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos													
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	32,12	33,66	33,59	34,24	33,85	34,55	34,25	34,70	34,49	34,18	32,26	34,33	35,49
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales													
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios													
1.D.1. Búnkers internacionales	5.768,26	6.670,08	7.754,88	8.485,98	7.753,96	5.614,15	4.728,80	5.520,52	5.458,85	6.647,14	4.517,31	4.649,36	5.815,64
1.D.1.a. Aviación	1.889,01	2.164,09	2.161,15	2.711,96	2.681,61	2.652,48	2.484,88	2.951,56	3.143,42	3.164,96	969,37	867,25	1.969,35
1.D.1.b. Navegación	3.879,25	4.505,99	5.593,73	5.774,02	5.072,34	2.961,67	2.243,92	2.568,96	2.315,43	3.482,18	3.547,94	3.782,11	3.846,29
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible	6.297,29	7.221,36	7.414,21	8.230,59	8.093,11	8.433,44	9.629,05	10.280,60	10.311,43	9.974,60	7.862,21	8.943,70	9.406,67
1.D.4. CO_2 capturado	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 48. Serie temporal de emisiones de CH_4

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1. Energía	**467,88**	**494,18**	**518,52**	**570,62**	**604,28**	**651,81**	**732,34**	**776,59**	**807,98**	**821,91**
1.A. Quema de combustible	11,96	13,94	14,94	15,81	16,99	17,15	19,69	19,40	21,47	19,38
1.A.1. Industrias de la energía	0,55	0,69	0,66	0,61	0,51	0,52	0,59	0,58	0,64	0,72
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	0,63	0,56	0,58	0,51	0,57	0,60	0,58	0,59	0,65	0,62
1.A.3. Transporte	5,54	7,45	7,72	8,48	9,74	9,79	11,93	11,56	12,27	11,49
1.A.4. Otros sectores	5,24	5,25	5,98	6,20	6,17	6,24	6,60	6,67	7,91	6,54
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	455,92	480,23	503,58	554,81	587,29	634,67	712,65	757,19	786,51	802,54
1.B.1. Combustibles sólidos	17,78	18,44	19,16	17,63	20,94	17,68	23,44	23,10	29,05	20,61
1.B.2. Petróleo y gas natural	438,14	461,80	484,42	537,18	566,35	616,98	689,20	734,10	757,46	781,93
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono										
2. Procesos industriales y uso de productos	**1,85**	**1,82**	**2,00**	**1,94**	**1,86**	**2,13**	**2,18**	**1,91**	**1,89**	**2,04**
2.A. Industria de los minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.B. Industria química	1,74	1,74	1,93	1,87	1,78	2,04	2,08	1,80	1,77	1,93
2.C. Industria de los metales	0,11	0,08	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.E. Industria electrónica										
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO										
2.G. Manufactura y utilización de otros productos										
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Agricultura y ganadería	**2.980,70**	**3.023,52**	**3.075,70**	**3.149,61**	**3.171,78**	**3.115,73**	**3.005,79**	**2.960,57**	**2.813,89**	**2.948,12**
3.A. Fermentación entérica	2.897,98	2.943,25	2.989,75	3.062,30	3.082,67	3.021,16	2.911,08	2.863,24	2.718,59	2.840,66
3.B. Gestión del estiércol	63,41	63,92	65,64	67,70	69,49	69,41	68,35	67,93	67,16	70,63
3.C. Cultivo del arroz	13,18	9,75	14,97	15,78	15,98	20,81	21,84	25,36	23,93	32,69
3.D. Suelos agrícolas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.E. Quema prescrita de sabanas	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas	6,12	6,60	5,35	3,83	3,64	4,35	4,52	4,04	4,21	4,14
3.G. Encalado										
3.H. Aplicación de urea										
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono										
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**294,53**	**296,82**	**299,12**	**299,88**	**167,49**	**172,40**	**154,84**	**153,97**	**185,16**	**159,42**
4.A. Tierras forestales	197,83	197,83	197,83	197,83	62,82	57,21	28,59	15,17	43,72	27,46
4.B. Tierras de cultivo	37,24	34,71	49,43	32,31	65,41	46,85	47,15	76,77	51,58	53,51
4.C. Pastizales	59,45	64,28	51,86	69,74	39,25	68,34	79,10	62,04	89,85	78,45
4.D. Humedales	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.E. Asentamientos	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada										
4.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5. Residuos	**395,99**	**405,60**	**413,65**	**421,63**	**433,81**	**448,76**	**463,01**	**477,98**	**491,51**	**503,75**
5.A. Eliminación de residuos sólidos	236,26	242,48	249,62	257,98	266,99	277,00	287,02	297,85	309,62	321,31
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	159,74	163,12	164,02	163,65	166,82	171,76	175,99	180,13	181,89	182,44
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios										
1.D.1. Búnkers internacionales	0,61	0,67	0,82	0,63	0,54	0,46	0,57	0,60	0,63	0,64
1.D.1.a. Aviación	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
1.D.1.b. Navegación	0,60	0,66	0,81	0,62	0,53	0,45	0,55	0,58	0,61	0,62
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible										
1.D.4. CO_2 capturado										
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos										

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 49. Serie temporal de emisiones de CH_4 (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. Energía	**870,42**	**907,21**	**876,25**	**946,33**	**975,83**	**950,32**	**963,38**	**959,38**	**957,92**	**901,23**
1.A. Quema de combustible	18,34	19,09	18,27	20,85	24,70	23,78	24,50	25,45	26,40	25,13
1.A.1. Industrias de la energía	0,70	0,56	0,52	0,58	0,74	0,76	0,86	1,03	1,34	1,34
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	0,63	0,61	0,66	0,77	0,88	0,94	1,00	1,03	1,05	0,99
1.A.3. Transporte	11,24	11,47	11,29	12,80	14,22	14,45	14,94	15,25	16,09	15,20
1.A.4. Otros sectores	5,77	6,46	5,81	6,70	8,86	7,63	7,70	8,14	7,91	7,60
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	852,09	888,12	857,98	925,48	951,13	926,54	938,88	933,93	931,52	876,09
1.B.1. Combustibles sólidos	17,31	17,21	12,48	15,26	25,17	14,67	16,47	16,70	16,82	17,52
1.B.2. Petróleo y gas natural	834,78	870,91	845,50	910,22	925,95	911,86	922,41	917,23	914,70	858,57
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono										
2. Procesos industriales y uso de productos	**1,94**	**3,87**	**4,45**	**5,60**	**5,67**	**5,70**	**5,71**	**5,13**	**5,13**	**5,28**
2.A. Industria de los minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.B. Industria química	1,83	3,74	4,34	5,47	5,55	5,56	5,58	5,00	5,01	5,17
2.C. Industria de los metales	0,12	0,13	0,12	0,13	0,12	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.E. Industria electrónica										
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO										
2.G. Manufactura y utilización de otros productos										
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Agricultura y ganadería	**2.908,09**	**2.832,88**	**2.925,94**	**2.998,65**	**3.049,90**	**3.058,57**	**3.079,81**	**3.063,89**	**3.088,95**	**2.974,37**
3.A. Fermentación entérica	2.813,02	2.743,37	2.840,75	2.913,17	2.957,82	2.966,98	2.985,60	2.971,67	2.994,85	2.879,70
3.B. Gestión del estiércol	69,77	68,65	67,57	67,03	69,60	70,27	71,80	70,48	70,47	69,49
3.C. Cultivo del arroz	21,36	17,17	14,02	15,02	19,12	17,96	19,10	18,61	20,67	22,27
3.D. Suelos agrícolas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.E. Quema prescrita de sabanas	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas	3,92	3,68	3,59	3,43	3,37	3,35	3,31	3,13	2,95	2,90
3.G. Encalado										
3.H. Aplicación de urea										
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono										
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**351,92**	**445,11**	**336,41**	**366,44**	**176,04**	**202,62**	**202,95**	**195,36**	**179,59**	**148,79**
4.A. Tierras forestales	147,11	153,58	124,44	157,36	14,26	34,65	23,27	5,38	16,94	19,42
4.B. Tierras de cultivo	25,71	50,03	37,78	43,01	64,33	43,25	58,25	86,96	43,77	19,39
4.C. Pastizales	179,10	241,50	174,20	166,08	97,45	124,72	121,43	103,01	118,89	109,97
4.D. Humedales	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.E. Asentamientos	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada										
4.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5. Residuos	**520,27**	**540,88**	**555,53**	**577,30**	**593,54**	**611,81**	**628,49**	**629,94**	**619,26**	**607,05**
5.A. Eliminación de residuos sólidos	332,36	343,26	354,24	361,59	368,58	378,44	384,38	384,26	372,85	357,25
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	0,05	0,06	0,05	0,05
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	187,91	197,62	201,29	215,71	224,96	233,37	244,07	245,62	246,36	249,75
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios										
1.D.1. Búnkers internacionales	0,59	0,84	0,81	0,83	0,72	0,59	0,69	0,76	0,78	0,51
1.D.1.a. Aviación	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
1.D.1.b. Navegación	0,57	0,82	0,79	0,81	0,70	0,57	0,67	0,75	0,77	0,49
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible										
1.D.4. CO_2 capturado										
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos										

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 50. Serie temporal de emisiones de CH_4 (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. Energía	**877,40**	**858,80**	**838,75**	**813,11**	**805,94**	**827,79**	**844,69**	**832,15**	**868,75**	**895,37**	**819,28**	**841,19**	**896,66**
1.A. Quema de combustible	26,23	28,38	28,44	29,61	29,46	30,29	29,98	29,93	30,28	29,73	23,91	28,59	29,91
1.A.1. Industrias de la energía	1,76	2,39	2,51	2,53	2,65	2,90	3,07	3,96	4,28	3,96	2,94	2,95	2,62
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	1,34	1,35	1,38	1,44	1,21	1,18	1,54	1,65	1,61	1,52	1,44	1,74	1,69
1.A.3. Transporte	16,39	17,40	17,83	18,26	18,31	19,03	18,52	18,14	17,75	17,90	13,35	17,07	18,65
1.A.4. Otros sectores	6,74	7,24	6,73	7,38	7,30	7,18	6,84	6,17	6,63	6,36	6,19	6,83	6,96
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	851,17	830,41	810,30	783,50	776,48	797,49	814,72	802,22	838,47	865,64	795,37	812,60	866,75
1.B.1. Combustibles sólidos	16,97	18,67	17,05	19,88	17,13	17,89	14,08	13,10	14,78	14,88	11,69	13,57	14,33
1.B.2. Petróleo y gas natural	834,20	811,75	793,25	763,62	759,34	779,61	800,64	789,12	823,69	850,77	783,68	799,03	852,42
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono													
2. Procesos industriales y uso de productos	**4,90**	**4,98**	**5,15**	**5,14**	**5,39**	**5,41**	**5,64**	**5,29**	**5,52**	**4,45**	**5,06**	**4,88**	**5,33**
2.A. Industria de los minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.B. Industria química	4,79	4,86	5,04	5,02	5,27	5,29	5,53	5,17	5,40	4,33	4,94	4,77	5,23
2.C. Industria de los metales	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11	0,11
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.E. Industria electrónica													
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO													
2.G. Manufactura y utilización de otros productos													
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Agricultura y ganadería	**2.736,40**	**2.641,67**	**2.715,77**	**2.775,49**	**2.811,50**	**2.806,59**	**2.802,30**	**2.865,50**	**2.875,63**	**2.872,25**	**2.845,23**	**2.834,26**	**2.807,46**
3.A. Fermentación entérica	2.642,23	2.543,05	2.617,74	2.676,57	2.712,58	2.708,24	2.708,83	2.772,06	2.781,52	2.781,70	2.752,53	2.740,59	2.715,57
3.B. Gestión del estiércol	66,85	66,83	68,62	69,98	70,69	71,48	68,93	69,06	70,05	68,87	69,61	69,31	69,15
3.C. Cultivo del arroz	24,38	29,10	26,60	26,30	27,49	26,29	23,48	23,07	22,40	20,72	20,94	22,61	21,03
3.D. Suelos agrícolas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.E. Quema prescrita de sabanas	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas	2,95	2,69	2,80	2,64	0,74	0,58	1,07	1,31	1,66	0,96	2,14	1,76	1,71
3.G. Encalado													
3.H. Aplicación de urea													
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono													
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**116,19**	**107,05**	**151,66**	**160,84**	**131,34**	**101,50**	**114,43**	**191,62**	**132,38**	**83,96**	**161,01**	**110,83**	**114,71**
4.A. Tierras forestales	8,23	8,92	9,33	18,37	24,52	20,33	27,61	85,11	41,98	27,79	23,95	10,02	24,76
4.B. Tierras de cultivo	52,15	61,28	39,11	37,87	27,11	22,38	22,29	17,87	28,53	18,65	35,87	39,40	37,35
4.C. Pastizales	55,82	36,85	103,21	104,60	79,71	58,79	64,53	88,63	61,88	37,53	101,18	61,41	52,59
4.D. Humedales	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.E. Asentamientos	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada													
4.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5. Residuos	**617,05**	**631,18**	**651,02**	**668,53**	**691,33**	**710,66**	**727,19**	**740,35**	**754,89**	**766,83**	**773,73**	**785,39**	**797,71**
5.A. Eliminación de residuos sólidos	363,31	367,97	387,62	403,50	425,46	440,79	456,13	466,42	478,35	489,28	498,42	503,66	510,70
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	0,06	0,04	0,09	0,46	0,46	0,81	0,91	0,97	1,09	1,19	1,20	1,26	1,36
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	253,67	263,17	263,31	264,57	265,41	269,07	270,16	272,96	275,45	276,36	274,11	280,47	285,65
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios													
1.D.1. Búnkers internacionales	0,37	0,43	0,53	0,55	0,48	0,29	0,22	0,26	0,23	0,34	0,33	0,35	0,37
1.D.1.a. Aviación	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
1.D.1.b. Navegación	0,36	0,41	0,51	0,53	0,46	0,27	0,20	0,24	0,21	0,32	0,32	0,34	0,35
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible													
1.D.4. CO_2 capturado													
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos													

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 51. Serie temporal de emisiones de N_2O

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1. Energía	**1,37**	**1,52**	**1,62**	**1,70**	**1,86**	**1,83**	**2,19**	**2,14**	**2,24**	**2,11**
1.A. Quema de combustible	1,34	1,50	1,59	1,68	1,84	1,80	2,16	2,11	2,20	2,08
1.A.1. Industrias de la energía	0,09	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	0,09	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,07	0,08	0,09	0,08
1.A.3. Transporte	1,05	1,20	1,28	1,38	1,53	1,50	1,85	1,80	1,86	1,74
1.A.4. Otros sectores	0,12	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,15
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03
1.B.1. Combustibles sólidos	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03
1.B.2. Petróleo y gas natural	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono										
2. Procesos industriales y uso de productos	**0,24**	**0,24**	**0,23**	**0,22**	**0,27**	**0,26**	**0,23**	**0,30**	**0,31**	**0,29**
2.A. Industria de los minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.B. Industria química	0,24	0,24	0,23	0,22	0,27	0,26	0,23	0,30	0,31	0,29
2.C. Industria de los metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.E. Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO										
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Agricultura y ganadería	**47,67**	**49,16**	**49,61**	**49,78**	**51,54**	**52,39**	**54,11**	**54,70**	**54,50**	**57,58**
3.A. Fermentación entérica										
3.B. Gestión del estiércol	1,19	1,21	1,20	1,34	1,25	1,31	1,20	1,18	1,27	1,41
3.C. Cultivo del arroz										
3.D. Suelos agrícolas	46,32	47,78	48,27	48,34	50,19	50,97	52,79	53,42	53,13	56,07
3.E. Quema prescrita de sabanas	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas	0,16	0,17	0,14	0,10	0,09	0,11	0,12	0,10	0,11	0,11
3.G. Encalado										
3.H. Aplicación de urea										
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono										
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**8,87**	**8,94**	**9,01**	**8,93**	**5,06**	**5,15**	**4,61**	**4,66**	**6,64**	**5,30**
4.A. Tierras forestales	5,82	5,82	5,82	5,82	1,85	1,68	0,84	0,45	1,29	0,81
4.B. Tierras de cultivo	1,10	1,02	1,45	0,95	1,92	1,38	1,39	2,26	1,52	1,57
4.C. Pastizales	1,96	2,10	1,73	2,16	1,29	2,09	2,39	1,95	3,84	2,92
4.D. Humedales	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.E. Asentamientos	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada										
4.H. Otros										
5. Residuos	**2,62**	**2,77**	**2,80**	**2,90**	**2,91**	**2,91**	**3,01**	**3,05**	**2,27**	**2,36**
5.A. Eliminación de residuos sólidos										
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	2,62	2,77	2,80	2,90	2,91	2,91	3,01	3,05	2,27	2,36
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios										
1.D.1. Búnkers internacionales	0,21	0,22	0,28	0,22	0,20	0,19	0,23	0,24	0,25	0,25
1.D.1.a. Aviación	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07
1.D.1.b. Navegación	0,17	0,19	0,23	0,18	0,15	0,13	0,16	0,17	0,18	0,18
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible										
1.D.4. CO_2 capturado										
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos										

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 52. Serie temporal de emisiones de N_2O (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. Energía	**1,91**	**1,97**	**1,83**	**1,94**	**2,14**	**2,21**	**2,36**	**2,57**	**3,58**	**3,36**
1.A. Quema de combustible	1,88	1,95	1,81	1,91	2,09	2,18	2,33	2,54	3,55	3,33
1.A.1. Industrias de la energía	0,10	0,07	0,06	0,07	0,10	0,11	0,13	0,16	1,08	1,06
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	0,08	0,08	0,09	0,10	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,13
1.A.3. Transporte	1,57	1,65	1,53	1,59	1,71	1,78	1,90	2,06	2,16	1,98
1.A.4. Otros sectores	0,13	0,15	0,14	0,15	0,17	0,17	0,17	0,19	0,18	0,17
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	0,02	0,03	0,02	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1.B.1. Combustibles sólidos	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1.B.2. Petróleo y gas natural	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono										
2. Procesos industriales y uso de productos	**0,29**	**0,23**	**0,27**	**0,30**	**0,29**	**0,32**	**0,32**	**0,25**	**0,24**	**0,26**
2.A. Industria de los minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.B. Industria química	0,29	0,23	0,27	0,30	0,29	0,32	0,32	0,25	0,24	0,26
2.C. Industria de los metales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.E. Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO										
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Agricultura y ganadería	**56,97**	**57,29**	**57,10**	**61,00**	**64,54**	**64,66**	**68,32**	**70,06**	**66,83**	**61,80**
3.A. Fermentación entérica										
3.B. Gestión del estiércol	1,36	1,47	1,58	1,75	2,03	2,18	2,40	2,59	2,59	2,57
3.C. Cultivo del arroz										
3.D. Suelos agrícolas	55,51	55,73	55,43	59,16	62,43	62,39	65,84	67,39	64,16	59,15
3.E. Quema prescrita de sabanas	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
3.G. Encalado										
3.H. Aplicación de urea										
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono										
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**15,47**	**23,58**	**13,71**	**14,41**	**5,89**	**7,05**	**6,68**	**6,03**	**5,88**	**5,82**
4.A. Tierras forestales	4,33	4,52	3,66	4,63	0,42	1,02	0,68	0,16	0,50	0,57
4.B. Tierras de cultivo	0,76	1,47	1,11	1,26	1,89	1,27	1,71	2,56	1,29	0,57
4.C. Pastizales	10,39	17,59	8,94	8,52	3,58	4,76	4,28	3,31	4,09	4,68
4.D. Humedales	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.E. Asentamientos	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada										
4.H. Otros										
5. Residuos	**2,37**	**2,32**	**2,09**	**2,17**	**2,17**	**2,30**	**2,39**	**2,43**	**2,47**	**2,47**
5.A. Eliminación de residuos sólidos										
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	0,00	0,00	0,00	0,00
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	2,37	2,32	2,09	2,17	2,17	2,30	2,38	2,42	2,46	2,46
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios										
1.D.1. Búnkers internacionales	0,23	0,31	0,30	0,30	0,27	0,24	0,26	0,28	0,29	0,21
1.D.1.a. Aviación	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
1.D.1.b. Navegación	0,16	0,23	0,23	0,23	0,20	0,16	0,19	0,21	0,22	0,14
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible										
1.D.4. CO_2 capturado										
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos										

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 53. Serie temporal de emisiones de N_2O (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. Energía	**3,95**	**4,17**	**4,18**	**4,20**	**4,14**	**4,22**	**4,24**	**4,43**	**4,49**	**4,44**	**3,88**	**4,44**	**4,56**
1.A. Quema de combustible	3,92	4,14	4,15	4,17	4,11	4,19	4,21	4,41	4,46	4,42	3,86	4,42	4,53
1.A.1. Industrias de la energía	1,05	1,20	1,27	1,22	1,27	1,30	1,34	1,49	1,54	1,50	1,55	1,61	1,39
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	0,19	0,19	0,20	0,20	0,18	0,18	0,22	0,24	0,23	0,22	0,21	0,24	0,23
1.A.3. Transporte	2,57	2,63	2,57	2,62	2,54	2,60	2,53	2,57	2,57	2,58	1,99	2,44	2,78
1.A.4. Otros sectores	0,10	0,12	0,11	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13	0,13
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
1.B.1. Combustibles sólidos	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03
1.B.2. Petróleo y gas natural	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
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono													
2. Procesos industriales y uso de productos	**0,25**	**0,26**	**0,29**	**0,26**	**0,28**	**0,24**	**0,15**	**0,23**	**0,21**	**0,19**	**0,18**	**0,36**	**0,63**
2.A. Industria de los minerales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.B. Industria química	0,25	0,26	0,29	0,26	0,28	0,24	0,15	0,23	0,21	0,19	0,18	0,36	0,63
2.C. Industria de los metales	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	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.E. Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO													
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Agricultura y ganadería	**66,10**	**69,34**	**65,69**	**67,94**	**70,16**	**66,76**	**72,67**	**74,37**	**76,51**	**81,63**	**84,32**	**87,70**	**82,90**
3.A. Fermentación entérica													
3.B. Gestión del estiércol	2,48	2,48	2,50	2,60	2,68	2,98	3,03	2,89	2,91	2,91	2,96	2,88	2,92
3.C. Cultivo del arroz													
3.D. Suelos agrícolas	63,54	66,79	63,12	65,28	67,46	63,76	69,61	71,45	73,56	78,70	81,31	84,78	79,94
3.E. Quema prescrita de sabanas	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas	0,08	0,07	0,07	0,07	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	0,06	0,05	0,04
3.G. Encalado													
3.H. Aplicación de urea													
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono													
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	**3,55**	**3,32**	**4,60**	**5,07**	**4,85**	**3,61**	**4,58**	**7,54**	**5,47**	**2,87**	**5,40**	**3,69**	**4,38**
4.A. Tierras forestales	0,24	0,26	0,27	0,54	0,72	0,60	0,81	2,50	1,23	0,82	0,70	0,29	0,73
4.B. Tierras de cultivo	1,53	1,80	1,15	1,11	0,80	0,66	0,66	0,53	0,84	0,55	1,06	1,16	1,10
4.C. Pastizales	1,77	1,25	3,17	3,41	3,33	2,35	3,12	4,51	3,39	1,51	3,64	2,23	2,55
4.D. Humedales	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.E. Asentamientos	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO	IE,NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada													
4.H. Otros													
5. Residuos	**3,31**	**3,35**	**3,39**	**2,93**	**2,90**	**3,11**	**3,10**	**3,16**	**3,28**	**4,11**	**3,51**	**3,61**	**3,56**
5.A. Eliminación de residuos sólidos													
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE	NA,NE
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	3,31	3,35	3,38	2,89	2,87	3,05	3,03	3,09	3,20	4,02	3,42	3,51	3,46
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Elementos recordatorios													
1.D.1. Búnkers internacionales	0,15	0,18	0,21	0,23	0,21	0,15	0,13	0,15	0,15	0,18	0,12	0,12	0,16
1.D.1.a. Aviación	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,03	0,02	0,06
1.D.1.b. Navegación	0,10	0,12	0,15	0,15	0,13	0,08	0,06	0,07	0,06	0,09	0,09	0,10	0,10
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible													
1.D.4. CO_2 capturado													
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos													

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 54. Serie temporal de emisiones de HFCs y PFCs

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Emisiones de HFCs yPFCs - CO_2 equivalente (kt)	**52,65**	**52,65**	**52,65**	**52,65**	**53,57**	**56,50**	**56,75**	**57,43**	**77,87**	**119,50**
Emisiones de HFCs - CO_2 equivalente (kt)	**IE,NA,NO**	**IE,NA,NO**	**IE,NA,NO**	**IE,NA,NO**	**IE,NA,NO**	**IE,NA,NO**	**IE,NA,NO**	**0,73**	**20,73**	**56,36**
HFC-23	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-32	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-41	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-43-10mee	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-125	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-134	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-134a	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	0,00	0,02	0,04
HFC-143	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-143a	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-152	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-152a	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-161	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-227ea	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-236cb	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-236ea	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-236fa	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-245ca	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-245fa	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-365mfc	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
Mezcla no especificada de HFCs - CO_2	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Emisiones de PFCs - CO_2 equivalente (kt)	**52,65**	**52,65**	**52,65**	**52,65**	**53,57**	**56,50**	**56,75**	**56,70**	**57,13**	**63,14**
CF_4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
C_2F_6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C_3F_8	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
C_4F_{10}	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
c-C_4F_8	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
C_5F_{12}	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
C_6F_{14}	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
$C_{10}F_{18}$	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
c-C_3F_6	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Mezcla no especificada de PFCs - CO_2	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Mezcla no especificada de HFCs y PFCs - CO_2 equivalente (kt)	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**
Emisiones de SF_6 - CO_2 equivalente (kt)	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**
SF_6	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
Emisiones de NF_3 - CO_2 equivalente (kt)	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**
NF_3	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 55. Serie temporal de emisiones de HFCs y PFCs (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Emisiones de HFCs yPFCs - CO_2 equivalente (kt)	**186,19**	**239,40**	**314,37**	**390,23**	**470,78**	**687,48**	**669,19**	**761,01**	**783,49**	**883,58**
Emisiones de HFCs - CO_2 equivalente (kt)	**104,80**	**163,77**	**231,41**	**306,21**	**386,94**	**603,98**	**661,08**	**752,46**	**771,82**	**871,70**
HFC-23	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	0,01	0,01	0,01	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-32	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	0,00	0,00	0,01
HFC-41	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-43-10mee	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-125	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-134	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-134a	0,08	0,13	0,18	0,24	0,30	0,37	0,45	0,52	0,59	0,67
HFC-143	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-143a	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-152	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-152a	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	0,00
HFC-161	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-227ea	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-236cb	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-236ea	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-236fa	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-245ca	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-245fa	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
HFC-365mfc	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
Mezcla no especificada de HFCs - CO_2	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Emisiones de PFCs - CO_2 equivalente (kt)	**81,39**	**75,62**	**82,95**	**84,02**	**83,84**	**83,50**	**8,11**	**8,55**	**11,67**	**11,88**
CF_4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
C_2F_6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C_3F_8	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
C_4F_{10}	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
c-C_4F_8	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
C_5F_{12}	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
C_6F_{14}	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
$C_{10}F_{18}$	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
c-C_5F_6	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Mezcla no especificada de PFCs - CO_2	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Mezcla no especificada de HFCs y PFCs - CO_2 equivalente (kt)	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**
Emisiones de SF_6 - CO_2 equivalente (kt)	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**
SF_6	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
Emisiones de NF_3 - CO_2 equivalente (kt)	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**
NF_3	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 56. Serie temporal de emisiones de HFCs y PCFs (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Emisiones de HFCs yPFCs - CO_2 equivalente (kt)	**1.045,32**	**1.106,58**	**1.411,81**	**2.168,14**	**3.452,54**	**4.277,95**	**4.778,15**	**5.312,94**	**5.525,59**	**5.888,95**	**5.898,47**	**6.389,01**	**6.614,39**
Emisiones de HFCs - CO_2 equivalente (kt)	**1.033,22**	**1.094,34**	**1.399,83**	**2.155,29**	**3.439,54**	**4.265,34**	**4.765,62**	**5.300,34**	**5.512,75**	**5.876,15**	**5.889,43**	**6.379,13**	**6.602,70**
HFC-23	0,00	0,00	IE,NA,NO	0,02	0,07	0,07	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,02
HFC-32	0,01	0,02	0,03	0,05	0,14	0,23	0,33	0,38	0,44	0,48	0,50	0,55	0,60
HFC-41	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-43-10mee	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-125	IE,NA,NO	0,00	0,02	0,06	0,17	0,28	0,41	0,49	0,57	0,63	0,65	0,74	0,81
HFC-134	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-134a	0,74	0,82	0,97	1,22	1,37	1,53	1,65	1,72	1,79	1,78	1,82	1,95	2,10
HFC-143	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-143a	IE,NA,NO	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,12	0,12	0,14	0,13
HFC-152	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-152a	0,01	0,01	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
HFC-161	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-227ea	IE,NA,NO	IE,NA,NO	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
HFC-236cb	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-236ea	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-236fa	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HFC-245ca	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
HFC-245fa	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HFC-365mfc	IE,NA,NO	IE,NA,NO	0,00	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Mezcla no especificada de HFCs - CO_2	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Emisiones de PFCs - CO_2 equivalente (kt)	**12,10**	**12,24**	**11,98**	**12,85**	**13,00**	**12,61**	**12,53**	**12,60**	**12,84**	**12,81**	**9,05**	**9,88**	**11,68**
CF_4	0,0015	0,0015	0,0015	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0011	0,0012	0,0015
C_2F_6	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002
C_3F_8	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
C_4F_{10}	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
c-C_4F_8	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
C_5F_{12}	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
C_6F_{14}	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
$C_{10}F_{18}$	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
c-C_3F_6	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Mezcla no especificada de PFCs - CO_2	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Mezcla no especificada de HFCs y PFCs - CO_2 equivalente (kt)	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**
Emisiones de SF_6 - CO_2 equivalente (kt)	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**	**NA,NE,NO**
SF_6	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
Emisiones de NF_3 - CO_2 equivalente (kt)	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**	**NA,NO**
NF_3	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 57. Serie temporal de emisiones con y sin UTCUTS

EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Emisiones de CO_2 sin emisiones netas de CO_2 de UTCUTS	97.372,54	101.685,17	104.565,03	105.572,73	111.196,74	112.780,81	127.899,66	128.850,53	136.294,67	137.976,10
Emisiones de CO_2 con emisiones netas de CO_2 de UTCUTS	141.721,35	169.398,48	174.650,46	168.278,86	176.851,15	182.244,55	216.417,19	212.849,01	238.584,56	225.828,13
Emisiones de CH_4 sin emisiones netas de CH_4 de UTCUTS	107.699,68	109.903,11	112.275,95	116.026,27	117.928,34	118.116,06	117.692,83	118.077,45	115.227,54	119.723,24
Emisiones de CH_4 con emisiones netas de CH_4 de UTCUTS	115.946,50	118.214,21	120.651,32	124.422,87	122.618,05	122.943,28	122.028,44	122.388,67	120.412,01	124.186,90
Emisiones de N_2O sin emisiones netas de N_2O de UTCUTS	13.749,54	14.229,49	14.379,15	14.470,42	14.994,25	15.206,64	15.779,35	15.951,44	15.723,27	16.521,12
Emisiones de N_2O con emisiones netas de N_2O de UTCUTS	16.100,48	16.598,32	16.765,88	16.837,85	16.335,13	16.571,46	17.001,76	17.185,94	17.483,08	17.924,81
HFCs	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	0,73	20,73	56,36
PFCs	52,65	52,65	52,65	52,65	53,57	56,50	56,75	56,70	57,13	63,14
Mezcla no especificada de HFCs y PFCs	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
SF_6	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
NF_3	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Total (sin UTCUTS)	**218.874,41**	**225.870,43**	**231.272,78**	**236.122,07**	**244.172,91**	**246.160,02**	**261.428,60**	**262.936,85**	**267.323,36**	**274.339,96**
Total (con UTCUTS)	**273.820,98**	**304.263,66**	**312.120,30**	**309.592,23**	**315.857,91**	**321.815,80**	**355.504,15**	**352.481,05**	**376.557,51**	**368.059,35**
Total (sin UTCUTS, con indirectas)	**218.874,41**	**225.870,43**	**231.272,78**	**236.122,07**	**244.172,91**	**246.160,02**	**261.428,60**	**262.936,85**	**267.323,36**	**274.339,96**
Total (con UTCUTS, con indirectas)	**273.820,98**	**304.263,66**	**312.120,30**	**309.592,23**	**315.857,91**	**321.815,80**	**355.504,15**	**352.481,05**	**376.557,51**	**368.059,35**

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1. Energía	102.320,33	108.038,89	111.626,82	113.615,94	118.888,56	121.817,57	138.411,54	139.465,92	147.527,20	150.134,73
2. Procesos industriales y uso de productos	8.518,17	7.888,25	7.889,82	8.383,83	9.656,14	9.621,83	10.326,70	11.489,08	11.809,48	11.176,35
3. Agricultura y ganadería	96.235,62	97.830,90	99.410,89	101.525,39	102.686,37	101.362,49	98.905,78	97.764,66	93.596,02	98.272,07
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	54.946,57	78.393,24	80.847,52	73.470,16	71.684,99	75.655,78	94.075,55	89.544,21	109.234,16	93.719,38
5. Residuos	11.800,29	12.112,38	12.345,25	12.596,90	12.941,84	13.358,13	13.784,58	14.217,18	14.390,66	14.756,82
6. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Total (con UTCUTS)	**273.820,98**	**304.263,66**	**312.120,30**	**309.592,23**	**315.857,91**	**321.815,80**	**355.504,15**	**352.481,05**	**376.557,51**	**368.059,35**

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 58. Serie temporal de emisiones con y sin UTCUTS (cont.)

EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Emisiones de CO_2 sin emisiones netas de CO_2 de UTCUTS	133.409,40	129.139,64	122.172,98	131.940,85	144.821,37	150.363,99	159.640,64	174.543,73	179.512,93	165.890,68
Emisiones de CO_2 con emisiones netas de CO_2 de UTCUTS	218.608,27	212.006,56	219.759,00	228.047,83	249.317,31	243.566,32	269.789,49	291.871,17	272.882,19	235.855,60
Emisiones de CH_4 sin emisiones netas de CH_4 de UTCUTS	120.420,29	119.975,60	122.140,71	126.780,51	129.498,25	129.539,23	130.966,86	130.433,26	130.795,08	125.661,91
Emisiones de CH_4 con emisiones netas de CH_4 de UTCUTS	130.274,18	132.438,76	131.560,30	137.040,84	134.427,41	135.212,67	136.649,50	135.903,22	135.823,51	129.827,97
Emisiones de N_2O sin emisiones netas de N_2O de UTCUTS	16.308,05	16.380,93	16.244,15	17.332,68	18.322,97	18.415,04	19.449,15	19.959,39	19.375,53	17.989,18
Emisiones de N_2O con emisiones netas de N_2O de UTCUTS	20.407,17	22.628,62	19.877,32	21.152,46	19.882,90	20.283,72	21.218,55	21.557,45	20.932,83	19.530,71
HFCs	104,80	163,77	231,41	306,21	386,94	603,98	661,08	752,46	771,82	871,70
PFCs	81,39	75,62	82,95	84,02	83,84	83,50	8,11	8,55	11,67	11,88
Mezcla no especificada de HFCs y PFCs	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
SF_6	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO
NF_3	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Total (sin UTCUTS)	**270.323,94**	**265.735,57**	**260.872,19**	**276.444,27**	**293.113,36**	**299.005,74**	**310.725,84**	**325.697,39**	**330.467,03**	**310.425,34**
Total (con UTCUTS)	**369.475,82**	**367.313,34**	**371.510,98**	**386.631,36**	**404.098,39**	**399.750,19**	**428.326,74**	**450.092,85**	**430.422,02**	**386.097,84**
Total (sin UTCUTS, con indirectas)	**270.323,94**	**265.735,57**	**260.872,19**	**276.444,27**	**293.113,36**	**299.005,74**	**310.725,84**	**325.697,39**	**330.467,03**	**310.425,34**
Total (con UTCUTS, con indirectas)	**369.475,82**	**367.313,34**	**371.510,98**	**386.631,36**	**404.098,39**	**399.750,19**	**428.326,74**	**450.092,85**	**430.422,02**	**386.097,84**

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. Energía	147.395,40	143.756,38	136.194,32	146.146,18	158.512,83	162.364,52	171.340,96	185.604,12	191.054,98	177.603,64
2. Procesos industriales y uso de productos	10.710,37	11.177,30	11.013,55	12.795,53	14.188,00	15.541,91	16.036,73	16.726,30	16.537,89	14.833,72
3. Agricultura y ganadería	96.996,44	95.018,53	97.531,66	100.739,06	103.191,46	103.331,26	105.089,65	105.055,43	104.850,52	100.306,53
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	99.151,88	101.577,77	110.638,79	110.187,09	110.985,03	100.744,45	117.600,90	124.395,47	99.954,99	75.672,50
5. Residuos	15.221,72	15.783,36	16.132,66	16.763,50	17.221,07	17.768,05	18.258,50	18.311,54	18.023,64	17.681,45
6. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Total (con UTCUTS)	**369.475,82**	**367.313,34**	**371.510,98**	**386.631,36**	**404.098,39**	**399.750,19**	**428.326,74**	**450.092,85**	**430.422,02**	**386.097,84**

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tabla 59. Serie temporal de emisiones con y sin UTCUTS (cont.)

EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Diferencia entre 1990 y el último año reportado
														(%)
Emisiones de CO_2 sin emisiones netas de CO_2 de UTCUTS	181.890,89	191.939,99	191.382,26	195.639,71	192.915,41	198.015,98	196.373,90	191.850,19	189.755,69	179.171,81	164.475,94	185.563,26	192.413,08	
Emisiones de CO_2 con emisiones netas de CO_2 de UTCUTS	257.029,55	244.917,32	282.236,68	280.982,37	250.129,58	234.625,47	226.062,90	227.965,42	227.068,14	186.958,90	232.360,39	237.371,74	239.446,03	68,96
Emisiones de CH_4 sin emisiones netas de CH_4 de UTCUTS	118.601,10	115.825,49	117.899,15	119.343,38	120.796,34	121.812,65	122.635,14	124.411,88	126.134,04	127.089,16	124.412,40	125.040,02	126.200,54	
Emisiones de CH_4 con emisiones netas de CH_4 de UTCUTS	121.854,54	118.822,80	122.145,59	123.846,88	124.473,94	124.654,67	125.839,20	129.777,27	129.840,72	129.440,16	128.920,58	128.143,27	129.412,47	11,65
Emisiones de N_2O sin emisiones netas de N_2O de UTCUTS	19.506,82	20.438,96	19.491,25	19.961,23	20.531,36	19.698,70	21.241,99	21.781,38	22.390,36	23.947,48	24.351,24	25.470,27	24.287,94	
Emisiones de N_2O con emisiones netas de N_2O de UTCUTS	20.446,34	21.318,47	20.709,58	21.303,51	21.817,03	20.655,43	22.456,45	23.778,60	23.839,13	24.709,35	25.782,22	26.447,71	25.447,71	58,34
HFCs	1.033,22	1.094,34	1.399,83	2.155,29	3.439,54	4.265,34	4.765,62	5.300,34	5.512,75	5.876,15	5.889,43	6.379,13	6.602,70	
PFCs	12,10	12,24	11,98	12,85	13,00	12,61	12,53	12,60	12,84	12,81	9,05	9,88	11,68	-77,81
Mezcla no especificada de HFCs y PFCs	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	
SF_6	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE,NO	
NF_3	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	
Total (sin UTCUTS)	**321.044,13**	**329.311,02**	**330.184,47**	**337.112,46**	**337.695,65**	**343.805,27**	**345.029,17**	**343.356,39**	**343.805,68**	**336.097,40**	**319.138,04**	**342.462,55**	**349.515,94**	**59,69**
Total (con UTCUTS)	**400.375,75**	**386.165,17**	**426.503,67**	**428.300,90**	**399.873,09**	**384.213,52**	**379.136,70**	**386.834,23**	**386.273,57**	**346.997,36**	**392.961,66**	**398.351,73**	**400.920,59**	**46,42**
Total (sin UTCUTS, con indirectas)	**321.044,13**	**329.311,02**	**330.184,47**	**337.112,46**	**337.695,65**	**343.805,27**	**345.029,17**	**343.356,39**	**343.805,68**	**336.097,40**	**319.138,04**	**342.462,55**	**349.515,94**	**59,69**
Total (con UTCUTS, con indirectas)	**400.375,75**	**386.165,17**	**426.503,67**	**428.300,90**	**399.873,09**	**384.213,52**	**379.136,70**	**386.834,23**	**386.273,57**	**346.997,36**	**392.961,66**	**398.351,73**	**400.920,59**	**46,42**

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Diferencia entre 1990 y el último año reportado
														(%)
1. Energía	190.660,69	198.846,57	199.117,12	201.711,22	198.541,50	204.546,24	205.127,88	199.360,79	197.828,86	189.169,12	173.702,93	192.899,96	200.366,68	
2. Procesos industriales y uso de productos	17.200,69	18.566,60	17.668,94	19.299,82	20.778,40	21.530,01	19.920,38	21.366,33	21.803,30	20.779,38	19.109,76	22.128,52	23.643,67	177,57
3. Agricultura y ganadería	94.995,64	93.302,99	94.237,89	96.572,78	98.215,23	96.971,31	98.764,83	101.027,91	102.131,70	103.555,27	103.699,40	104.453,35	102.191,19	6,19
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	79.331,63	56.854,15	96.319,20	91.188,44	62.177,44	40.408,25	34.107,53	43.477,84	42.467,89	10.899,96	73.823,62	55.889,18	51.404,65	-6,45
5. Residuos	18.187,10	18.594,86	19.160,53	19.528,64	20.160,52	20.757,71	21.216,08	21.601,36	22.041,82	22.593,63	22.625,95	22.980,72	23.314,40	97,57
6. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Total (con UTCUTS)	**400.375,75**	**386.165,17**	**426.503,67**	**428.300,90**	**399.873,09**	**384.213,52**	**379.136,70**	**386.834,23**	**386.273,57**	**346.997,36**	**392.961,66**	**398.351,73**	**400.920,59**	**46,42**

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool

Tendencia de las emisiones por métrica

La tendencia de las emisiones puede calcularse bajo distintas métricas de equivalencias en CO_2 de las emisiones y absorciones de GEI. Si bien las emisiones se calcularon utilizando los valores de potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) del AR5 del IPCC, se realizó una comparación utilizando también los valores de GWP del AR2. A su vez, se analizó la métrica de potencial de temperatura global (GTP, por sus siglas en inglés) del AR5. De esta forma, se observan los cambios en el nivel de emisiones de la serie temporal debidos a la variación en la métrica aplicada. En la siguiente tabla se detallan los valores de GWP por gas según cada una de las métricas.

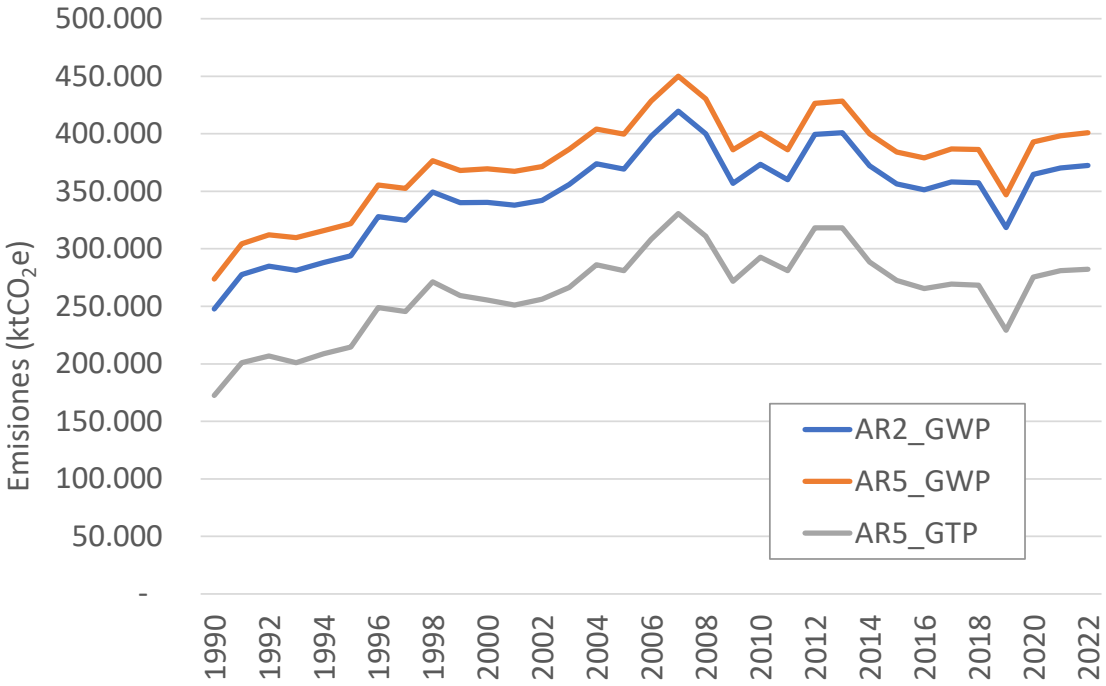
Tabla 60. Potenciales de calentamiento global y de aumento de temperatura a 100 años

Gas	Fórmula Química	AR2_GWP	AR5_GWP	AR5_GTP
Dióxido de Carbono	CO_2	1	1	1
Metano	CH_4	21	28	4
Óxido Nitroso	N_2O	310	265	234
HFC-23	CHF_3	11.700	12.400	12.700
HFC-32	CH_2F_2	650	677	94
HFC-125	C_2HF_5	2.800	3.170	967
HFC-134a	CH_2FCF_3	1.300	1.300	201
HFC-152a	$C_2H_4F_2$	140	138	19
HFC-143a	$C_2H_3F_3$	3.800	4.800	2.500
HFC-227ea	C_3HF_7	2.900	3.350	1.460
HFC-236fa	$C_3H_2F_6$	6.300	8.060	8.380
Perfluorometano	CF_4	6.500	6.630	8.040
Perfluoroetano	C_2F_6	9.200	11.100	13.500
HFC-365	$CH_3CF_2CH_2CF_3$	794	804	114
HFC-245fa	$CHF_2CH_2CF_3$	1.030	858	121

Fuente: Elaboración propia en base a IPCC

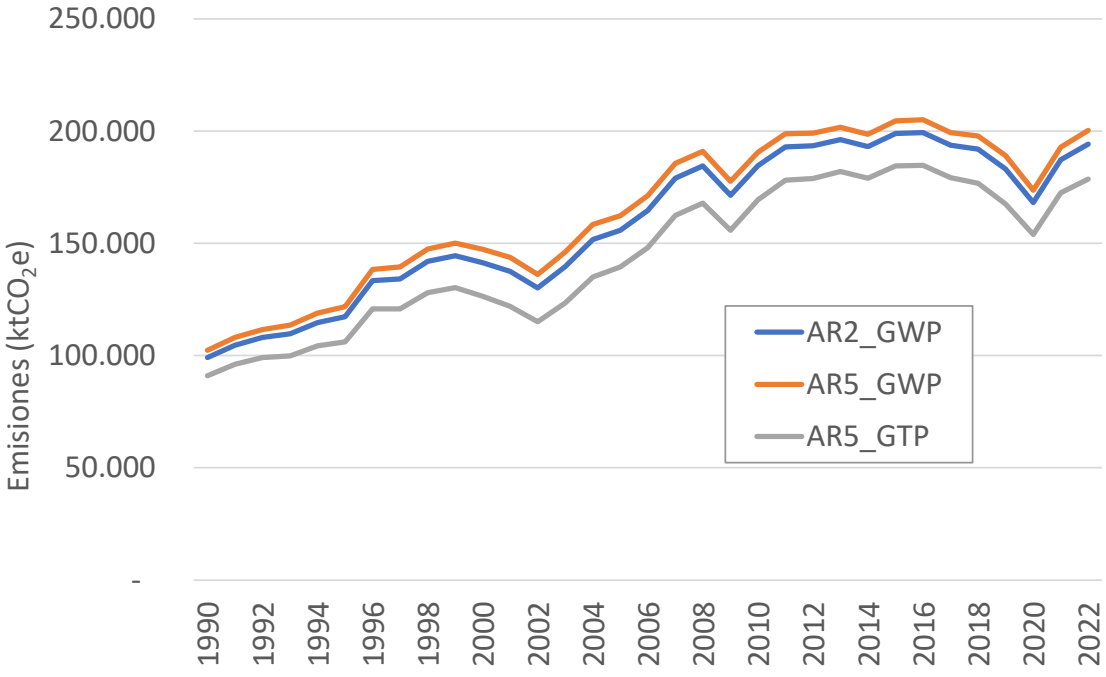
En las siguientes figuras se presenta la serie temporal del INGEI 1990-2022 utilizando las métricas AR5_GWP, AR2_GWP y AR5_GTP, para el total del INGEI y por sector.

Figura 46. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica



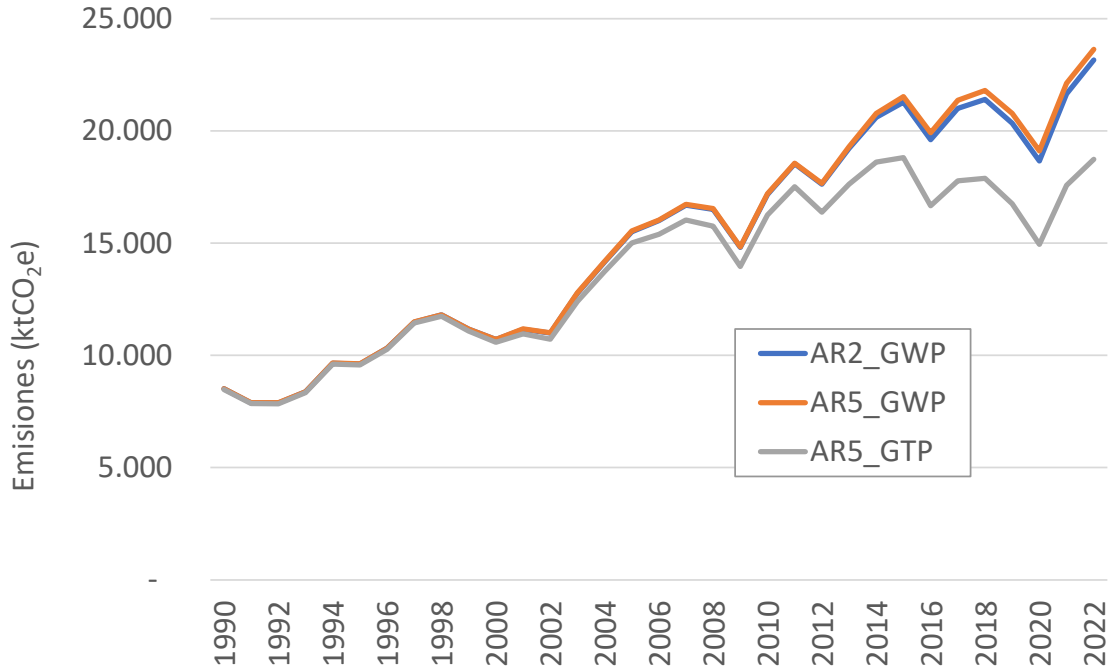
Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica – Sector Energía



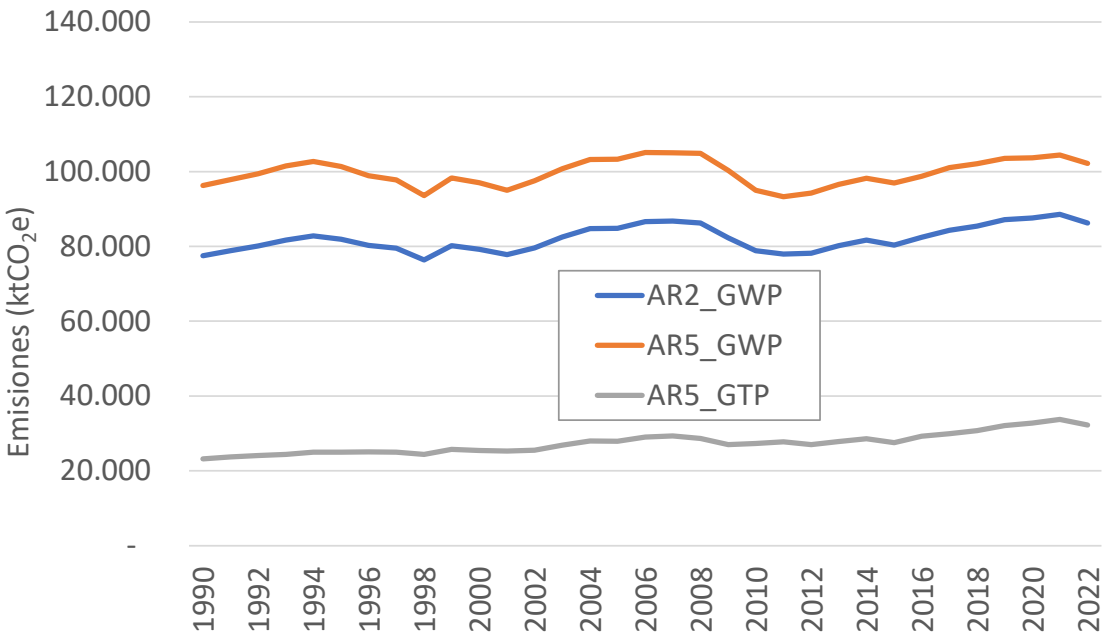
Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica – Sector PIUP



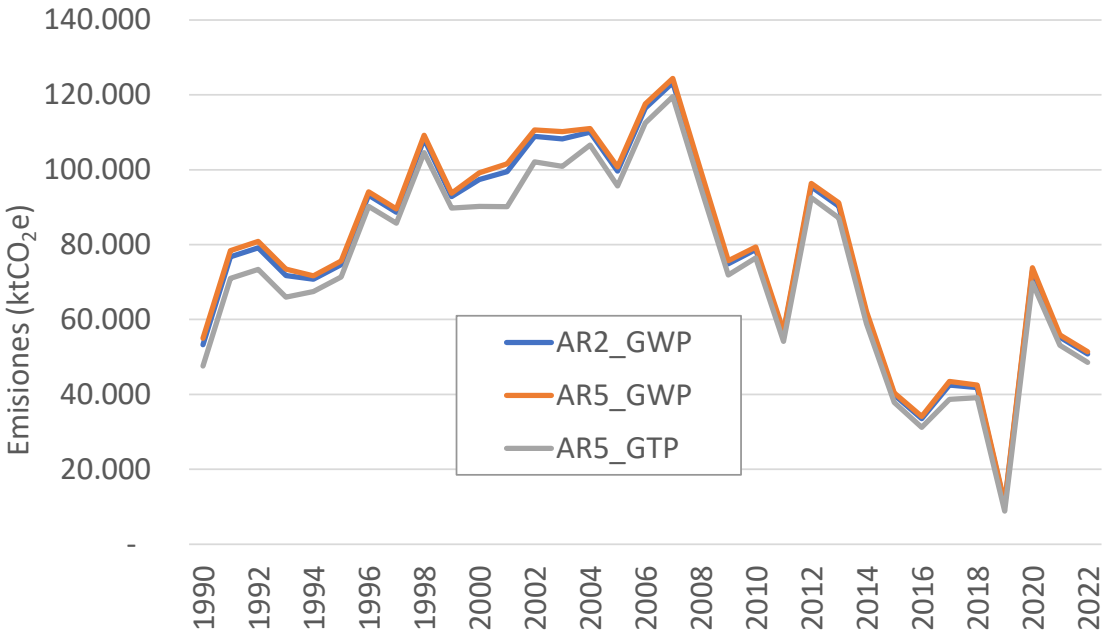
Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica – Sector Agricultura y ganadería



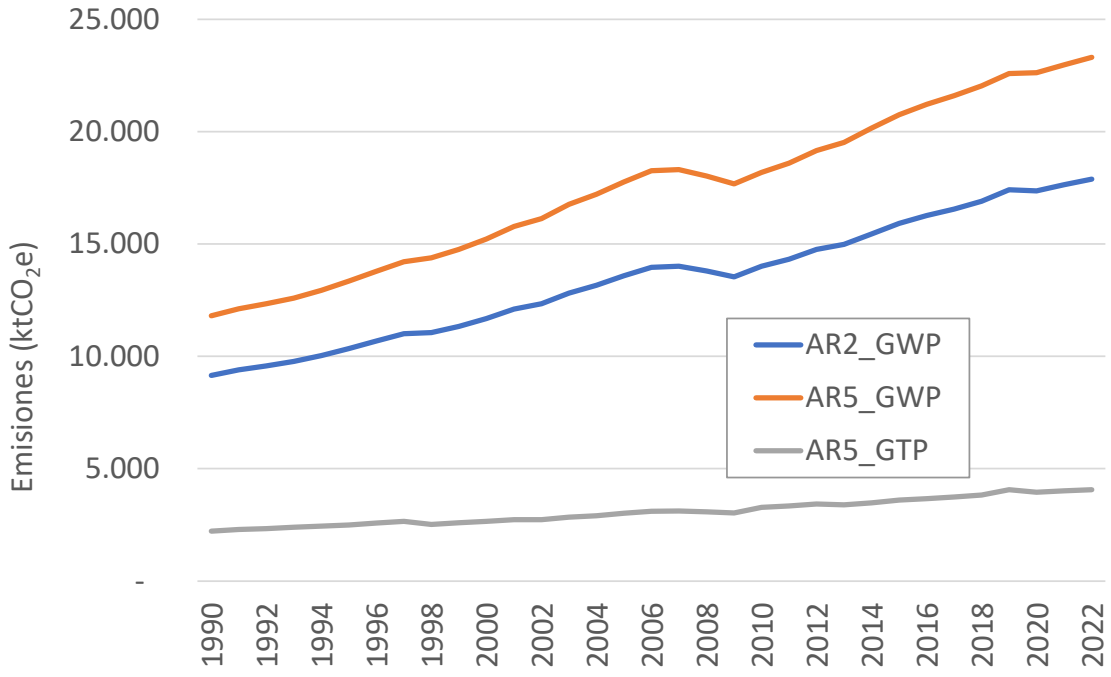
Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica – Sector UTCUTS



Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica – Sector Residuos

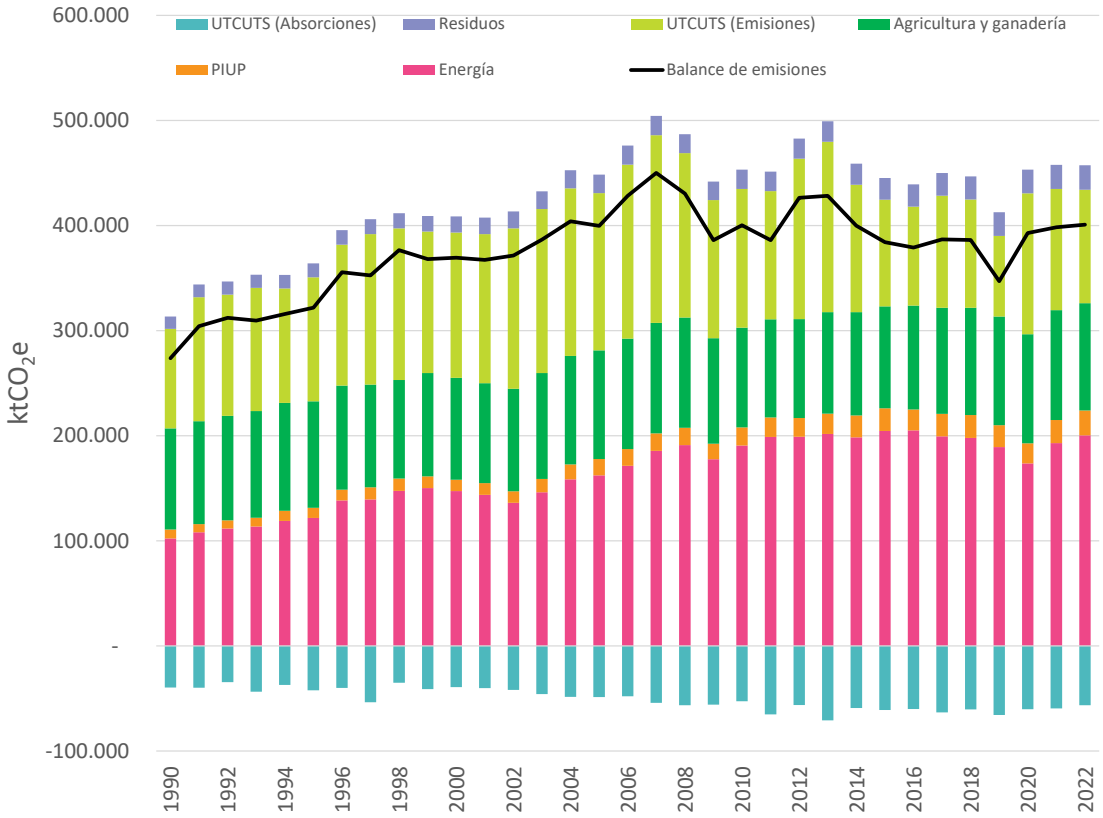


Fuente: Elaboración propia

Tendencia del balance de GEI

La figura a continuación muestra el aporte de cada sector a la tendencia del balance de GEI en $ktCO_2e$.

Figura 52. Tendencia del balance de GEI

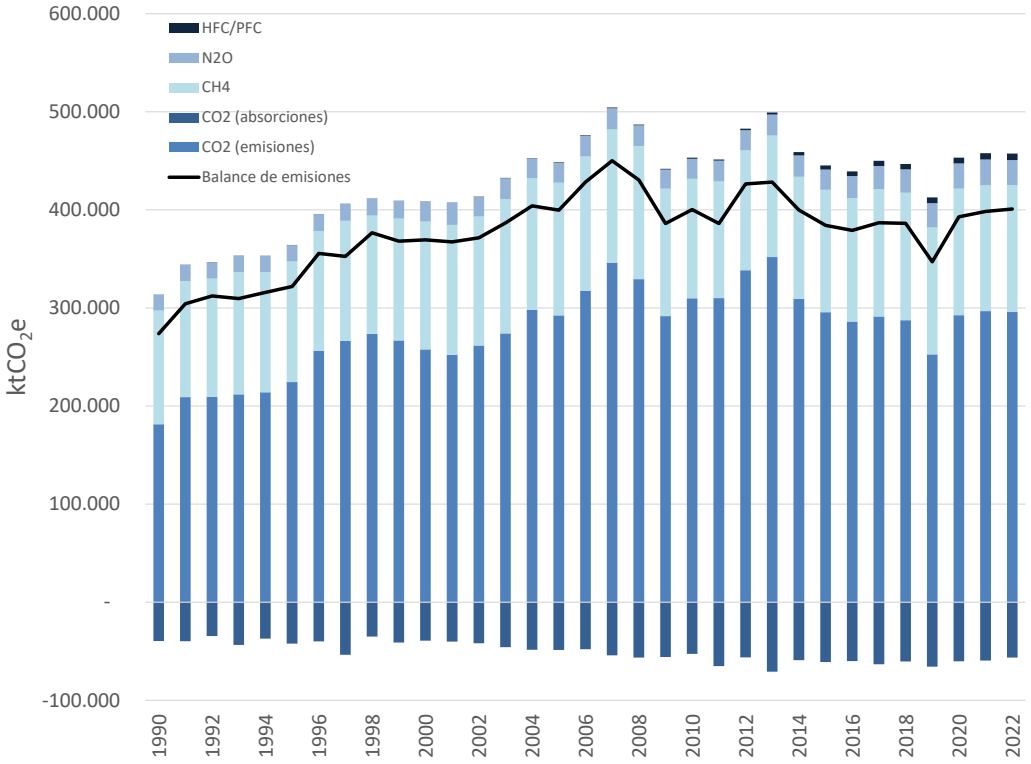


Fuente: Elaboración propia

Tendencia del balance de GEI por gas

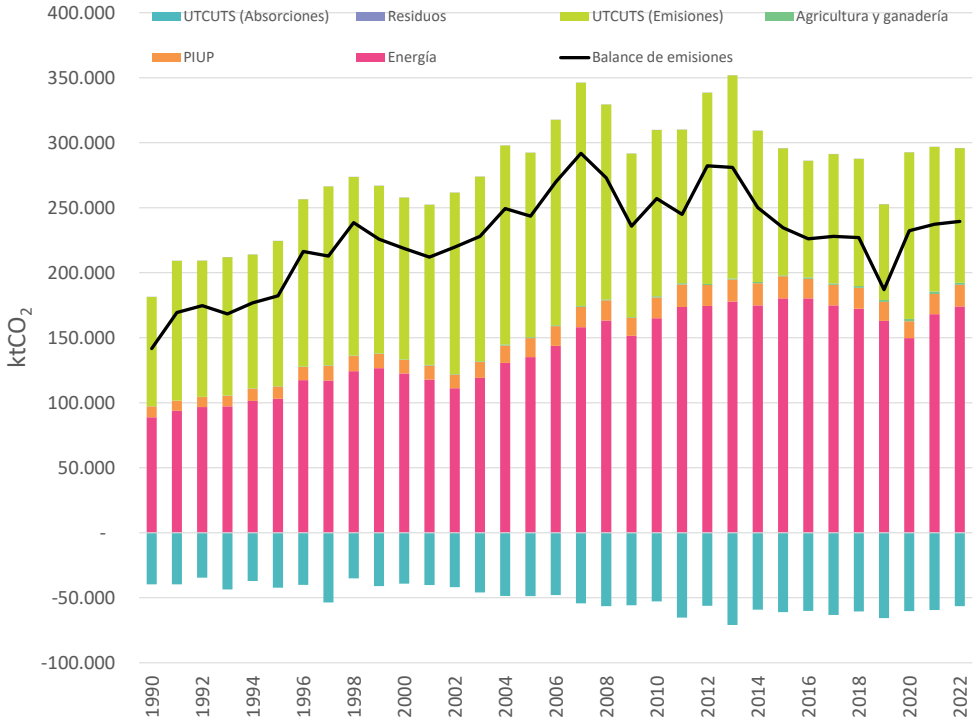
La figura a continuación muestra la evolución del balance de GEI por tipo de GEI y las figuras siguientes muestran el aporte de cada gas a la tendencia del balance en $ktCO_2e$.

Figura 53. Tendencia del balance por tipo de GEI ($ktCO_2e$)



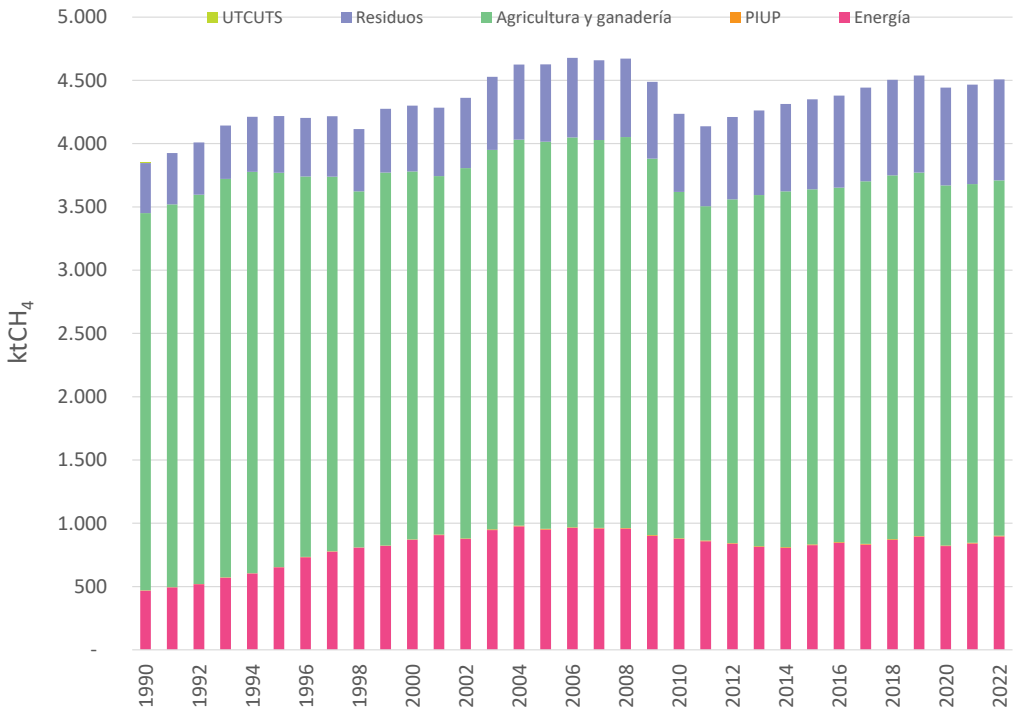
Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Tendencia del balance de CO_2



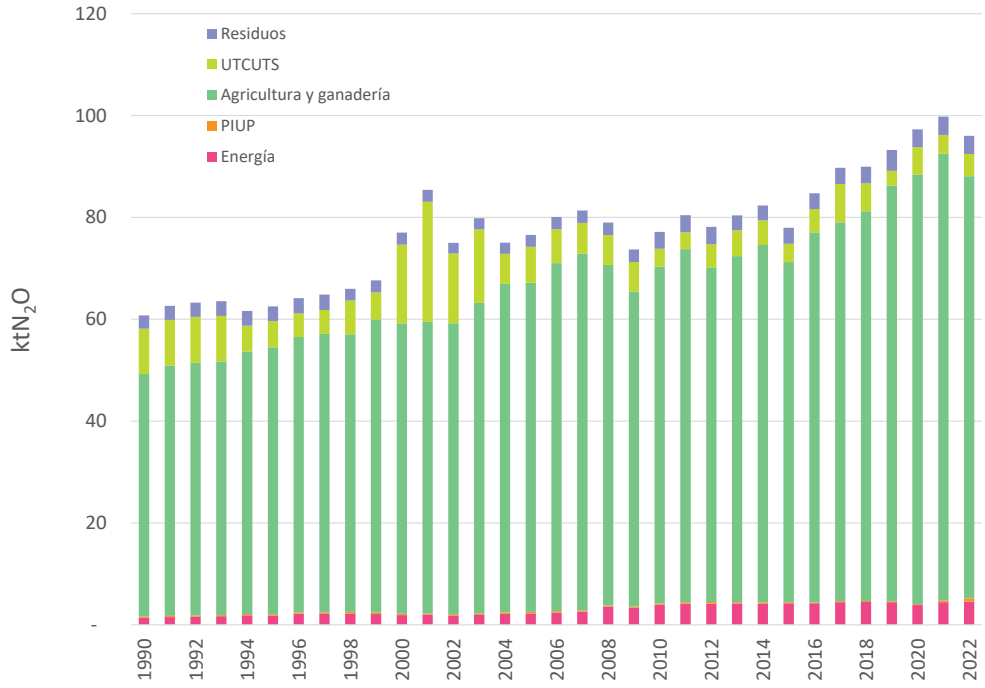
Fuente: Elaboración propia

Figura 55. Tendencia del balance de CH_4



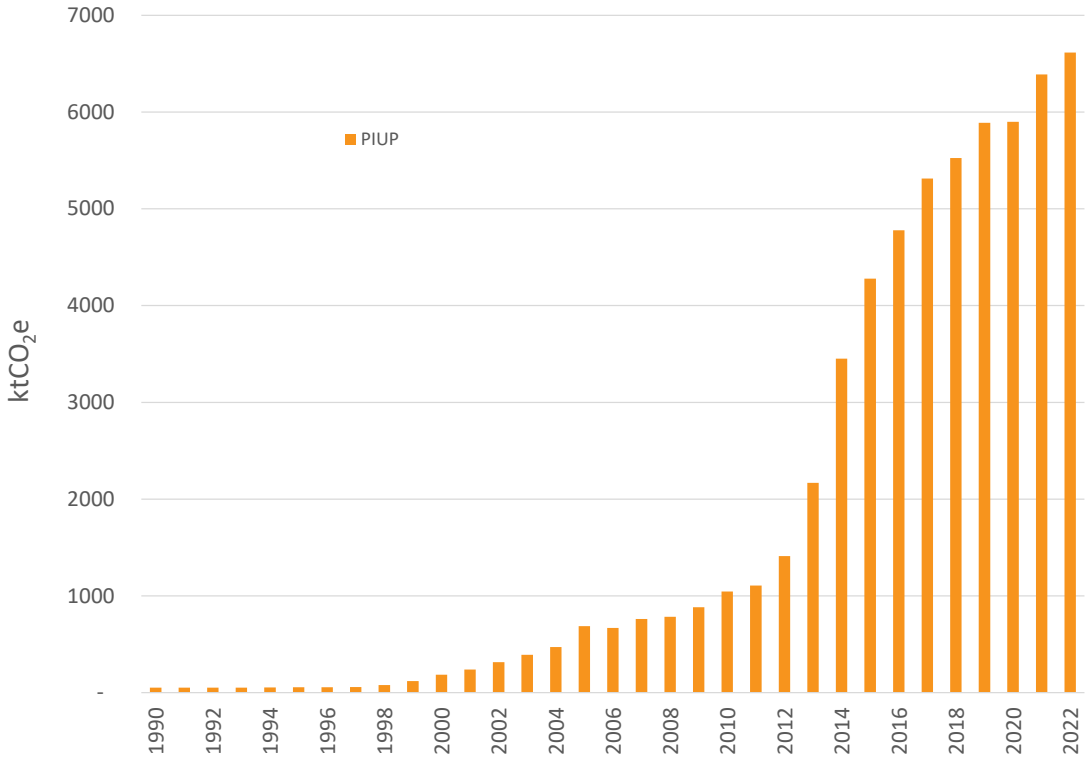
Fuente: Elaboración propia

Figura 56. Tendencia del balance de N_2O



Fuente: Elaboración propia

Figura 57. Tendencia del balance de gases F



Fuente: Elaboración propia

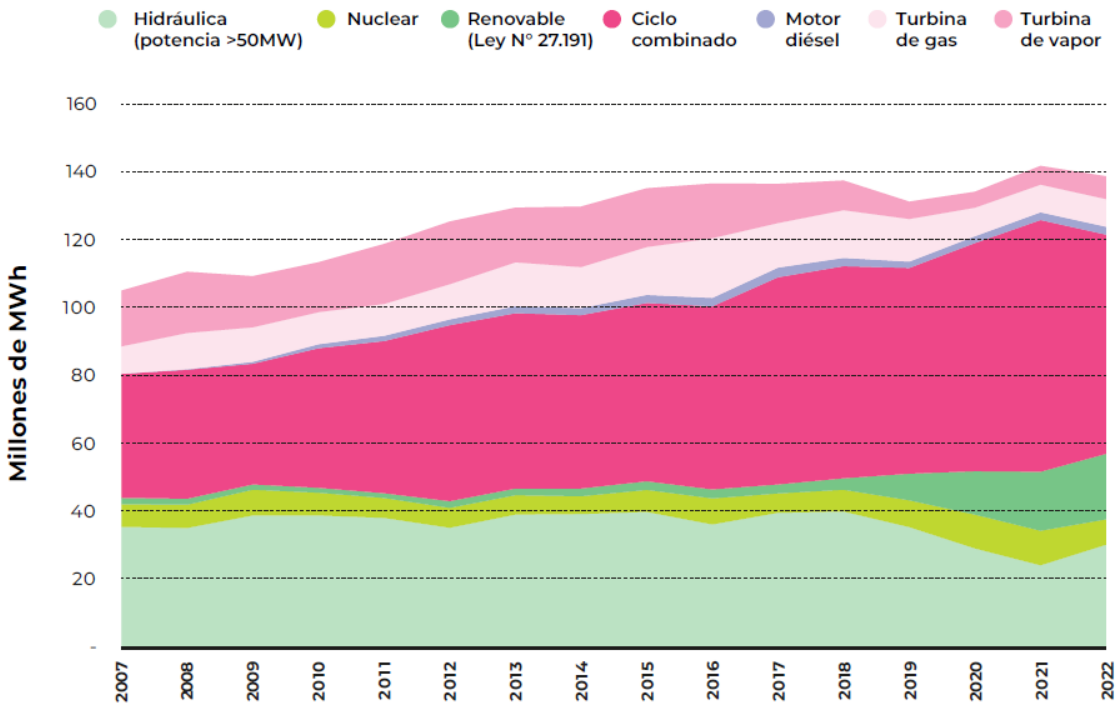
Capítulo 3:
Energía

Panorama general del sector

Descripción

La oferta interna total de energía[140] alcanzó en el año 2022 los 83 mil ktep[141]. La energía consumida localmente provino en un 88% de fuentes de origen fósil, correspondiendo el 54% a gas natural, 32% a petróleo y derivados, y un 2% a carbón mineral. Las energías renovables aportaron un 10% siendo hidráulica (de potencia mayor a 50 MW) un 4% y otras energías renovables (comprendidas en la ley n° 26.190 y su actualización en la ley n° 27.191: biomasa, centrales hidroeléctricas de potencia menor a 50 MW, eólica y solar) un 6%, mientras que la energía nuclear aportó un 2%[142].

Figura 58. Evolución de la oferta interna total de energía



Fuente: Elaboración propia con base en el Balance Energético Nacional

La oferta interna de energía muestra una tendencia general de crecimiento, con fluctuaciones. Dado que la dinámica del sector acompaña a la evolución de la economía, puede apreciarse el impacto que han tenido las crisis económicas de fines del año 2001 y 2008. También pueden observarse períodos de estabilidad y recuperación al ritmo del crecimiento económico y de la demanda poblacional. En el período correspondiente al año 2020/2021 se observan los efectos de la pandemia de COVID-19, mientras que el año 2022 se recuperan los niveles registrados antes de la crisis sanitaria.

[140] Corresponde a la oferta interna de energía primaria más el saldo comercial de energía secundaria.
[141] Secretaría de Energía. Balance Energético Nacional 2022.
[142] Ibid.

Durante 2022, el sector residencial representó el 27% de la demanda total de energía, transporte el 32%, industria el 21%, el sector agropecuario un 7% y los sectores comercial y público más los consumos no energéticos, el 13%[143].

La potencia instalada del parque eléctrico llegó a 42,9 GW en 2022, generando más de 145 TWh. La participación relativa de cada fuente fue de 56,4% para energía térmica, 5,1% nuclear y 35,5% renovable. La componente renovable incluye la energía hidráulica (de potencia mayor a 50 MW) de 20,8% y 13,3% para otras energías renovables (ley n° 26.190) que incluye la energía eólica, solar, biomasa, biogás, hidráulica de potencia menor a 50 MW, entre otras fuentes renovables definidas por dicha ley. En el mismo año, la composición de la demanda estuvo liderada por el sector residencial (45%), seguida por el comercial (28%) y el industrial (27%)[144].

Resultados INGEI

INGEI 2022

El sector Energía incluye todas las emisiones de gases de efecto invernadero producto de la combustión y de las fugas por la fabricación de combustibles. El sector representa el 49,98% de las emisiones totales del año 2022. La siguiente tabla resume los resultados del inventario del sector.

Algunas categorías dentro del sector Energía no han sido estimadas debido a que estas actividades no ocurren en el país (NO), o porque las mismas se han incluido dentro de las estimaciones de otras categorías (IE), o por falta de información suficiente para realizar la estimación (NE).

[143] Ibid.
[144] Informe Anual 2022, "Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico" (CAMMESA)

Tabla 61. Informe sectorial para Energía

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	COVDM	SO_x	Emisiones totales de GEI
	(kt)							CO_2 equivalente (kt)
Energía Total	174.052,13	896,66	4,56	863,99	769,17	264,53	92,29	200.366,68
1.A. Actividades de quema de combustible	173.226,55	29,91	4,53	863,88	694,07	93,83	92,29	175.264,28
1.A.1. Industrias de la energía	54.935,39	2,62	1,39	96,61	13,89	2,31	50,52	55.375,99
1.A.1.a. Producción pública de electricidad y calor	39.228,92	2,32	1,35	73,22	5,08	1,64	41,23	39.651,55
1.A.1.b. Refinación del petróleo	5.473,85	0,12	0,02	7,91	2,16	0,23	7,80	5.481,76
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	10.232,63	0,18	0,02	15,48	6,65	0,45	1,49	10.242,68
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	27.922,19	1,69	0,23	62,60	49,77	13,53	37,81	28.029,52
1.A.2.a. Hierro y acero	9.640,68	0,08	0,01	5,70	2,24	1,77	0,05	9.644,88
1.A.2.b. Metales no ferrosos	178,72	0,00	0,0003	0,24	0,09	0,07	0,00	178,89
1.A.2.c. Productos químicos	667,62	0,04	0,004	3,50	1,01	0,73	0,15	669,83
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	657,69	0,02	0,003	1,44	0,41	0,30	0,06	659,02
1.A.2.e. Procesamiento de los alimentos, bebida y tabaco	3.420,11	0,74	0,10	8,42	22,83	3,41	20,40	3.466,42
1.A.2.f. Minerales no metálicos	3.368,95	0,06	0,01	4,44	1,74	1,38	0,04	3.372,22
1.A.2.g. Otros	9.988,42	0,76	0,11	38,85	21,44	5,87	17,10	10.038,25
1.A.3. Transporte	54.700,07	18,65	2,78	562,40	579,37	46,70	3,46	55.959,88
1.A.3.a. Aviación de cabotaje	1.617,22	0,01	0,05	2,06	434,84	9,78	0,51	1.629,53
1.A.3.b. Transporte terrestre	50.110,90	18,49	2,69	513,76	137,41	34,81	NO	51.342,38
1.A.3.c. Ferrocarriles	28,17	0,00	0,01	0,49	0,10	0,04	NO	31,23
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	1.129,27	0,11	0,03	26,02	1,65	0,71	2,95	1.140,47
1.A.3.e. Otro tipo de transporte	1.814,51	0,03	0,00	20,07	5,37	1,36	NO	1.816,27
1.A.4. Otros sectores	35.668,90	6,96	0,13	142,27	51,04	31,29	0,50	35.898,89
1.A.4.a. Comercial/Institucional	4.155,45	1,68	0,02	8,25	6,09	3,55	0,11	4.207,55
1.A.4.b. Residencial	25.883,20	4,47	0,06	66,61	22,93	20,46	0,39	26.025,38
1.A.4.c. Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías	5.630,25	0,82	0,05	67,41	22,02	7,27	0,000001	5.665,96
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.A.5.a. Estacionario	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.A.5.b. Móvil	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

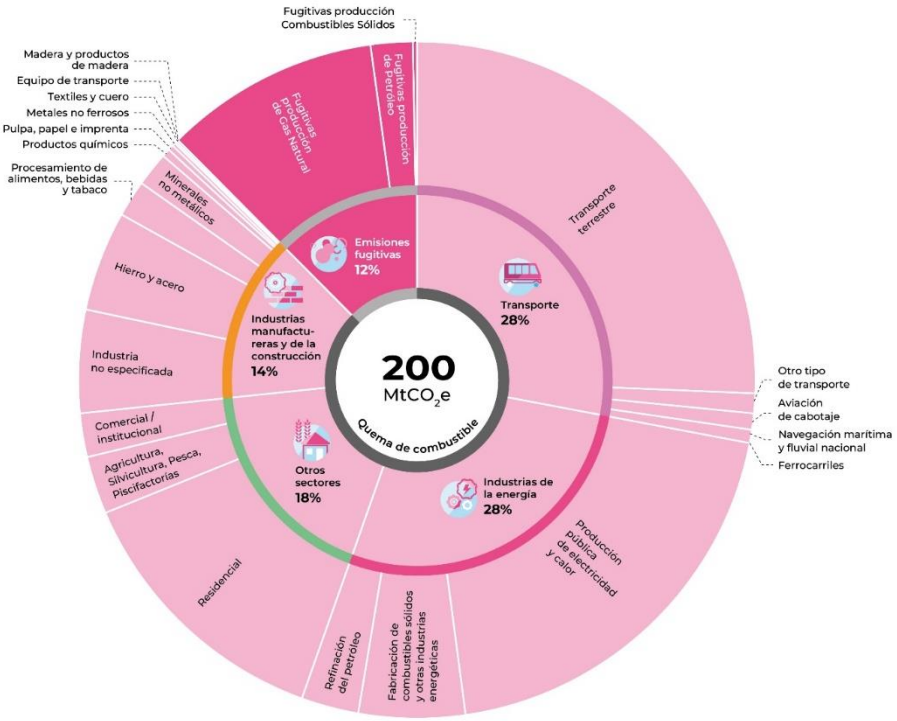
Tabla 62. Informe sectorial para Energía (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	COVDM	SO_x	Emisiones totales de GEI
	(kt)							CO_2 equivalente (kt)
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	825,57	866,75	0,03	0,11	75,10	170,70	NA,NO	25.102,41
1.B.1. Combustibles sólidos	0,42	14,33	0,03	0,02	75,10	NA	NA	408,98
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón	0,42	0,53	NO	NO	NO	NA		15,37
1.B.1.b. Transformación de combustibles	NA	13,80	0,03	0,02	75,10	NA	NA	393,61
1.B.1.c. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B.2. Petróleo y gas natural	825,15	852,42	0,002	0,09	NA,NO	170,70	NA,NO	24.693,43
1.B.2.a. Petróleo	607,91	122,71	0,002	0,09	NA	83,66	NA	4.044,36
1.B.2.b. Gas natural	217,24	729,71			NO	87,04	NO	20.649,07
1.B.2.c. Venteo y quema	IE	IE	IE	NA	NA	NA	NA	IE
1.B.2.d. Otras emisiones provenientes de la producción de energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NO							NO
1.C.1. Transporte de CO_2	NO							NO
1.C.2. Inyección y almacenamiento	NO							NO
1.C.3. Otros	NA							NA
1.D. Elementos recordatorios								
1.D.1. Búnkers internacionales	5.815,64	0,37	0,16	87,15	530,95	14,00	21,33	5.867,10
1.D.1.a. Aviación internacional (bunkers de aviación)	1.969,35	0,01	0,06	2,51	526,29	11,90	0,63	1.984,33
1.D.1.b. Navegación internacional (bunkers marinos)	3.846,29	0,35	0,10	84,65	4,67	2,10	20,71	3.882,77
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.D.3. Emisiones de CO_2 provenientes del uso de biomasa como combustible	9.406,67							9.406,67
1.D.4. CO_2 capturado	NO							NO
1.D.4.a. Para almacenamiento doméstico	NO							NO
1.D.4.b. Para almacenamiento en otros países	NO							NO

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

En la siguiente figura se observa la distribución de emisiones según las categorías principales del sector Energía. Las emisiones debidas a la quema de combustibles (1A) constituyen el 87,47% de las emisiones del sector. El 12,53% restante corresponde a las emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles fósiles (1B).

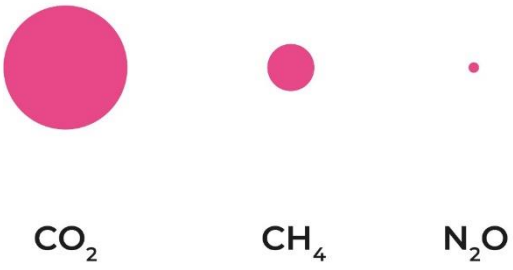
Figura 59. Emisiones del sector Energía – 2022



Fuente: Elaboración propia

En términos de la distribución por gas, el CO_2 es el GEI con mayor participación en el sector (86,87%), seguido por el CH_4 (12,53%) y el N_2O (0,60%), tal como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 60. Aporte de los GEI al sector Energía – 2022 (en CO_2e)



Fuente: Elaboración propia

De las actividades de la categoría 1A se destaca la participación porcentual de las subcategorías “Producción pública de electricidad y calor”, “Transporte terrestre” y “Otros Sectores – Residencial”, las cuales suman el 67,77% de las emisiones por quema de combustibles.

Particularmente, dentro de las emisiones por las actividades de quema de combustibles, el 50,89% proviene del gas natural, que incluye el gas distribuido por redes, el usado para el bombeo del gas de los yacimientos hasta el consumo y el consumido directamente en los yacimientos. El 24,19% corresponde a diésel y gas oil, mientras que el 11,60% al consumo de motonafta. Por su parte, el 13,22% restante incluye las emisiones por la quema de fuel oil, gas de alto horno, gas licuado y otros combustibles con menor participación.

Además de su empleo como combustible en la generación de energía, el gas natural se emplea como materia prima en la fabricación de hierro y acero. Esto se debe a que se utiliza como agente reductor en el alto horno y también en la producción de hierro esponja mediante la reducción directa. También se emplea como materia prima en la industria petroquímica, siendo un componente esencial en plantas de producción de urea y metanol, entre otras.

En el marco del proyecto CBIT Argentina se identificaron categorías afectadas por doble conteo entre los Sectores Energía y Procesos Industriales y Uso de Productos, como resultado de este trabajo se dedujeron de la categoría “1A2c - Productos químicos” las emisiones de CO_2 asociadas al consumo total de gas natural (para la combustión y para el proceso) de la producción de metanol y de la producción de amoníaco, ya que éstas se reportan en el Sector PIUP.

A partir del año 2008, para la estimación de “Producción pública de electricidad y calor”, se utilizaron consumos de combustibles desagregados por tipo de tecnología de combustión. Se utilizaron, también, FE desagregados por tipo de tecnología para los gases distintos del CO_2. Sin embargo, para años anteriores no se contó con los datos suficientes como para mantener los FE por tipo de tecnología, por lo cual se usaron factores agregados.

Por otro lado, respecto a la quema de combustibles líquidos se incorporó una mejora significativa en el IBT1, con la aplicación de los FE locales de CO_2 para los combustibles líquidos Gasoil Grado 2 (Común) y Grado 3 (Ultra), Nafta Grado 2 (Súper) y Grado 3 (Ultra), lo cual permitió pasar a un nivel de cálculo Nivel 2. Además, se incluyeron en la categoría 1A1ci las emisiones de CO_2 y de CH_4 de la producción de coque metalúrgico, aplicando la metodología de Nivel 1.

Con respecto a la categoría 1B, las emisiones fugitivas provienen principalmente de la producción de petróleo y de gas. Adicionalmente, la República Argentina cuenta con una producción marginal de carbón mineral, que representa el 1,65% de la oferta interna de energía total.

El cálculo de emisiones fugitivas del presente IBT utilizó datos de producción de carbón mineral y vegetal, datos de producción de coque y datos de producción de petróleo y gas natural convencional y no convencional, en combinación con los FE por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006. En el marco del proyecto CBIT Argentina, en este ciclo de inventario se seleccionaron, identificaron y definieron las tecnologías y prácticas de menor y mayor emisión de las actividades que ocurren en cada cuenca para la producción de petróleo y gas, y se seleccionaron los factores de emisión por defecto del Refinamiento de 2019. La información de base para las categorías estimadas en el sector Energía abarca, en

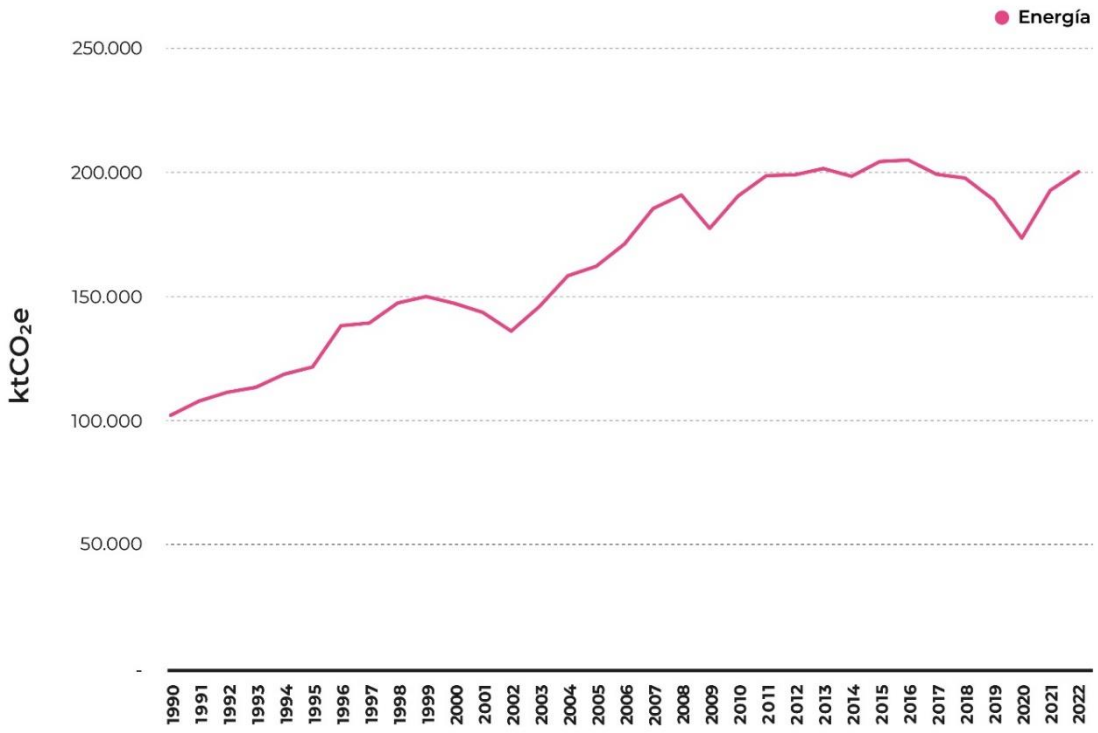
forma exhaustiva, los datos correspondientes a todo el territorio continental. Las principales fuentes de información de la categoría 1A abarcan las estadísticas de CAMMESA, los datos operativos de ENARGAS y las Tablas SESCO *DOWNSTREAM*, el BEN y las Estadísticas de Biodiesel y Bioetanol generados por la SE, y los datos brindados por el IAPG. De CAMMESA se obtienen los datos de consumo de combustibles utilizados para estimar las emisiones por generación eléctrica. De las tablas de comercialización de ENARGAS se extrae el consumo de gas natural por tipo de usuario. Las Tablas SESCO *DOWNSTREAM* proveen los datos de ventas de combustibles fósiles líquidos, como diésel y motonafta, incluyendo los cortes de biodiesel y bioetanol, que se descuentan de acuerdo con las ventas de biocombustibles informadas en las Estadísticas de Biodiesel y Bioetanol. Las estadísticas del BEN proveen los datos de consumo de Gas Licuado de Petróleo (GLP) y todos los consumos propios de los centros de transformación. Por último, la Cámara Argentina del Acero (CAA) provee los datos de producción de coque metalúrgico.

En cuanto a las fuentes de información de la categoría 1B, los datos provienen del Sistema de declaraciones juradas de producción de gas y petróleo, Tablas SESCO *UPSTREAM* y *DOWNSTREAM*, del BEN, de los datos operativos de ENARGAS, estadísticas de CAMMESA, Estadística forestal extracción Bosque Nativo (PNEF - SSAmb) y la CAA.

Tendencia Energía

En la siguiente figura se puede apreciar la evolución de las emisiones del sector entre 1990 y 2022. Si bien durante el período analizado hay una tendencia creciente del 2,12% anual acumulado, también se observan algunas fluctuaciones que responden a las crisis económicas tanto a nivel local (2001/2002) como internacional (2008). Entre 2003 y 2010 se ve reflejado el crecimiento de la economía después de la crisis del 2001-2002. Asimismo, se puede distinguir una desaceleración y contracción económica, desde el año 2012, que se traduce en una estabilización de las emisiones del sector. En el año 2017 se puede observar una leve disminución de las emisiones debido en parte al aumento de la participación de las fuentes renovables en la generación eléctrica de la red, así como también al aumento en la participación del gas natural en la generación eléctrica de centrales térmicas. También puede observarse la caída de las emisiones en 2020 asociada principalmente con el impacto que la pandemia de COVID-19 tuvo sobre la demanda de la energía, especialmente en el sector transporte e industria, a partir de 2021 se observa una recuperación en las actividades y un aumento de las emisiones.

Figura 61. Evolución de las emisiones del sector Energía



Fuente: Elaboración propia

Aspectos metodológicos

El cálculo de emisiones se realiza empleando los Niveles 1 y 2 de las Directrices del IPCC de 2006 y su Refinamiento de 2019. Se aplicó el método de Nivel 2 para las emisiones de CO_2 de gas natural distribuido por redes. En el IBT1 se obtuvieron y aplicaron los FE de CO_2 específicos para el país de los combustibles líquidos gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) en el marco del proyecto CBIT Argentina; para otros combustibles, se emplean FE por defecto (D) de las Directrices del IPCC de 2006.

En las siguientes tablas se presentan los métodos y FE utilizados correspondientes al INGEI 2022 según las claves de notación establecidas en la Decisión 18/CMA.1 y adoptadas del cuadro 8.1 del Volumen 1–Capítulo 8 de las Directrices del IPCC 2006

Tabla 63. Claves de notación

Clave de notación	Definición
NE	No estimado: Emisiones y/o absorciones que ocurren, pero que no fueron estimadas o declaradas.
IE	Incluido en otro lugar: Las emisiones y/o absorciones de esta actividad o categoría se han estimado e incluido en el inventario, pero no se presentan aparte en esta categoría. Debe indicarse la categoría en que se han incluido estas emisiones y absorciones (por ejemplo, en el recuadro de documentación del cuadro correspondiente).
NA	No aplica: La actividad o la categoría existen, pero se considera que las emisiones y absorciones pertinentes no ocurren jamás. Estas celdas suelen estar sombreadas en los cuadros para generación de informes.
NO	No ocurre: Una actividad o proceso que no existen dentro de un país.
T1,T2,T3	Nivel de método de cálculo empleado (IPCC tier 1, IPCC tier 2 y IPCC tier 3, respectivamente)
T1a, T1b,T1c T2a	Nivel de método de cálculo empleado (IPCC tier 1a, IPCC tier 1b, IPCC tier 1c e IPCC tier 2a respectivamente)
D	Por defecto
CR	CORINAIR[145]
CS	Específico del país
OTH	Otros
PS	Específico de la planta
C	Confidencial
FX	Flexibilidades

Fuente: Elaboración propia en base a la Decisión 18/CMA.1 y las Directrices del IPCC de 2006.

[145] "EMEP/EEA Air pollutant emisión inventory guidebook 2019" para gases precursores.

Tabla 64. Informe resumido de métodos y factores de emisión utilizados - Energía

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2		CH_4		N_2O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1. Energía	D,T1,T2,NA	D,CS,NA	D,T1,NA	D,NA	D,T1,NA	D,NA
1.A. Quema de combustible	D,T1,T2,NA	D,CS,NA	D,T1,NA	D,NA	D,T1,NA	D,NA
1.A.1. Industrias de la energía	D,T1,T2,NA	D,CS,NA	D,T1,NA	D,NA	D,T1,NA	D,NA
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	T1,T2,NA	D,CS,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA
1.A.3. Transporte	T1,T2,NA	D,CS,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA
1.A.4. Otros sectores	T1,T2,NA	D,CS,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA
1.A.5. No especificado	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA
1.B.1. Combustibles sólidos	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA
1.B.2. Petróleo y gas natural	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA
1.C. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	NA	NA				

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Tabla 65. Completitud – Información sobre las claves de notación – Energía

Fuentes y sumideros no estimados ("NE")			
GEI	**Sector**	**Categoría de fuente/sumidero**	**Explicación**
CH_4	1. Energía	1.B.1.a.i.3. Minas subterráneas abandonadas	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	1. Energía	1.B.1.a.i.4. Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en CO_2	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	1. Energía	1.B.2.a.vi.1. Pozos abandonados	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	1. Energía	1.B.2.b.vi.2. Pozos abandonados	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Tabla 66. Completitud – Información sobre las claves de notación – Energía (cont.)

Fuentes y sumideros incluidos en otro lugar ("IE")				
GEI	**Categoría de fuente/sumidero**	**Asignación según las Directrices del IPCC**	**Asignación utilizada por la Parte**	**Explicación**
CH_4	1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía > Biomasa / Combustibles Gaseosos /Combustibles Líquidos /Otros combustibles fósiles/Combustibles Sólidos	1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía (CHP)	1.A.1.a.i. Generación de electricidad / Biomasa/Combustibles geseosos /Combustibles Líquidos /Otros combustibles fósiles /Combustibles sólidos	Las estadísticas de combustibles para la generación eléctrica no permite desagregar el consumo para la generación combinada de calor y electricidad y/o plantas generadoras de energía (producción de calor).
CO_2	1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía > Biomasa / Combustibles Gaseosos /Combustibles Líquidos /Otros combustibles fósiles/Combustibles Sólidos	1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía (CHP)	1.A.1.a.i. Generación de electricidad / Biomasa/Combustibles geseosos /Combustibles Líquidos /Otros combustibles fósiles /Combustibles sólidos	
N_2O	1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía > Biomasa / Combustibles Gaseosos /Combustibles Líquidos /Otros combustibles fósiles/Combustibles Sólidos	1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía (CHP)	1.A.1.a.i. Generación de electricidad / Biomasa/Combustibles geseosos /Combustibles Líquidos /Otros combustibles fósiles /Combustibles sólidos	
CH_4	1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía > Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos/Otros Combustibles Fósiles/ Combustibles Sólidos	1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía	1.A.1.a.i. Generación de electricidad / Biomasa/Combustibles geseosos /Combustibles Líquidos /Otros combustibles fósiles /Combustibles sólidos	Las estadísticas de combustibles para la generación eléctrica no permite desagregar el consumo para la generación combinada de calor y electricidad y/o plantas generadoras de energía (producción de calor).
CO_2	1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía > Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos/Otros Combustibles Fósiles/ Combustibles Sólidos	1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía	1.A.1.a.i. Generación de electricidad / Biomasa/Combustibles geseosos /Combustibles Líquidos /Otros combustibles fósiles /Combustibles sólidos	
N_2O	1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía > Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos/Otros Combustibles Fósiles/ Combustibles Sólidos	1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía	1.A.1.a.i. Generación de electricidad / Biomasa/Combustibles geseosos /Combustibles Líquidos /Otros combustibles fósiles /Combustibles sólidos	
CH_4	1.A.2.g.i. Maquinaria> Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	1 A 2 h Maquinaria	1.A.2.g.viii –Industria no especificada / Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	No se cuenta con una estadística desagregada del consumo de combustible para dicha actividad productiva.
CO_2	1.A.2.g.i. Maquinaria> Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	1 A 2 h Maquinaria	1.A.2.g.viii –Industria no especificada / Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	
N_2O	1.A.2.g.i. Maquinaria> Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	1 A 2 h Maquinaria	1.A.2.g.viii –Industria no especificada / Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	
CH_4	1.A.2.g.i. Maquinaria> Combustible1.A.2.g.iii. Minería (con excepción de combustibles) y cantería > Biomasa / Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	1 A 2 h Maquinaria	1.A.2.g.viii –Industria no especificada / Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	No se cuenta con una estadística desagregada del consumo de combustible para dicha actividad productiva.
CO_2	1.A.2.g.i. Maquinaria> Combustible1.A.2.g.iii. Minería (con excepción de combustibles) y cantería > Biomasa / Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	1 A 2 h Maquinaria	1.A.2.g.viii –Industria no especificada / Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	
N_2O	1.A.2.g.i. Maquinaria> Combustible1.A.2.g.iii. Minería (con excepción de combustibles) y cantería > Biomasa / Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	1 A 2 h Maquinaria	1.A.2.g.viii –Industria no especificada / Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	
CH_4	1.A.2.g.v. Construcción > Biomasa/Combustible Gaseosos/Combustible Líquidos	1 A 2 i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	1.A.2.g.viii –Industria no especificada / Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	No se cuenta con una estadística desagregada del consumo de combustible para dicha actividad productiva.
CO_2	1.A.2.g.v. Construcción > Biomasa/Combustible Gaseosos/Combustible Líquidos	1 A 2 i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	1.A.2.g.viii –Industria no especificada / Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	
N_2O	1.A.2.g.v. Construcción > Biomasa/Combustible Gaseosos/Combustible Líquidos	1 A 2 i Minería (con excepción de combustibles) y cantería	1.A.2.g.viii –Industria no especificada / Biomasa /Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	
CH_4	1.A.2.g.vii. Todo terreno > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina	1 A 2 k Construcción	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv3 – Transporte terrestre sin discriminar tipo / Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina	No se cuenta con datos de actividad desagregados.
CO_2	1.A.2.g.vii. Todo terreno > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina	1 A 3 e ii Todo terreno	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv3 – Transporte terrestre sin discriminar tipo / Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina	
N_2O	1.A.2.g.vii. Todo terreno > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina	1 A 3 e ii Todo terreno	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv3 – Transporte terrestre sin discriminar tipo / Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina	
CH_4	1.A.3.b.i. Automóviles > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/ Gasolina	1 A 3 b i Automóviles	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv – Otros / Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/ Gasolina	Las estadísticas de combustibles no tienen discriminadas dichas categorías, sino que se encuentra la comercialización agrupada.
CO_2	1.A.3.b.i. Automóviles > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/ Gasolina	1 A 3 b i Automóviles	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv – Otros / Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/ Gasolina	
N_2O	1.A.3.b.i. Automóviles > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/ Gasolina	1 A 3 b i Automóviles	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv – Otros / Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/ Gasolina	
CH_4	1.A.3.b.ii. Camiones para servicio ligero > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina	1 A 3 b ii Camiones para servicio ligero	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv – Otros / Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/ Gasolina	Las estadísticas de combustibles no tienen discriminadas dichas categorías, sino que se encuentra la comercialización agrupada.
CO_2	1.A.3.b.ii. Camiones para servicio ligero > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina	1 A 3 b ii Camiones para servicio ligero	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv – Otros / Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/ Gasolina	
N_2O	1.A.3.b.ii. Camiones para servicio ligero > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina	1 A 3 b ii Camiones para servicio ligero	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv – Otros / Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/ Gasolina	
CH_4	1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses > Gaseous Fuels	1 A 3 b iii Camiones para servicio pesado y autobuses	1.A.3.bv – Otros- Transporte sin especificar/Combustibles Gaseosos	Las estadísticas de combustibles no tienen discriminadas dichas categorías, sino que se encuentra la comercialización agrupada.
CO_2	1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses > Gaseous Fuels	1 A 3 b iii Camiones para servicio pesado y autobuses	1.A.3.bv – Otros- Transporte sin especificar/Combustibles Gaseosos	
N_2O	1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses > Gaseous Fuels	1 A 3 b iii Camiones para servicio pesado y autobuses	1.A.3.bv – Otros- Transporte sin especificar/Combustibles Gaseosos	

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Tabla 67. Completitud – Información sobre las claves de notación – Energía (cont.)

Fuentes y sumideros incluidos en otro lugar ("IE")				
GEI	**Categoría de fuente/sumidero**	**Asignación según las Directrices del IPCC**	**Asignación utilizada por la Parte**	**Explicación**
CH_4	1.A.3.b.iv. Motocicletas > Biomasa/ Diesel Oil/Gasolina	1 A 3 b iv Motocicletas	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv – Otros / Biomasa/Diesel Oil/ Gasolina	Las estadísticas de combustibles no tienen discriminadas dichas categorías, sino que se encuentra la comercialización agrupada.
CO_2	1.A.3.b.iv. Motocicletas > Biomasa/ Diesel Oil/Gasolina	1 A 3 b iv Motocicletas	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv – Otros / Biomasa/Diesel Oil/ Gasolina	
N_2O	1.A.3.b.iv. Motocicletas > Biomasa/ Diesel Oil/Gasolina	1 A 3 b iv Motocicletas	1.A.3.biii – Camiones para servicio pesado y autobuses y 1.A.3.bv – Otros / Biomasa/Diesel Oil/ Gasolina	
CH_4	1.A.3.e.i. Transporte por gasoductos > Combustibles Líquidos	1 A 3 e i Transporte por gasoductos	1.A.1.cii - Extracción de petróleo y gas / Combustibles Líquidos	Las estadísticas no permiten conocer el consumo de combustibles líquidos para la operación de estaciones de bombeo y mantenimiento de tuberías.
CO_2	1.A.3.e.i. Transporte por gasoductos > Combustibles Líquidos	1 A 3 e i Transporte por gasoductos	1.A.1.cii - Extracción de petróleo y gas / Combustibles Líquidos	
N_2O	1.A.3.e.i. Transporte por gasoductos > Combustibles Líquidos	1 A 3 e i Transporte por gasoductos	1.A.1.cii - Extracción de petróleo y gas / Combustibles Líquidos	
CH_4	1.A.4.a.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria > Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos/Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	1 A 3 e ii Todo terreno	1.A.3.bv3 – Transporte terrestre sin discriminar tipo/ Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos/Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	No se cuenta con la estadística desagregada del consumo de combustible para dichas categorías.
CO_2	1.A.4.a.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria > Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos/Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	1 A 3 e ii Todo terreno	1.A.3.bv3 – Transporte terrestre sin discriminar tipo/ Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos/Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	
N_2O	1.A.4.a.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria > Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos/Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	1 A 3 e ii Todo terreno	1.A.3.bv3 – Transporte terrestre sin discriminar tipo/ Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos/Biomasa/Combustibles Gaseosos/Combustibles Líquidos	
CH_4	1.A.4.c.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Gases licuados del petróleo (GLP)	1 A 4 c ii Vehículos todo terreno y otra maquinaria	1.A.3.bv3 – Transporte terrestre sin discriminar tipo>Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Gases licuados del petróleo (GLP)	No se cuenta con la estadística desagregada del consumo de combustible para dichas categorías.
CO_2	1.A.4.c.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Gases licuados del petróleo (GLP)	1 A 4 c ii Vehículos todo terreno y otra maquinaria	1.A.3.bv3 – Transporte terrestre sin discriminar tipo>Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Gases licuados del petróleo (GLP)	
N_2O	1.A.4.c.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria > Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Gases licuados del petróleo (GLP)	1 A 4 c ii Vehículos todo terreno y otra maquinaria	1.A.3.bv3 – Transporte terrestre sin discriminar tipo>Biomasa/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Gases licuados del petróleo (GLP)	
CH_4	1.A.4.c.iii. Pesca (combustión móvil) > Biomasa /Gas/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Residual Fuel Oil	1 A 4 c iii Pesca (combustión móvil)	1.A.4.ci Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías> Biomasa /Gas/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Residual Fuel Oil	No se cuenta con la estadística desagregada del consumo de combustible para dichas categorías.
CO_2	1.A.4.c.iii. Pesca (combustión móvil) > Biomasa /Gas/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Residual Fuel Oil	1 A 4 c iii Pesca (combustión móvil)	1.A.4.ci Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías> Biomasa /Gas/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Residual Fuel Oil	
N_2O	1.A.4.c.iii. Pesca (combustión móvil) > Biomasa /Gas/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Residual Fuel Oil	1 A 4 c iii Pesca (combustión móvil)	1.A.4.ci Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías> Biomasa /Gas/Diesel Oil/Combustibles Gaseosos/Gasolina/Residual Fuel Oil	
CH_4	1.B.2.c.i.1. Petróleo	1 B 2 a i Venteo	1.B.2.a Petróleo	Las emisiones por venteo y quema de petróleo y gas se incluyen dentro de las emisiones fugitivas de petróleo y gas, ya que no es posible desagregar los datos de actividad entre estas categorías.
CO_2	1.B.2.c.i.1. Petróleo	1 B 2 a i Venteo	1.B.2.a Petróleo	
CH_4	1.B.2.c.i.2. Gas natural	1 B 2 b i Venteo	1.B.2.b Gas Natural	
CO_2	1.B.2.c.i.2. Gas natural	1 B 2 b i Venteo	1.B.2.b Gas Natural	
CH_4	1.B.2.c.i.3. Combinado	-	1.B.2.a Petróleo y 1.B.2.b Gas Natural	
CO_2	1.B.2.c.i.3. Combinado	-	1.B.2.a Petróleo y 1.B.2.b Gas Natural	
CH_4	1.B.2.c.ii.1. Petróleo	1 B 2 a ii Quema	1.B.2.a Petróleo	
CO_2	1.B.2.c.ii.1. Petróleo	1 B 2 a ii Quema	1.B.2.a Petróleo	
N_2O	1.B.2.c.ii.1. Petróleo	1 B 2 a ii Quema	1.B.2.a Petróleo	
CH_4	1.B.2.c.ii.2. Gas natural	1 B 2 b ii Quema	1.B.2.b Gas Natural	
CO_2	1.B.2.c.ii.2. Gas natural	1 B 2 b ii Quema	1.B.2.b Gas Natural	
N_2O	1.B.2.c.ii.2. Gas natural	1 B 2 b ii Quema	1.B.2.b Gas Natural	
CH_4	1.B.2.c.ii.3. Combinado	-	1.B.2.a Petróleo y 1.B.2.b Gas Natural	
CO_2	1.B.2.c.ii.3. Combinado	-	1.B.2.a Petróleo y 1.B.2.b Gas Natural	
N_2O	1.B.2.c.ii.3. Combinado	-	1.B.2.a Petróleo y 1.B.2.b Gas Natural	
CO_2	1.D.2. Operaciones multilaterales > Combustibles Fósiles	1 A 5 c Operaciones multilaterales	1.A.3.a Aviación de cabotaje/1.A.3.d Navegación marítima y fluvial nacional y 1A3bv Otros.	No se cuenta con datos de actividad desagregados para estas categorías, si hubiera emisiones vinculadas a operaciones multilaterales estas están declaradas dentro de las categorías detalladas.
CH_4	1.D.2. Operaciones multilaterales > Combustibles Fósiles	1 A 5 c Operaciones multilaterales	1.A.3.a Aviación de cabotaje/1.A.3.d Navegación marítima y fluvial nacional y 1A3bv Otros.	
N_2O	1.D.2. Operaciones multilaterales > Combustibles Fósiles	1 A 5 c Operaciones multilaterales	1.A.3.a Aviación de cabotaje/1.A.3.d Navegación marítima y fluvial nacional y 1A3bv Otros.	

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Datos de actividad del sector

Se han utilizado las estadísticas oficiales del país. En los casos en que fue necesario convertir unidades, se han utilizado los factores de conversión de unidades físicas a energía mediante los poderes caloríficos inferiores del BEN. En la siguiente tabla se resumen las principales fuentes de información de los DA.

Tabla 68. Fuente de datos – Energía

Sector - Categoría	Subcategoría 1er Orden	Subcategoría 2do Orden	Fuente información dato de actividad
1A - Actividades de quema de combustible	1A1 - Industrias de la energía	1A1a - Producción de electricidad y calor como actividad principal, 1A1b - Refinación del petróleo y 1A1c - Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	CAMMESA ENARGAS Informe Eléctrico (SE) Balance Energético Nacional (SE) Tablas SESCO Upstream (SE) Instituto del Petróleo y del Gas (IAPG) Cámara Argentina del Acero (CAA)
	1A2 - Industrias manufactureras y de la construcción	1A2a - Hierro y acero, 1A2b - Metales no ferrosos, 1A2c - Productos químicos , 1A2d - Pulpa, papel e imprenta, 1A2e - Procesamiento de los alimentos, bebida y tabaco, 1A2f - Minerales no metálicos, 1A2g - Equipo de transporte, 1A2j - Madera y productos de madera, 1A2l - Textiles y cuero y 1A2m - Industria no especificada	ENARGAS Informe Electrico (SE) Balance Energético Nacional (SE) Tablas SESCO Downstream (SE) Estadísticas Biocombustibles (SE) Estadística forestal extracción Bosque Nativo (PNEF - SSAmb) Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP Instituto del Petróleo y del Gas (IAPG)
	1A3 - Transporte	1A3a - Aviación civil, 1A3b - Transporte terrestre por carretera, 1A3c - Ferrocarriles, 1A3d - Navegación marítima y fluvial	ENARGAS Tablas SESCO Downstream (SE) Estadísticas Biocombustibles (SE) Instituto del Petróleo y del Gas (IAPG)
		1A3e - Otro tipo de transporte	Balance Energético Nacional (SE) Instituto del Petróleo y del Gas (IAPG)
	1A4 - Otros sectores	1A4a - Comercial/institucional, 1A4b - Residencial, 1A4c - Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías	ENARGAS Balance Energético Nacional (SE) Tablas SESCO Downstream (SE) Estadísticas Biocombustibles (SE) Estadística forestal extracción Bosque Nativo (PNEF - SSAmb) Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP Instituto del Petróleo y del Gas (IAPG)
1B - Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	1B1 - Combustibles sólidos	1B1a - Minería carbonífera y manejo de carbón y 1B1c - Transformación de combustibles sólidos	Balance Energético Nacional (SE) Estadística forestal extracción Bosque Nativo (PNEF - SSAmb) Cámara Argentina del Acero (CAA)
	1B2 - Petróleo y gas natural	1B2a - Petróleo y 1B2b - Gas natural	Tablas SESCO Upstream (SE) Tablas SESCO Downstream (SE) Balance Energético Nacional (SE) ENARGAS CAMMESA

Fuente: Elaboración propia

Flexibilidades aplicadas

La República Argentina, a la luz de sus capacidades nacionales, aplica flexibilidades vinculadas a la identificación de categorías principales, a la estimación de la incertidumbre y en relación a la presentación y aplicación de planes de aseguramiento y control de calidad. Para más detalle dirigirse al capítulo 1: Circunstancias nacionales, arreglos institucionales e información transversal.

En particular se destaca que se aplica flexibilidad para la presentación y aplicación de planes de aseguramiento y control de calidad, dado que, para la elaboración del inventario, actualmente se aplican acciones para el control de calidad, que no se encuentran sistematizadas y estructuradas en un plan, según las Directrices del IPCC. Dichas acciones se especifican en el apartado de Control de calidad de cada categoría del INGEI.

Quema de combustibles (1A)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "1A – Actividades de quema de combustible" se detalla a continuación.

Tabla 69. Documentación categoría 1A – Actividades de quema de combustible

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	1A_P_00
Ruta de acceso:	01_INGEI_2022/1_ENERGIA
Hojas de trabajo:	1A_HT_1990-2022_00 1A_HT-REF_1990-2022_00
Incertidumbres:	1A_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	1A_DA_1990-2022_00 1A_DA-BIO_2010-2022_00 1A_DA-GN_1990-1992_01 1A_DA-GN_1993-2022_00 1A_DA-LENA-CARBON_1990-2022_00 1A1ci_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

Emisiones de la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para calentar y proporcionar calor como calor o como trabajo mecánico a un proceso, o bien, para aplicaciones fuera de dicho aparato.

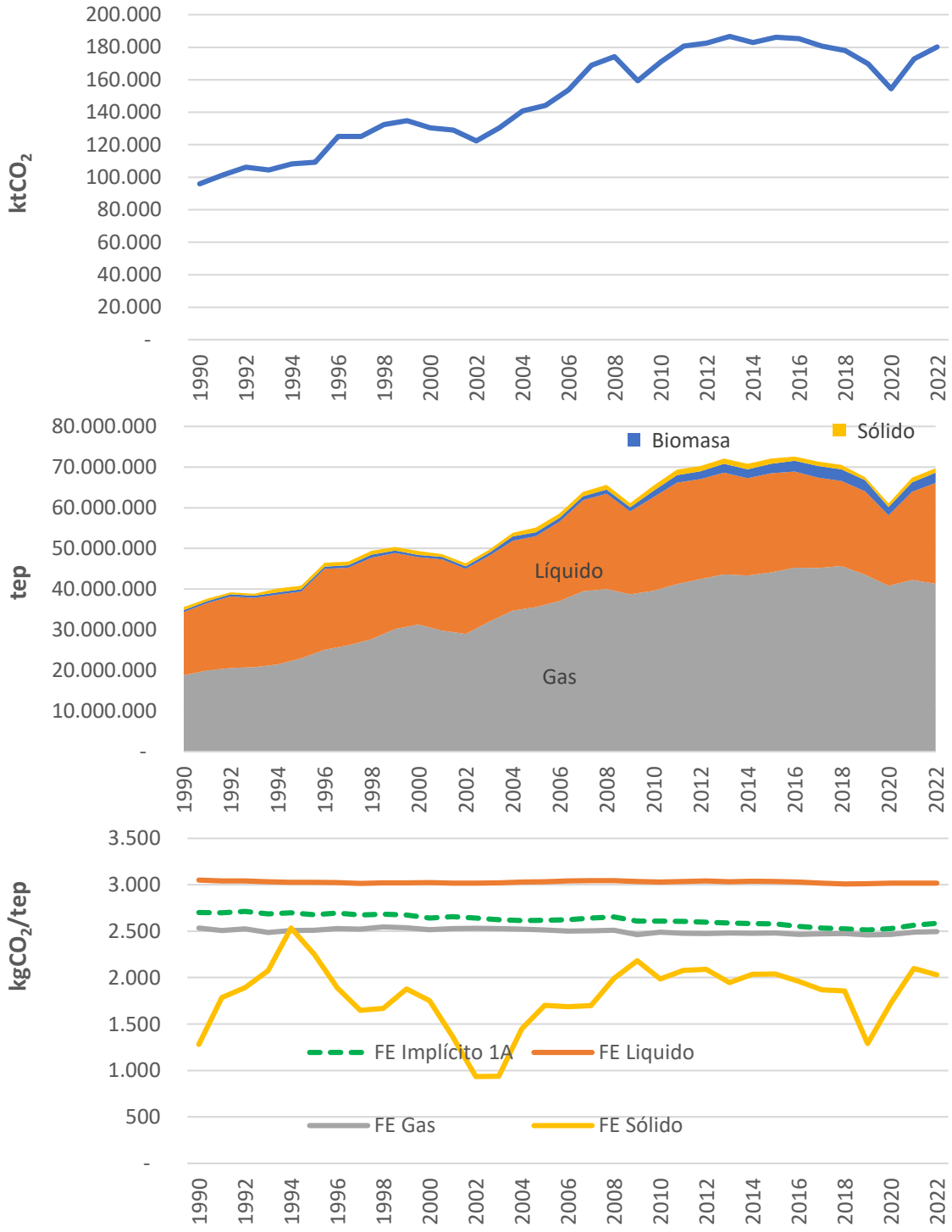
Tendencia de las emisiones de GEI

Durante el período analizado hay una tendencia creciente de las emisiones del sector que sigue la evolución de los DA, también se observan algunas fluctuaciones que responden a las crisis económicas tanto a nivel local (2001/2002) como internacional (2008). Entre 2003 y 2010 se ve reflejado el crecimiento de la economía después de la crisis del 2001-2002. Asimismo, se puede distinguir un estancamiento económico desde el año 2012, que se traduce en una estabilización de las emisiones del sector.

A partir del año 2017 se puede observar una disminución de las emisiones debido en parte al aumento de la participación de las fuentes renovables en la generación eléctrica de la red, así como también al aumento en la participación del gas natural en la generación eléctrica de centrales térmicas. También puede observarse la caída de las emisiones en 2020 asociada principalmente con el impacto que la pandemia de COVID-19 tuvo sobre la demanda de energía, especialmente en el sector transporte, mientras que a partir de 2021 se observa una recuperación en las actividades y un aumento de las emisiones.

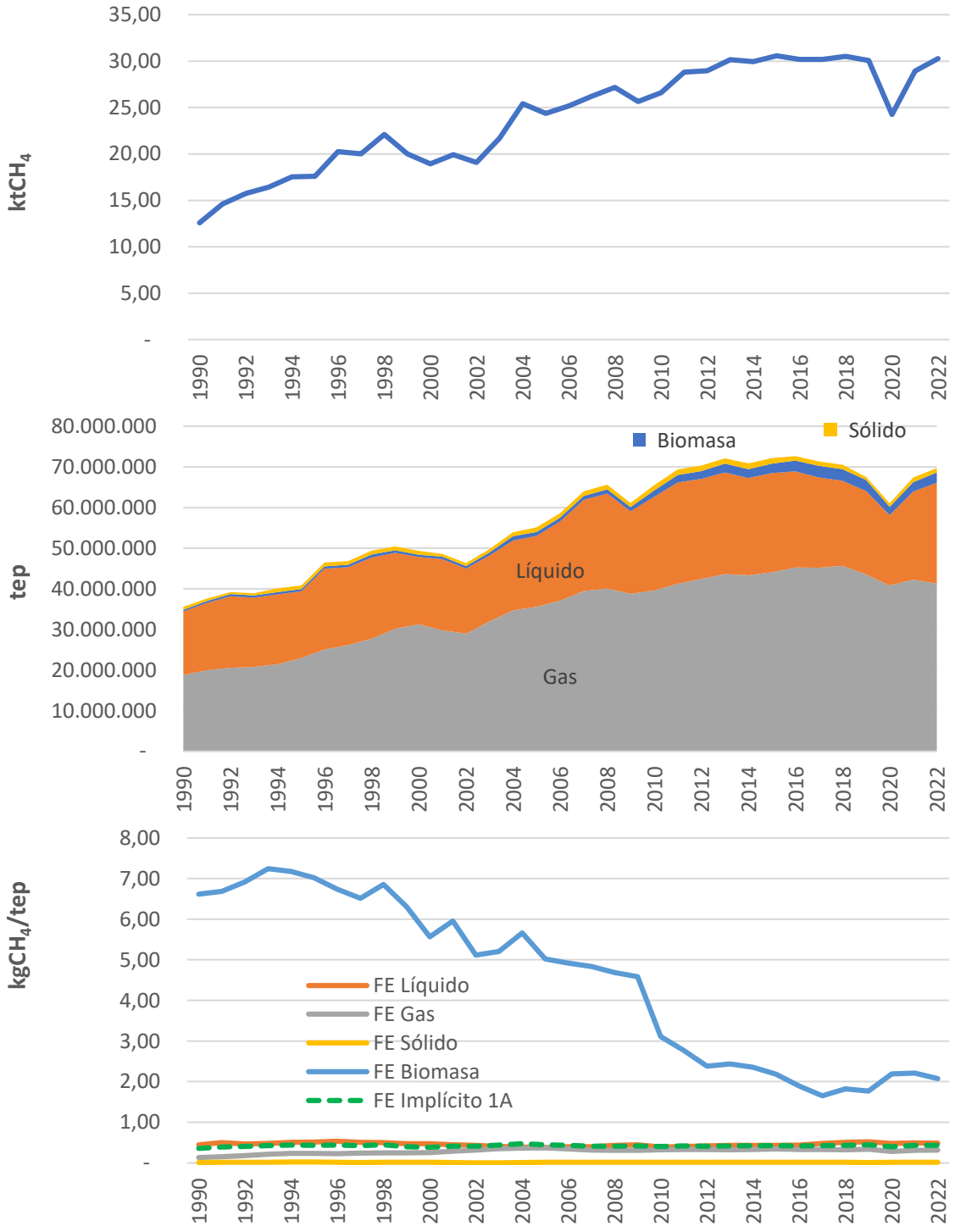
El factor de emisión (FE) implícito es el FE que resulta de dividir las emisiones por el DA correspondiente. Las fluctuaciones de los FE implícitos se deben fundamentalmente a la variación en la participación de los distintos combustibles. Esto es muy notorio en el FE implícito de CH_4 de los combustibles biomásicos, el cual tiene una caída pronunciada como consecuencia de la mayor participación de los biocombustibles.

Figura 62. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A (1990-2022)



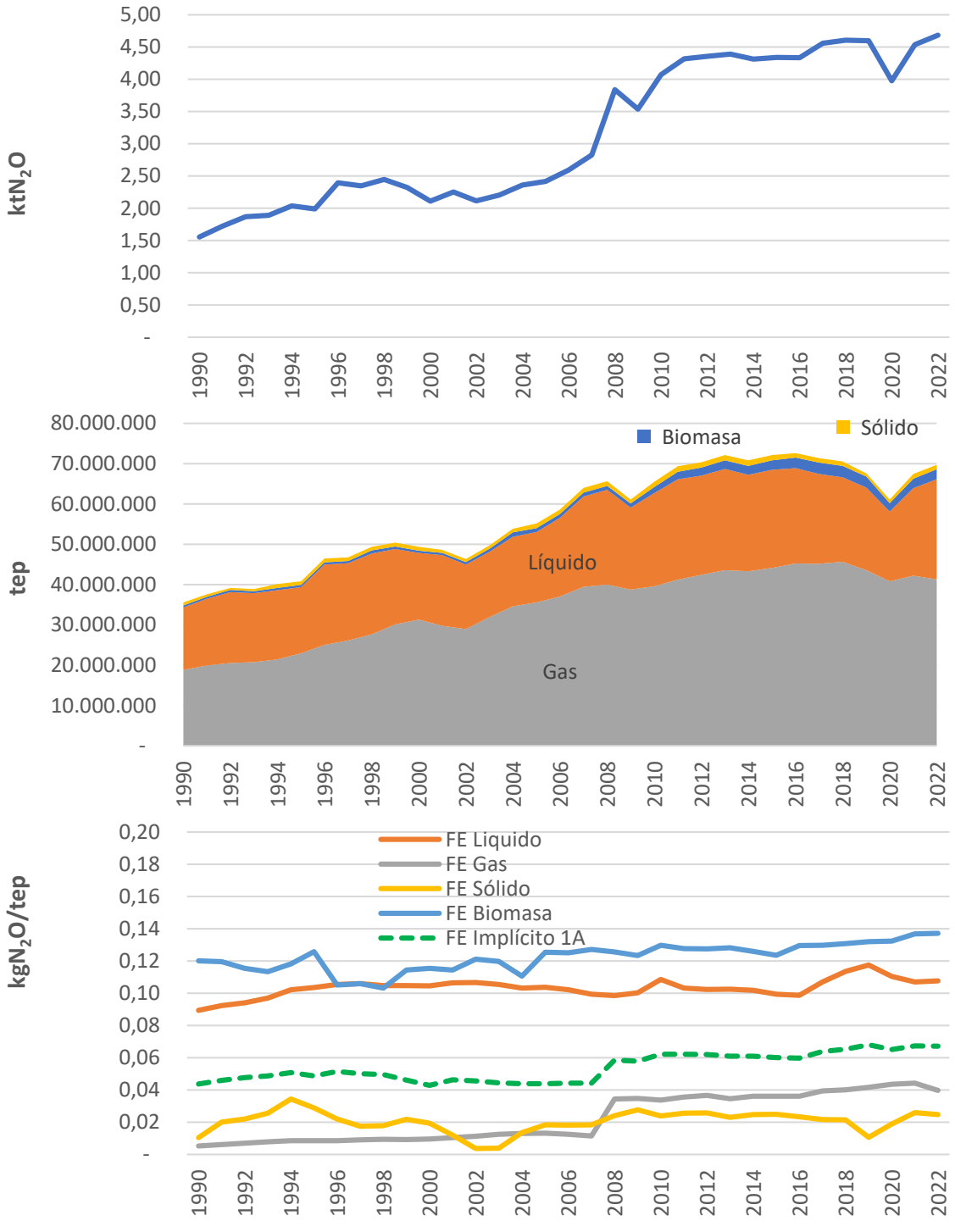
Fuente: Elaboración propia

Figura 63. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 64. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O de la categoría “1A – Actividades de quema de combustible” se calculan utilizando los métodos de cálculo Nivel 1 y 2 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 70. Información sectorial para la categoría 1A

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD AGREGADOS		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Consumo		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	(TJ)	PCI/PCS (NCV/GCV, por sus siglas en inglés)	(t/TJ)	(kg/TJ)		(kt)		
1.A. Quema de combustible	2.841.713,88	NCV				173.226,55	29,91	4,53
Combustibles líquidos	961.974,18	NCV	71,85	12,17	2,62	69.117,08	11,71	2,52
Combustibles sólidos	45.446,37	NCV	48,46	0,40	0,59	2.202,52	0,02	0,03
Combustibles gaseosos	1.729.124,09	NCV	58,94	7,50	0,95	101.906,96	12,97	1,64
Biomasa	105.169,23	NCV	89,44	49,52	3,27	9.406,67	5,21	0,34
1.A.1. Industrias de la energía	935.564,37	NCV				54.935,39	2,62	1,39
Combustibles líquidos	152.232,84	NCV	73,79	1,52	0,38	11.232,81	0,23	0,06
Combustibles sólidos	45.446,37	NCV	48,46	0,40	0,59	2.202,52	0,02	0,03
Combustibles gaseosos	737.885,16	NCV	56,24	3,21	1,76	41.500,06	2,37	1,30
1.A.1.a. Producción pública de electricidad y calor	645.228,04	NCV				39.228,92	2,32	1,35
Combustibles líquidos	133.514,35	NCV	73,38	1,31	0,35	9.797,09	0,18	0,05
Combustibles sólidos	17.567,55	NCV	96,07	1,00	1,50	1.687,66	0,02	0,03
Combustibles gaseosos	494.146,14	NCV	56,15	4,30	2,58	27.744,17	2,12	1,28
1.A.1.a.i. Generación de electricidad	645.228,04	NCV				39.228,92	2,32	1,35
Combustibles líquidos	133.514,35	NCV	73,38	1,31	0,35	9.797,09	0,18	0,05
Combustibles sólidos	17.567,55	NCV	96,07	1,00	1,50	1.687,66	0,02	0,03
Combustibles gaseosos	494.146,14	NCV	56,15	4,30	2,58	27.744,17	2,12	1,28
1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía (CHP)	IE,NO	NCV				IE,NO	IE,NO	IE,NO
1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía	IE,NO	NCV				IE,NO	IE,NO	IE,NO
1.A.1.b. Refinación del petróleo	90.250,66	NCV				5.473,85	0,12	0,02
Combustibles líquidos	15.862,06	NCV	77,31	3,00	0,60	1.226,25	0,05	0,01
Combustibles gaseosos	74.388,61	NCV	57,10	1,00	0,10	4.247,60	0,07	0,01
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	200.085,67	NCV				10.232,63	0,18	0,02
Combustibles líquidos	2.856,43	NCV	73,33	3,00	0,60	209,47	0,01	0,002
Combustibles sólidos	27.878,83	NCV	18,47	0,01	0,02	514,86	0,0004	0,0005
Combustibles gaseosos	169.350,41	NCV	56,15	1,00	0,10	9.508,29	0,17	0,02
1.A.1.c.i. Manufactura de combustibles sólidos	27.570,19	NCV				485,21	0,0001	NA,NO
Combustibles sólidos	27.570,19	NCV	17,60	0,00	NA	485,21	0,0001	NA
1.A.1.c.ii. Extracción de petróleo y gas	172.206,84	NCV				9.717,76	0,18	0,02
Combustibles líquidos	2.856,43	NCV	73,33	3,00	0,60	209,47	0,01	0,002
Combustibles gaseosos	169.350,41	NCV	56,15	1,00	0,10	9.508,29	0,17	0,02
1.A.1.c.iii. Otras industrias de la energía	308,63	NCV				29,65	0,0003	0,0005
Combustibles sólidos	308,63	NCV	96,07	1,00	1,50	29,65	0,0003	0,0005

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[146].

[146] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra aquellas subcategorías que no se estiman, no ocurren o se incluyen dentro de otras categorías. Tampoco se muestra la recuperación ya que no ocurre en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 71. Información sectorial para la categoría 1A (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD AGREGADOS		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES			CANTIDAD CAPTURADA
	Consumo		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2
	(TJ)	V/GCV, por sus si	(t/TJ)	(kg/TJ)		(kt)			
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	448.165,55	NCV				27.922,19	1,69	0,23	IE,NA,NO
Combustibles líquidos	55.669,58	NCV	72,11	3,00	0,60	4.014,27	0,17	0,03	IE,NA,NO
Combustibles gaseosos	350.235,63	NCV	68,26	1,00	0,10	23.907,92	0,35	0,04	IE,NO
Biomasa	42.260,34	NCV	102,69	27,69	3,75	4.339,62	1,17	0,16	IE,NO
1.A.2.a. Hierro y acero	77.089,68	NCV				9.640,68	0,08	0,01	NO
Combustibles gaseosos	77.089,68	NCV	125,06	1,00	0,10	9.640,68	0,08	0,01	NO
1.A.2.b. Metales no ferrosos	3.183,11	NCV				178,72	0,003	0,0003	NO
Combustibles gaseosos	3.183,11	NCV	56,15	1,00	0,10	178,72	0,003	0,0003	NO
1.A.2.c. Productos químicos	31.358,87	NCV				667,62	0,04	0,004	NO
Combustibles líquidos	2.689,23	NCV	72,91	3,00	0,60	196,06	0,01	0,002	NO
Combustibles gaseosos	28.662,13	NCV	16,45	1,00	0,10	471,56	0,03	0,003	NO
Biomasa	7,51	NCV	70,77	3,00	0,60	0,53	0,00002	0,000005	NO
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	12.839,84	NCV				657,69	0,02	0,003	NO
Combustibles gaseosos	11.714,06	NCV	56,15	1,00	0,10	657,69	0,01	0,001	NO
Biomasa	1.125,78	NCV	95,33	3,00	2,00	107,32	0,003	0,002	NO
1.A.2.e. Procesamiento de los alimentos, bebida y tabaco	83.541,03	NCV				3.420,11	0,74	0,10	NO
Combustibles gaseosos	60.915,02	NCV	56,15	1,00	0,10	3.420,11	0,06	0,01	NO
Biomasa	22.626,01	NCV	100,10	30,00	4,00	2.264,86	0,68	0,09	NO
1.A.2.f. Minerales no metálicos	60.003,69	NCV				3.368,95	0,06	0,01	NO
Combustibles gaseosos	60.003,69	NCV	56,15	1,00	0,10	3.368,95	0,06	0,01	NO
1.A.2.g. Otros	180.149,34	NCV				9.988,42	0,76	0,11	IE,NA,NO
Combustibles líquidos	52.980,34	NCV	72,07	3,00	0,60	3.818,21	0,16	0,03	IE,NA,NO
Combustibles gaseosos	108.667,95	NCV	56,78	1,00	0,10	6.170,21	0,11	0,01	IE,NO
Biomasa	18.501,05	NCV	106,31	26,37	3,54	1.966,90	0,49	0,07	IE,NO
1.A.2.g.i. Maquinaria	IE,NO	NCV				IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO
1.A.2.g.ii. Equipo de transporte	1.731,37	NCV				97,21	0,002	0,0002	NO
Combustibles gaseosos	1.731,37	NCV	56,15	1,00	0,10	97,21	0,002	0,0002	NO
1.A.2.g.iii. Minería (con excepción de combustibles) y canter	IE,NO	NCV				IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO
1.A.2.g.iv. Madera y productos de madera	256,63	NCV				14,41	0,0003	0,00003	NO
Combustibles gaseosos	256,63	NCV	56,15	1,00	0,10	14,41	0,0003	0,00003	NO
1.A.2.g.v. Construcción	IE,NO	NCV				IE,NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO
1.A.2.g.vi. Textiles y cuero	3.153,08	NCV				177,03	0,0032	0,0003	NO
Combustibles gaseosos	3.153,08	NCV	56,15	1,00	0,10	177,03	0,0032	0,0003	NO
1.A.2.g.vii. Todo terreno	IE,NA,NO	NCV				IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
1.A.2.g.viii. Otros	175.008,26	NCV				9.699,77	0,75	0,11	NO
Industrias sin especificar	175.008,26	NCV				9.699,77	0,75	0,11	NO
Combustibles líquidos	52.980,34	NCV	72,07	3,00	0,60	3.818,21	0,16	0,03	NO
Combustibles gaseosos	103.526,87	NCV	56,81	1,00	0,10	5.881,56	0,10	0,01	NO
Biomasa	18.501,05	NCV	106,31	26,37	3,54	1.966,90	0,49	0,07	NO

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[147].

[147] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra aquellas subcategorías que no se estiman, no ocurren o se incluyen dentro de otras categorías. Tampoco se muestra la recuperación ya que no ocurre en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 72. Información sectorial para la categoría 1A (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD AGREGADOS		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Consumo		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	(TJ)	PCI/PCS (NCV/GCV, por sus siglas en inglés)	(t/TJ)	(kg/TJ)		(kt)		
1.A.3. Transporte	833.395,89	NCV				54.700,07	18,65	2,78
Combustibles líquidos	674.979,99	NCV	71,49	15,58	3,53	48.251,18	10,52	2,38
Combustibles gaseosos	114.860,00	NCV	56,15	66,40	2,18	6.448,89	7,63	0,25
Biomasa	43.555,90	NCV	70,77	11,49	3,52	3.082,31	0,50	0,15
1.A.3.a. Aviación de cabotaje	22.625,12	NCV				1.617,22	0,01	0,05
Aerokerosene	22.625,12	NCV	71,48	0,50	2,00	1.617,22	0,01	0,05
1.A.3.b. Transporte terrestre	762.629,52	NCV				50.110,90	18,49	2,69
Gasolina	272.027,26	NCV	71,77	33,00	3,20	19.524,45	8,98	0,87
Diesel oil	364.505,96	NCV	71,20	3,90	3,90	25.952,07	1,42	1,42
Combustibles gaseosos	82.542,09	NCV	56,15	92,00	3,00	4.634,38	7,59	0,25
Biomasa	43.554,21	NCV	70,77	11,49	3,52	3.082,19	0,50	0,15
1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses	82.879,91	NCV				5.587,17	0,40	0,32
Gasolina	2.494,10	NCV	71,60	33,00	3,20	178,58	0,08	0,01
Diesel oil	75.979,85	NCV	71,18	3,90	3,90	5.408,60	0,30	0,30
Biomasa	4.405,96	NCV	70,77	4,59	3,87	311,80	0,02	0,02
1.A.3.b.v. Otros	679.749,61	NCV				44.523,73	18,09	2,37
Transporte sin especificar	679.749,61	NCV				44.523,73	18,09	2,37
Gasolina	269.533,16	NCV	71,78	33,00	3,20	19.345,87	8,89	0,86
Diesel oil	288.526,11	NCV	71,20	3,90	3,90	20.543,47	1,13	1,13
Combustibles gaseosos	82.542,09	NCV	56,15	92,00	3,00	4.634,38	7,59	0,25
Biomasa	39.148,25	NCV	70,77	12,27	3,48	2.770,39	0,48	0,14
1.A.3.c. Ferrocarriles	397,13	NCV				28,17	0,002	0,01
Combustibles líquidos	397,13	NCV	70,94	4,15	28,60	28,17	0,002	0,01
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial nacional	15.426,21	NCV				1.129,27	0,11	0,03
Fuel Oil	5.355,71	NCV	77,37	7,00	2,00	414,35	0,04	0,01
Gas/diesel oil	10.046,72	NCV	71,00	7,00	2,00	713,33	0,07	0,02
Gasolina	19,60	NCV	71,87	7,00	2,00	1,41	0,0001	0,00004
Otros combustibles líquidos	2,50	NCV				0,18	0,00002	0,000005
Biomasa	1,69	NCV	70,77	7,00	2,00	0,12	0,00001	0,000003
1.A.3.e. Otro tipo de transporte	32.317,91	NCV				1.814,51	0,03	0,003
Combustibles gaseosos	32.317,91	NCV	56,15	1,00	0,10	1.814,51	0,03	0,003
1.A.3.e.i. Transporte por gasoductos	32.317,91	NCV				1.814,51	0,03	0,003
Combustibles gaseosos	32.317,91	NCV	56,15	1,00	0,10	1.814,51	0,03	0,003

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool* [148].

[148] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra aquellas subcategorías que no se estiman, no ocurren o se incluyen dentro de otras categorías. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 73. Información sectorial para la categoría 1A (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD AGREGADOS		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Consumo		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	(TJ)	PCI/PCS (NCV/GCV, por sus siglas en inglés)	(t/TJ)	(kg/TJ)		(kt)		
1.A.4 Otros sectores	624.588,07	NCV,NA,NO				35.668,90	6,96	0,13
Combustibles líquidos	79.091,79	NCV,NA	71,04	10,00	0,60	5.618,82	0,79	0,05
Combustibles gaseosos	526.143,30	NCV	57,11	5,00	0,10	30.050,08	2,63	0,05
Biomasa	19.352,99	NCV	102,56	182,79	1,68	1.984,75	3,54	0,03
1.A.4.a. Comercial/Institucional	77.768,67	NCV,NO				4.155,45	1,68	0,02
Combustibles líquidos	3.228,18	NCV	71,34	10,00	0,60	230,30	0,03	0,002
Combustibles gaseosos	68.686,79	NCV	57,15	5,00	0,10	3.925,15	0,34	0,01
Biomasa	5.853,70	NCV	110,48	222,06	1,84	646,70	1,30	0,01
1.A.4.a.i. Combustión estacionaria	77.768,67	NCV,NO				4.155,45	1,68	0,02
Combustibles líquidos	3.228,18	NCV	71,34	10,00	0,60	230,30	0,03	0,002
Combustibles gaseosos	68.686,79	NCV	57,15	5,00	0,10	3.925,15	0,34	0,01
Biomasa	5.853,70	NCV	110,48	222,06	1,84	646,70	1,30	0,01
1.A.4.a.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria	IE,NO	NCV				IE,NO	IE,NO	IE,NO
1.A.4.b. Residencial	462.906,70	NCV,NO				25.883,20	4,47	0,06
Combustibles líquidos	265,14	NCV	71,87	10,00	0,60	19,05	0,00	0,0002
Combustibles gaseosos	453.321,48	NCV	57,05	5,00	0,10	25.864,15	2,27	0,05
Biomasa	9.320,08	NCV	111,83	235,59	2,07	1.042,30	2,20	0,02
1.A.4.b.i. Combustión estacionaria	462.906,70	NCV,NO				25.883,20	4,47	0,06
Combustibles líquidos	265,14	NCV	71,87	10,00	0,60	19,05	0,00	0,0002
Combustibles gaseosos	453.321,48	NCV	57,05	5,00	0,10	25.864,15	2,27	0,05
Biomasa	9.320,08	NCV	111,83	235,59	2,07	1.042,30	2,20	0,02
1.A.4.b.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria	IE,NO	NCV				IE,NO	IE,NO	IE,NO
1.A.4.c. Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías	83.912,70	NCV,NA,NO				5.630,25	0,82	0,05
Combustibles líquidos	75.598,46	NCV,NA	71,03	10,00	0,60	5.369,47	0,76	0,05
Combustibles gaseosos	4.135,03	NCV	63,07	5,00	0,10	260,78	0,02	0,0004
Biomasa	4.179,21	NCV	70,77	10,00	0,60	295,75	0,04	0,003
1.A.4.c.i. Estacionario	83.912,70	NCV,NO				5.630,25	0,82	0,05
Combustibles líquidos	75.598,46	NCV	71,03	10,00	0,60	5.369,47	0,76	0,05
Combustibles gaseosos	4.135,03	NCV	63,07	5,00	0,10	260,78	0,02	0,0004
Biomasa	4.179,21	NCV	70,77	10,00	0,60	295,75	0,04	0,003
1.A.4.c.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria	IE,NA	NCV,NA				IE,NA	IE,NA	IE,NA
1.A.4.c.iii. Pesca (combustión móvil)	IE,NA	NCV,NA				IE,NA	IE,NA	IE,NA
1.A.5. No especificado	NA	NA				NA	NA	NA
1.A.5.a. Estacionario	NA	NA				NA	NA	NA
1.A.5.b. Móvil	NA	NA				NA	NA	NA
Elementos informativos:								
Incineración de residuos con recuperación de energía incluido como:								
Biomasa	NO	NCV	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Combustibles fósiles	NO	NCV	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[149]

[149] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra aquellas subcategorías que no se estiman, no ocurren o se incluyen dentro de otras categorías. Tampoco se muestra la recuperación ya que no ocurre en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Factores de emisión

Se aplicó el método de Nivel 2 para las emisiones de CO_2 de gas natural distribuido por redes. En el IBT1 se obtuvieron y aplicaron los FE de CO_2 específicos para el país de los combustibles líquidos gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) en el marco del proyecto CBIT Argentina. Los FE de CO_2 del gasoil grado 1 y nafta grado 1, se consideraron como los promedios simples de los FE de grado 2 y 3, para cada combustible respectivamente. Se aplicó el método de Nivel 2 y se ajustó la incertidumbre asociada.

Para otros combustibles debido a que no se cuenta con información disponible a nivel nacional sobre el contenido de carbono, se ha utilizado el método de cálculo Nivel 1 aplicando FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en toneladas equivalentes de petróleo (tep), se han convertido los valores por defecto en terajoules (TJ) a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ). Se ha realizado un análisis comparativo entre el poder calorífico inferior (PCI) definido en el BEN y el asociado a los FE por defecto del IPCC. Se observa que la diferencia en los principales combustibles fósiles es menor que el 5%, mientras que las mayores diferencias se observan en los combustibles biomásicos. Para más información, consultar el Anexo “Comparativa poder calorífico inferior”.

Datos de Actividad

Se han utilizado las siguientes fuentes de información oficiales:

SE: La Secretaría de Energía del Ministerio de Economía es la autoridad de aplicación en materia energética. El organismo publica los siguientes informes:

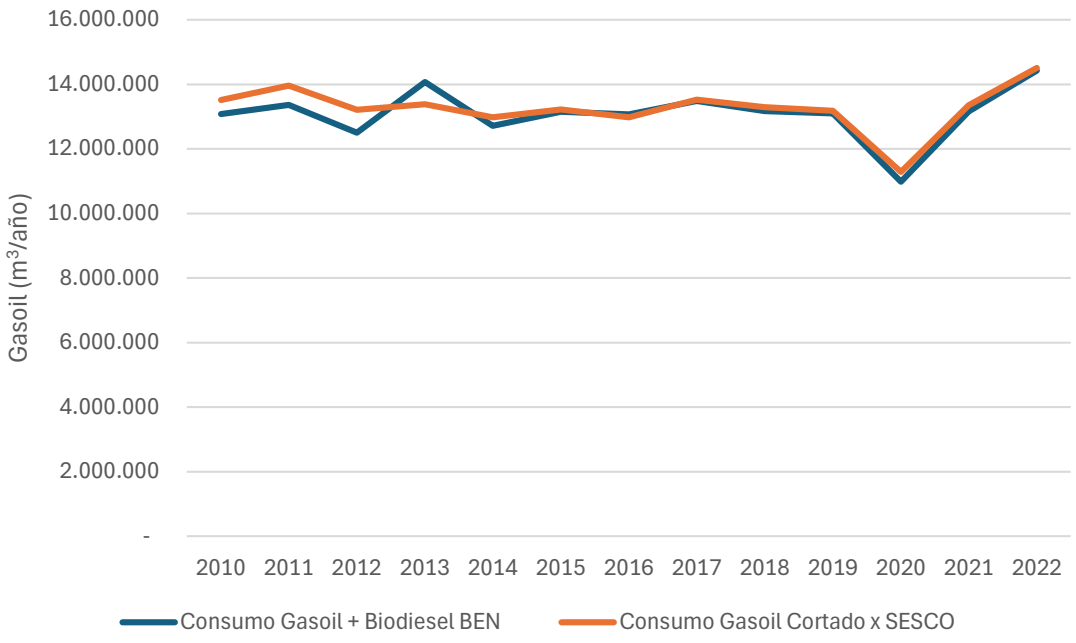
- **SESCO–US:** Sistema de declaraciones juradas de producción de gas y petróleo por parte de los operadores – Módulo Upstream. Las tablas publicadas son de acceso público y de actualización mensual. Disponibles a partir del año 1999.
- **SESCO–DS:** Es el sistema de declaraciones juradas de operadores de combustibles derivados del petróleo – Módulo Dowstream. El concepto general del sistema se basa en el cierre de balances de proceso y de producción (en masa) y el balance comercial por producto (cada uno en sus unidades físicas). Las tablas son de acceso público y de actualización mensual y son utilizadas a partir del año 2010. Los productos que tienen corte obligatorio de biocombustibles (diésel y naftas) se encuentran reportados incluyendo la fracción correspondiente de biocombustibles, por lo cual es necesario realizar una asignación entre biocombustibles y combustibles fósiles. Dicha asignación se realiza a partir de la información sobre los cupos de biocombustibles reportados. Para más información, consultar el Anexo “Asignación de biodiésel” y el Anexo “Asignación de biogasolina (bioetanol)”.
- **BEN:** El Balance Energético Nacional es el principal instrumento estadístico utilizado para el análisis del sector energético y la definición de políticas públicas a mediano y largo plazo. La decisión administrativa 761/2016, encuadrada en el decreto n° 231 del año 2015, establece la conformación de la Dirección Nacional de Información Energética dentro de la Subsecretaría de Escenarios y Evaluación de Proyectos de la Secretaría de Planeamiento

Energético Estratégico. Su principal objetivo es “desarrollar e instrumentar un sistema integrado de información energética, constituyéndose en la fuente central e integrada de información estadística sobre el sector energético de la República Argentina, brindando datos consistentes y de calidad bajo los principios de imparcialidad, apertura, transparencia y accesibilidad”. Dentro de sus principales acciones se destaca la de “confeccionar el balance energético del país”.

- **Anuarios de combustibles:** El anuario es una estadística anual detallada por sector, fue publicada por la Secretaría de Energía a través de Dirección General de Evaluación Estratégica hasta el año 1999 (a partir de ese año se discontinuó su publicación). Se utilizaron los anuarios para el período 1990-1992 de gas natural.
- **Estadísticas de biodiésel y bioetanol:** Estas estadísticas detallan los cupos, producción y ventas mensuales al mercado interno por empresa. Son publicadas por la Subsecretaría de Planeamiento Energético. La estadística comienza a partir del año 2010 cuando entró en vigor el corte obligatorio de biocombustibles.
- **Informe estadístico del sector eléctrico:** Este Informe, que de aquí en adelante se denominará como “Informe Eléctrico”, se considera como una continuación de la serie temporal que tuvo inicio en los Anuarios de Energía Eléctrica, cuya primera publicación data del año 1957. El informe contiene los consumos reportados de autogeneradores y se ha utilizado, previamente al 2008, como fuente de información de los consumos de combustibles para sistemas de generación de energía eléctrica. A partir del año 2008, se utiliza la estadística de CAMMESA para los sistemas conectados a la red.

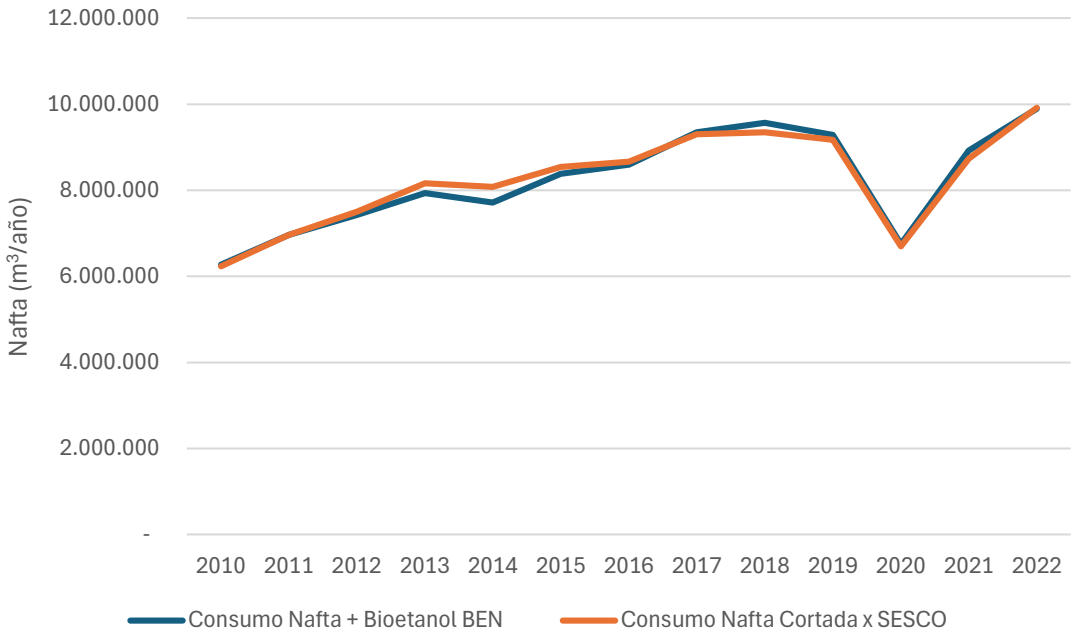
En el caso de los consumos de gasoil y nafta se han utilizado, para algunas categorías, los valores reportados en el BEN para el período 1990-2009 y las tablas SESCO–DS a partir de 2010. En dichas categorías, el empalme puede presentar saltos. No obstante, la agregación del consumo de estas categorías presenta un empalme coherente. Las siguientes figuras muestran que los consumos obtenidos a partir de los datos de las tablas SESCO–DS son del mismo orden de magnitud que los derivados del BEN.

Figura 65. Comparativa consumo BEN / Consumo por ventas SESCO–DS para gasoil



Fuente: Elaboración propia

Figura 66. Comparativa consumo BEN / Consumo por ventas SESCO–DS para nafta



Fuente: Elaboración propia

ENARGAS: El Ente Nacional Regulador del Gas es un organismo autárquico creado mediante la ley n° 24.076 —Marco Regulatorio de la Industria del Gas— en el año

1992. Se encuentra en el ámbito de la SE, y cumple con las funciones de regulación, control, fiscalización y resolución de controversias, que le son inherentes en relación con el servicio público de transporte y distribución de gas de la República Argentina. Publica mensualmente la estadística de consumo de gas natural distribuido por redes según tipo de usuario y, cada año, publica un anuario estadístico utilizado para controlar los consumos de gas natural.

CAMMESA: La Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima tiene como funciones principales la coordinación de las operaciones de despacho, la responsabilidad por el establecimiento de los precios mayoristas y la administración de las transacciones económicas que se realizan a través del Sistema Interconectado Nacional. Publica estadísticas operativas mensualmente detallando consumos de combustibles y generación de energía eléctrica, entre otras, por máquina conectada al Sistema Interconectado Nacional.

SAGyP: La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, a través del área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP (ex DNDFI) que tiene como uno de sus objetivos "generar y analizar información y estadísticas relativas al sector foresto-industrial en coordinación con las áreas competentes", publica información estadística con periodicidad anual sobre bosques cultivados.

SSAmb: La Subsecretaría de Ambiente, a través del Programa Nacional de Estadística Forestal (PNEF) dependiente del área competente de Bosques de la SSAmb (ex DNB), maneja el Sistema de Información de Estadística Forestal de la República Argentina cuyos objetivos principales son "producir información estadística forestal confiable, adecuada y oportuna; utilizar la información para la planificación y evaluación de políticas económicas y sociales en el marco de un desarrollo sustentable; difundir en la sociedad la importancia de los productos derivados del bosque; conocer el potencial de la industria forestal y sus posibles polos de desarrollo; cuantificar los incendios forestales producidos en el país y evaluar las consecuencias ecológicas, económicas y sociales de los mismos; elaborar las transacciones de los productos forestales y la balanza comercial, así como las negociaciones con los bloques económicos". El PNEF publica informes anuales.

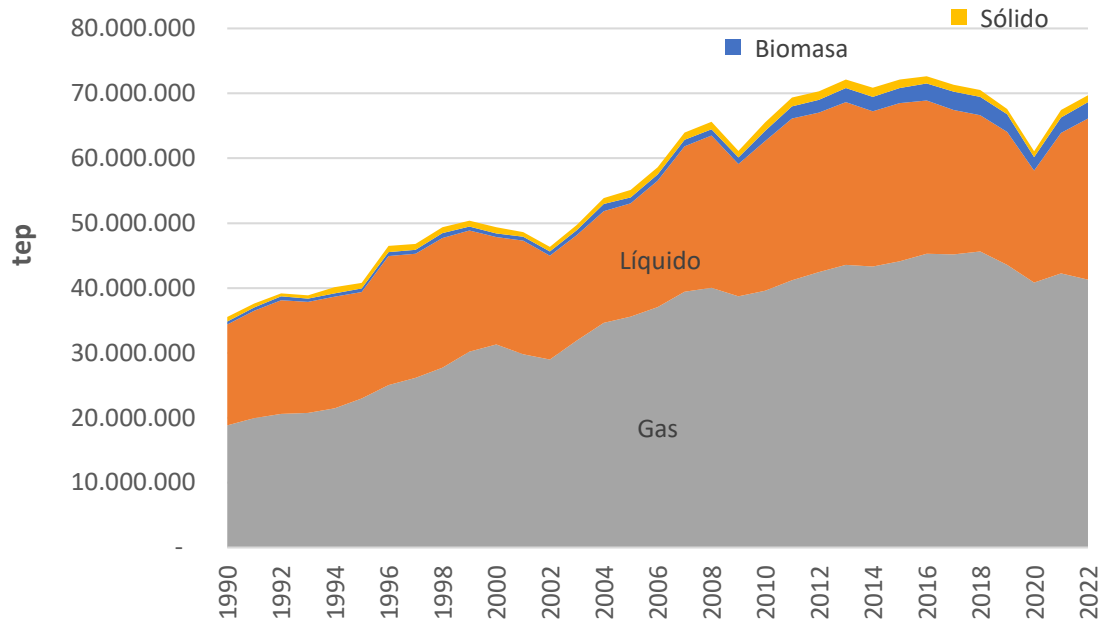
CAA: la Cámara Argentina del Acero comenzó sus actividades en 1945 y reúne a todas las empresas siderúrgicas que producen acero en el país. De esta fuente se obtiene la producción de coque metalúrgico.

Los combustibles publicados por cada entidad, respetando las nomenclaturas originales, fueron asignados a las fuentes de emisión correspondientes. Para mayor detalle, consultar el Anexo "Parámetros y equivalencias combustibles".

Las siguientes figuras detallan la evolución de los DA y su correspondencia con el producto interno bruto (PIB).

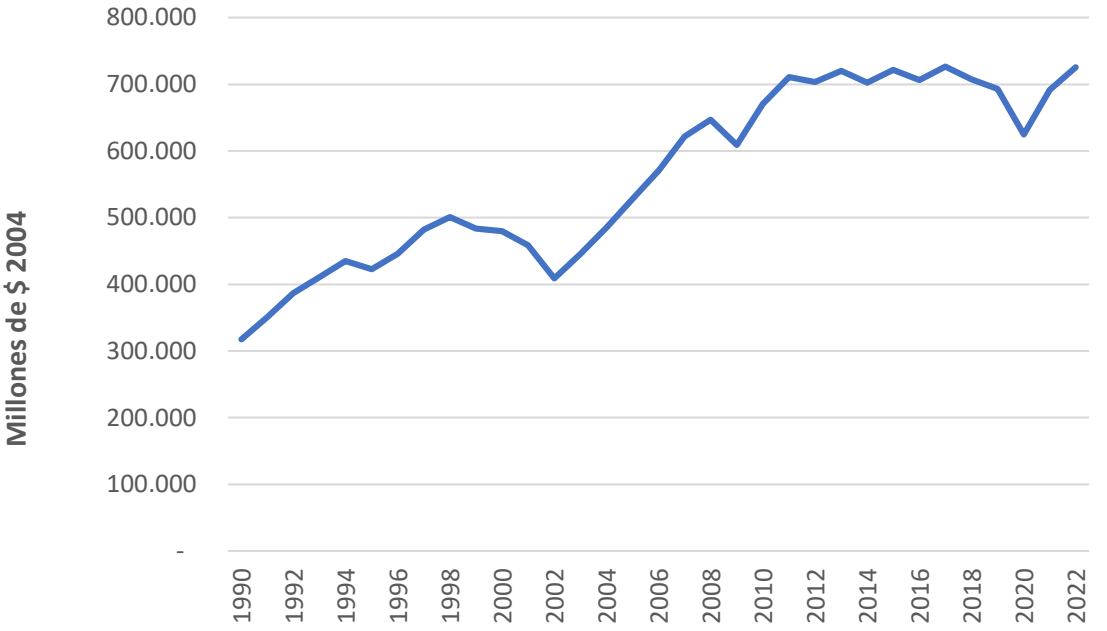
Durante el período analizado hay una tendencia creciente de los DA que sigue la evolución del PIB. Se observan algunas fluctuaciones que responden a las crisis económicas tanto a nivel local (2001-2002) como internacional (2008). Entre 2002 y 2010 se ve reflejado el crecimiento de la economía después de la crisis del 2001-2002. Asimismo, se puede distinguir un estancamiento económico desde el año 2012, que se traduce en una estabilización de los DA. Durante el año 2020 se registró una caída de los DA, asociada principalmente al efecto que la pandemia de COVID-19 tuvo principalmente sobre el sector transporte, a partir de 2021 se observa una recuperación en las actividades acompañado de un aumento de los DA.

Figura 67. Evolución de los datos de actividad para la categoría 1A – Actividades de quema de combustible (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 68. Evolución del Producto Interno Bruto (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

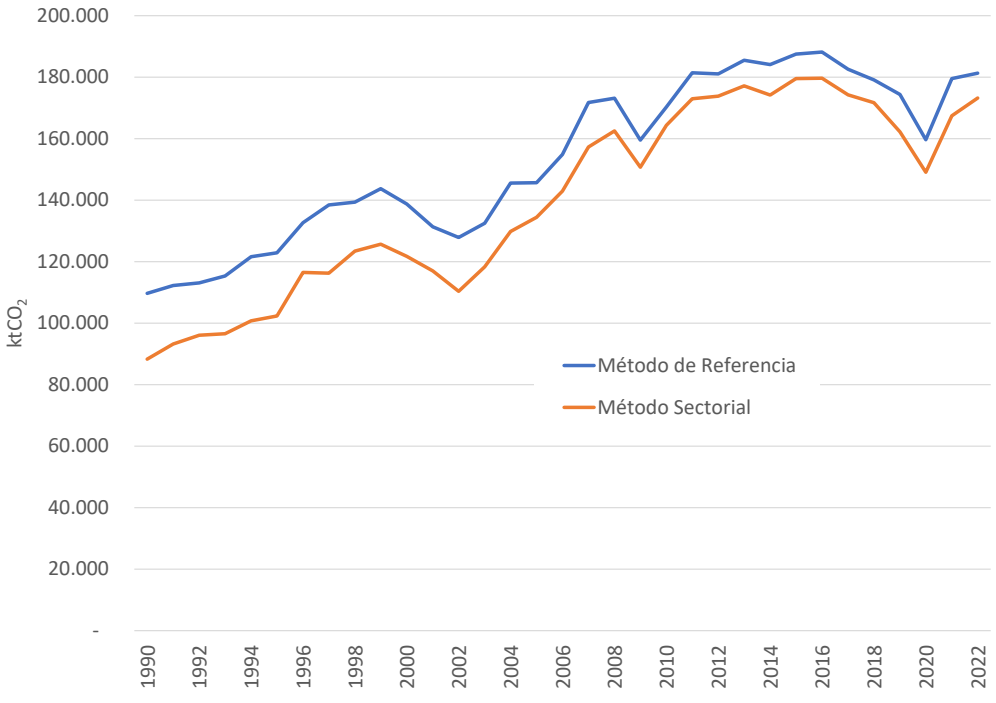
Comparación entre el método de referencia y el método sectorial

Como parte del procedimiento de control de calidad, el cálculo de emisiones de quema de combustibles también se realizó empleando el método de referencia descripto en las Directrices del IPCC de 2006. Se estimó la serie temporal 1990-2022 publicada en el BEN.

Para el año 2022, la diferencia entre los resultados obtenidos con este método y el sectorial es de 6,01% en consumo de energía y 4,66% en emisiones de CO_2. Los resultados correspondientes al método sectorial son levemente inferiores a los del método de referencia. La diferencia entre los métodos se debe principalmente a que, en el método de referencia, las pérdidas no se descuentan en el cálculo del consumo aparente. De acuerdo con el Organismo de Aplicación, las pérdidas incluyen gas aventado en los pozos productivos (incluyendo venteo y quema en antorcha de gas) y fugas durante su distribución. Por tal motivo, existe cierta sobreestimación de las emisiones del método de referencia, ya que incluyen venteos y fugas. Por su parte, las emisiones del método sectorial también se encuentran sobreestimadas debido a que el consumo de gas natural empleado como materia prima en la industria del hierro y acero se encuentra contabilizado tanto en el sector Energía como en el sector PIUP.

En la siguiente figura se puede observar la evolución de los resultados obtenidos con ambos métodos a lo largo de la serie histórica.

Figura 69. Análisis comparativo entre método sectorial y de referencia (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Industrias de la energía (1A1)

Incluye emisiones de combustibles quemados durante las actividades de extracción de combustibles o por las industrias de producción energética.

1A1a – Producción pública de electricidad y calor

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Es categoría principal por nivel para el año 2022 para CO_2 (combustible gaseoso: 6,8%, combustible líquido: 2,4%)

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 74. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A1a – Producción pública de electricidad y calor

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1A1a	Producción pública de electricidad y calor	La suma de emisiones de productores de electricidad como actividad principal, la generación combinada de calor y energía y las centrales de calor. Los productores como actividad principal se definen como aquellas empresas cuya actividad principal es suministrar al público. Pueden ser de propiedad pública o privada. Deben incluirse las emisiones del uso de combustibles en el sitio propio. Las emisiones de los autoproductores (empresas que generan electricidad/calor total o parcialmente para su propio uso, como una actividad que respalda sus actividades primarias) deben asignarse al sector en que fueron generadas y no bajo 1 A 1 a. Los autoproductores pueden ser de propiedad pública o privada.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1
1A1ai	Generación de electricidad	Emisiones de todos los usos de combustible para la generación de electricidad de productores como actividad principal, excepto las centrales combinadas de calor y energía.	IE	IE	IE
1A1aii	Generación combinada de calor y energía (CHP)	Emisiones de la producción de calor y electricidad de los productores como actividad principal para vender al público en una única instalación CHP.	IE	IE	IE
1A1aiii	Plantas térmicas	Producción de calor por parte de productores como actividad principal para vender mediante una red de tuberías.	IE	IE	IE

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones provenientes de las categorías “1A1ai – Generación de electricidad”, “1A1aii – Generación combinada de calor y energía” y “1A1aiii – Plantas térmicas”, se encuentran incluidas en la categoría estimada: “1A1a – Producción pública de

electricidad y calor". Esto se debe a que la estadística de combustibles no tiene discriminadas dichas categorías, sino que se encuentran agrupadas.

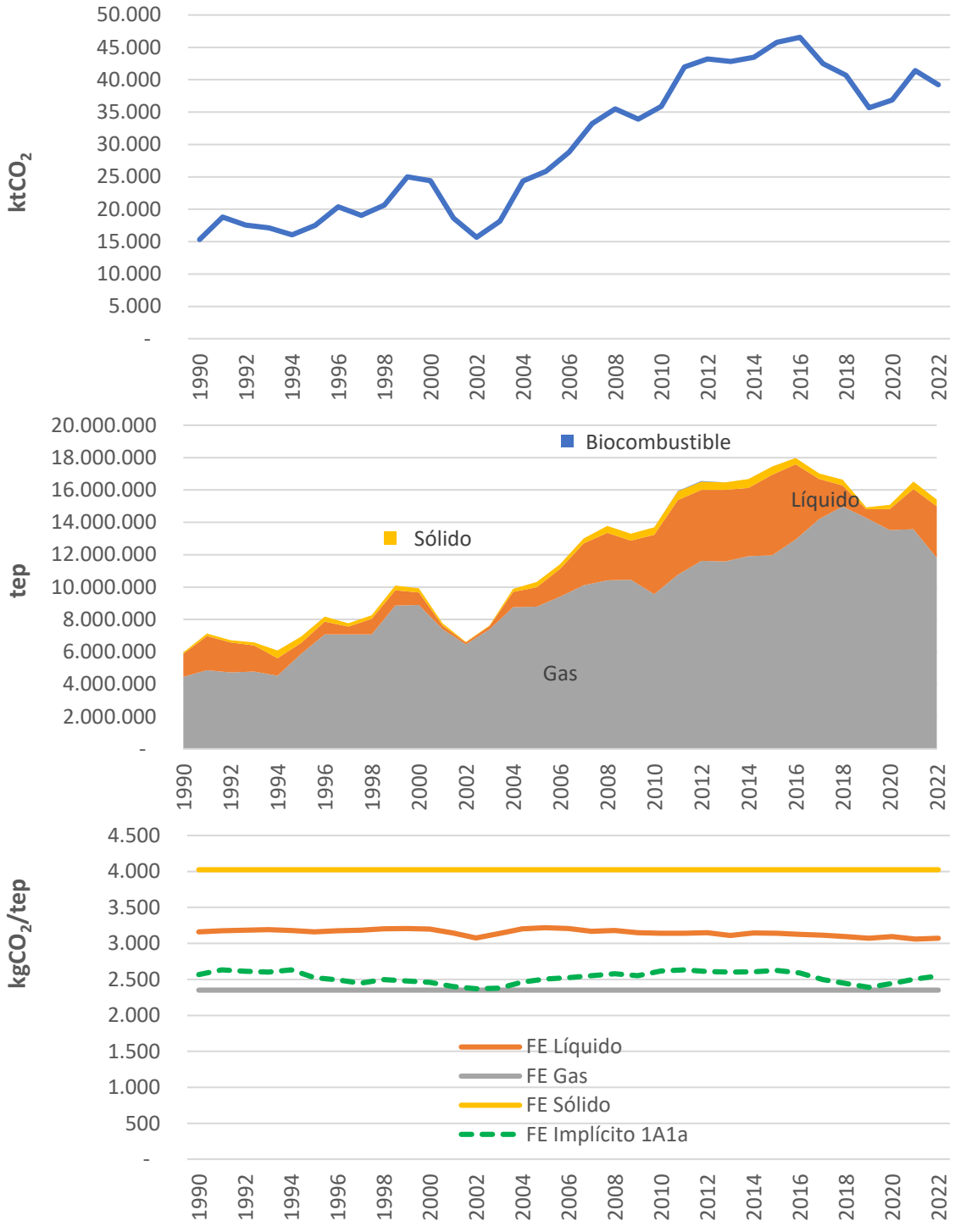
Tendencia de las emisiones de GEI

Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones de CO_2 que se corresponde con la evolución de los DA, los cuales tienen una dinámica similar a la de la economía. La disminución de las emisiones en los años 2001-2002 se debe a la crisis económica nacional, y la del año 2009 a la crisis económica internacional, en 2020 se observa una caída asociada con el impacto de la pandemia de COVID-19. Sin embargo, la disminución observada en los últimos años coincide con el aumento de la participación de las fuentes renovables en la generación eléctrica de la red y con el aumento en la participación del gas natural en la generación eléctrica de centrales térmicas, mientras que el PIB nacional se mantuvo estable hasta el año 2019, mostrando una caída en el 2020 y una recuperación en 2021 y 2022.

Debido a que a partir del año 2008 se cuenta con estadísticas por tipo de tecnología de combustión, se seleccionaron los valores por defecto de los FE de CH_4 y N_2O correspondientes a cada tipo de tecnología, produciéndose un ascenso brusco en los valores de los FE implícitos y, en consecuencia, de las emisiones correspondientes. El aumento de la participación del gas natural en la generación térmica explica también la tendencia creciente de dichos FE en los últimos años.

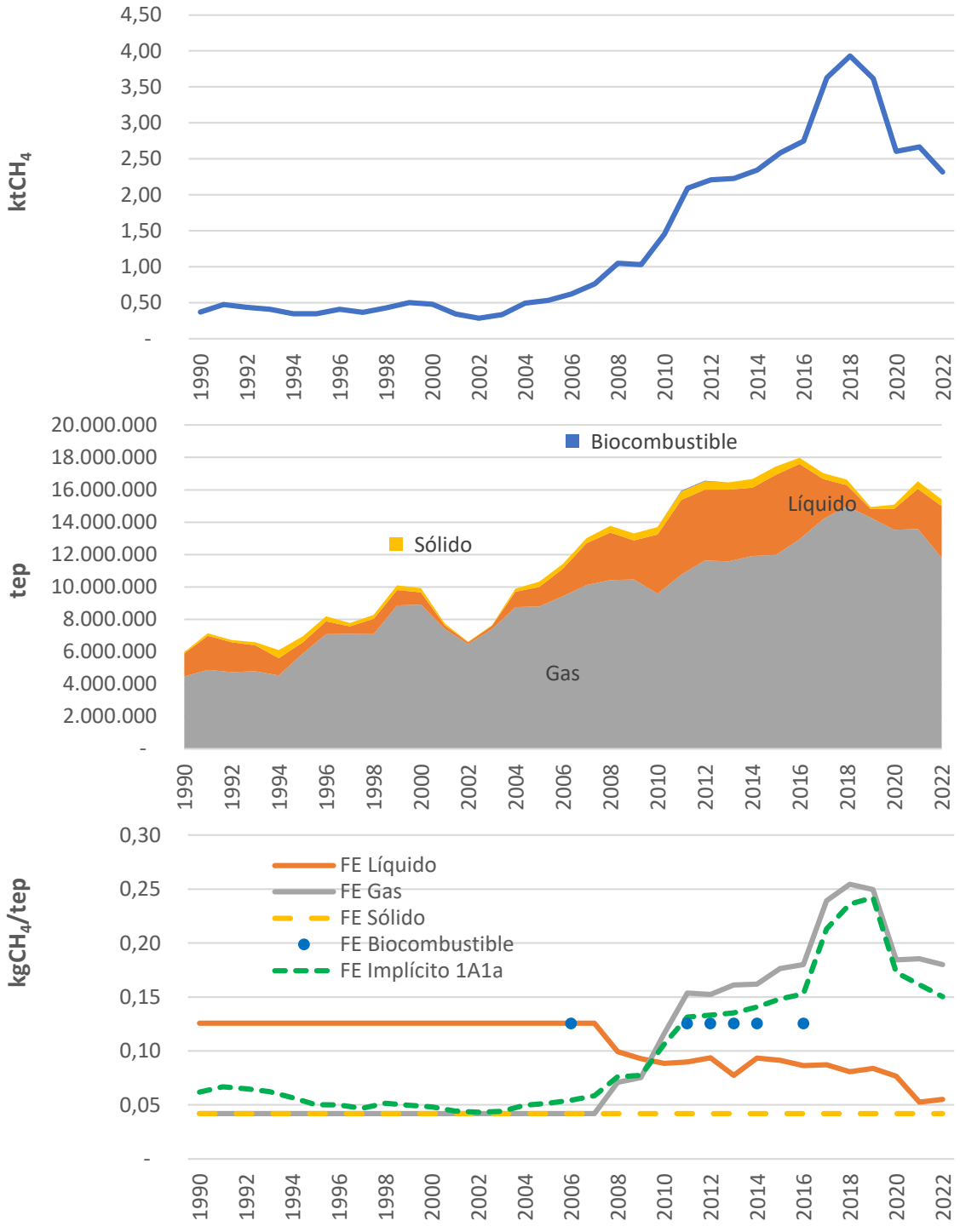
Cabe aclarar que debido a que el consumo de biocombustible es muy pequeño, casi no se logra visualizar en el gráfico.

Figura 70. Evolución de la tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A1a (1990-2022)



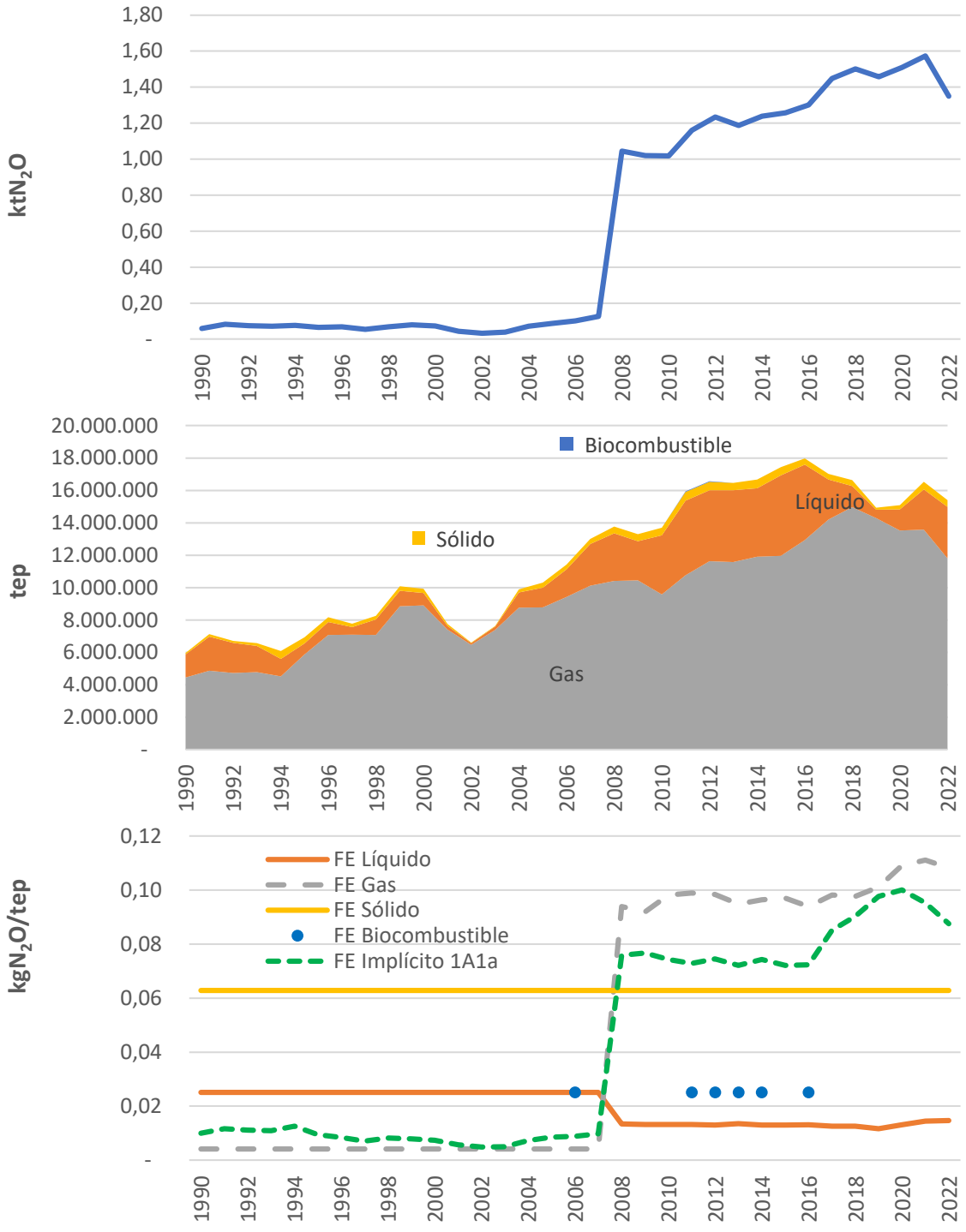
Fuente: Elaboración propia

Figura 71. Evolución de la tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A1a (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 72. Evolución de la tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A1a (1990-2022)

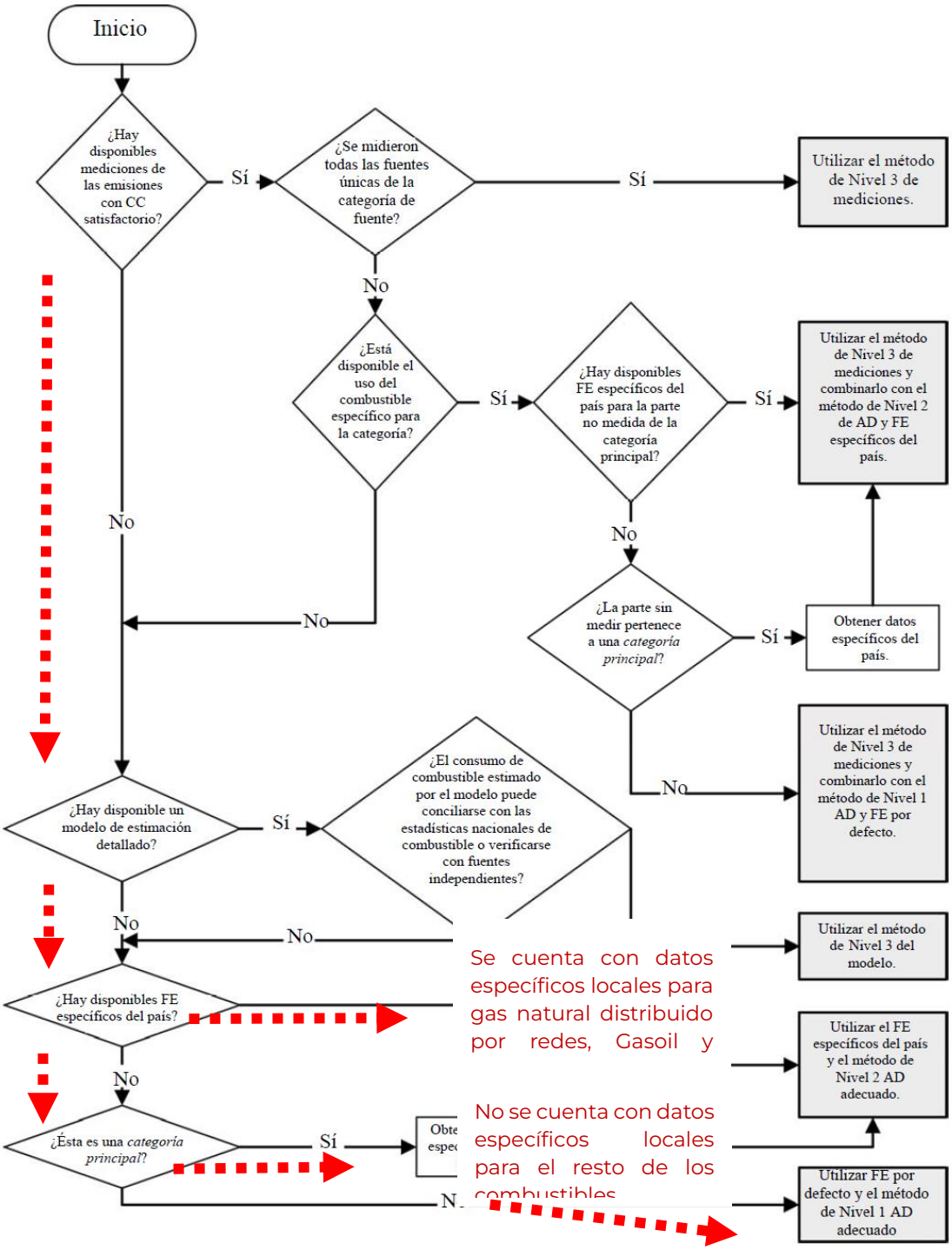


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 14. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el caso de las emisiones de CO_2, como la categoría 1A1 es principal tanto para combustibles líquidos como gaseosos, corresponde recopilar el contenido de carbono de cada combustible específico del país.

Se aplicó el método de Nivel 2, para las emisiones de CO_2 del gas natural distribuido por redes. En el IBT1 se obtuvieron y aplicaron los FE de CO_2 específicos para el país de los combustibles líquidos gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) en el marco del proyecto CBIT Argentina. Los FE de CO_2 del gasoil grado 1 y nafta grado 1, se consideraron como los promedios simples de los FE de grado 2 y 3, para cada combustible respectivamente. Se aplicó el método de Nivel 2 y se ajustó la incertidumbre asociada.

Debido a que no se cuenta con información disponible a nivel nacional sobre el contenido de carbono de los combustibles sólidos, se ha utilizado el método de cálculo Nivel 1 (contenidos de carbono por defecto).

En el caso de las emisiones de CH_4 y N_2O, esta categoría no es principal y, debido a que no se cuenta con FE específicos del país, se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 2.1 y 2.2 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se han utilizado los FE de CO_2 local para el gas natural distribuido por redes y el gasoil (como promedio simple entre el FE del gasoil grado 2 (común) y el grado 3 (ultra)), mientras que para CH_4 y N_2O se aplicaron valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. En el caso de otros combustibles, se han utilizado los valores por defecto de dichas Directrices. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 75. Factores de emisión para la categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales (tecnología)
FE CO_2 Gas Natural	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas Natural	tCO_2/tep	2,351	FE local para la República Argentina	Gas Natural Gas Nat. (Todas las tecnologías)
FE CO_2 Gas/Diésel oil	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas/Diésel Oil	tCO_2/tep	2,985	FE local para la República Argentina (Promedio simple FE Gasoil G2 y G3)	Gasoil Gas Oil(Todas las tecnologías)
FE CO_2 Fuelóleo residual	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Fuelóleo residual	tCO_2/tep	3,24	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Fuel Oil (Todas las tecnologías)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales (tecnología)
FE CO_2 Biodiésel	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Biodiésel	tCO_2/tep	2,96	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Biodiesel Biodiésel (Todas las tecnologías)
FE CO_2 Carbón sub-bituminoso	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Carbón sub-bituminoso	tCO_2/tep	4,02	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Carbón Carbón Mineral (Todas las tecnologías)
FE CH_4 Gas Natural (No determinada)	Factor de emisión de CH_4 – Gas Natural – Tecnología No determinada	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Natural Gas Nat. (Tecnología sin determinar)
FE CH_4 Gas Natural (Turbina de Gas)	Factor de emisión de CH_4 – Gas Natural – Turbina de Gas	tCH_4/tep	0,00017	IPCC 2006 – Cuadro 2.6 – Turbinas de Gas alimentadas a gas > 3MW – Cambio de unidades	Gas Natural Gas Nat. (TG)
FE CH_4 Gas Natural (Turbina de Vapor)	Factor de emisión de CH_4 – Gas Natural – Turbina de Vapor	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.6 – Calderas – Cambio de Unidades	Gas Natural Gas Nat. (TV) (BIOM)
FE CH_4 Gas Natural (Motor dual)	Factor de emisión de CH_4 – Gas Natural – Motor doble combustible	tCH_4/tep	0,01080	IPCC 2006 – Cuadro 2.6 – Motores Grandes de doble combustible – Cambio de Unidades	Gas Natural Gas Nat. (DI)
FE CH_4 Gas Natural (Ciclo combinado)	Factor de emisión de CH_4 – Gas Natural – Ciclo combinado	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.6 – Ciclo Combinado – Cambio de Unidades	Gas Natural Gas Nat. (CC)
FE CH_4 Gas/Diésel oil (No determinada)	Factor de emisión de CH_4 – Gas/Diésel oil – Tecnología No determinada	tCH_4/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gasoil Gas Oil (Tecnología sin determinar)
FE CH_4 Gas/Diésel oil (Caldera)	Factor de emisión de CH_4 – Gas/Diésel oil – Caldera	tCH_4/tep	0,00001	IPCC 2006 – Cuadro 2.7 – Caldera – Cambio de unidades	Gasoil Gas Oil (CC) (TG)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales (tecnología)
FE CH_4 Gas/Diésel oil (Motor)	Factor de emisión de CH_4 – Gas/Diésel oil – Motor	tCH_4/tep	0,00017	IPCC 2006 – Cuadro 2.7 – Motores grandes de diésel oil >600hp (447kW) – Cambio de unidades	Gasoil Gas Oil (DI)
FE CH_4 Fuelóleo residual (no determinada)	Factor de emisión de CH_4 – Fuelóleo residual – No determinada	tCH_4/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Fuel Oil (No determinada)
FE CH_4 Fuelóleo residual (Caldera)	Factor de emisión de CH_4 – Fuelóleo residual – Caldera	tCH_4/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 2.7 – Caldera – Cambio de unidades	Fuel Oil (DI) (BIOM) (TV)
FE CH_4 Carbón Sub-bituminoso	Factor de emisión de CH_4 – Carbón Sub-bituminoso	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Carbón Carbón Mineral (No determinada) (TV)
FE CH_4 Biodiésel	Factor de emisión de CH_4 – Biodiésel	tCH_4/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Biodiesel Biodiésel (CC) (TG) (TV) (No determinada)
FE N_2O Gas Natural (No determinada)	Factor de emisión de N_2O – Gas Natural – Tecnología No determinada	tN_2O/tep	0,000004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Natural Gas Nat. (Tecnología sin determinar)
FE N_2O Gas Natural (Turbina de Gas)	Factor de emisión de N_2O – Gas Natural – Turbina de Gas	tN_2O/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.6 – Turbinas de Gas alimentadas a gas > 3MW – Cambio de unidades	Gas Natural Gas Nat. (TG)
FE N_2O Gas Natural (Turbina de Vapor)	Factor de emisión de N_2O – Gas Natural – Turbina de Vapor	tN_2O/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.6 – Calderas – Cambio de Unidades	Gas Natural Gas Nat. (TV) (BIOM)
FE N_2O Gas Natural (Motor Dual)	Factor de emisión de N_2O – Gas Natural – Motor doble combustible	tN_2O/tep	S/D	No hay dato	Gas Natural Gas Nat. (DI)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales (tecnología)
FE N_2O Gas Natural (Ciclo Combinado)	Factor de emisión de N_2O – Gas Natural – Ciclo combinado	tN_2O/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 2.6 – Ciclo Combinado – Cambio de Unidades	Gas Natural Gas Nat. (CC)
FE N_2O Gas/Diésel oil (No determinada)	Factor de emisión de CH_4 – Gas/Diésel oil – Tecnología No determinada	tN_2O/tep	0,00003	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gasoil Gas Oil (Tecnología sin determinar)
FE N_2O Gas/Diésel oil (Caldera)	Factor de emisión de N_2O – Gas/Diésel oil – Caldera	tN_2O/tep	0,00002	IPCC 2006 – Cuadro 2.7 – Caldera – Cambio de unidades	Gasoil Gas Oil (CC) (TG)
FE N_2O Gas/Diésel oil (Motor)	Factor de emisión de N_2O – Gas/Diésel oil – Motor	tN_2O/tep	S/D	No hay dato	Gasoil Gas Oil (DI)
FE N_2O Fuelóleo residual (No determinada)	Factor de emisión de N_2O – Fuelóleo residual – No determinada	tN_2O/tep	0,00003	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Fuel Oil (No determinada)
FE N_2O Fuelóleo residual (Caldera)	Factor de emisión de N_2O – Fuelóleo residual – Calderas	tN_2O/tep	0,00001	IPCC 2006 – Cuadro 2.7 – Calderas – Cambio de unidades	Fuel Oil (DI) (BIOM) (TV)
FE N_2O Carbón Sub-bituminoso	Factor de emisión de N_2O – Carbón Sub-bituminoso	tN_2O/tep	0,00006	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Carbón Carbón mineral (No determinada) (TV)
FE N_2O Biodiésel	Factor de emisión de N_2O – Biodiésel	tN_2O/tep	0,00003	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Biodiesel Biodiésel (CC) (TG) (TV) (No determinada)

Fuente: Elaboración propia

TG: turbina de gas; TV: turbina de vapor; CC: ciclo combinado; BIOM: biomasa; DI: motor de combustión interna

Datos de actividad

Combustibles sólidos: Para el período 1990-2007 se consideró el consumo de carbón mineral por provincia proveniente del Informe Eléctrico. A partir del año 2008 se utilizó la estadística de CAMMESA, la cual contiene, además de los

combustibles y la jurisdicción, la tecnología de la central de generación eléctrica. En todos los casos se han convertido las unidades de masa a tep, utilizando el PCI de cada combustible reportado en el BEN.

Combustibles líquidos: Para el período 1990-2007 se consideraron los consumos por tipo de combustible (fuel oil y gas oil) por provincia proveniente del Informe Eléctrico. A partir del año 2008 se utilizó la estadística de CAMMESA, la cual contiene, además de los combustibles y la jurisdicción, la tecnología de la central de generación eléctrica. En todos los casos se han convertido las unidades de masa y volumen a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN.

Combustibles gaseosos: Para el período 1990-1992 se consideró el consumo de gas natural por provincia proveniente del Informe Eléctrico. Para el período 1993-2007 se utilizaron los datos operativos de ENARGAS, reportados como gas distribuido por redes entregado a centrales eléctricas, gas consumido en boca de pozo y by pass a centrales eléctricas. A partir del año 2008 se utilizó la estadística de CAMMESA, la cual contiene, además de los combustibles y la jurisdicción, la tecnología de la central de generación eléctrica. Se asume que lo entregado es igual a lo consumido en el año de inventario. La estadística de gas natural se encuentra expresada en volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando el PCI reportado en el BEN.

Combustibles biomásicos: Para el período 1990-2007 se consideró el consumo de biodiésel por provincia proveniente del Informe Eléctrico. Sólo se reportó consumo en el año 2006. A partir del año 2008 se utiliza la estadística de CAMMESA, la cual contiene, además de los combustibles y la jurisdicción, la tecnología de la central de generación eléctrica. Cabe destacar que los consumos de biodiésel no se registran todos los años del período. En todos los casos se han convertido las unidades de masa a tep, utilizando el PCI reportado en el BEN.

Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo “Asignación de Combustibles Categoría 1A1 – Industrias de la Energía”.

Tabla 76. Fuente de los datos de consumos de combustibles para la categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor

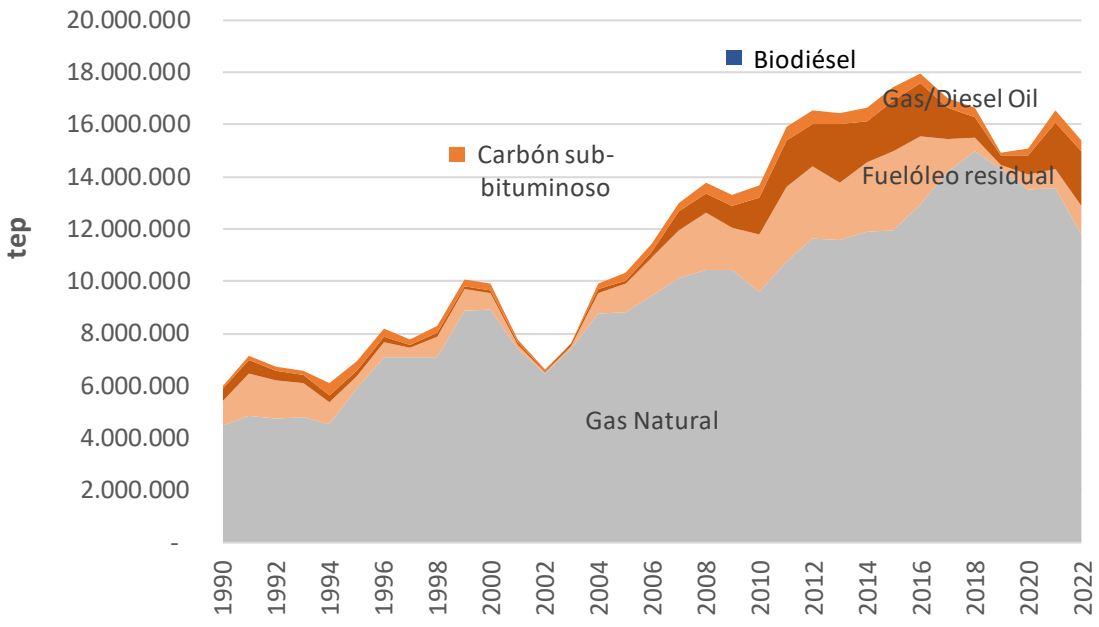
Año	Gas/Diésel oil	Carbón sub-bituminoso	Gas Natural	Biodiésel	Fuelóleo residual
1990	Informe Eléctrico (SE) – Gasoil	Informe Eléctrico (SE) – Carbón	Informe Eléctrico (SE) – Gas Nat.	Informe Eléctrico (SE) – Biodiésel	Informe Eléctrico (SE) – Fuel Oil
1991					
1992					
1993			ENARGAS – Datos operativos – Gas Natural – Centrales eléctricas, boca de pozo y by pass		
1994					
1995					
1996					
1997					
1998					
1999					
2000					
2001					
2002					
2003					
2004					
2005					
2006					
2007					
2008	CAMMESA – Gas Oil	CAMMESA – Carbón Mineral	CAMMESA – Gas Natural	CAMMESA – Biodiesel	CAMMESA – Fuel Oil
2009					
2010					
2011					
2012					
2013					
2014					
2015					
2016					
2017					
2018					

Año	Gas/Diésel oil	Carbón sub-bituminoso	Gas Natural	Biodiésel	Fuelóleo residual
2019					
2020					
2021					
2022					

Fuente: Elaboración propia

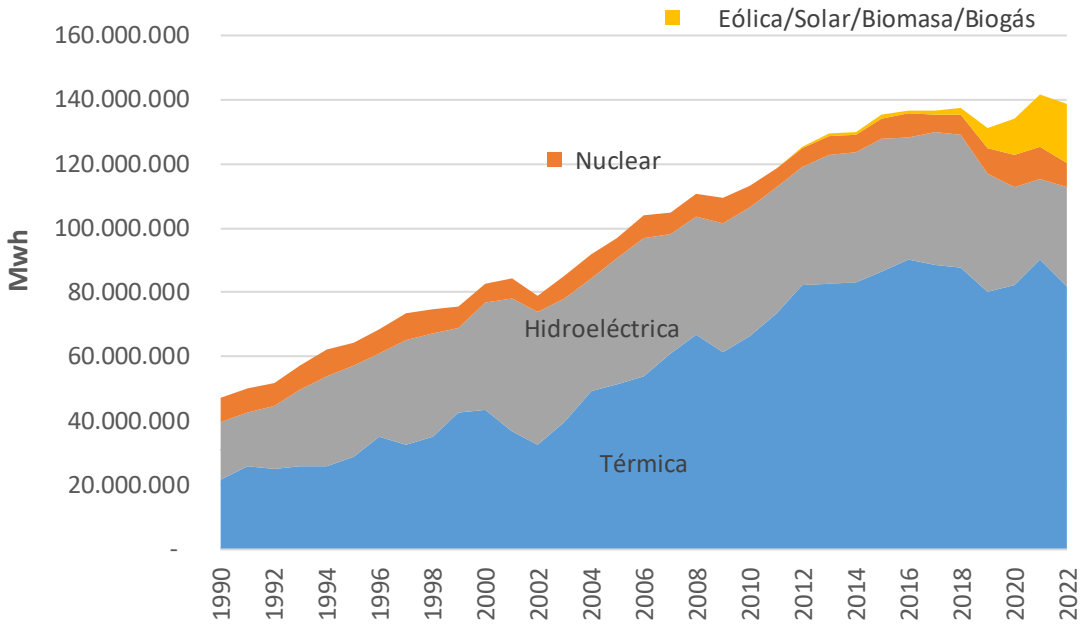
A continuación, se puede observar la tendencia del consumo por tipo de combustible para la serie temporal 1990-2022, la misma tiene un comportamiento similar al PIB. La oferta de generación eléctrica tiene un componente térmico que es consistente con el consumo de los combustibles reportados por las fuentes de información utilizadas para realizar el INGEI. Cabe destacar que la oferta de generación depende de las condiciones climáticas, debido fundamentalmente al componente hidroeléctrico. En el caso de la crisis económica del año 2001, la baja de la demanda eléctrica tuvo su correlato en una baja de consumo de combustibles, prevaleciendo la generación hidroeléctrica. Se puede observar, además, una relativa estabilización de los consumos desde el año 2012, consistente con la tendencia de la generación térmica y del PIB. En 2018 se observa una baja importante del consumo de fueloil y en 2020 una caída del consumo asociada principalmente con el impacto del COVID-19, mientras que a partir de 2021 se observa una recuperación en las actividades. Cabe aclarar que debido a que el consumo de biodiésel es muy pequeño, casi no se logra visualizar en el gráfico.

Figura 73. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 74. Evolución de la generación de energía eléctrica por fuente (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 77. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
C Gas Natural (t)	Consumo de Gas Natural por tecnología	tep	CC: 9.415.355 DI: 131.182 TG: 1.735.548 TV: 520.393	CAMMESA	Gas Natural
C Fuelóleo Residual (t)	Consumo de Fuelóleo residual por tecnología	tep	DI: 217.168 TV: 873.169	CAMMESA	Fuel Oil
C Gas/Diésel oil (t)	Consumo de Gas/Diésel Oil por tecnología	tep	CC: 1.705.995 DI: 131.774 TG: 260.762 TV: 67	CAMMESA	Gas Oil
C Carbón Sub-bituminoso (t)	Consumo de Carbón Sub-bituminoso por tecnología	tep	TV: 419.594	CAMMESA	Carbón Mineral

Fuente: Elaboración propia TG: turbina de gas; TV: turbina de vapor; CC: ciclo combinado; BIOM: biomasa; DI: motor de combustión interna

1A1b – Refinación del petróleo

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Es categoría principal por nivel para el año 2022 para CO_2 (combustible gaseoso: 1%)

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 78. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A1b – Refinación del petróleo

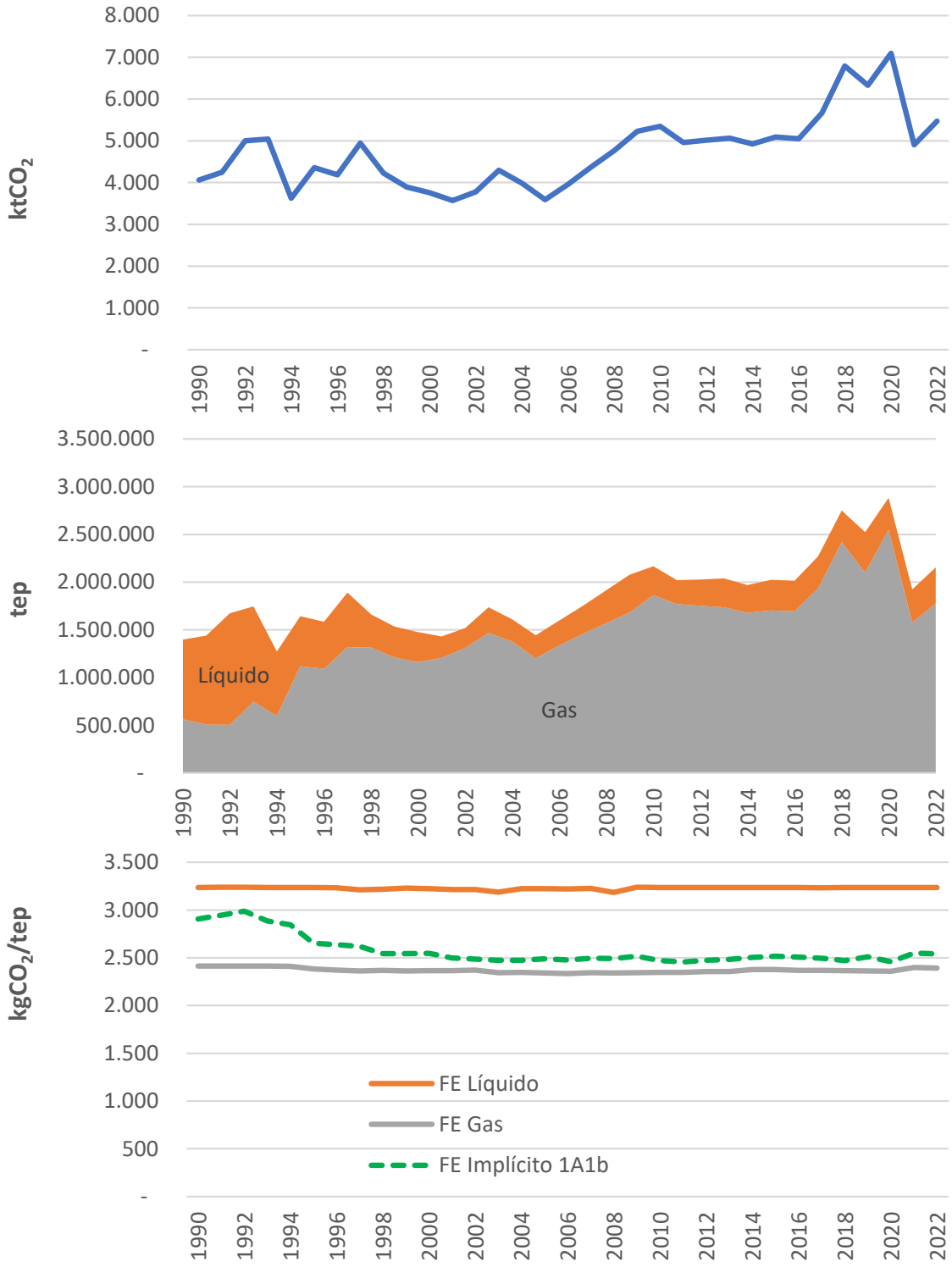
Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1A1b	Refinación del petróleo	Emisiones por combustión durante la refinación de productos del petróleo. Incluye la quema en el sitio para la generación de electricidad y calor para uso propio.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

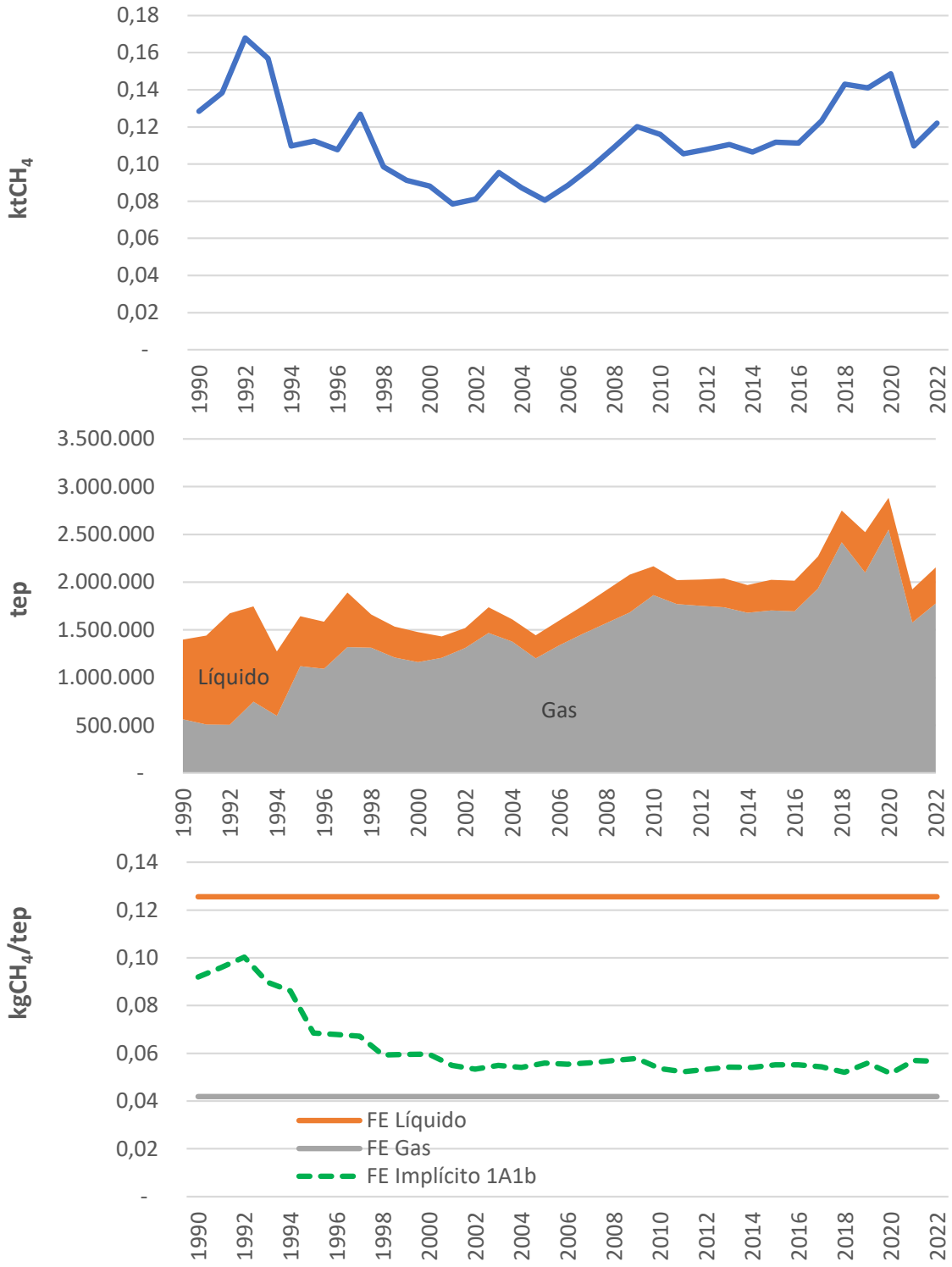
Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones de CO_2 debida al comportamiento de los DA. El FE implícito de CO_2 tiene una leve caída debido al aumento en la participación de los combustibles gaseosos frente a los líquidos. El impacto del cambio de participación de los combustibles es mucho más notorio en los FE implícitos de CH_4 y N_2O, llegando a superar en ocasiones el efecto del aumento de los valores de los DA.

Figura 75. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A1b (1990-2022)



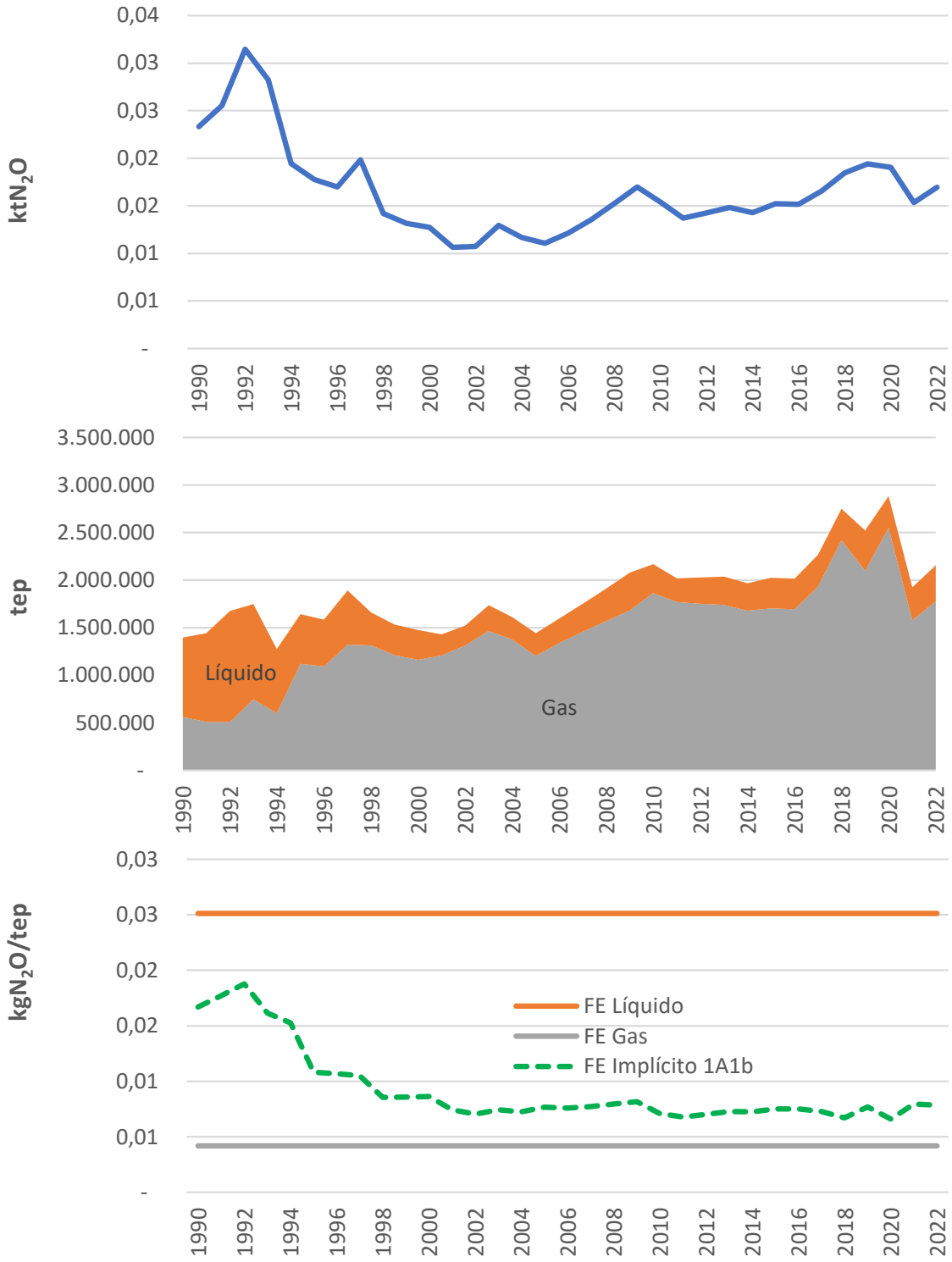
Fuente: Elaboración propia

Figura 76. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A1b (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 77. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A1b (1990-2022)

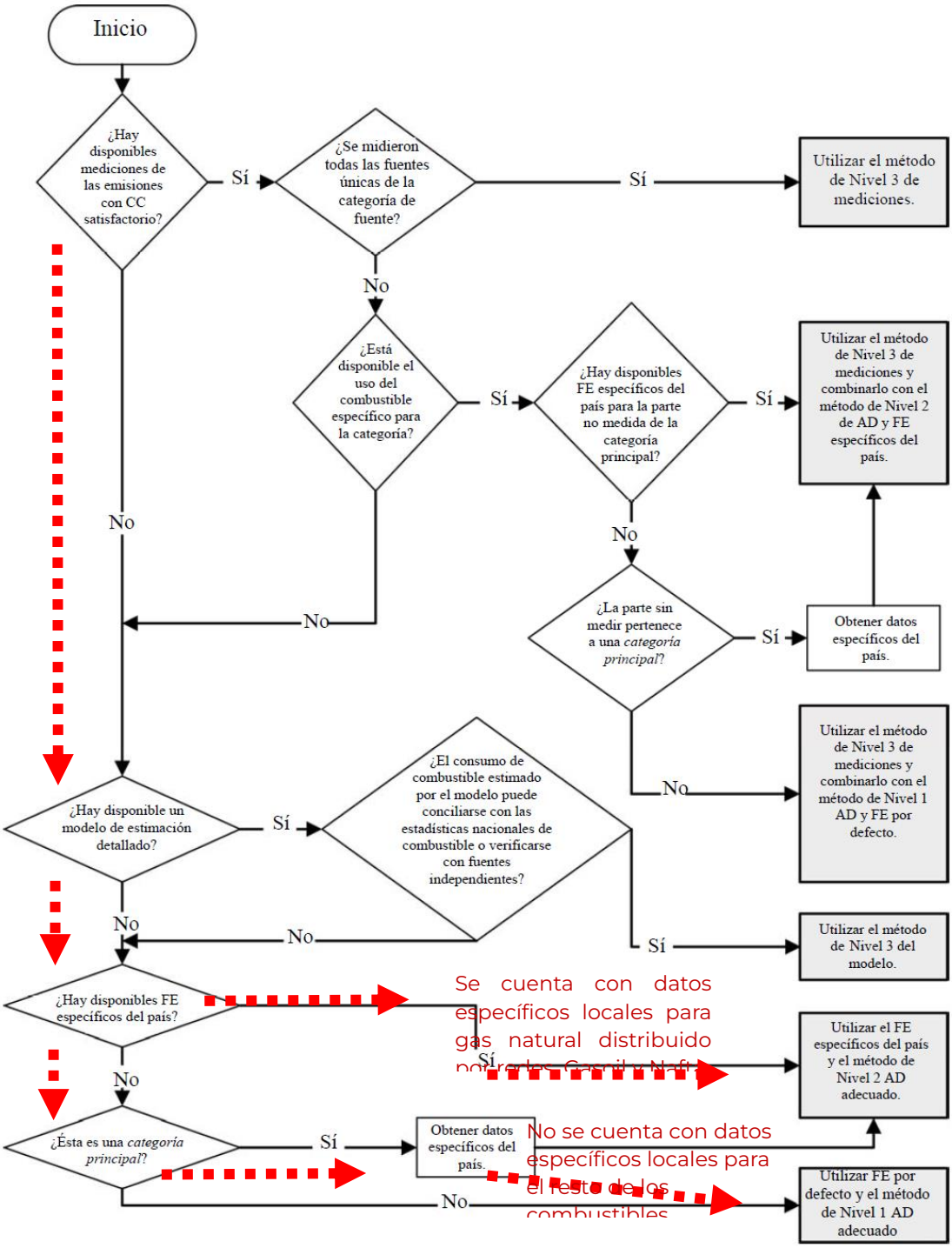


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 15. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A1b – Refinación del petróleo



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el caso de las emisiones de CO_2, como la categoría 1A1 es principal tanto para combustibles líquidos como gaseosos, corresponde recopilar el contenido de carbono de cada combustible específico del país.

Se aplicó el método de Nivel 2, para la estimación de las emisiones de CO_2 del gas natural distribuido por redes. En el IBT1 se obtuvieron los FE de CO_2 específicos de los combustibles líquidos gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) en el marco del proyecto CBIT Argentina. Los FE de CO_2 del gasoil grado 1, Diesel + Gasoil, nafta grado 1 y motonaftas se consideraron como los promedios simples de los FE de grado 2 y 3, para cada combustible respectivamente. Se aplicó el método de Nivel 2 y se ajustó la incertidumbre asociada.

Para otros combustibles debido a que no se cuenta con información disponible a nivel nacional sobre el contenido de carbono, se ha utilizado el método de cálculo Nivel 1 aplicando FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

En el caso de las emisiones de CH_4 y N_2O, esta categoría no es principal y, debido a que no se cuenta con FE específicos del país, se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 2.1 y 2.2 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se utilizó el FE de CO_2 local para el gas natural distribuido por redes, y para los combustibles líquidos Gas+Diésel Oil y motonaftas se aplicó un promedio simple del FE de CO_2 local del gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra) y de nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) respectivamente, mientras que para CH_4 y N_2O se aplicaron valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. En el caso de otros combustibles, se han utilizado los valores por defecto de dichas Directrices. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 79. Factores de emisión para la categoría 1A1b – Refinación del petróleo

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Gas de Refinería	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas de Refinería	tCO_2/tep	2,41	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Gas de Refinería
FE CO_2 Gas Natural	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas Natural	tCO_2/tep	2,351	FE local para la República Argentina	Gas Natural
FE CO_2 Fuelóleo residual	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Fuelóleo residual	tCO_2/tep	3,24	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Fuel Oil
FE CO_2 Gas de fábrica	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas de Fábrica	tCO_2/tep	1,86	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Gas de Cola Gas Residual
FE CO_2 Gases licuados de petróleo	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gases Licuados de Petróleo	tCO_2/tep	2,64	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Gas Licuado
FE CO_2 Gas/Diésel oil	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas/Diésel Oil	tCO_2/tep	2,985	FE local para la República Argentina (promedio entre el FE Gasoil Grado 2 y Grado 3)	Diésel Oil + Gas Oil
FE CO_2 Gasolina para motores	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasolina para motores	tCO_2/tep	2,998	FE local para la República Argentina (promedio entre el FE Nafta Grado 2 y Grado 3)	Motonafta Total Otras Naftas
FE CH_4 Gas de Refinería	Factor de emisión de CH_4 – Gas de Refinería	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas de Refinería
FE CH_4 Gas Natural	Factor de emisión de CH_4 – Gas Natural	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Natural
FE CH_4 Fuelóleo residual	Factor de emisión de CH_4 – Fuelóleo residual	tCH_4/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Fuel Oil

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CH_4 Gas de fábrica	Factor de emisión de CH_4 – Gas de Fábrica	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas de Cola Gas Residual
FE CH_4 Gases licuados de petróleo	Factor de emisión de CH_4 – Gases Licuados de Petróleo	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Licuado
FE CH_4 Gas/Diésel oil	Factor de emisión de CH_4 – Gas/Diésel Oil	tCH_4/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Diésel Oil + Gas Oil
FE CH_4 Gasolina para motores	Factor de emisión de CH_4 – Gasolina para motores	tCH_4/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Motonafta Total Otras Naftas
FE N_2O Gas de Refinería	Factor de emisión de N_2O – Gas de Refinería	tN_2O/tep	0,000004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas de Refinería
FE N_2O Gas Natural	Factor de emisión de N_2O – Gas Natural	tN_2O/tep	0,000004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Natural
FE N_2O Fuelóleo residual	Factor de emisión de N_2O – Fuelóleo residual	tN_2O/tep	0,000025	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Fuel Oil
FE N_2O Gas de fábrica	Factor de emisión de N_2O – Gas de Fábrica	tN_2O/tep	0,000004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas de Cola Gas Residual
FE N_2O Gases licuados de petróleo	Factor de emisión de N_2O – Gases Licuados de Petróleo	tN_2O/tep	0,000004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Licuado
FE N_2O Gas/Diésel oil	Factor de emisión de N_2O – Gas/Diésel Oil	tN_2O/tep	0,000025	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Diésel Oil + Gas Oil
FE N_2O Gasolina para motores	Factor de emisión de N_2O – Gasolina para motores	tN_2O/tep	0,000025	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Motonafta Total Otras Naftas

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Combustibles líquidos: Se utilizó el BEN para el período 1990-2022. Se consideraron los valores reportados como "consumo propio" para fuel oil, diésel oil + gas oil, motonafta total y otras naftas. Todos los valores se encuentran expresados en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Combustibles gaseosos: El consumo de gas natural entre el año 1990 y 1994 no se encuentra reportado en forma desagregada, por lo que se contabiliza dentro de la categoría "industria". A partir del año 1995 se utilizaron los datos operativos de ENARGAS reportados como gas distribuido por redes entregado a destilerías y se asume que lo entregado es igual a lo consumido en el año de inventario. Para el consumo de gas residual y de gas de cola se emplearon los datos reportados a partir del año 1996 en el Informe Eléctrico dentro de la categoría "autoproducción". Para el período 1990-1995 se consideró la información de gas de refinería correspondiente a "autoproducción" del BEN para completar la serie temporal. En el caso del gas de refinería, se consideró, además, lo reportado en el BEN como "consumo propio" para el período 1990-2022. Para los gases licuados de petróleo, se consideró el "consumo propio" reportado en el BEN para el período 1990-2022. Las estadísticas de ENARGAS y del Informe Eléctrico se encuentran expresadas en volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo "Asignación de Combustibles Categoría 1A1 – Industrias de la Energía".

Tabla 80. Fuente de los datos de consumo de combustibles para la categoría 1A1b – Refinación del petróleo

<table>
<tr><th>Año</th><th>Gas de refinería</th><th>Gas natural</th><th>Fuelóleo residual</th><th>Gas de fábrica de gas</th><th>Gases licuados de petróleo</th><th>Gas/Diésel Oil y gasolina para motores</th></tr>
<tr><td>1990</td><td rowspan="6">Balance Energético Nacional (SE) – Consumo propio y Autproducción – Gas de Refinería</td><td rowspan="4">Sin datos separados por actividad. Incluido en "Industria"</td><td rowspan="8">Balance Energético Nacional (SE) – Consumo propio – Fuel Oil</td><td rowspan="5">Sin datos</td><td rowspan="8">Balance Energético Nacional (SE) – Consumo propio – Gas Licuado</td><td rowspan="8">Balance Energético Nacional (SE) – Consumo propio – Diésel Oil + Gas Oil, Motonafta Total y Otras Naftas</td></tr>
<tr><td>1991</td></tr>
<tr><td>1992</td></tr>
<tr><td>1993</td></tr>
<tr><td>1994</td><td rowspan="4">ENARGAS – Datos operativos – Destilería</td></tr>
<tr><td>1995</td></tr>
<tr><td>1996</td><td rowspan="4">Balance Energético Nacional (SE) – Consumo propio –</td><td rowspan="4">Informe Eléctrico (SE) – Autoproducción – Gas Residual y Gas de Cola</td></tr>
<tr><td>1997</td></tr>
<tr><td>1998</td></tr>
<tr><td>1999</td></tr>
</table>

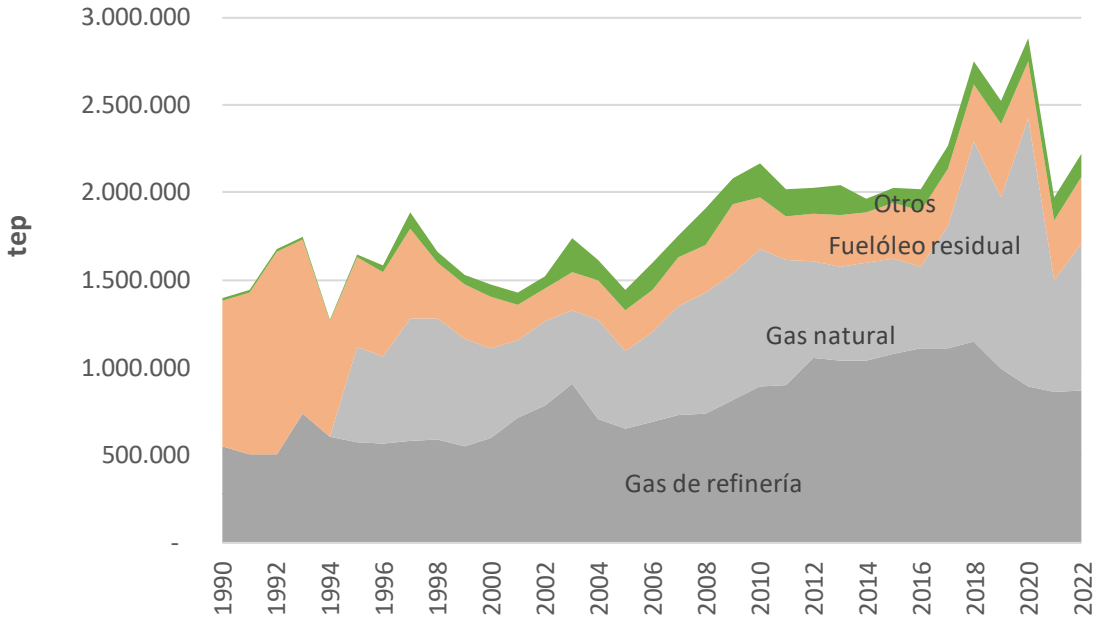
Año	Gas de refinería	Gas natural	Fuelóleo residual	Gas de fábrica de gas	Gases licuados de petróleo	Gas/Diésel Oil y gasolina para motores
2000	Gas de Refinería					
2001						
2002						
2003						
2004						
2005						
2006						
2007						
2008						
2009						
2010						
2011						
2012						
2013						
2014						
2015						
2016						
2017						
2018						
2019						
2020						
2021						
2022						

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la evolución del consumo por tipo de combustible para la serie temporal 1990-2022. Dentro del agrupamiento “Otros” se incluyen los siguientes combustibles: gas fábrica de gas, gases licuados de petróleo, gas/diésel

oil y gasolina para motores. Se observa una tendencia creciente del consumo de combustibles, que se acentúa en los últimos años, y un aumento notorio de la participación de combustibles gaseosos.

Figura 78. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A1b – Refinación del petróleo (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 81. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A1b – Refinación del petróleo (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
$C_{Gas\ de\ refinería}$	Consumo de Gas de Refinería	tep	872.555	BEN – Consumo Propio	Gas de Refinería
$C_{Gas\ Natural}$	Consumo de Gas Natural	tep	838.297	ENARGAS	Gas Natural
$C_{Fuelóleo\ Residual}$	Consumo de Fuelóleo residual	tep	375.122	BEN – Consumo Propio	Fuel Oil
$C_{Gases\ Licuados\ de\ Petróleo}$	Consumo de Gases Licuados de Petróleo	tep	65.890	BEN – Consumo Propio	Gas Licuado
$C_{Gas/Diésel\ oil}$	Consumo de Gas/Diésel Oil	tep	3.737	BEN – Consumo Propio	Diésel Oil + Gas Oil

Fuente: Elaboración propia

1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas

Incluye la quema para la fabricación de combustibles sólidos, la quema de combustible usado para la extracción de petróleo y gas y el procesamiento y la refinación de gas natural y emisiones de la quema que emanan del uso de energía de otras industrias energéticas.

Es categoría principal por nivel para el año 2022 para CO_2 (2,3%)

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 82. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1A1ci	Manufactura de combustibles sólidos	Emisiones de la quema de combustibles para la fabricación de coques de carbón, briquetas de carbón de lignito y combustible de composición.	Nivel 1	Nivel 1	NA
1A1cii	Extracción de petróleo y gas	Emisiones de la quema de combustible usado para la extracción de petróleo y gas y el procesamiento y la refinación de gas natural	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1
1A1ciii	Otras industrias de la energía	Emisiones de la que quema que emanan del uso de energía de las industrias energéticas en sus propios sitios, no mencionadas o para las que no hay datos disponibles por separado. Incluye las emisiones procedentes del uso de la energía propia para la producción de carbón vegetal, bagazo, aserrín, tallos de planta de algodón y carbonización de biocombustibles, como así también combustible usado para minería de carbón. Esta categoría incluye también las emisiones de procesamiento previo a la quema en la captura y el almacenamiento de CO_2.	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 1

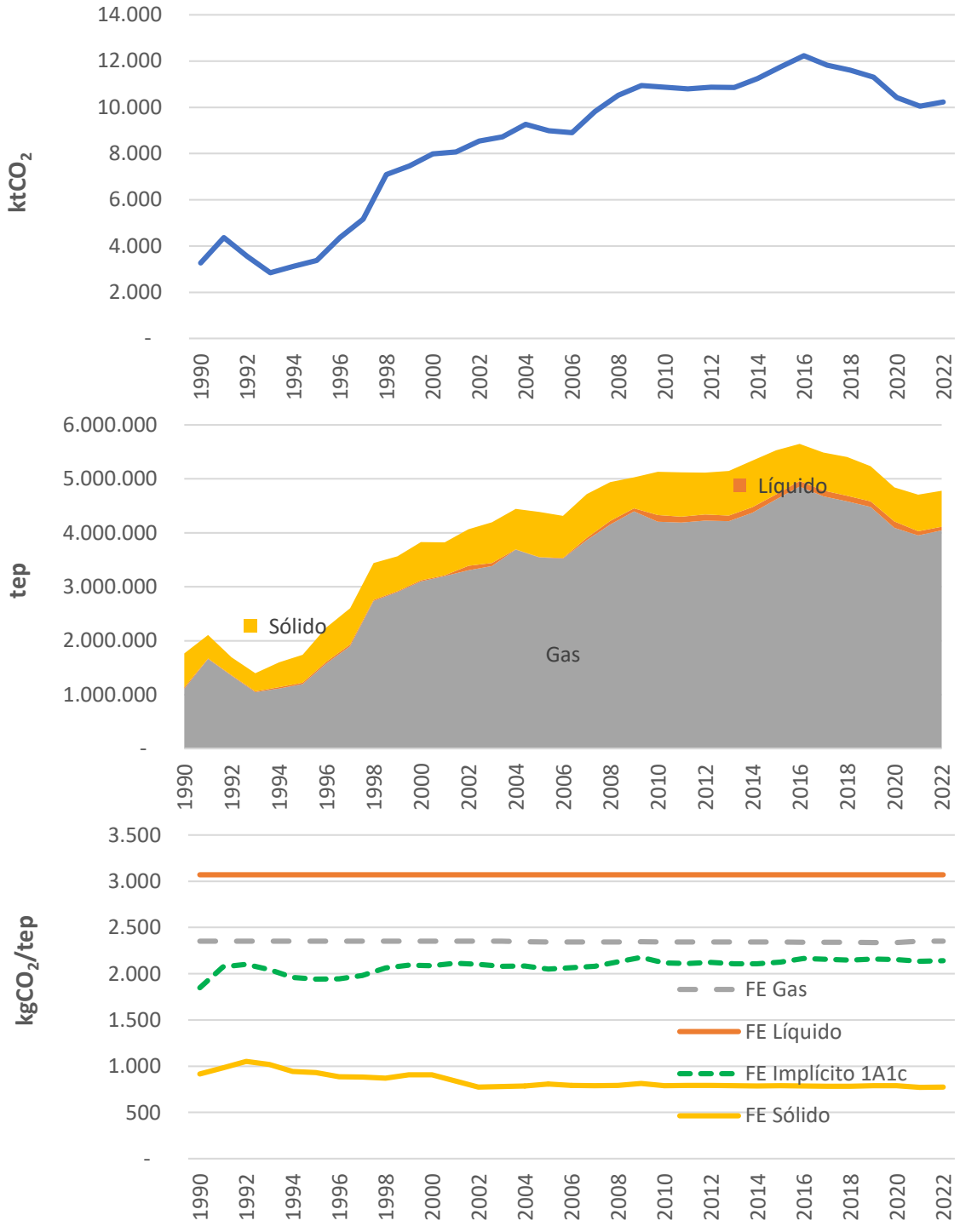
Fuente: Elaboración propia

En la categoría “1A1ci – Manufactura de combustibles sólidos” se estiman las emisiones por la producción de coque metalúrgico. En la categoría “1A1cii - Extracción de petróleo y gas” se incluyen las emisiones de la quema de combustible usado para la extracción de petróleo y gas y el procesamiento y la refinación de gas natural. La categoría “1A1ciii - Otras industrias de la energía” incluye las emisiones del combustible usado para minería de carbón.

Tendencia de las emisiones de GEI

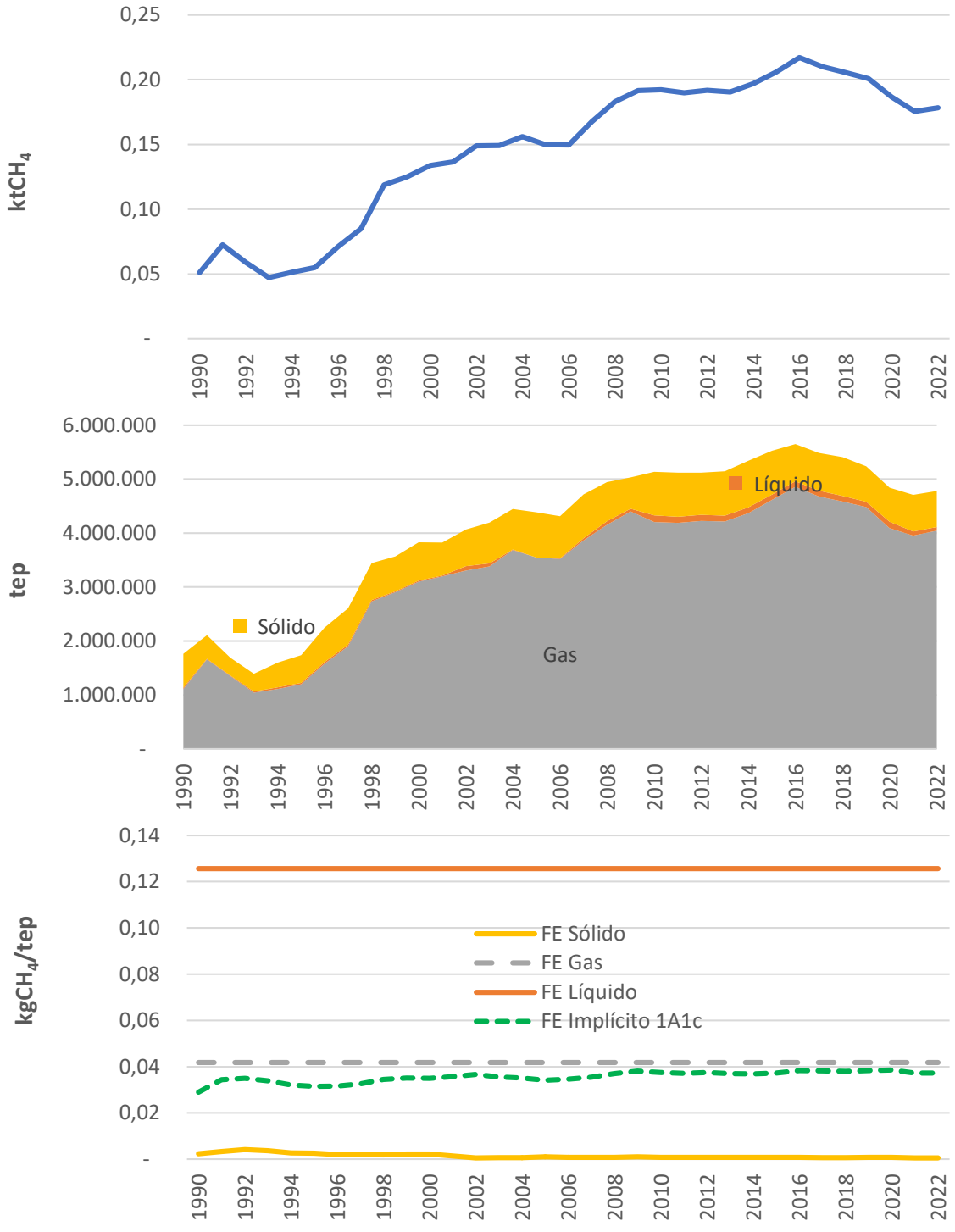
Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O debida al comportamiento de los DA. Se observa que la participación de los combustibles gaseosos (gas natural) es dominante en toda la serie, lo cual se ve reflejado en los FE implícitos.

Figura 79. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A1c (1990-2022)



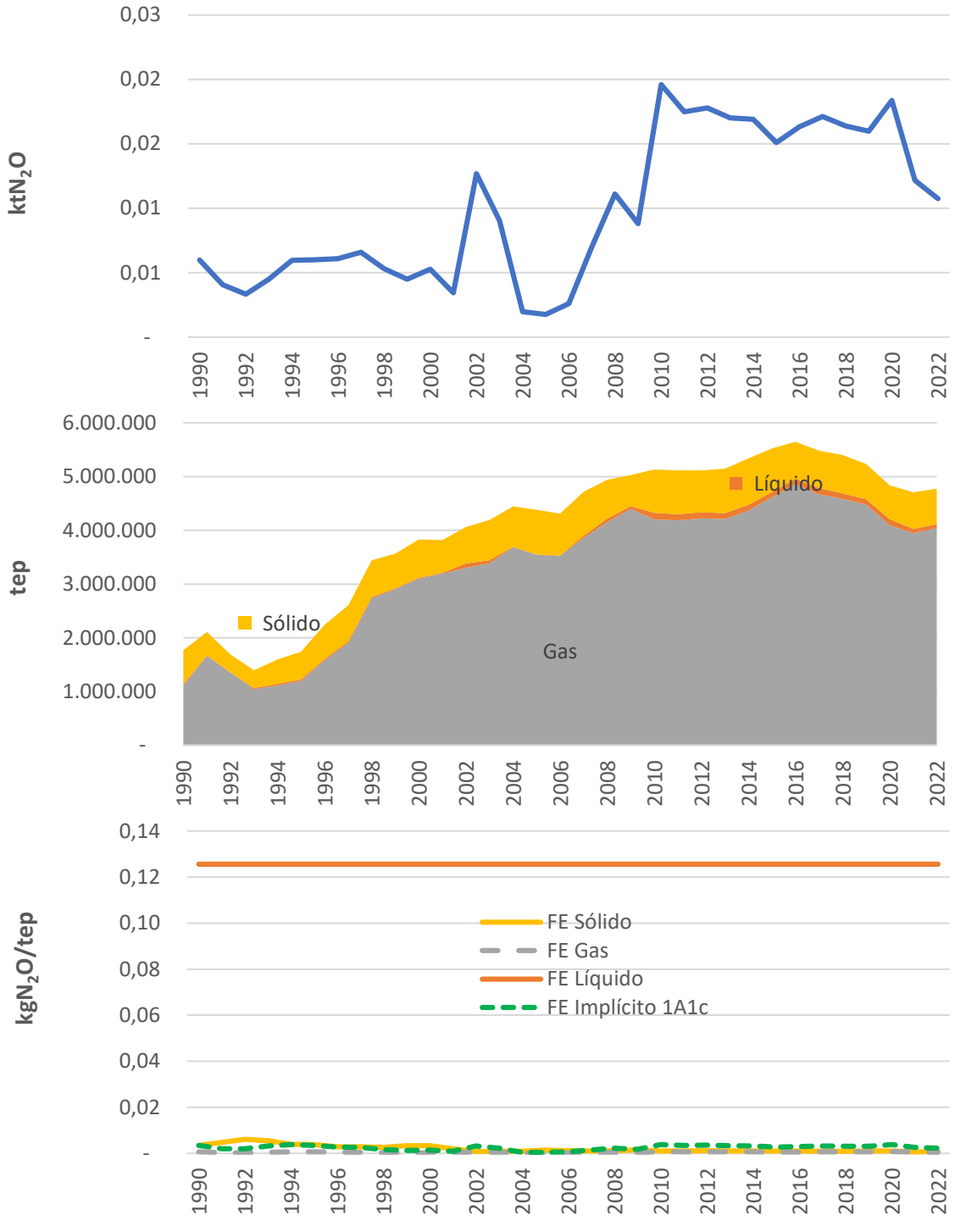
Fuente: Elaboración propia

Figura 80. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A1c (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 81. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A1c (1990-2022)

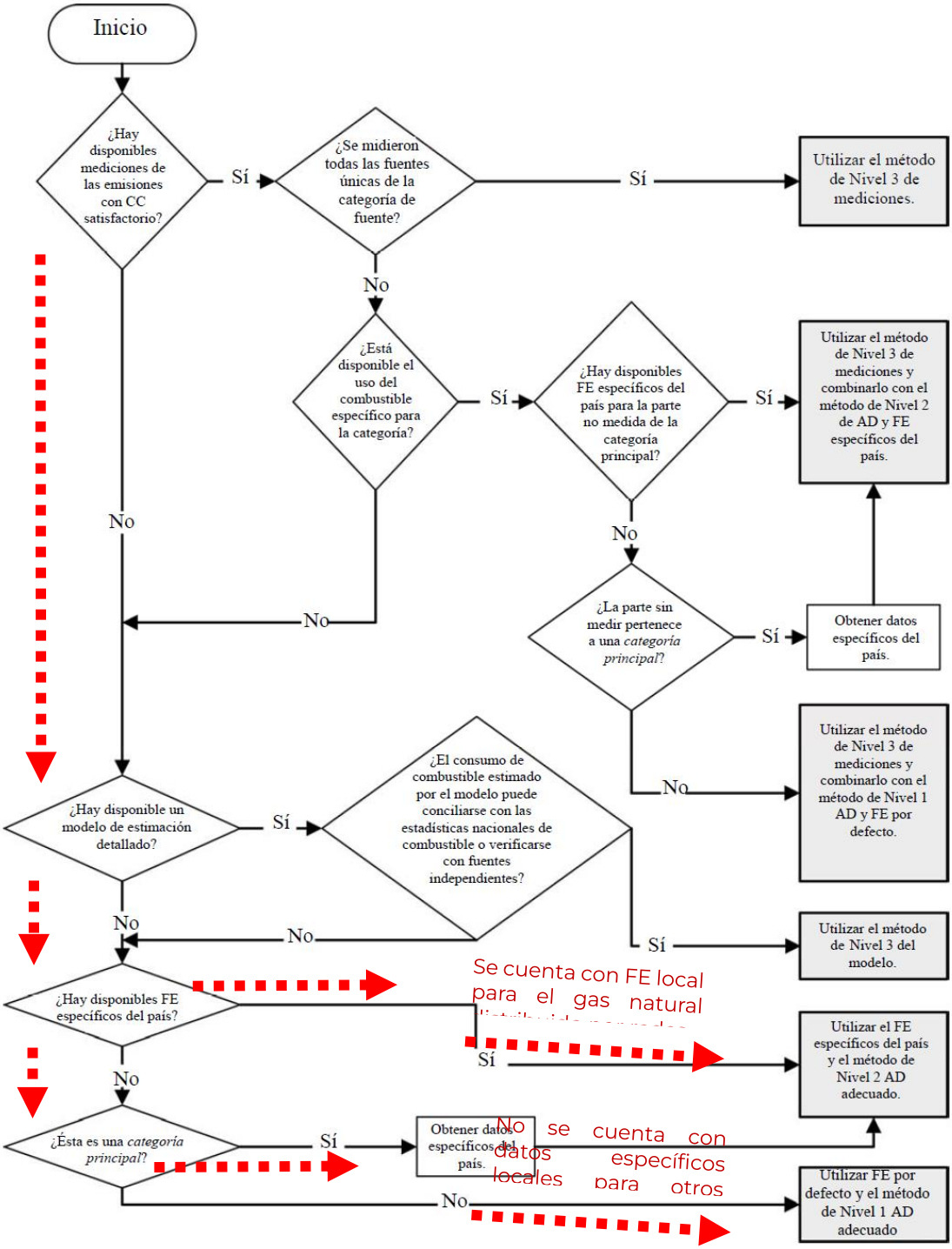


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 16. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el caso de las emisiones de CO_2, como la categoría 1A1 es principal tanto para combustibles líquidos como gaseosos, corresponde recopilar el contenido de carbono de cada combustible específico del país.

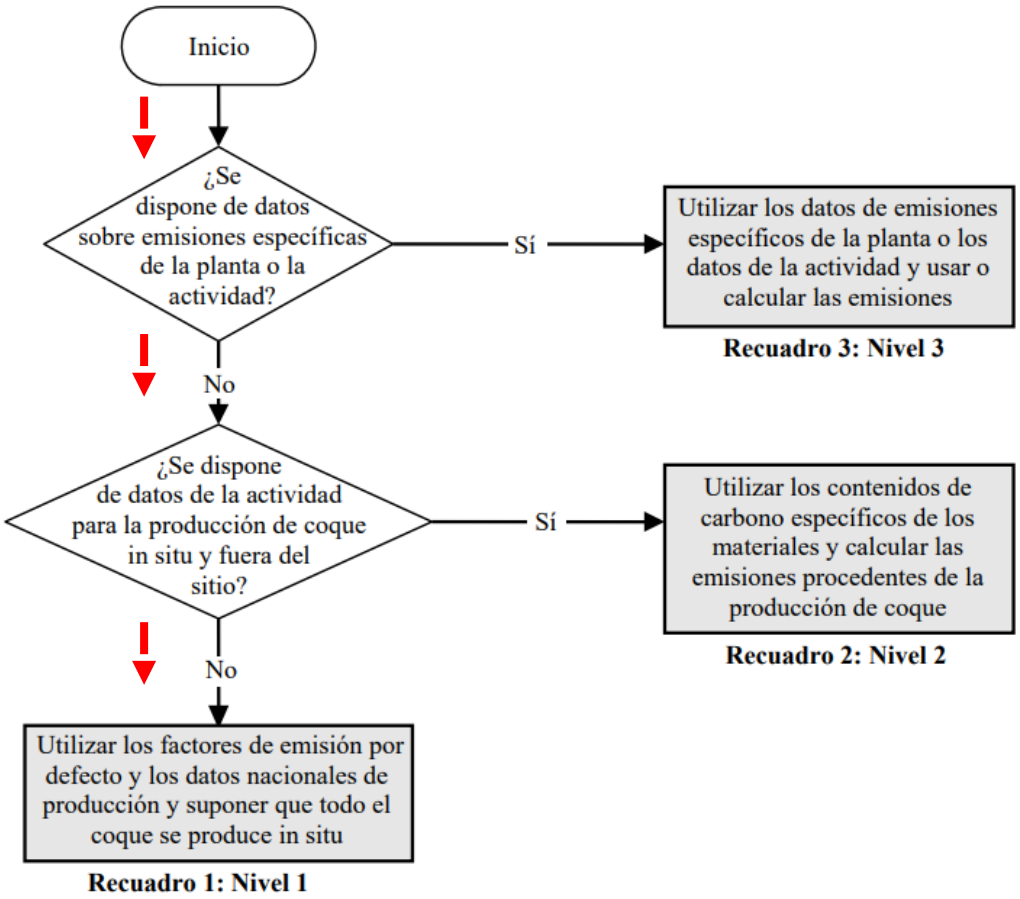
En la categoría "1A1cii - Extracción de petróleo y gas", se aplicó el método de Nivel 2 para el gas natural, y el método de Nivel 1 (contenidos de carbono por defecto) para el petróleo, debido a que no se cuenta con información disponible a nivel nacional sobre el contenido de carbono de este combustible líquido.

En el caso de las emisiones de CH_4 y N_2O, esta categoría no es principal y, debido a que no se cuenta con FE específicos del país, se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría "1A1cii - Extracción de petróleo y gas" y "1A1ciii - Otras industrias de la energía" se realizaron utilizando las ecuaciones 2.1 y 2.2 del Volumen 2 – Capítulo 2 de las Directrices del IPCC de 2006. Mientras que la estimación de la categoría "1A1ci - Manufactura de combustibles sólidos" se calcularon utilizando la ecuación 4.1 del Volumen 3 – Capítulo 4 de las Directrices del IPCC de 2006.

A continuación, se detalla el árbol de decisión utilizado para la estimación de las emisiones de la producción de coque metalúrgico reportadas en la categoría "1A1ci - Manufactura de combustibles sólidos".

Ilustración 17. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A1ci – Estimación de las emisiones de CO_2 generadas por la producción de coque metalúrgico



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Las emisiones de CO_2 y CH_4 de la producción de coque metalúrgico se estiman aplicando el método de Nivel 1, las emisiones se calculan a partir la producción de coque metalúrgico.

Factor de emisión

Se utilizó el FE de CO_2 local para el gas natural distribuido por redes, mientras que para CH_4 y N_2O se aplicaron valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. En el caso de otros combustibles, se utilizaron los valores por defecto de dichas Directrices. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 83. Factores de emisión para la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Gas Natural	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas Natural	tCO_2/tep	2,351	FE local para la República Argentina	Gas Natural de Pozo
FE CO_2 Petróleo	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Petróleo	tCO_2/tep	3,07	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Petróleo
FE CO_2 Gas de fábrica	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas de Fábrica	tCO_2/tep	1,86	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Gas Ácido
FE CO_2 Carbón sub-bituminoso	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Carbón sub-bituminoso	tCO_2/tep	4,02	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Carbón Carbón Mineral
FE CO_2 coque	Factor de emisión de CO_2	tCO_2/tep	0,737	IPCC 2006 – Cuadro 4.1 – Volumen 3 – Capítulo 4. Cambio de unidades	Coque de Carbón Residual
FE CH_4 Gas Natural	Factor de emisión de CH_4 – Gas Natural	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Natural de Pozo
FE CH_4 Petróleo	Factor de emisión de CH_4 – Petróleo	tCH_4/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Petróleo
FE CH_4 Gas de fábrica	Factor de emisión de CH_4 – Gas de Fábrica	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Ácido
FE CH_4 Carbón Sub-bituminoso	Factor de emisión de CH_4 – Carbón Sub-bituminoso	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Carbón Carbón Mineral
FE CH_4 coque	Factor de emisión de CH_4	tCH_4/tep	1,32E-07	IPCC 2006 – Cuadro 4.2 - Volumen 3 – Capítulo 4. Cambio de unidades	Coque de Carbón Residual

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE N_2O Gas Natural	Factor de emisión de N_2O – Gas Natural	tN_2O/tep	0,000004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Natural de Pozo
FE N_2O Petróleo	Factor de emisión de N_2O – Petróleo	tN_2O/tep	0,00003	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Petróleo
FE N_2O Gas de fábrica	Factor de emisión de N_2O – Gas de Fábrica	tN_2O/tep	0,000004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Ácido
FE N_2O Carbón Sub-bituminoso	Factor de emisión de N_2O – Carbón Sub-bituminoso	tN_2O/tep	0,00006	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Carbón Carbón Mineral

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Combustibles sólidos: Entre los años 1990 y 1995 se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de “autoproducción” correspondiente al carbón mineral. A partir del año 1996, se empleó la estadística correspondiente a carbón para “autoproducción” en el Informe Eléctrico Cabe aclarar que el país sólo cuenta con un yacimiento de carbón mineral y los consumos reportados son asociados a dicha actividad. La estadística del Informe Eléctrico se encuentra expresada en unidades de masa, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando el PCI reportado en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades. Se considera la producción de coque metalúrgico informada por la Cámara Argentina del Acero para el período 2008-2022, en base a esta información se estimó la serie histórica 1990 y 2007 de la producción de coque metalúrgico en función de la relación promedio coque/arrabio, este último obtenido de las estadísticas de la CAA. La producción de coque metalúrgico se encuentra expresada en unidades de masa, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando el PCI del Coque de Carbón Residual reportado en el BEN.

Combustibles líquidos: Entre los años 1990 y 1998 se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de “consumo propio” correspondiente al petróleo. A partir del año 1999, se empleó la estadística del “consumo en yacimiento” de petróleo en las Tablas SESCO–US. La estadística de las Tablas SESCO–US se encuentra expresada en volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando el PCI reportado en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Combustibles gaseosos: Entre los años 1990 y 2008 se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de “consumo propio” correspondiente al gas natural de pozo. A partir del año 2009, se empleó la estadística del “consumo en yacimiento”

de gas natural en las Tablas SESCO–US. En el caso del gas ácido, sólo se contó con estadística de "autoproducción" a partir del año 2004 en el Informe Eléctrico. Las estadísticas de las Tablas SESCO–US y el Informe Eléctrico se encuentran expresadas en volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo "Asignación de Combustibles Categoría 1A1 – Industrias de la Energía".

Tabla 84. Fuente de los datos de consumo de combustibles de la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas

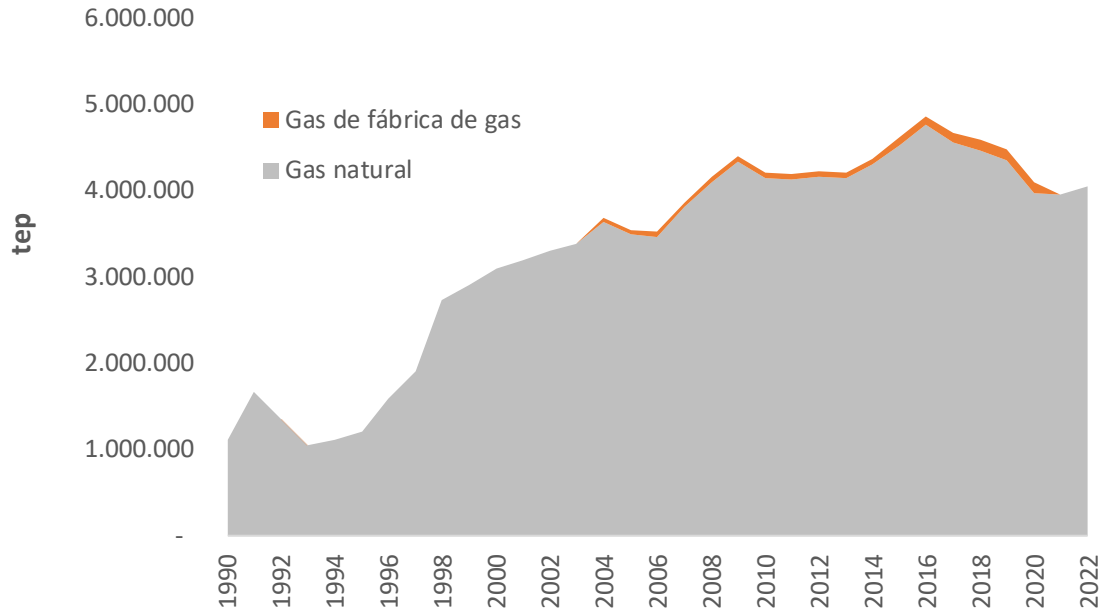
<table>
<tr><th>Año</th><th>Gas natural</th><th>Petróleo crudo</th><th>Gas de fábrica de gas</th><th>Carbón sub-bituminoso</th><th>Coque metalúrgico</th></tr>
<tr><td>1990</td><td rowspan="18">Balance Energético Nacional (SE) – Consumo Propio – Gas Natural de Pozo</td><td rowspan="9">Balance Energético Nacional (SE) – Consumo Propio – Petróleo</td><td rowspan="13">Sin datos</td><td rowspan="5">Balance Energético Nacional (SE) – Autoproducción – Carbón Mineral</td><td rowspan="16">Estimado en base a la relación promedio coque/arrabio</td></tr>
<tr><td>1991</td></tr>
<tr><td>1992</td></tr>
<tr><td>1993</td></tr>
<tr><td>1994</td></tr>
<tr><td>1995</td></tr>
<tr><td>1996</td><td rowspan="19">Informe Eléctrico (SE) – Autoproducción – Carbón</td></tr>
<tr><td>1997</td></tr>
<tr><td>1998</td></tr>
<tr><td>1999</td><td rowspan="19">Tablas SESCO–US (SE) – Consumo en Yacimiento – Petróleo</td></tr>
<tr><td>2000</td></tr>
<tr><td>2001</td></tr>
<tr><td>2002</td></tr>
<tr><td>2003</td></tr>
<tr><td>2004</td><td rowspan="9">Informe Eléctrico (SE) – Autoproducción – Gas Ácido</td></tr>
<tr><td>2005</td></tr>
<tr><td>2006</td></tr>
<tr><td>2007</td></tr>
<tr><td>2008</td></tr>
<tr><td>2009</td><td rowspan="5">Tablas SESCO–US (SE) – Consumo en Yacimiento – Gas Natural de Pozo</td><td rowspan="5">Cámara Argentina del Acero</td></tr>
<tr><td>2010</td></tr>
<tr><td>2011</td></tr>
<tr><td>2012</td></tr>
<tr><td>2013</td></tr>
</table>

Año	Gas natural	Petróleo crudo	Gas de fábrica de gas	Carbón sub-bituminoso	Coque metalúrgico
2014					
2015					
2016					
2017					
2018					
2019					
2020					
2021					
2022					

Fuente: Elaboración propia

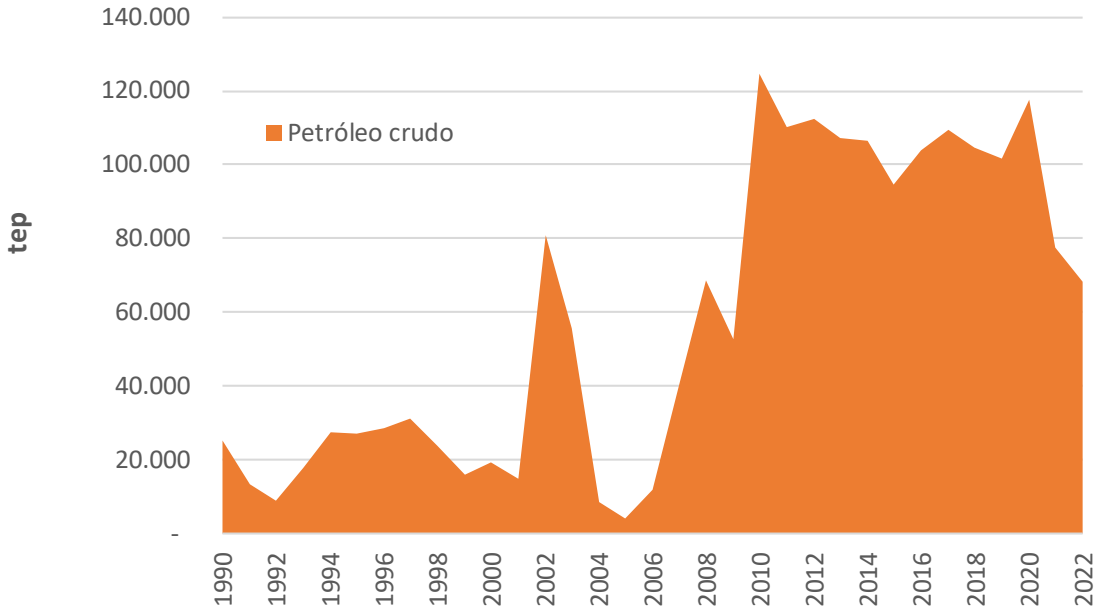
A continuación, se puede observar la tendencia del consumo por tipo de combustible para la serie temporal 1990-2022.

Figura 82. Evolución del consumo de combustibles gaseosos por tipo para la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1990-2022)



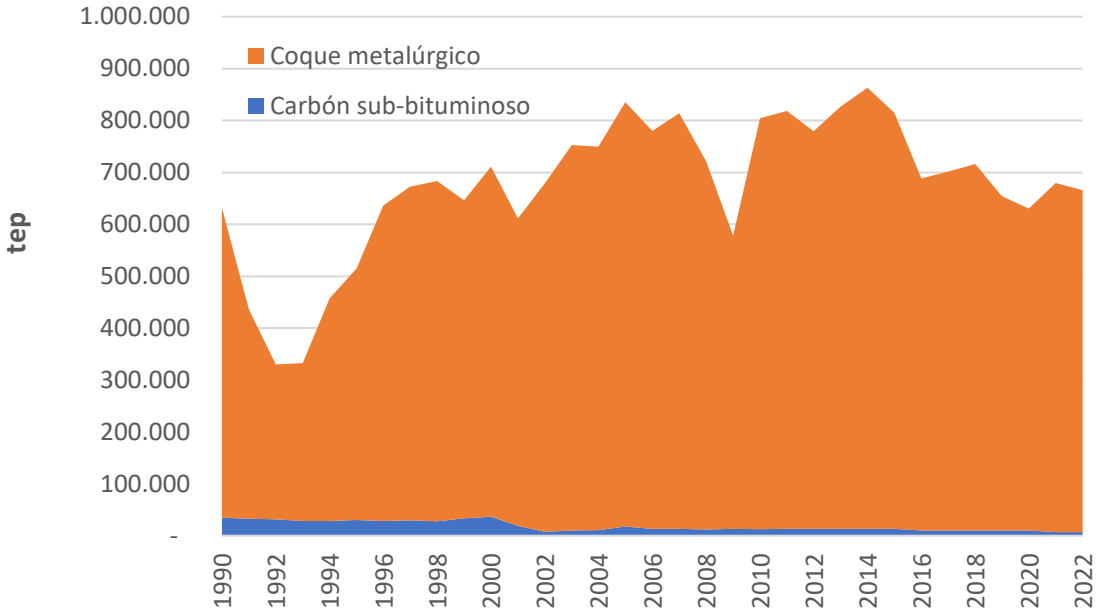
Fuente: Elaboración propia

Figura 83. Evolución del consumo de combustibles líquidos por tipo para la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 84. Evolución del consumo de combustibles sólidos por tipo para la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 85. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
$C_{Gas\ Natural}$	Consumo de Gas Natural	tep	4.044.865	SESCO–US	Gas Natural de Pozo
$C_{Petróleo\ crudo}$	Consumo de Petróleo crudo	tep	68.225	SESCO–US	Petróleo
$C_{Carbón\ Sub-bituminoso}$	Consumo de Carbón Sub-bituminoso	tep	7.372	Informe Eléctrico	Carbón
$C_{Coque\ metalúrgico}$	Consumo de Coque metalúrgico	tep	658.503	Cámara Argentina del Acero	Coque de Carbón Residual

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones provenientes de las industrias de la energía se reporta de manera conjunta.

Tabla 86. Incertidumbre de la categoría 1A1 – Industrias de la Energía (2022)

Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
1%	23,9%	35,7%	1,93E-06%	20,2%	1,5%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006.

Anexo Asignación de Combustibles Categoría 1A1 – Industrias de la Energía

A continuación, se detalla la asignación por categoría de las Directrices del IPCC de 2006, según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado.

Tabla 87. Asignación de consumos de combustibles de la categoría 1A1 – Industrias de la Energía

Base de datos	Combustible según base de datos	Sector según base de datos	Asignación IPCC
Informe Eléctrico	Carbón	Generación de electricidad para la red	1A1a
Informe Eléctrico	Biodiésel	Generación de electricidad para la red	1A1a
Informe Eléctrico	Fuel Oil	Generación de electricidad para la red	1A1a
Informe Eléctrico	Gas Natural	Generación de electricidad para la red	1A1a
Informe Eléctrico	Gasoil	Generación de electricidad para la red	1A1a
BEN	Gas Natural de Pozo	Consumo propio	1A1ciii
BEN	Petróleo	Consumo propio	1A1ciii
BEN	Gas de Refinería	Consumo propio	1A1b
BEN	Gas Licuado	Consumo propio	1A1b
BEN	Otras Naftas	Consumo propio	1A1b
BEN	Motonafta Total	Consumo propio	1A1b
BEN	Diésel Oil + Gas Oil	Consumo propio	1A1b
BEN	Fuel Oil	Consumo propio	1A1b
ENARGAS	Gas Natural	Centrales Eléctricas	1A1a
ENARGAS	Gas Natural	Boca de Pozo	1A1a
ENARGAS	Gas Natural	Destilería	1A1b
ENARGAS	Gas Natural	By Pass Centrales Eléctricas	1A1a
Informe Eléctrico	Carbón	Industria	1A1ciii
Informe Eléctrico	Gas ácido	Industria	1A1ciii
Informe Eléctrico	Gas de cola	Industria	1A1b
Informe Eléctrico	Gas residual	Industria	1A1b
SESCO – US	Gas Natural de Pozo	Consumo en Yacimiento	1A1ciii
CAMMESA	Biodiésel	Generación de electricidad para la red	1A1a
CAMMESA	Carbón mineral	Generación de electricidad para la red	1A1a
CAMMESA	Fuel oil	Generación de electricidad para la red	1A1a

Base de datos	Combustible según base de datos	Sector según base de datos	Asignación IPCC
CAMMESA	Gas Natural	Generación de electricidad para la red	1A1a
CAMMESA	Gas oil	Generación de electricidad para la red	1A1a
SESCO – US	Petróleo	Consumo en Yacimiento	1A1ciii
BEN	Carbón Mineral	Autoproducción	1A1ciii
BEN	Gas de Refinería	Autoproducción	1A1b
CAA	Coque metalúrgico	Manufactura de combustibles sólidos	1A1ci

Fuente: Elaboración propia

Industrias manufactureras y de la construcción (1A2)

Incluye la quema para generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias. Las emisiones deben especificarse por categorías, que se corresponden con las categorías de la Clasificación Industrial Internacional Estándar (ISIC, por sus siglas en inglés). Deben declararse las emisiones de las categorías industriales de la ISIC que consumen más combustible de cada país, como así también, las que son emisoras significativas de contaminantes.

Es categoría principal por nivel para el año 2022 para CO_2 (combustible gaseoso: 5,8%)

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 88. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1A2a	Hierro y acero	Emisiones por combustión en industrias correspondientes al Grupo 271 y Clase 2731 de la Clasificación Industrial Estándar Internacional (ISIC).	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1
1A2b	Metales no ferrosos	Emisiones por combustión en industrias correspondientes al Grupo 272 y Clase 2732 de la ISIC.	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1
1A2c	Productos químicos	Emisiones por combustión en industrias correspondientes a la División 24 de la ISIC.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1A2d	Pulpa, papel e imprenta	Emisiones por combustión en industrias correspondientes a las Divisiones 21 y 22 de la ISIC.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1
1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	Emisiones por combustión en industrias correspondientes a las Divisiones 15 y 16 de la ISIC.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1
1A2f	Minerales no metálicos	Emisiones por combustión en industrias correspondientes a la División 26 de la ISIC. Incluye productos tales como porcelana y cemento, entre otros.	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1
1A2gi	Maquinaria	Incluye productos fabricados con metal, maquinaria y equipos diferentes de los equipos para transporte. Divisiones 28, 29, 30, 31 y 32 de la ISIC.	IE	IE	IE
1A2gii	Equipo de transporte	Emisiones por combustión en industrias correspondientes a las Divisiones 34 y 35 de la ISIC.	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1
1A2giii	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Emisiones por combustión en industrias correspondientes a las divisiones 13 y 14 de la ISIC.	IE	IE	IE
1A2giv	Madera y productos de madera	Emisiones por combustión en industrias correspondientes a la división 20 de la ISIC.	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1
1A2gv	Construcción	Emisiones por combustión en industrias correspondientes a la división 45 de la ISIC.	IE	IE	IE
1A2gvi	Textiles y cuero	Emisiones por combustión en industrias correspondientes a las Divisiones 17, 18 y 19 de la ISIC.	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1
1A2gvii	Todo terreno	Emisiones de quema de Otros transportes, excluyéndose el transporte por tuberías.	IE	IE	IE
1A2gviii	Industria no especificada	Emisiones por combustión en industrias manufactureras o de la construcción no incluidas más arriba o para la que no hay datos disponibles por separado. Incluye la Divisiones 25, 33, 36 y 37 de la ISIC.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

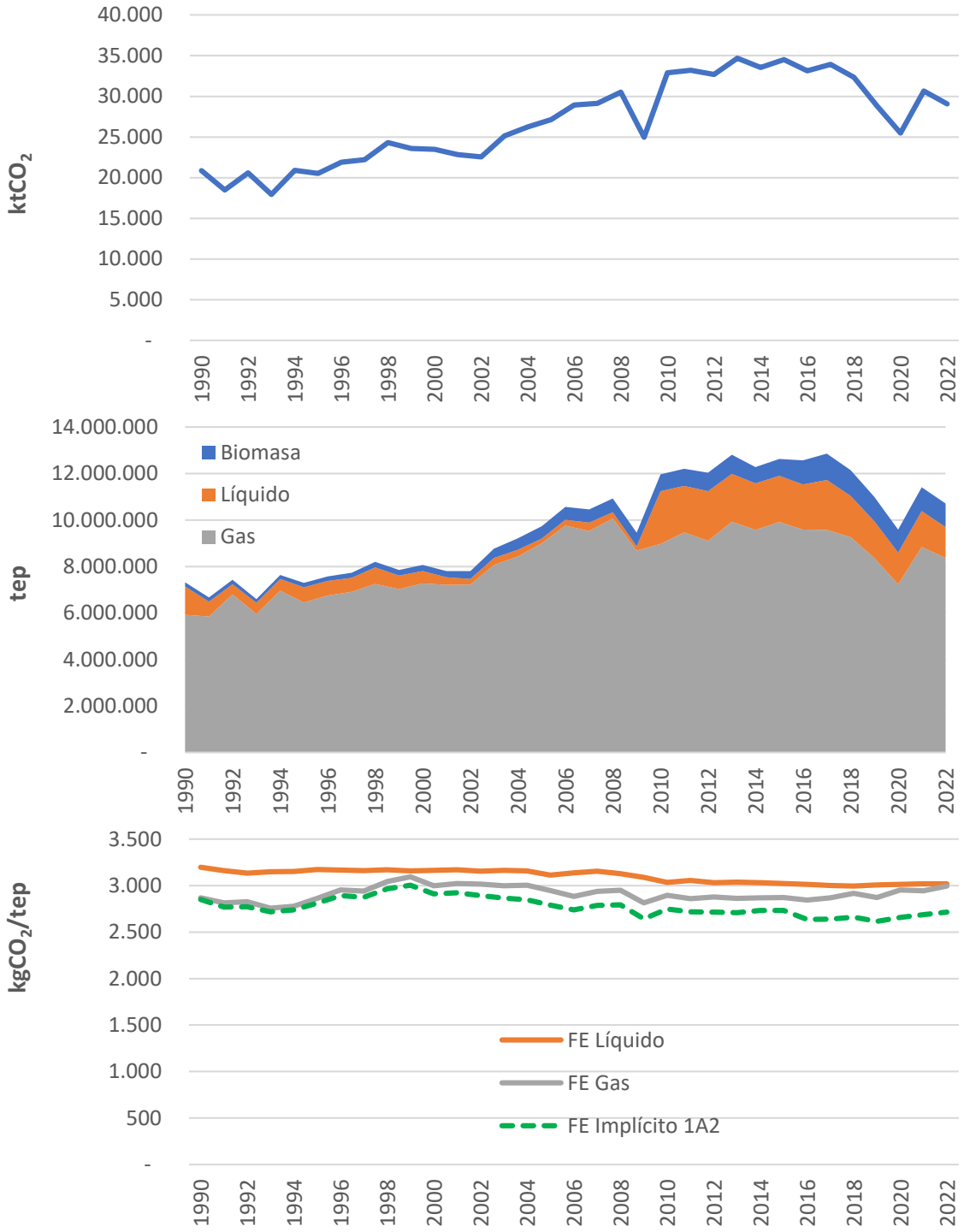
Las categorías “1A2gi – Maquinaria”, “1A2giii – Minería (con excepción de combustibles) y cantería”, y “1A2gv – Construcción” se encuentran estimadas dentro de la categoría “1A2gviii –Industria no especificada”, debido a que no se cuenta con una estadística desagregada del consumo de combustible para dichas actividades productivas.

En el caso de la categoría “1A2gvii – Todo terreno”, no se cuenta con DA desagregados. Los consumos de combustibles se encuentran incluidos junto con los de las categorías “1A3biii – Camiones para servicio pesado y autobuses” y “1A3bv – Otros. Transporte sin especificar”.

Tendencia de las emisiones de GEI

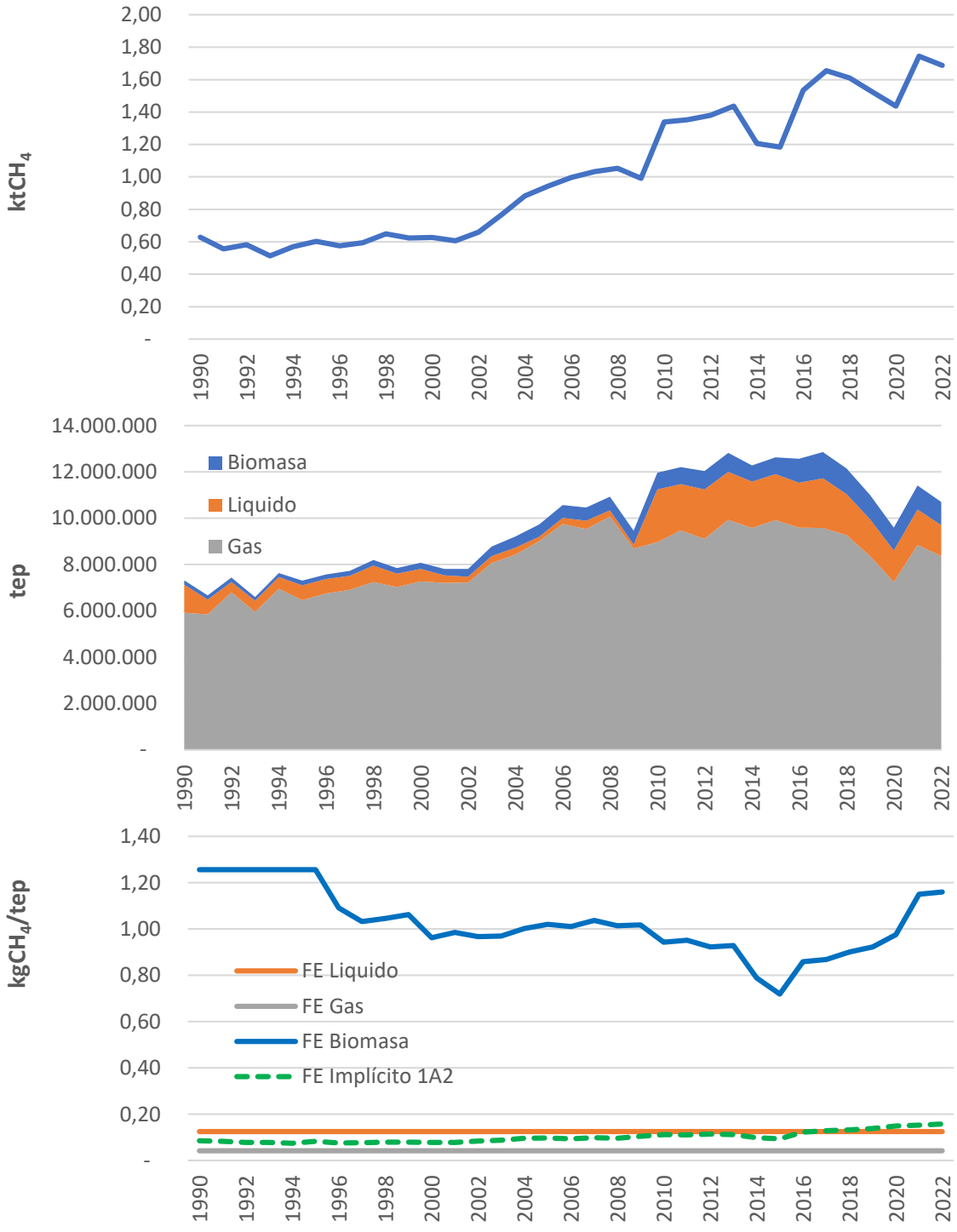
Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones de CO_2 que se corresponde con la evolución de los DA, los cuales tienen una dinámica similar a la de la economía. La disminución de las emisiones en los años 2001-2002 se debe a la crisis económica nacional, y la del año 2009 a la crisis económica internacional. En el caso de los combustibles líquidos, hasta el año 2009 se utilizó el BEN como base de datos y, a partir de 2010, las Tablas SESCO–DS. Dichas tablas tienen una asignación distinta por sectores para los combustibles líquidos derivados de petróleo. En 2020 puede observarse una caída de las emisiones asociada principalmente con el impacto que la pandemia de COVID-19 tuvo sobre la demanda de la energía en la industria. La variación del FE implícito de CO_2, CH_4 y N_2O se debe al cambio en la participación de cada combustible.

Figura 85. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A2 (1990-2022)



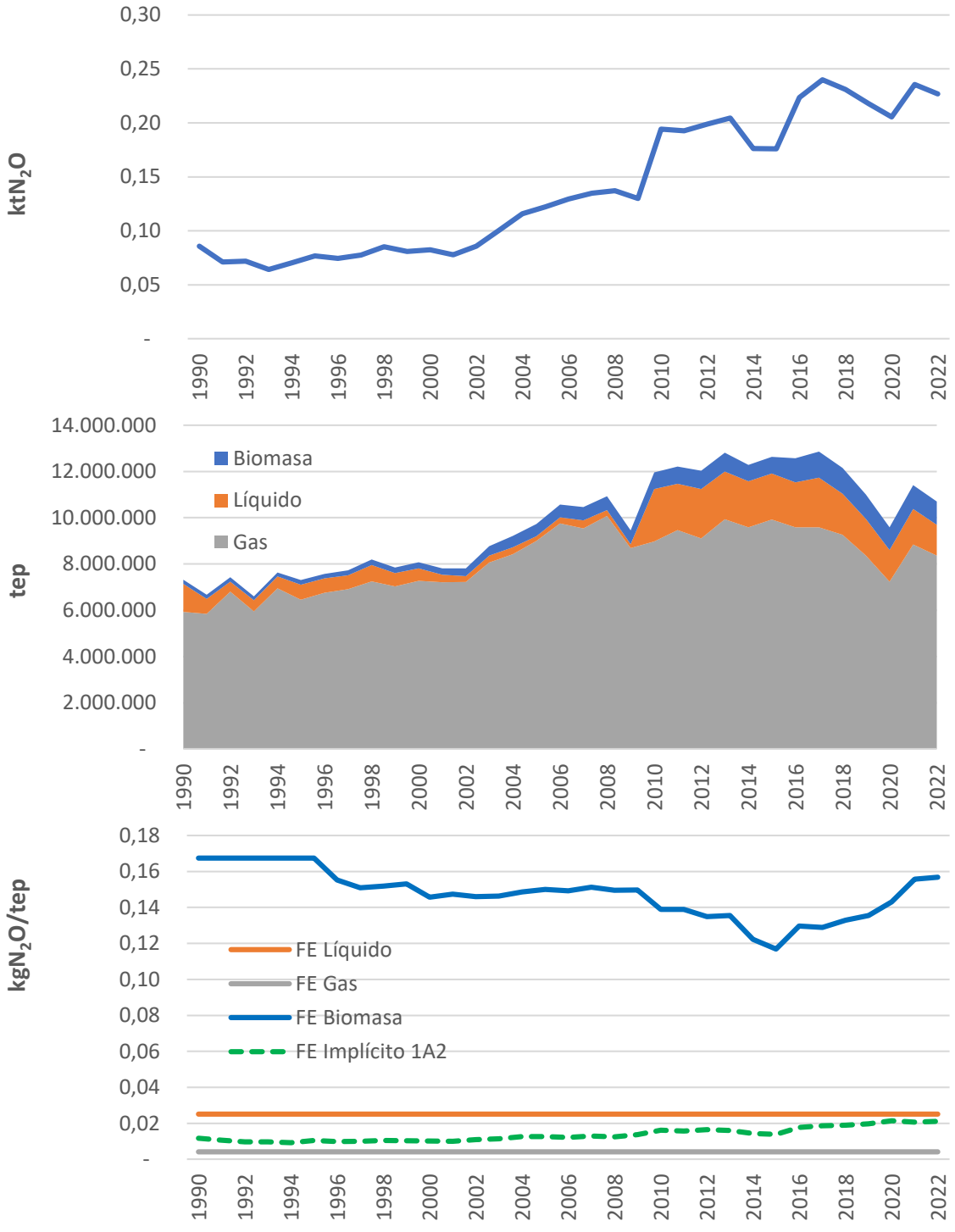
Fuente: Elaboración propia

Figura 86. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A2 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 87. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A2 (1990-2022)

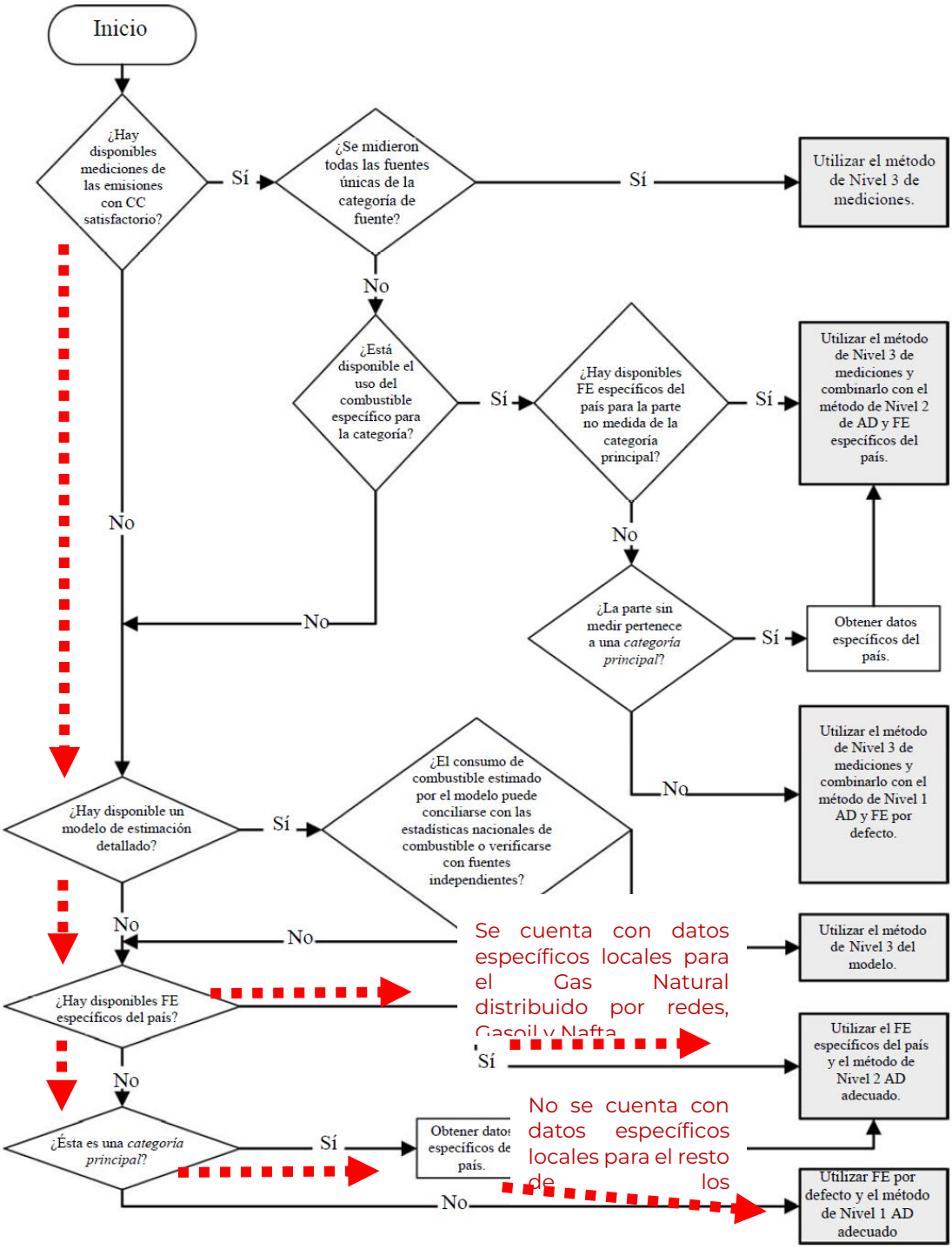


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 18. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el caso de las emisiones de CO_2, como la categoría 1A2 es principal tanto para combustibles líquidos como gaseosos, corresponde recopilar el contenido de carbono de cada combustible específico del país.

Se aplicó el método de Nivel 2, para gas natural distribuido por redes. En el IBT1 se obtuvieron los FE de CO_2 específicos de los combustibles líquidos gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) en el marco del proyecto CBIT Argentina. Se aplicó el método de Nivel 2 y se ajustó la incertidumbre asociada.

En el marco del proyecto CBIT Argentina se identificaron categorías afectadas por doble conteo entre los Sectores Energía y Procesos Industriales y Uso de Productos, como resultado de este trabajo en la serie histórica se dedujeron de la categoría "1A2c - Productos químicos" las emisiones de CO_2 asociadas al consumo total de gas natural (para la combustión y para el proceso) de la producción de metanol y de la producción de amoníaco, ya que éstas se reportan en el Sector PIUP. Cabe aclarar que desde 1990 a 1994 las estadísticas no discriminan los valores de gas distribuido por redes entregado a grandes usuarios por código CIIU (versión en español de ISIC), por lo cual para los años desde 1990 a 1994 dichas emisiones se descuentan de la categoría "1A2gviii – Industria no especificada".

En el caso de las emisiones de CH_4 y N_2O, esta categoría no es principal y, debido a que no se cuenta con FE específicos del país, se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 2.1 y 2.2 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se ha utilizado el FE de CO_2 local para el gas natural distribuido por redes, gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) y se aplicó un promedio de los mismos para el gasoil grado 1 y nafta grado 1, mientras que para CH_4 y N_2O se aplicaron valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. En el caso de otros combustibles, se han utilizado los valores por defecto de dichas Directrices. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 89. Factores de emisión para la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE $CO_{2\ Gas\ Natural}$	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas Natural	tCO_2/tep	2,351	FE local para la República Argentina	Gas Natural

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Gasoil G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 2	tCO_2/tep	2,970	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 2 (Común)
FE CO_2 Gasoil G3	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 3	tCO_2/tep	3,001	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 3 (Ultra)
FE CO_2 Gas/Diésel oil	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas/Diésel Oil	tCO_2/tep	2,985	FE local para la República Argentina (promedio entre el FE Gasoil Grado 2 y Grado 3)	Diésel Oil + Gas Oil Diésel Oil Gasoil Grado 1 (Agrogasoil) Otros Tipos de Gasoil
FE CO_2 Gas de alto horno	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas de alto horno	tCO_2/tep	10,87	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Gas de Alto Horno Gas Alto Horno
FE CO_2 Otra Biomasa Sólida	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Otra Biomasa Sólida	tCO_2/tep	4,19	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Aserrín Quebr. Bagazo Cascara Girasol, Algodón, Soja, Tung Marlo de Maíz Médula de Bagazo Otros primarios
FE CO_2 Gasolina para motores	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasolina para motores	tCO_2/tep	2,998	FE local para la República Argentina (promedio entre el FE Nafta Grado 2 y Grado 3)	Nafta Grado 1 (Común) Otros Tipos de Naftas
FE CO_2 Nafta G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Nafta Grado 2	tCO_2/tep	3,014	FE local para la República Argentina	Nafta Grado 2 (Súper)
FE CO_2 Nafta G3	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Nafta Grado 3	tCO_2/tep	2,983	FE local para la República Argentina	Nafta Grado 3 (Ultra)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Madera/Desechos de Madera	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Madera/ Desechos de Madera	tCO_2/tep	4,68	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Leña
FE CO_2 Fuelóleo residual	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Fuelóleo residual	tCO_2/tep	3,24	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO
FE CO_2 Gases Licuados de Petróleo	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gases Licuados de Petróleo	tCO_2/tep	2,64	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Gas Licuado
FE CO_2 Lejía de sulfito	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Lejía de sulfito	tCO_2/tep	3,99	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Licor Negro
FE CO_2 Gas de horno de coque	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas de horno de coque	tCO_2/tep	1,86	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Gas Coque Gas de Coquería
FE CO_2 Otro queroseno	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Otro queroseno	tCO_2/tep	3,01	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Kerosene
FE CO_2 Biodiésel FE CO_2 Biogasolina	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Biodiésel y Biogasolina	tCO_2/tep	2,96	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Según combustible – Cambio de unidades	Biodiésel Oleína Bioetanol
FE CO_2 Otro biogás	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Otro biogás	tCO_2/tep	2,29	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Biogás

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CH_4 Gas Natural FE CH_4 Gases Licuados de Petróleo FE CH_4 Gas de alto horno FE CH_4 Gas de horno de coque FE CH_4 Otro biogás	Factor de emisión de CH_4 – Gas Natural, Gases Licuados de Petróleo, Gas de alto horno, Gas de horno de coque y Otro biogás	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.3 – Industrias manufactureras y de la construcción – Según combustible – Cambio de unidades	Gas Natural Gas Licuado Gas de Alto Horno Gas Alto Horno Gas Coque Gas de Coquería Biogás
FE CH_4 Biodiésel FE CH_4 Biogasolina FE CH_4 Fuelóleo Residual FE CH_4 Gas/Diésel Oil FE CH_4 Lejía de Sulfito FE CH_4 Otro queroseno FE CH_4 Gasolina para motores	Factor de emisión de CH_4 – Biodiésel, Biogasolina, Fuelóleo Residual, Gas Diésel/Oil, Lejía de Sulfito, Otro queroseno y Gasolina para motores	tCH_4/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 2.3 – Industrias manufactureras y de la construcción – Según combustible – Cambio de unidades	Biodiésel Oleína Bioetanol Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO Diésel Oil + Gas Oil Diésel Oil Gasoil Grado 1 (Agrogasoil) Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil Licor Negro Kerosene Nafta Grado 1 (Común) Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Naftas
FE CH_4 Madera/Desechos de Madera FE CH_4 Otra Biomasa Sólida	Factor de emisión de CH_4 – Madera/ Desechos de Madera y Otra Biomasa Sólida	tCH_4/tep	0,00126	IPCC 2006 – Cuadro 2.3 – Industrias manufactureras y de la construcción – Según combustible – Cambio de unidades	Leña Aserrín Quebr. Bagazo Cascara Girasol, Algodón, Soja, Tung Marlo de Maíz Médula de Bagazo Otros primarios

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE N_2O Gas Natural FE N_2O Gases Licuados de Petróleo FE N_2O Gas de alto horno FE N_2O Gas de horno de coque FE N_2O Otro biogás	Factor de emisión de N_2O – Gas Natural, Gases Licuados de Petróleo, Gas de alto horno, Gas de horno de coque y Otro biogás	tN_2O/tep	0,000004	IPCC 2006 – Cuadro 2.3 – Industrias manufactureras y de la construcción – Según combustible – Cambio de unidades	Gas Natural Gas Licuado Gas de Alto Horno Gas Alto Horno Gas Coque Gas de Coquería Biogás
FE N_2O Biodiésel FE N_2O Biogasolinal FE N_2O Fuelóleo Residual FE N_2O Gas/Diésel Oil FE N_2O Otro queroseno FE N_2O Gasolina para motores	Factor de emisión de N_2O – Biodiésel, Biogasolina, Fuelóleo Residual, Gas/ Diésel Oil, Otro queroseno y Gasolina para motores	tN_2O/tep	0,000025	IPCC 2006 – Cuadro 2.3 – Industrias manufactureras y de la construcción – Según combustible – Cambio de unidades	Biodiésel Oleína Biogasolina Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO Diésel Oil + Gas Oil Diésel Oil Gasoil Grado 1 (Agrogasoil) Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil Kerosene Nafta Grado 1 (Común) Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Naftas
FE N_2O Lejía de Sulfito	Factor de emisión de N_2O – Lejía de Sulfito	tN_2O/tep	0,000084	IPCC 2006 – Cuadro 2.3 – Industrias manufactureras y de la construcción – Cambio de unidades	Licor Negro

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE N_2O Madera/Desechos de Madera FE N_2O Otra Biomasa Sólida	Factor de emisión de N_2O – Madera/ Desechos de Madera y Otra Biomasa Sólida	tN_2O/tep	0,000167	IPCC 2006 – Cuadro 2.3 – Industrias manufactureras y de la construcción – Según combustible – Cambio de unidades	Leña Aserrín Quebr. Bagazo Cascara Girasol, Algodón, Soja, Tung Marlo de Maíz Médula de Bagazo Otros primarios

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Combustibles líquidos: Entre los años 1990 y 1995 se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de "autoproducción" y "consumo final industria" para los combustibles diésel oil + gas oil y fuel oil. Durante el período 1996-2009 se mantuvo el BEN como base de datos reportados como "consumo final industria" para dichos combustibles. A partir del año 2010 se utilizó la estadística de las Tablas SESCO–DS, que contiene los valores comercializados por sector de consumo para diésel oil, fueloil, gasoil grado 1 (agrogasoil), gasoil grado 2 (común), gasoil grado 3 (ultra), kerosene, mezclas IFO, nafta grado 1 (común), nafta grado 2 (súper), nafta grado 3 (ultra), otros tipos de gasoil y otros tipos de naftas. Cabe aclarar que los consumos de gasoil grado 2, gasoil grado 3, nafta grado 2 y nafta grado 3 se reportan con el corte obligatorio de biocombustibles incluido (vigente a partir del año 2010), por lo cual se debió estimar el valor correspondiente a combustibles fósiles mediante la resta de los biocombustibles incluidos en la mezcla. La estadística de las Tablas SESCO se encuentra expresada en unidades de volumen o masa, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Combustibles gaseosos: Entre los años 1990 y 1992 se consideraron los consumos de gas natural informados por los Anuarios de combustibles con destino industria. A partir del año 1993 se utilizaron los datos operativos de ENARGAS. Cabe aclarar que a partir de 1995 se reportan los valores de gas distribuido por redes entregado a grandes usuarios por código CIIU (versión en español de ISIC), por lo cual se han asignado los consumos a las industrias correspondientes. En los casos en donde el consumo no se pudo asignar, se incluyó dicho consumo dentro de la categoría "1A2gviii – Industria no especificada". Se re imputa el ajuste CAMMESA/ENARGAS a la categoría 1A2gviii, ya que durante dicho período se evidencia un aumento significativo en la entrega de gas natural a la categoría "Industria no especificada" I.10.05.a (ENARGAS). Se asume que lo "entregado" es igual a lo consumido en el año de inventario. Respecto del resto de los combustibles gaseosos (gas de alto horno, gas de horno de coque y gases licuados de petróleo) se utilizó el BEN como base de datos para el período 1990-1995, reportados como "consumo propio", "autoproducción" y "consumo final industria". A partir del año 1996, se utilizó la estadística de "autoproducción" del Informe Eléctrico, manteniéndose el BEN como base de datos reportados como "consumo propio" y "consumo final industria". Las

estadísticas del Anuario de combustibles, ENARGAS y el Informe Eléctrico se encuentran expresadas en volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Combustibles biomásicos: Entre los años 1990 y 1995 se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de "autoproducción" para los combustibles leña, bagazo y otros primarios. A partir del año 1996, se utilizó la estadística de "autoproducción" del Informe Eléctrico para los combustibles leña, aserrín, bagazo, cáscaras, marlo de maíz, médula de bagazo, biogás, licor negro y oleína (que no se encuentra contemplada en el IPCC y se asumió con características similares al biodiesel). A partir del año 2010, el consumo de biocombustibles es reportado en las Estadísticas de biodiésel y bioetanol de forma agregada para todo el país. Para estimar los consumos asignados a industria se consideró la desagregación reportada en las Tablas SESCO–DS para el consumo de combustibles cortados. Respecto de los consumos de leña, para el período 1990-2022, se utilizaron las estadísticas forestales correspondientes a extracción de bosque nativo del PNEF y de bosque cultivado de la DNDFI, los cuales se asignaron a consumos industriales según los porcentajes definidos en el BEN. Las estadísticas forestales, de biodiésel y bioetanol, el Informe Eléctrico y las Tablas SESCO se encuentran expresadas en unidades de volumen o masa, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Para más detalles sobre la metodología de cálculo empleada en el caso de los combustibles cortados con biocombustibles, ver el Anexo "Asignación de biodiésel" y el Anexo "Asignación de biogasolina (Bioetanol)".

Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo "Asignación de Combustibles Categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción".

Tabla 90. Fuente de los datos de consumos de combustibles de la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción

<table>
<tr><th>Año</th><th>Gas natural</th><th>Gas de alto horno</th><th>Gas de horno de coque</th><th>Gases licuados de petróleo</th><th>Gas/ Diésel oil</th><th>Fuelóleo residual</th><th>Gasolina para motores</th></tr>
<tr><td>1990</td><td rowspan="3">Anuario Combustibles (SE) – Industria</td><td rowspan="6">BEN (SE) – Consumo Propio y Autoproducción</td><td rowspan="6">BEN (SE) – Consumo Propio y Autoproducción</td><td rowspan="7">BEN (SE) – Consumo Final Industria</td><td rowspan="6">BEN (SE) – Autoproducción</td><td rowspan="6">BEN (SE) – Consumo Final Industria y Autoproducción</td><td rowspan="7">Sin datos</td></tr>
<tr><td>1991</td></tr>
<tr><td>1992</td></tr>
<tr><td>1993</td><td rowspan="4">ENARGAS – Datos operativos – Por tipo de industria</td></tr>
<tr><td>1994</td></tr>
<tr><td>1995</td></tr>
<tr><td>1996</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Año	Gas natural	Gas de alto horno	Gas de horno de coque	Gases licuados de petróleo	Gas/ Diésel oil	Fuelóleo residual	Gasolina para motores
1997							
1998							
1999							
2000							
2001							
2002							
2003					BEN (SE) – Industria	BEN (SE) – Consumo Final Industria	
2004							
2005							
2006							
2007							
2008		Informe Eléctrico (SE) – Autoproducción BEN (SE) – Consumo propio	Informe Eléctrico (SE) – Autoproducción BEN (SE) – Consumo propio				
2009							
2010							
2011							
2012							
2013							
2014				Informe Eléctrico (SE) – Autoproducción BEN (SE) – Consumo Final Industria	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Ajustado por corte Biodiésel	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Ajustado por corte Bioetanol
2015							
2016							
2017							
2018							
2019							
2020							
2021							
2022							

Fuente: Elaboración propia

Tabla 91. Fuente de los datos consumos de combustibles 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción (cont.)

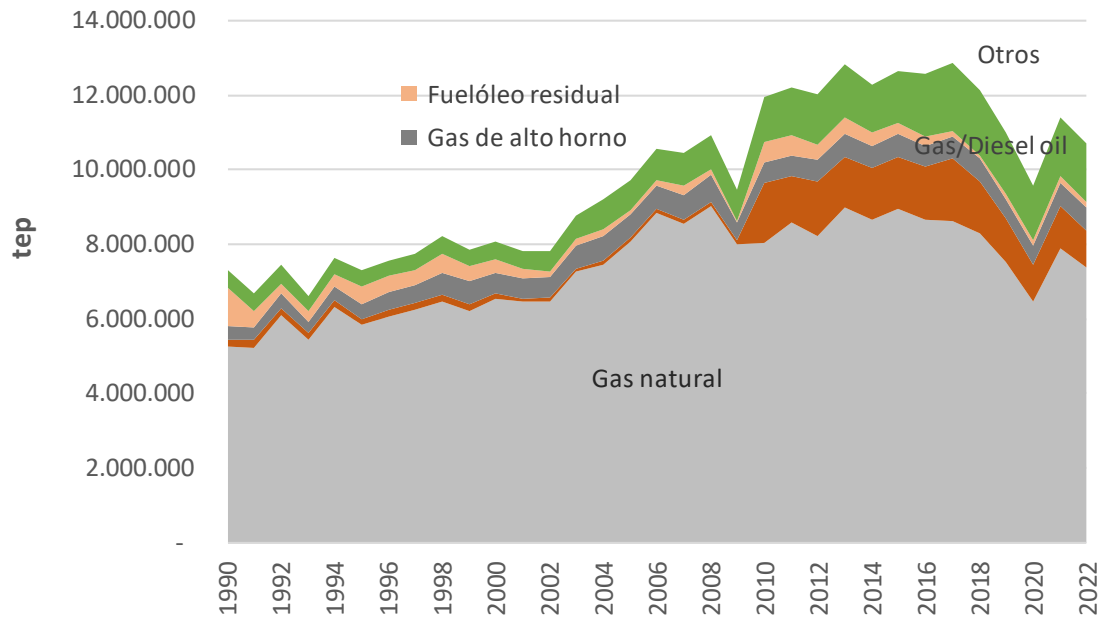
<table>
<tr><th>Año</th><th>Otro queroseno</th><th>Biodiésel y Biogasolina</th><th>Madera/ Desechos de madera</th><th>Otra biomasa sólida primaria, Lejía de sulfito y Oleína</th><th>Otro biogás</th></tr>
<tr><td>1990</td><td rowspan="18">Sin datos</td><td rowspan="18">Sin consumo</td><td rowspan="7">BEN (SE) – Autoproducción
Estadística forestal extracción Bosque Nativo (PNEF – SSAmb) y Bosque Cultivado (ex DNDFI – SAGyP)</td><td rowspan="7">BEN (SE) – Autoproducción</td><td rowspan="7">Sin datos</td></tr>
<tr><td>1991</td></tr>
<tr><td>1992</td></tr>
<tr><td>1993</td></tr>
<tr><td>1994</td></tr>
<tr><td>1995</td></tr>
<tr><td>1996</td></tr>
<tr><td>1997</td><td rowspan="20">Informe Eléctrico (SE) – Autoproducción
Estadística forestal extracción Bosque Nativo (PNEF – SSAmb) y Bosque Cultivado (ex DNDFI – SAGyP)</td><td rowspan="20">Informe Eléctrico (SE) – Autoproducción – Sólo hay valores de Oleína para el año 1996</td><td rowspan="20">Informe Eléctrico (SE) – Autoproduccción</td></tr>
<tr><td>1998</td></tr>
<tr><td>1999</td></tr>
<tr><td>2000</td></tr>
<tr><td>2001</td></tr>
<tr><td>2002</td></tr>
<tr><td>2003</td></tr>
<tr><td>2004</td></tr>
<tr><td>2005</td></tr>
<tr><td>2006</td></tr>
<tr><td>2007</td></tr>
<tr><td>2008</td></tr>
<tr><td>2009</td></tr>
<tr><td>2010</td><td rowspan="13">Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector</td><td rowspan="13">Estadísticas de Biocombustibles (SE) – Ventas al mercado interno de Biodiésel y Ventas totales de Bioetanol</td></tr>
<tr><td>2011</td></tr>
<tr><td>2012</td></tr>
<tr><td>2013</td></tr>
<tr><td>2014</td></tr>
<tr><td>2015</td></tr>
<tr><td>2016</td></tr>
<tr><td>2017</td></tr>
<tr><td>2018</td></tr>
<tr><td>2019</td></tr>
<tr><td>2020</td></tr>
<tr><td>2021</td></tr>
<tr><td>2022</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede observar la tendencia del consumo por tipo de combustible para la serie temporal 1990-2022. La misma tiene un comportamiento

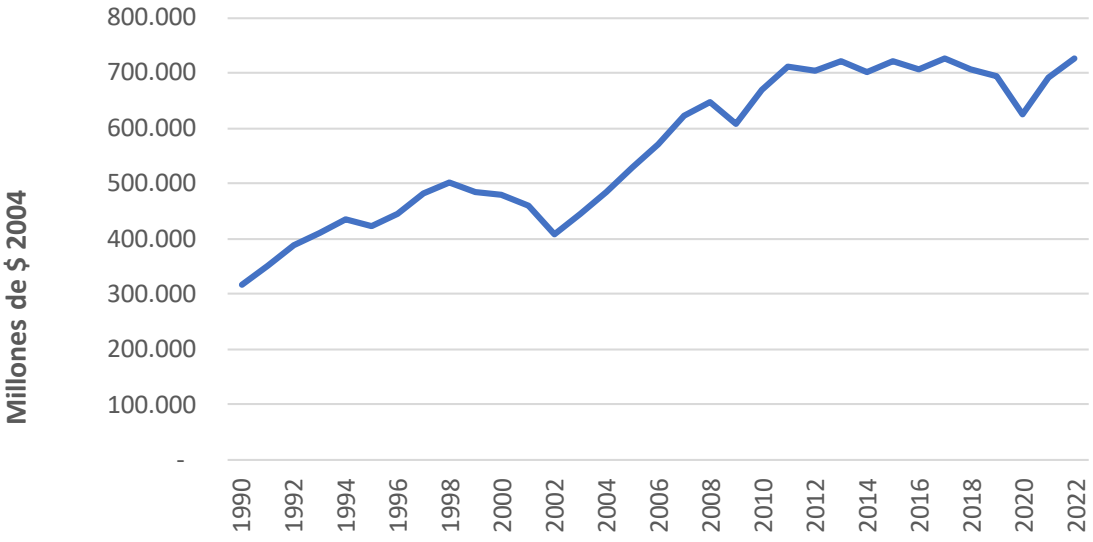
similar al crecimiento económico (PIB). El principal combustible utilizado a nivel nacional es el gas natural. Dentro del agrupamiento “Otros” se incluyen los siguientes combustibles: madera/desechos de madera, gases licuados de petróleo, otra biomasa sólida primaria, gas de horno de coque, lejía de sulfito, gasolina para motores, otro queroseno, biodiésel, biogasolina, otro biogás y oleína.

Figura 88. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 89. Evolución del Producto Interno Bruto (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 92. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
C $_{Gas\ Natural}$	Consumo de Gas natural	tep	7.371.837	ENARGAS	Gas Natural
C $_{Gas/Diésel\ oil}$	Consumo de Gas/Diésel oil	tep	Gasoil G2: 773.146 Gasoil G3: 212.076 Otros tipos: 177	Tablas SESCO–DS	Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros tipos de gasoil
C $_{Gas\ de\ alto\ horno}$	Consumo de Gas de alto horno	tep	630.862	Informe Eléctrico – Autoproducción BEN – Consumo propio	Gas Alto Horno Gas de Alto Horno
C $_{Otra\ biomasa\ sólida\ primaria}$	Consumo de Otra biomasa sólida primaria	tep	540.413	Informe Eléctrico – Autoproducción	Bagazo Cascara girasol
C $_{Gasolina\ para\ motores}$	Consumo de Gasolina para motores	tep	Nafta G2: 78.056 Nafta G3: 10.652 Otras naftas: 54.519	Tablas SESCO–DS	Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra) Otros tipos de naftas
C $_{Madera/\ Desechos\ de\ madera}$	Consumo de Madera/ Desechos de madera	tep	382.488	PNEF DNDFI Informe Eléctrico – Autoproducción	Leña
C $_{Fuelóleo\ residual}$	Consumo de Fuelóleo residual	tep	197.820	Tablas SESCO–DS	Fueloil Mezclas IFO
C $_{Gases\ licuados\ de\ petróleo}$	Consumo de Gases licuados de petróleo	tep	238.040	Informe Eléctrico – Autoproducción BEN – Consumo Industria	Gas Licuado
C $_{Lejía\ de\ sulfito}$	Consumo de Lejía de sulfito (licor negro)	tep	26.889	Informe Eléctrico – Autoproducción	Licor Negro
C $_{Gas\ de\ horno\ de\ coque}$	Consumo de Gas de horno de coque	tep	124.495	Informe Eléctrico – Autoproducción BEN – Consumo propio	Gas coque Gas de coquería

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
$C_{Otro\ queroseno}$	Consumo de Otro queroseno	tep	3.199	Tablas SESCO–DS	Kerosene
$C_{Biodiésel}$	Consumo de Biodiésel	tep	51.935	Estadísticas de Biocombustibles	Biodiésel
$C_{Biogasolina}$	Consumo de Biogasolina	tep	7.646	Estadísticas de Biocombustibles	Bioetanol

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 93. Incertidumbre de la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción (2022)

Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3,3%	28,8%	28,5%	5,18E-06%	10,2%	0,3%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006.

Anexo Asignación de Combustibles Categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción

A continuación, se detalla la asignación por categoría de las Directrices del IPCC de 2006, según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado.

Tabla 94. Asignación de consumos de combustibles de la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción

Base de datos	Combustible según base de datos	Sector según base de datos	Asignación IPCC
SESCO – DS	Diésel Oil	Industrias Petroquímicas	1A2c
SESCO – DS	Diésel Oil	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Diésel Oil	S/N	1A2gviii
SESCO – DS	Fueloil	Al Público	1A2gviii
SESCO – DS	Fueloil	Industrias Petroquímicas	1A2c
SESCO – DS	Fueloil	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Fueloil	S/N	1A2gviii
SESCO – DS	Gasoil Grado 1 (Agrogasoil)	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	Industrias Petroquímicas	1A2c
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	S/N	1A2gviii
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	Industrias Petroquímicas	1A2c
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Kerosene	Industrias Petroquímicas	1A2c
SESCO – DS	Kerosene	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Kerosene	S/N	1A2gviii
SESCO – DS	Mezclas IFO	Al Público	1A2gviii
SESCO – DS	Mezclas IFO	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Mezclas IFO	S/N	1A2gviii
SESCO – DS	Nafta Grado 1 (Común)	Industrias Petroquímicas	1A2c
SESCO – DS	Nafta Grado 1 (Común)	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	Industrias Petroquímicas	1A2c
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Nafta Grado 3 (Ultra)	Industrias Petroquímicas	1A2c
SESCO – DS	Nafta Grado 3 (Ultra)	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Otros Tipos de Gasoil	Al Público	1A2gviii
SESCO – DS	Otros Tipos de Gasoil	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Otros Tipos de Naftas	Al Público	1A2gviii

Base de datos	Combustible según base de datos	Sector según base de datos	Asignación IPCC
SESCO – DS	Otros Tipos de Naftas	Industrias Petroquímicas	1A2c
SESCO – DS	Otros Tipos de Naftas	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Otros Tipos de Naftas	S/N	1A2gviii
BEN	Gas Licuado	Industria	1A2gviii
BEN	Gas de Coquería	Consumo Propio	1A2a
BEN	Gas de Alto Horno	Consumo Propio	1A2a
ENARGAS	Gas Natural	Aceitera	1A2e
ENARGAS	Gas Natural	Alimenticia	1A2e
ENARGAS	Gas Natural	Automotriz	1A2gii
ENARGAS	Gas Natural	Bebidas	1A2e
ENARGAS	Gas Natural	Caucho y Plástico	1A2gviii
ENARGAS	Gas Natural	Celulósica y Papelera	1A2d
ENARGAS	Gas Natural	Cementera	1A2f
ENARGAS	Gas Natural	Cerámica	1A2f
ENARGAS	Gas Natural	Cristalería	1A2f
ENARGAS	Gas Natural	Cuero	1A2gvi
ENARGAS	Gas Natural	Frigorífica	1A2e
ENARGAS	Gas Natural	Maderera	1A2giv
ENARGAS	Gas Natural	Metalúrgica Ferrosa	1A2a
ENARGAS	Gas Natural	Metalúrgica No Ferrosa	1A2b
ENARGAS	Gas Natural	Petroquímica	1A2c
ENARGAS	Gas Natural	Siderurgia	1A2a
ENARGAS	Gas Natural	Textil	1A2gvi
ENARGAS	Gas Natural	Otras Industrias	1A2gviii
ENARGAS	Gas Natural	Química	1A2c
ENARGAS	Gas Natural	Industria No especificada	1A2gviii
ENARGAS	Gas Natural	By Pass Industria	1A2gviii
ENARGAS	Gas Natural	Ajuste CAMMESA	1A2gviii
Informe Eléctrico	Aserrín Quebr.	Industria	1A2gviii
Informe Eléctrico	Bagazo	Industria	1A2e
Informe Eléctrico	biogás	Industria	1A2gviii
Informe Eléctrico	Cascara Girasol	Industria	1A2e
Informe Eléctrico	Cascara Algodón	Industria	1A2e
Informe Eléctrico	Cascara Soja	Industria	1A2e

Base de datos	Combustible según base de datos	Sector según base de datos	Asignación IPCC
Informe Eléctrico	Cascara Tung	Industria	1A2e
Informe Eléctrico	Gas Coque	Industria	1A2a
Informe Eléctrico	Gas Alto Horno	Industria	1A2a
Informe Eléctrico	Gas Licuado	Industria	1A2gviii
Informe Eléctrico	Leña	Industria	1A2gviii
Informe Eléctrico	Licor Negro	Industria	1A2d
Informe Eléctrico	Marlo de Maíz	Industria	1A2e
Informe Eléctrico	Medula de Bagazo	Industria	1A2e
Informe Eléctrico	Oleína	Industria	1A2e
Biocombustibles	Biodiésel	Otras Empresas	1A2gviii
Biocombustibles	Biodiésel	S/N	1A2gviii
Biocombustibles	Bioetanol	Industrias Petroquímicas	1A2c
Biocombustibles	Bioetanol	Otras Empresas	1A2gviii
SESCO – DS	Mezclas IFO	Industrias Petroquímicas	1A2c
PNEF – SAyDS	Leña	Industria	1A2gviii
SSDFI – Agro	Leña	Industria	1A2gviii
BEN	Diésel Oil + Gas Oil	Industria	1A2gviii
BEN	Fuel Oil	Industria	1A2gviii
BEN	Leña	Autoproducción	1A2gviii
BEN	Bagazo	Autoproducción	1A2e
BEN	Otros Primarios	Autoproducción	1A2gviii
BEN	Diésel Oil + Gas Oil	Autoproducción	1A2gviii
BEN	Fuel Oil	Autoproducción	1A2gviii
BEN	Gas de Coquería	Autoproducción	1A2a
BEN	Gas de Alto Horno	Autoproducción	1A2a
Anuario	Gas Natural	Entregado a Otros consumidores	1A2gviii
Anuario	Gas Natural	Industrial	1A2gviii

Fuente: Elaboración propia

Transporte (1A3)

Incluye emisiones por quema y evaporación de combustible para todas las actividades de transporte, independientemente del sector especificado por las categorías que se presentan a continuación. Deben excluirse las emisiones de combustible vendido a cualquier aeronave o nave marítima dedicada al transporte internacional.

1A3a – Aviación de cabotaje

No es categoría principal por nivel para el año 2022 para CO_2.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 95. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A3a – Aviación de cabotaje

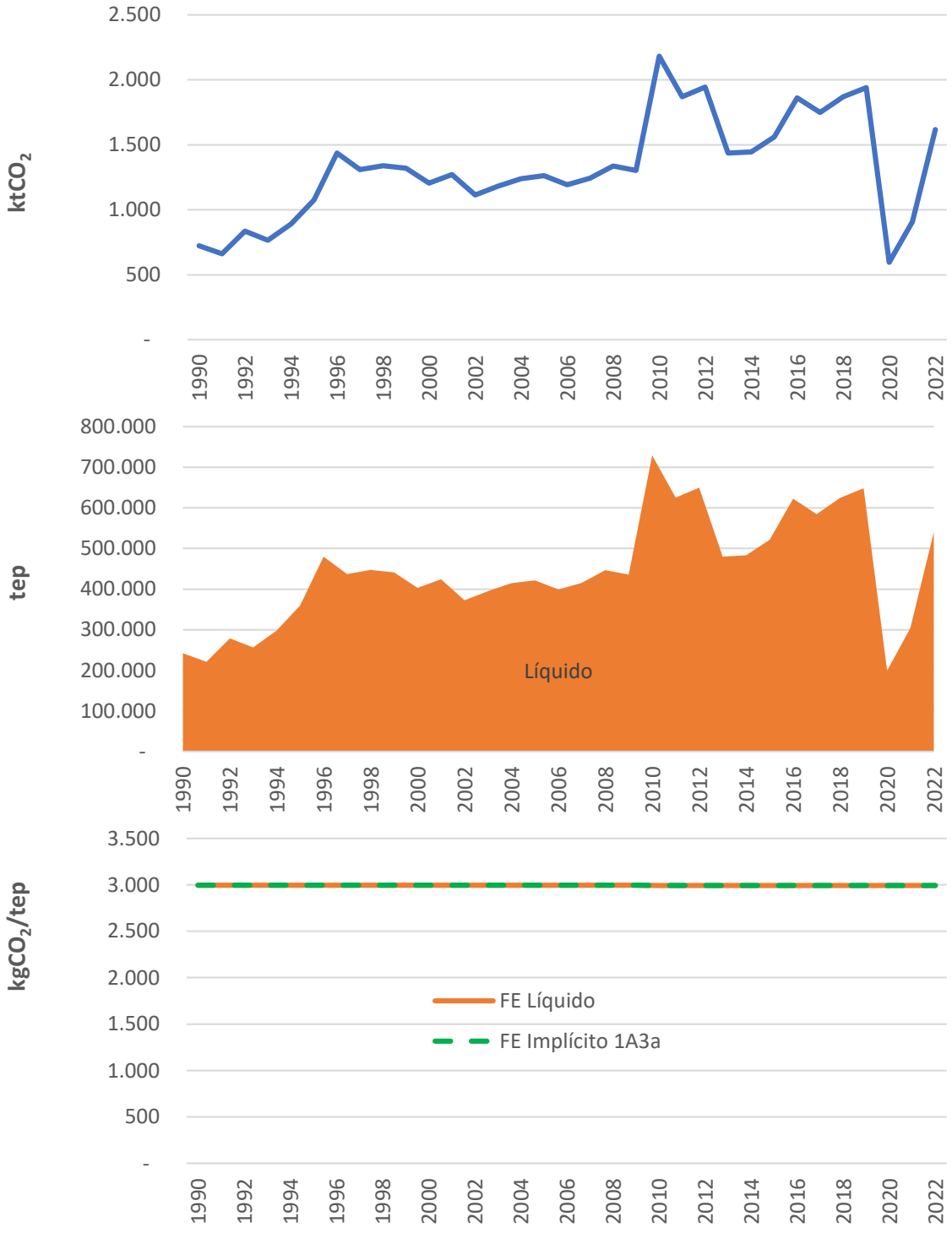
Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1A3a	Aviación de cabotaje	Emisiones de tráfico civil de cabotaje de pasajeros y de carga que aterriza y llega al mismo país (vuelos comerciales, privados, agrícolas, etc.), incluyendo despegues y aterrizajes para estas etapas de vuelo. Excluye los vuelos militares.	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

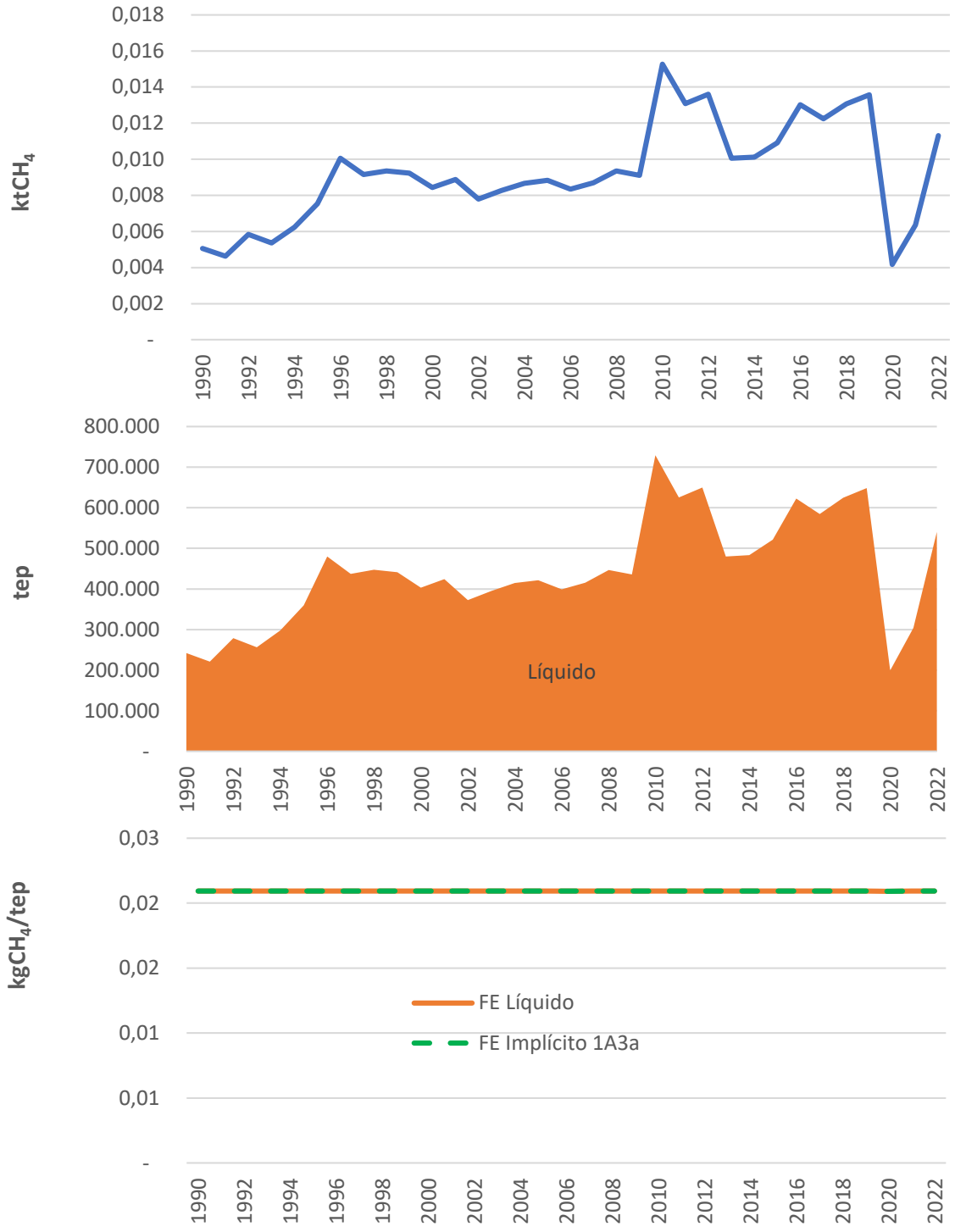
Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones asociada al consumo de combustible. En 2020 se observa una caída de las emisiones asociadas a la caída del consumo, producto de la pandemia de COVID-19. Hasta el año 2009 se consideró el BEN como fuente de información y a partir de 2010 las Tablas SESCO–DS, las cuales tienen una asignación distinta por sectores.

Figura 90. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A3a (1990-2022)



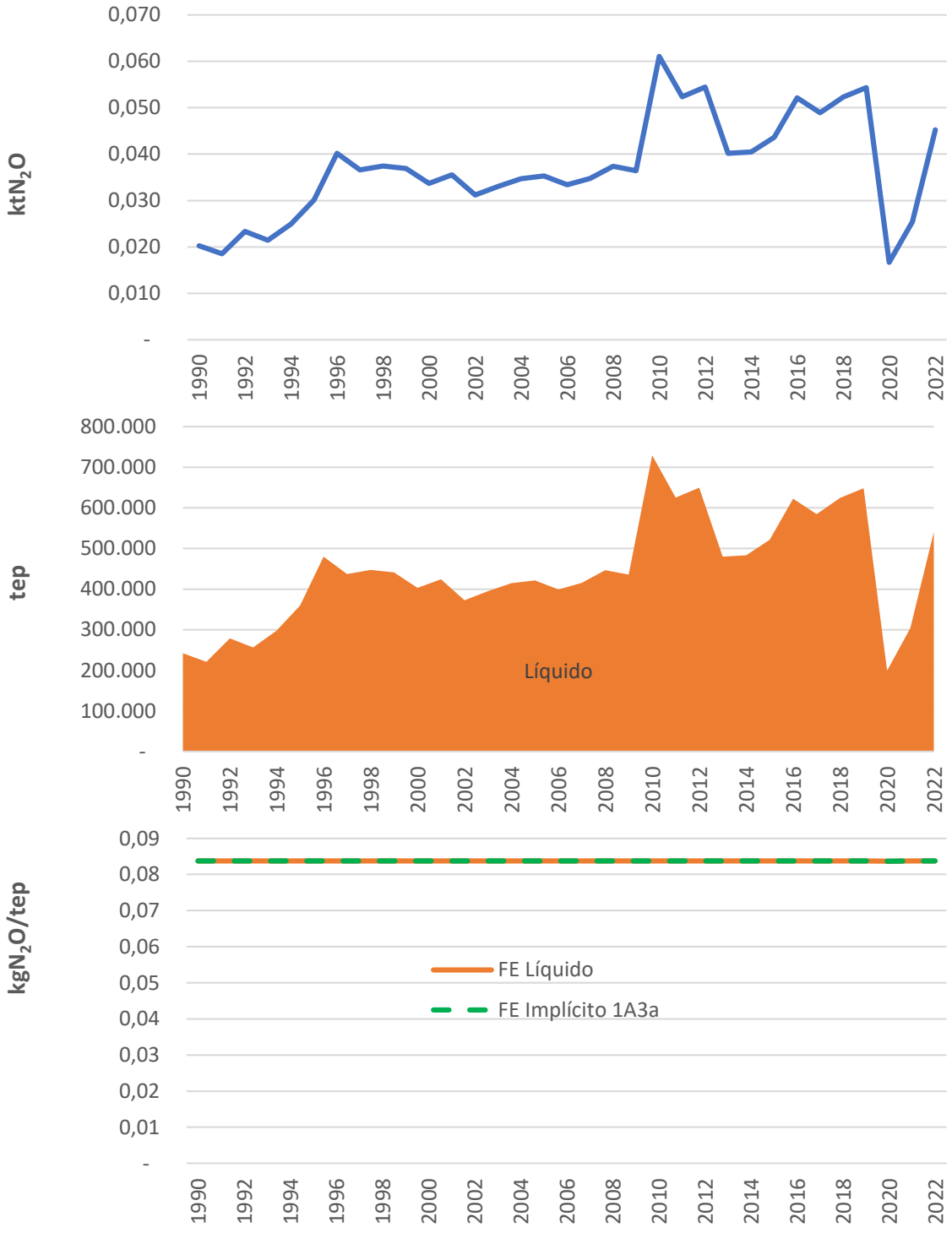
Fuente: Elaboración propia

Figura 91. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A3a (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 92. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A3a (1990-2022)

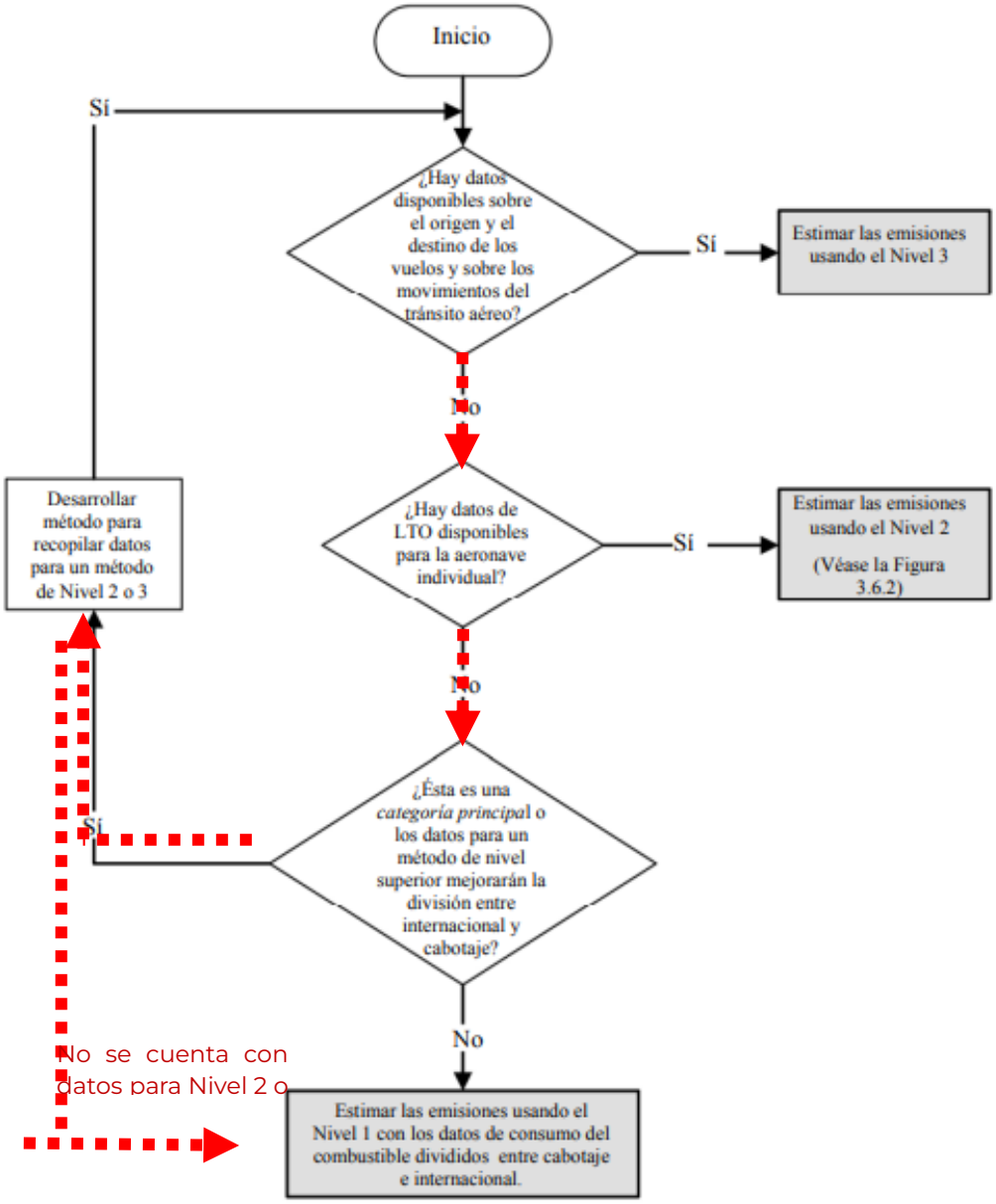


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 19. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A3a – Aviación de cabotaje



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el caso de las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O, esta categoría no es principal y, debido a que no se cuenta con información para emplear el método Nivel 2 o 3, se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 3.6.1 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se han utilizado valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para CO_2, CH_4 y N_2O. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 96. Factores de emisión para la categoría 1A3a – Aviación de cabotaje

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Queroseno para motor a reacción	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Queroseno para motor a reacción	tCO_2/tep	2,99	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Aerokerosene (Jet) Kerosene y Aerokerosene
FE CO_2 Gasolina para la aviación	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasolina para la aviación	tCO_2/tep	2,93	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Aeronaftas
FE CO_2 Otro queroseno	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Otro queroseno	tCO_2/tep	3,01	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Kerosene
FE CH_4 Queroseno para motor a reacción FE CH_4 Gasolina para la aviación FE CH_4 Otro queroseno	Factor de emisión de CH_4 – Queroseno para motor a reacción, Gasolina para la aviación y Otro queroseno	tCH_4/tep	0,00002	IPCC 2006 – Cuadro 3.6.5 – Todos los combustibles – Cambio de unidades	Aerokerosene (Jet) Kerosene y Aerokerosene Aeronaftas Kerosene
FE N_2O Queroseno para motor a reacción FE N_2O Gasolina para la aviación FE N_2O Otro queroseno	Factor de emisión de N_2O – Queroseno para motor a reacción, Gasolina para la aviación y Otro queroseno	tN_2O/tep	0,00008	IPCC 2006 – Cuadro 3.6.5 – Todos los combustibles – Cambio de unidades	Aerokerosene (Jet) Kerosene y Aerokerosene Aeronaftas Kerosene

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Combustibles líquidos: Para el período 1990-2009 se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de "consumo final transporte" para el combustible kerosene y aerokerosene. A partir del año 2010 se consideró la estadística de las Tablas SESCO–DS, que contiene los valores comercializados por sector de consumo para los combustibles aerokerosene (jet), aeronaftas y kerosene. Las estadísticas de las Tablas SESCO se encuentran expresadas en unidades de volumen, por lo cual se ha

realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo "Asignación de Combustibles Categoría 1A3 – Transporte".

Tabla 97. Fuente de los datos de consumos de combustibles de la categoría 1A3a – Aviación de cabotaje

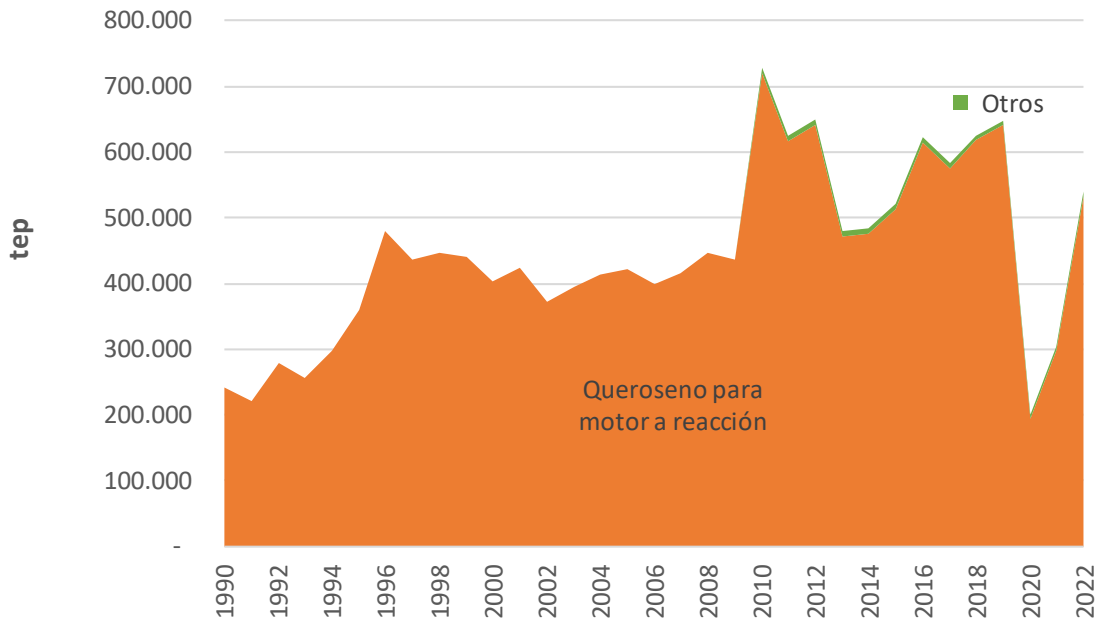
Año	Queroseno para motor a reacción	Gasolina para la aviación	Otro queroseno
1990	Balance Energético Nacional (SE) – Consumo Final Transporte – Kerosene y Aerokerosene	Sin datos desagregados (incluidos en estadística de Motonaftas del BEN)	Sin datos desagregados (incluidos en estadística de Kerosene y Aerokerosene del BEN)
1991			
1992			
1993			
1994			
1995			
1996			
1997			
1998			
1999			
2000			
2001			
2002			
2003			
2004			
2005			
2006			
2007			
2008			
2009			
2010	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Aerokerosene (Jet)	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Aeronaftas	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Kerosene
2011			
2012			
2013			
2014			
2015			

Año	Queroseno para motor a reacción	Gasolina para la aviación	Otro queroseno
2016			
2017			
2018			
2019			
2020			
2021			
2022			

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede observar la tendencia del consumo para la serie temporal 1990-2022, dominado fuertemente por el queroseno para motor a reacción. En 2020 se observa una caída en el consumo debido a la pandemia de COVID-19. Dentro del agrupamiento "Otros" se incluyen los siguientes combustibles: gasolina para aviación y otro queroseno.

Figura 93. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A3a – Aviación de cabotaje (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 98. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A3a – Aviación de cabotaje (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
$C_{\text{Queroseno para motor a reacción}}$	Consumo de Queroseno para motor a reacción	tep	532.528	Tablas SESCO–DS	Aerokerosene (Jet)
$C_{\text{Gasolina para la aviación}}$	Consumo de Gasolina para la aviación	tep	7.801	Tablas SESCO–DS	Aeronaftas
$C_{\text{Otro queroseno}}$	Consumo de queroseno para la aviación	tep	62	Tablas SESCO–DS	Kerosene

Fuente: Elaboración propia

1A3b – Transporte terrestre

Es categoría principal por nivel para el año 2022 para CO_2 (combustibles líquidos: 11,1% y combustibles gaseosos: 1,1%).

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 99. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A3b – Transporte terrestre por carretera

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1A3bi	Automóviles	Emisiones de automóviles designados como tales en el país que los registra principalmente para el transporte de personas y habitualmente con una capacidad de 12 personas o menos.	IE	IE	IE
1A3bii	Camiones para servicio ligero	Emisiones de vehículos designados como tales en el país que los registra principalmente para el transporte de cargas ligeras o que están equipados con características especiales tales como tracción en las cuatro ruedas para operación fuera de carreteras. El peso bruto del vehículo suele oscilar entre los 3500 y los 3900 kg o menos.	IE	IE	IE
1A3biii	Camiones para servicio pesado y autobuses	Emisiones de todos los vehículos designados como tales en el país en que están registrados.	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1
1A3biv	Motocicletas	Emisiones de todo vehículo motorizado diseñado para viajar con no más de 3 ruedas en contacto con el pavimento y que pese menos de 680 kg.	IE	IE	IE
1A3bv	Otros. Transporte sin especificar	Emisiones de la quema y la evaporación que emanan del uso de combustibles en vehículos terrestres, incluido el uso de vehículos agrícolas sobre carreteras pavimentadas.	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

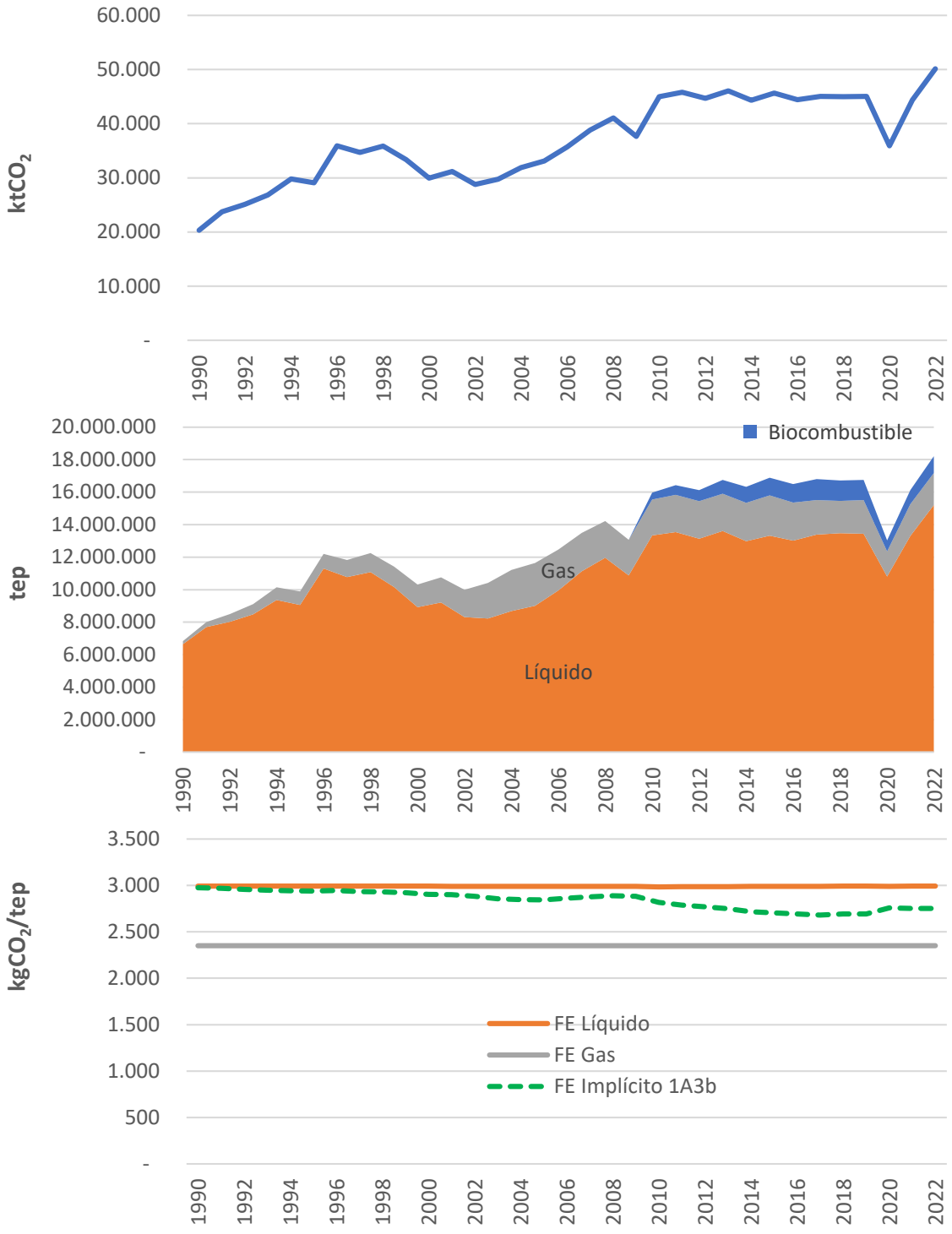
Las emisiones provenientes de las categorías "1A3bi – Automóviles", "1A3bii – Camiones para servicio ligero" y "1A3biv – Motocicletas", se encuentran incluidas en las dos categorías estimadas: "1A3biii – Camiones para servicio pesado y autobuses" y "1A3bv – Otros. Transporte sin especificar". Esto se debe a que las estadísticas de combustibles no tienen discriminadas dichas categorías, sino que se encuentra la comercialización agrupada.

Tendencia de las emisiones de GEI

Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones que se corresponde con la evolución de los DA, los cuales tienen una dinámica similar a la de la economía. La disminución en los años 2001-2002 se debe a la crisis económica nacional, y la del año 2009 a la crisis económica internacional y a la sequía, la cual significó una menor cantidad de granos transportados. Para el año 2020 se observa una caída a consecuencia de un menor consumo producto de la pandemia de COVID-19. En el caso de los combustibles líquidos, hasta el año 2009 se utilizó el BEN como base de datos y, a partir de 2010, las Tablas SESCO–DS. Dichas tablas tienen una asignación distinta por sectores para los combustibles líquidos derivados de petróleo. Se puede observar a partir del año 2010, la utilización de

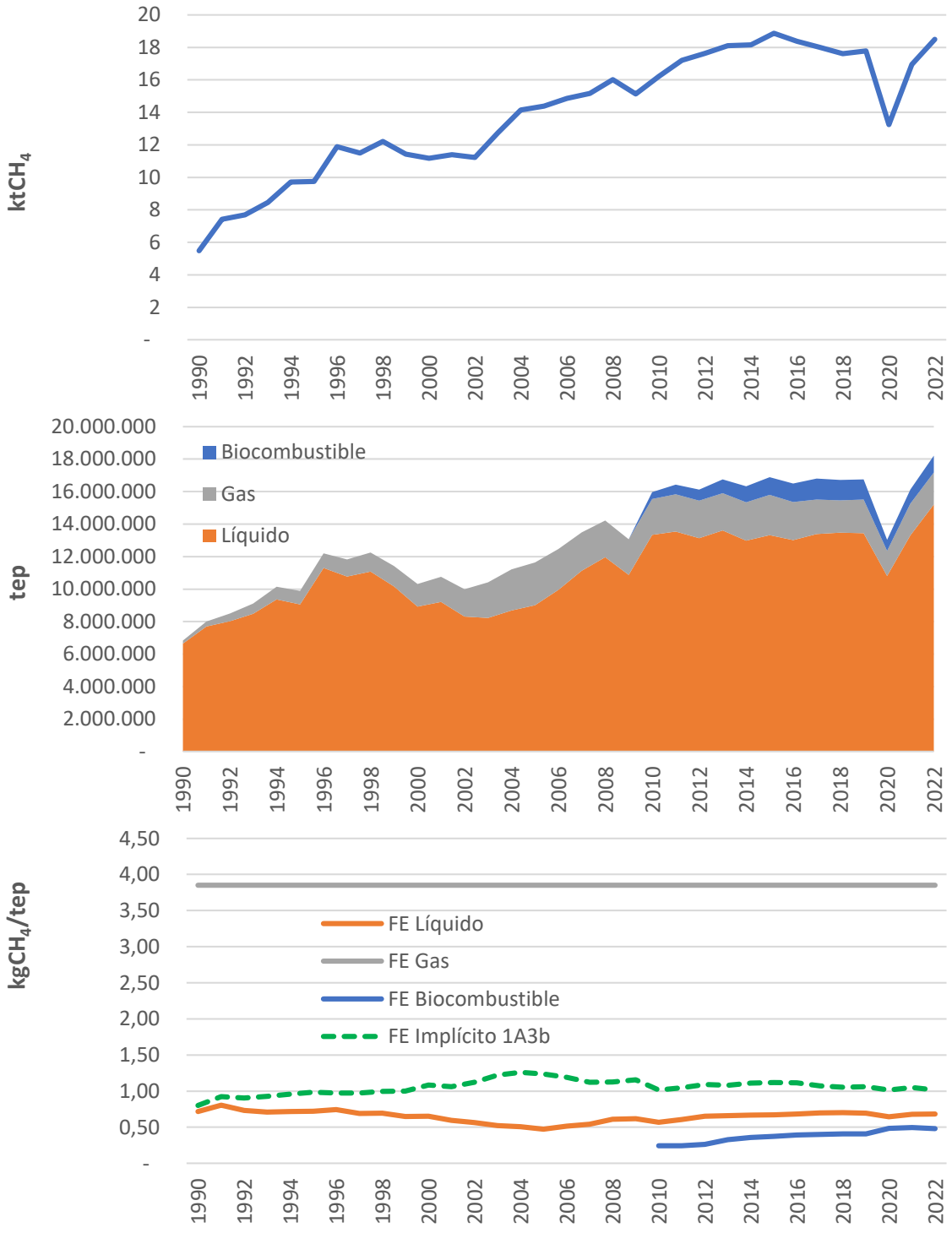
biocombustibles para el corte obligatorio, lo cual implica una leve caída del FE implícito para CO_2.

Figura 94. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A3b (1990-20220)



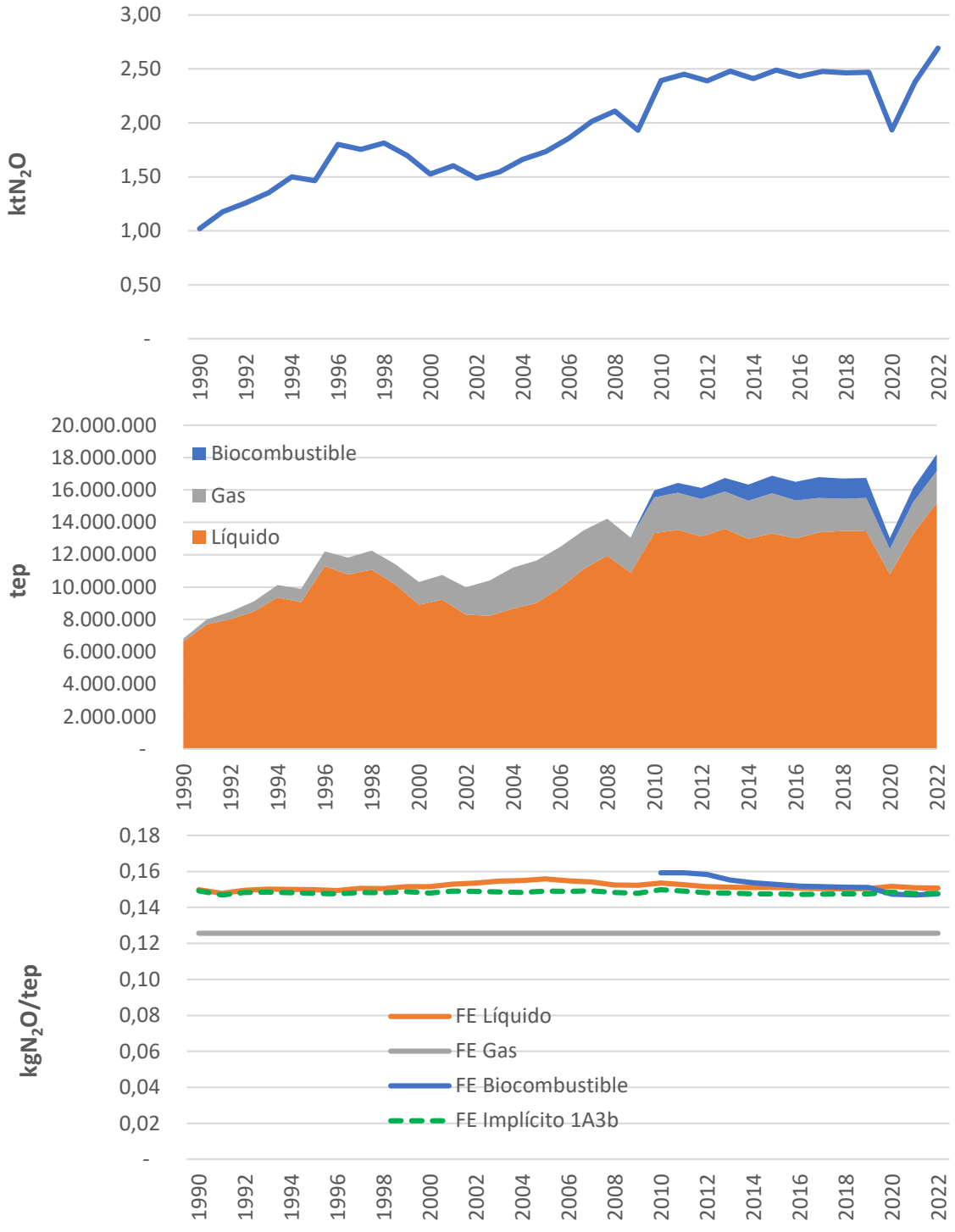
Fuente: Elaboración propia

Figura 95. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A3b (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 96. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A3b (1990-2022)

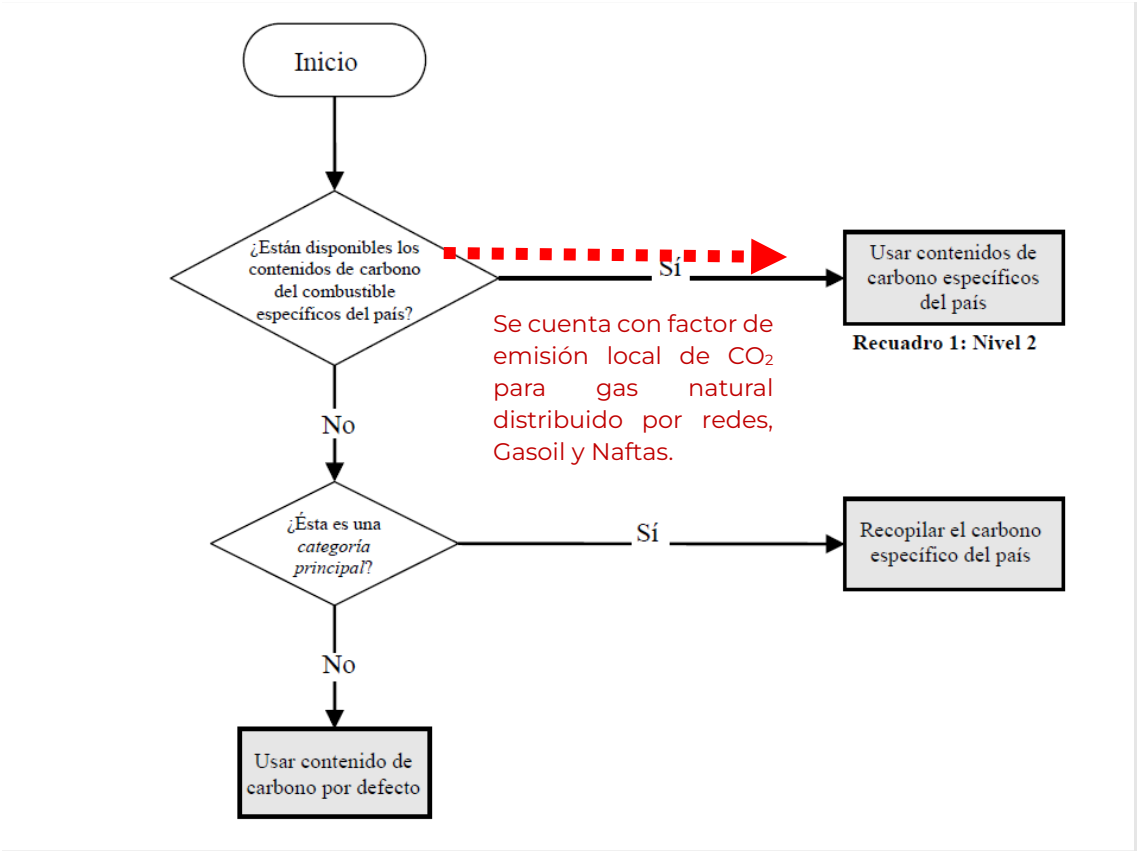


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 20. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 de la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera

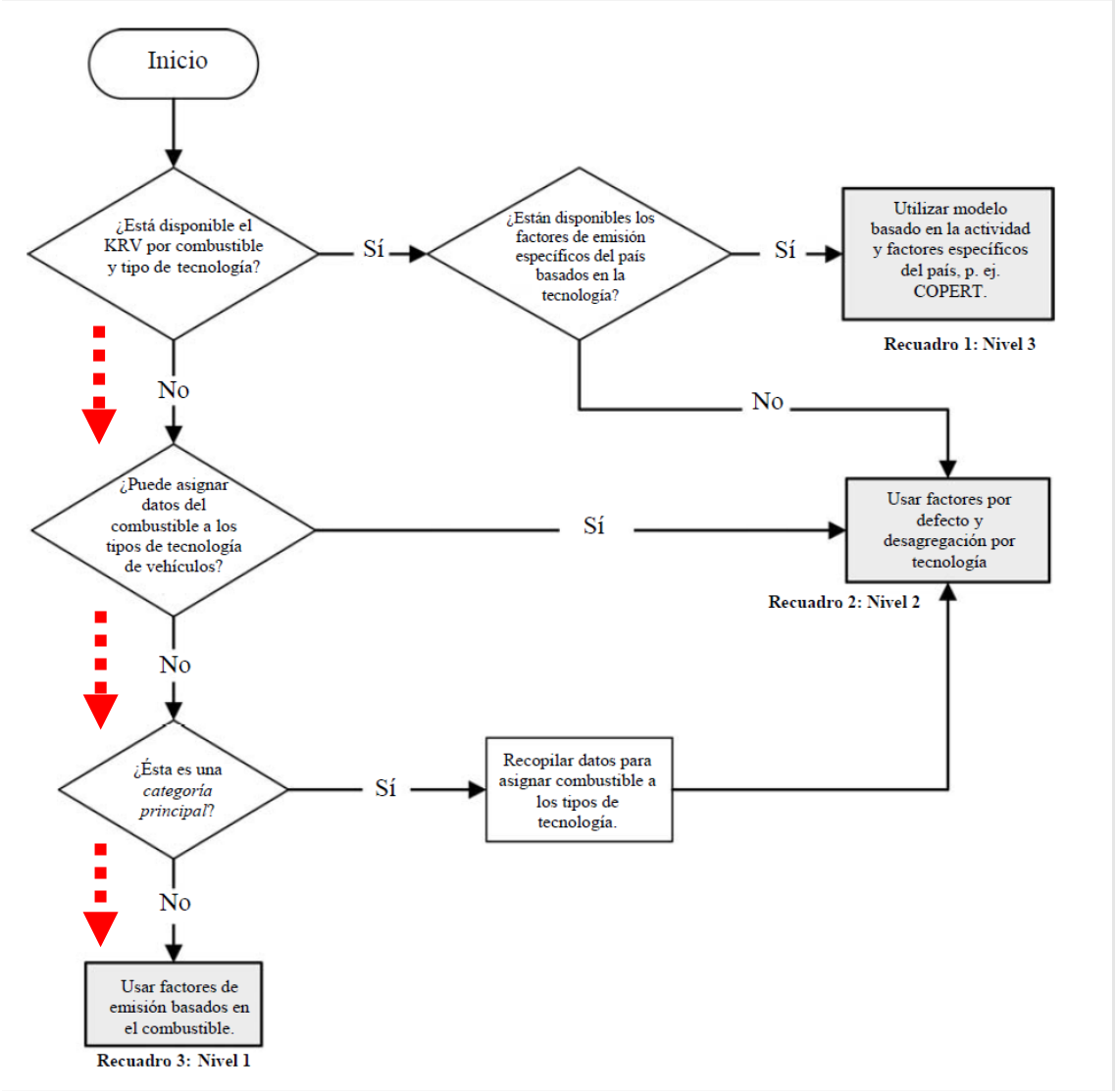


Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el caso de las emisiones de CO_2, como la categoría 1A3b es principal tanto para combustibles líquidos como gaseosos, corresponde recopilar el contenido de carbono de cada combustible específico del país.

Se aplicó el método de Nivel 2, para estimar las emisiones de CO_2 del gas natural distribuido por redes. En el IBT1 se obtuvieron los FE de CO_2 específicos de los combustibles líquidos gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) en el marco del proyecto CBIT Argentina. Los FE de CO_2 del gasoil grado 1 y nafta grado 1, se consideraron como los promedios simples de los FE de grado 2 y 3, para cada combustible respectivamente. Se aplicó el método de Nivel 2 y se ajustó la incertidumbre asociada.

Ilustración 21. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 y N_2O de la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el caso de las emisiones de CH_4 y N_2O, esta categoría no es principal y, debido a que no se cuenta con información por tipo de tecnología, se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 3.2.1 para CO_2 y 3.2.3 para CH_4 y N_2O de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se ha utilizado el FE de CO_2 local para el gas natural distribuido por redes, gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) y se aplicó un promedio de los mismos para el gasoil grado 1 y nafta grado 1. Mientras que para CH_4 y N_2O se aplicaron valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. En el caso de otros combustibles, se han utilizado los valores por defecto de dichas Directrices. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se

encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 100. Factores de emisión para la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Gas/Diésel oil	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas/Diésel Oil	tCO_2/tep	2,985	FE local para la República Argentina (promedio entre el FE Gasoil Grado 2 y Grado 3)	Diésel Oil + Gas Oil Diésel Oil Otros Tipos de Gasoil
FE CO_2 Gasoil G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 2	tCO_2/tep	2,970	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 2 (Común)
FE CO_2 Gasoil G3	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 3	tCO_2/tep	3,001	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 3 (Ultra)
FE CO_2 Gasolina para motores	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasolina para motores	tCO_2/tep	2,998	FE local para la República Argentina (promedio entre el FE Nafta Grado 2 y Grado 3)	Motonafta Total Nafta Grado 3 (Ultra)
FE CO_2 Nafta G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Nafta Grado 2	tCO_2/tep	3,014	FE local para la República Argentina	Nafta Grado 2 (Súper)
FE CO_2 Nafta G3	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Nafta Grado 3	tCO_2/tep	2,983	FE local para la República Argentina	Nafta Grado 3 (Ultra)
FE CO_2 Gas Natural	Factor de emisión de CO_2 Gas Natural Distribuido por Redes	tCO_2/tep	2,351	FE local para la República Argentina	Gas Natural
FE CO_2 Biodiésel	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Biodiésel	tCO_2/tep	2,963	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Biodiésel
FE CO_2 Biogasolina	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Biogasolina	tCO_2/tep	2,963	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Bioetanol

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CH_4 Gas/Diésel oil	Factor de emisión de CH_4 – Gas/Diésel Oil	tCH_4/tep	0,00016	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas/Diésel Oil – Cambio de unidades	Diésel Oil + Gas Oil Diésel Oil Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil
FE CH_4 Gasolina para motores	Factor de emisión de CH_4 – Gasolina para motores	tCH_4/tep	0,00138	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gasolina para motores sin controlar – Cambio de unidades	Motonafta Total Nafta Grado 1 (Común) Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra)
FE CH_4 Gas Natural	Factor de emisión de CH_4 – Gas Natural	tCH_4/tep	0,00385	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas Natural – Cambio de unidades	Gas Natural
FE CH_4 Biodiésel	Factor de emisión de CH_4 – Biodiésel	tCH_4/tep	0,00016	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas/Diésel Oil – Cambio de unidades	Biodiésel
FE CH_4 Biogasolina	Factor de emisión de CH_4 – Biogasolina	tCH_4/tep	0,00075	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Etanol automóviles Brasil – Cambio de unidades	Bioetanol
FE N_2O Gas/Diésel oil	Factor de emisión de N_2O – Gas/Diésel Oil	tN_2O/tep	0,00016	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas/Diésel Oil – Cambio de unidades	Diésel Oil + Gas Oil Diésel Oil Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil
FE N_2O Gasolina para motores	Factor de emisión de N_2O – Gasolina para motores	tN_2O/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gasolina para motores sin controlar – Cambio de unidades	Motonafta Total Nafta Grado 1 (Común) Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra)
FE N_2O Gas Natural	Factor de emisión de N_2O – Gas Natural	tN_2O/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas Natural – Cambio de unidades	Gas Natural
FE N_2O Biodiésel	Factor de emisión de N_2O – Biodiésel	tN_2O/tep	0,00016	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas/Diésel Oil – Cambio de unidades	Biodiésel
FE N_2O Biogasolina	Factor de emisión de N_2O – Biogasolina	tN_2O/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gasolina para motores sin controlar – Cambio de unidades	Bioetanol

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Combustibles líquidos: Para el período 1990-2009 se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de "consumo final transporte" para los combustibles diésel oil + gas oil y motonafta total. A partir del año 2010 se utilizó la estadística de las Tablas SESCO–DS, que contiene los valores comercializados por sector de consumo para diésel oil, gasoil grado 2 (común), gasoil grado 3 (ultra), nafta grado 1 (común), nafta grado 2 (súper), nafta grado 3 (ultra) y otros tipos de gasoil. Cabe aclarar que los consumos de gasoil grado 2, gasoil grado 3, nafta grado 2 y nafta grado 3 se reportan con el corte obligatorio de biocombustibles incluido (vigente a partir del año 2010), por lo cual se debió estimar el valor correspondiente a combustibles fósiles mediante la resta de los biocombustibles incluidos en la mezcla. La estadística de las Tablas SESCO se encuentra expresada en unidades de volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Combustibles gaseosos: Para los años 1990 a 1992 se utilizaron los valores reportados en los Anuarios de Combustibles reportados como GNC (Gas Natural Comprimido). A partir del año 1993 se utilizan los datos reportados en los datos operativos de ENARGAS como gas distribuido por redes entregado a GNC. Se asume que lo "entregado" es igual a lo consumido en el año de inventario. La estadística de gas natural se encuentra expresada en volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando el PCI reportado en el BEN.

Combustibles biomásicos: A partir del año 2010, el consumo de biocombustibles es reportado en las Estadísticas de biodiésel y bioetanol de forma agregada para todo el país. Para estimar los consumos asignados a transporte terrestre se consideró la desagregación reportada en las Tablas SESCO–DS para el consumo de combustibles cortados.

Para más detalles sobre la metodología de cálculo empleada en el caso de los combustibles cortados con biocombustibles, ver el Anexo "Asignación de biodiésel" y el Anexo "Asignación de biogasolina (Bioetanol)".

Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo "Asignación de Combustibles Categoría 1A3 – Transporte".

Tabla 101. Fuente de los datos de consumos de combustibles de la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera

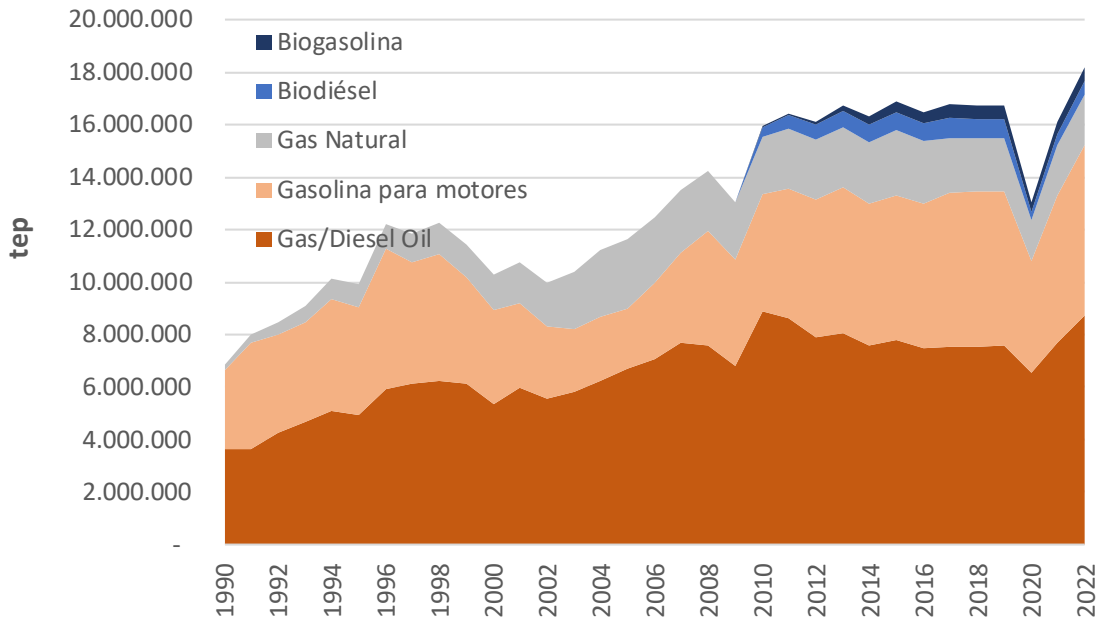
Año	Gas/Diésel oil	Gasolina para motores	Gas Natural	Biodiésel	Biogasolina
1990	Balance Energético Nacional (SE) – Consumo Final Transporte – Diésel Oil + Gas Oil	Balance Energético Nacional (SE) – Consumo Final Transporte – Motonafta Total	Anuarios de Combustibles (SE) – GNC	Sin consumo	Sin consumo
1991					
1992					
1993			ENARGAS – Datos		
1994					

Año	Gas/Diésel oil	Gasolina para motores	Gas Natural	Biodiésel	Biogasolina
1995			operativos – GNC		
1996					
1997					
1998					
1999					
2000					
2001					
2002					
2003					
2004					
2005					
2006					
2007					
2008					
2009					
2010					
2011					
2012					
2013					
2014	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Ajustado por corte Biodiésel – Diésel Oil, Gasoil Grado 2 (Común), Gasoil Grado 3 (Ultra) y Otros Tipos de Gasoil	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Ajustado por corte Bioetanol – Nafta Grado 1 (Común), Nafta Grado 2 (Súper) y Nafta Grado 3 (Ultra)		Estadísticas de Biocombustibles (SE) – Ventas al mercado interno de Biodiésel	Estadísticas de Biocombustibles (SE) – Ventas totales de Bioetanol
2015					
2016					
2017					
2018					
2019					
2020					
2021					
2022					

Fuente: Elaboración propia

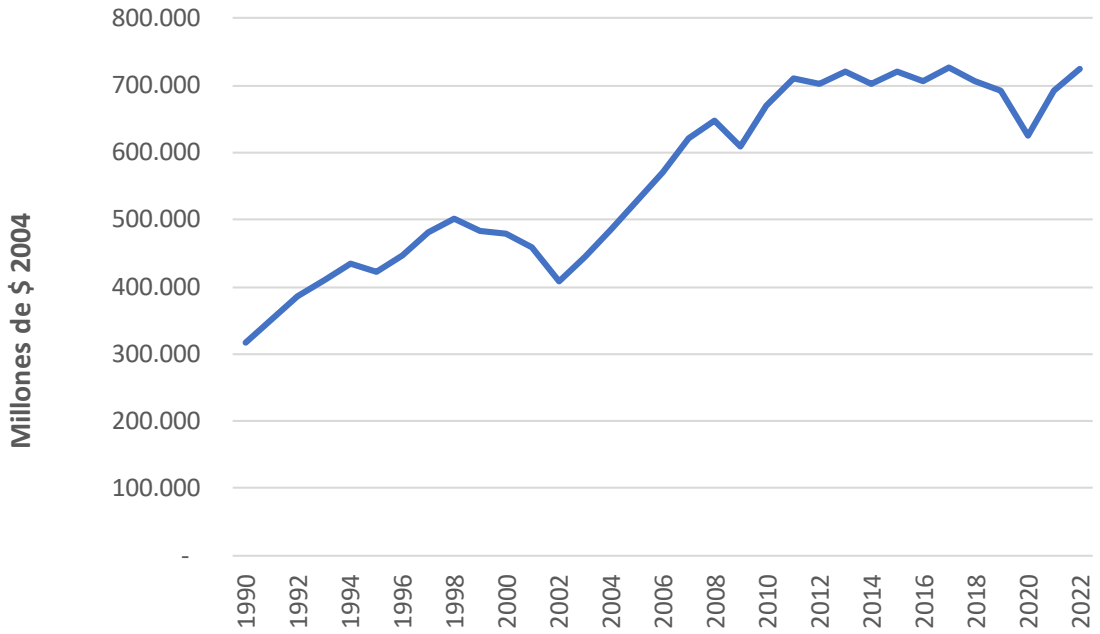
A continuación, se puede observar la tendencia del consumo por tipo de combustible para la serie temporal 1990-2022. La misma tiene un comportamiento similar al crecimiento económico (PIB). Adicionalmente, se puede apreciar el aumento sostenido del consumo de gas natural y la incorporación del corte obligatorio con biocombustibles a partir del año 2010. La baja en el consumo de gas/diésel oil en los años 2008-2009 coincide también con una baja producción agropecuaria, debida a condiciones climáticas desfavorables (sequía), lo cual trajo aparejado un menor transporte de granos. En 2020 se observa una caída debido al menor consumo generado por la pandemia de COVID-19.

Figura 97. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 98. Evolución del Producto Interno Bruto (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 102. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
C Gas/Diésel oil	Consumo de Gas/Diésel Oil	tep	Gasoil G2: 5.660.663 Gasoil G3: 3.045.412	Tablas SESCO–DS	Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra)
C Gasolina para motores	Consumo de Gasolina para motores	tep	Nafta G2: 4.651.566 Nafta G3: 1.845.693	Tablas SESCO–DS	Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra)
C Gas Natural	Consumo de Gas Natural	tep	1.971.484	ENARGAS	Gas Natural
C Biodiésel	Consumo de Biodiésel	tep	480.220	Estadísticas Biocombustibles	Biodiésel
C Biogasolina	Consumo de Biogasolina	tep	560.029	Estadísticas Biocombustibles	Bioetanol

Fuente: Elaboración propia

1A3c – Ferrocarriles

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 103. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A3c – Ferrocarriles

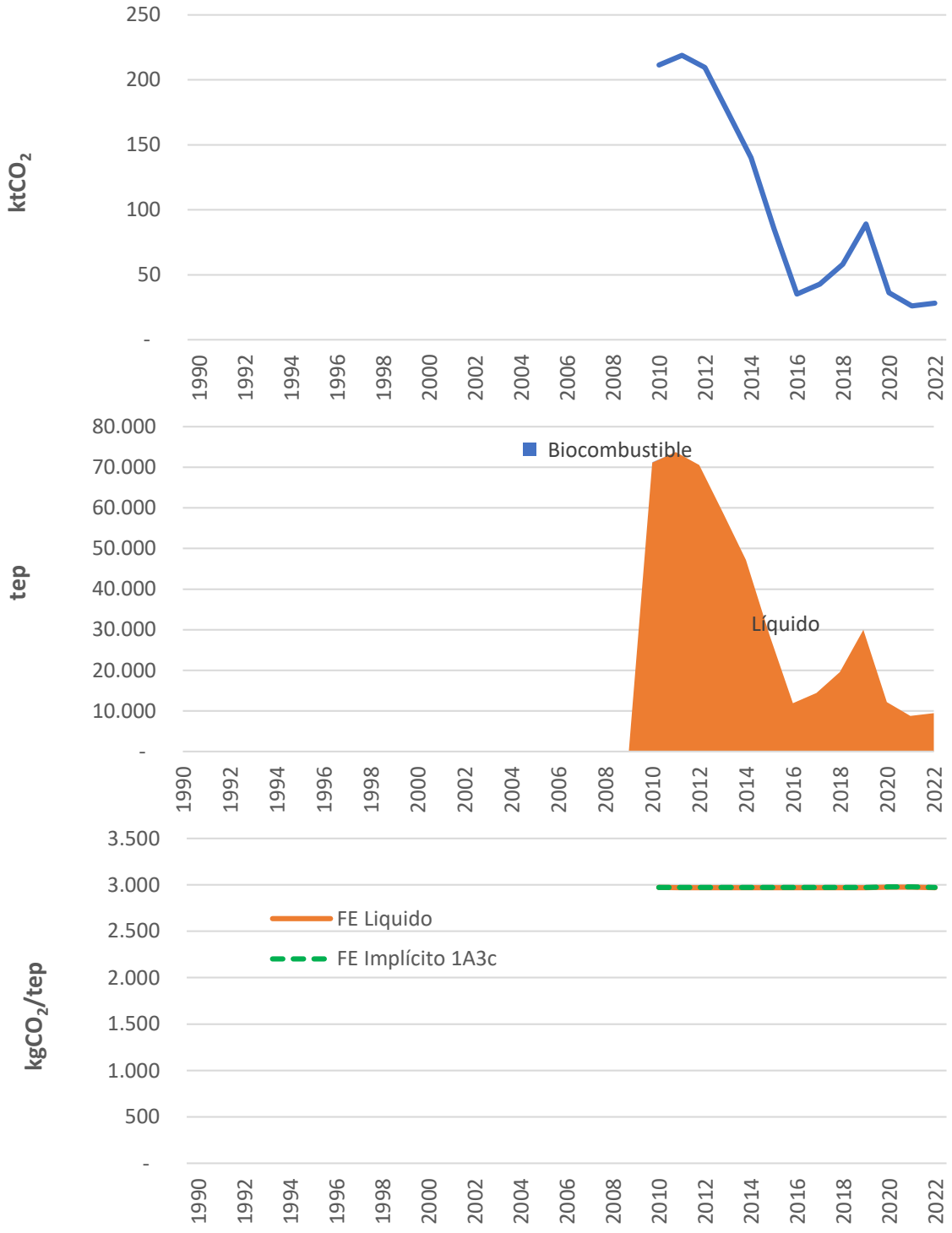
Código Categoría	Categoría	Definición de la fuente	CO_2	CH_4	N_2O
1A3c	Ferrocarriles	Emisiones del transporte por ferrocarriles, tanto de carga como de pasajeros.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

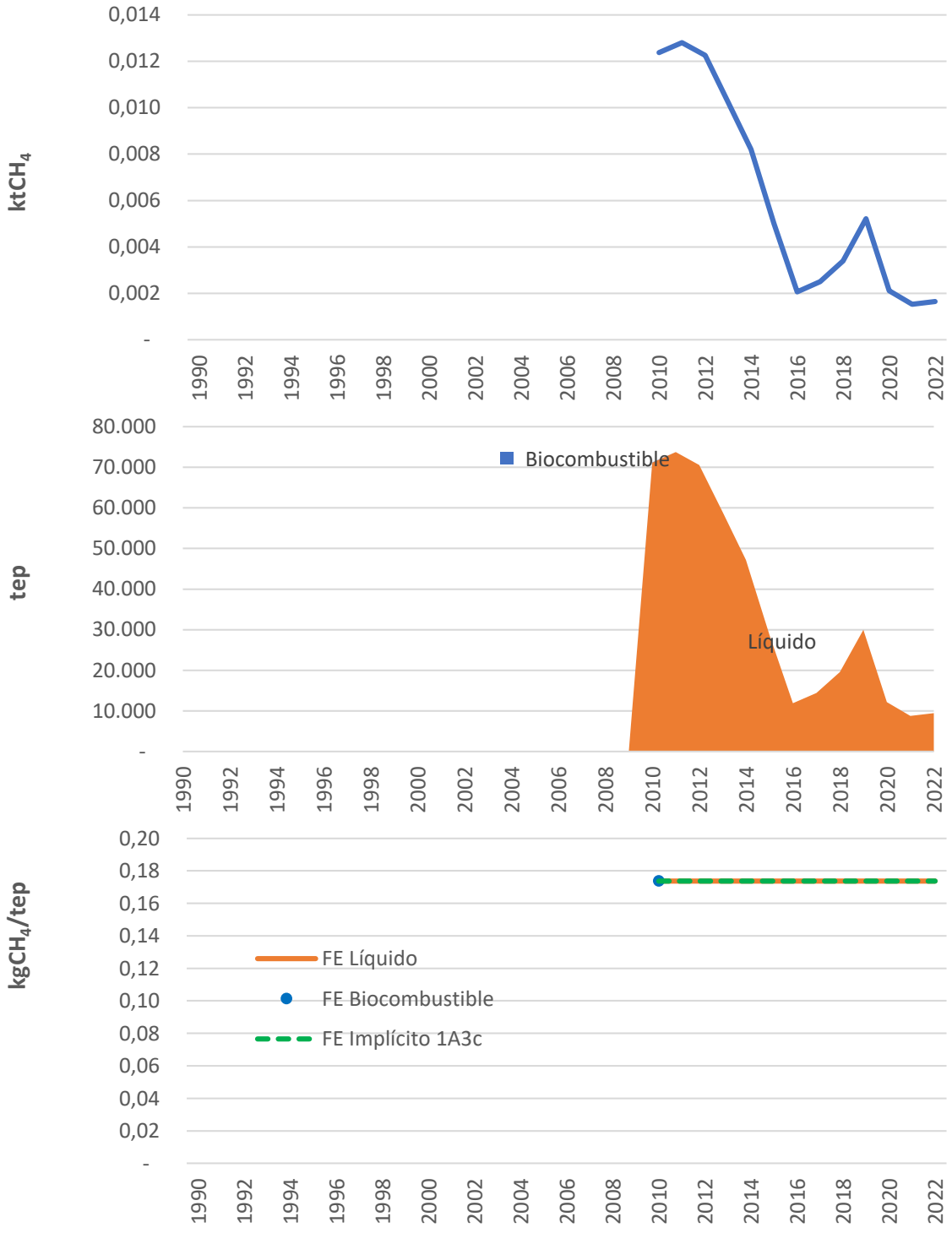
Hasta el año 2009 no se contaba con información desagregada para estimar la categoría. A partir del año 2010, las Tablas SESCO–DS informan el combustible comercializado para el sector “Transporte Ferroviario”. Se puede observar una tendencia de las emisiones que se corresponde con la evolución de los DA. En 2020 se observa una caída de las emisiones asociadas a la caída del consumo, producto de la pandemia de COVID-19. Cabe aclarar que debido a que el consumo de biocombustible es muy pequeño, casi no se logra visualizar en el gráfico.

Figura 99. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A3c (1990-2022)



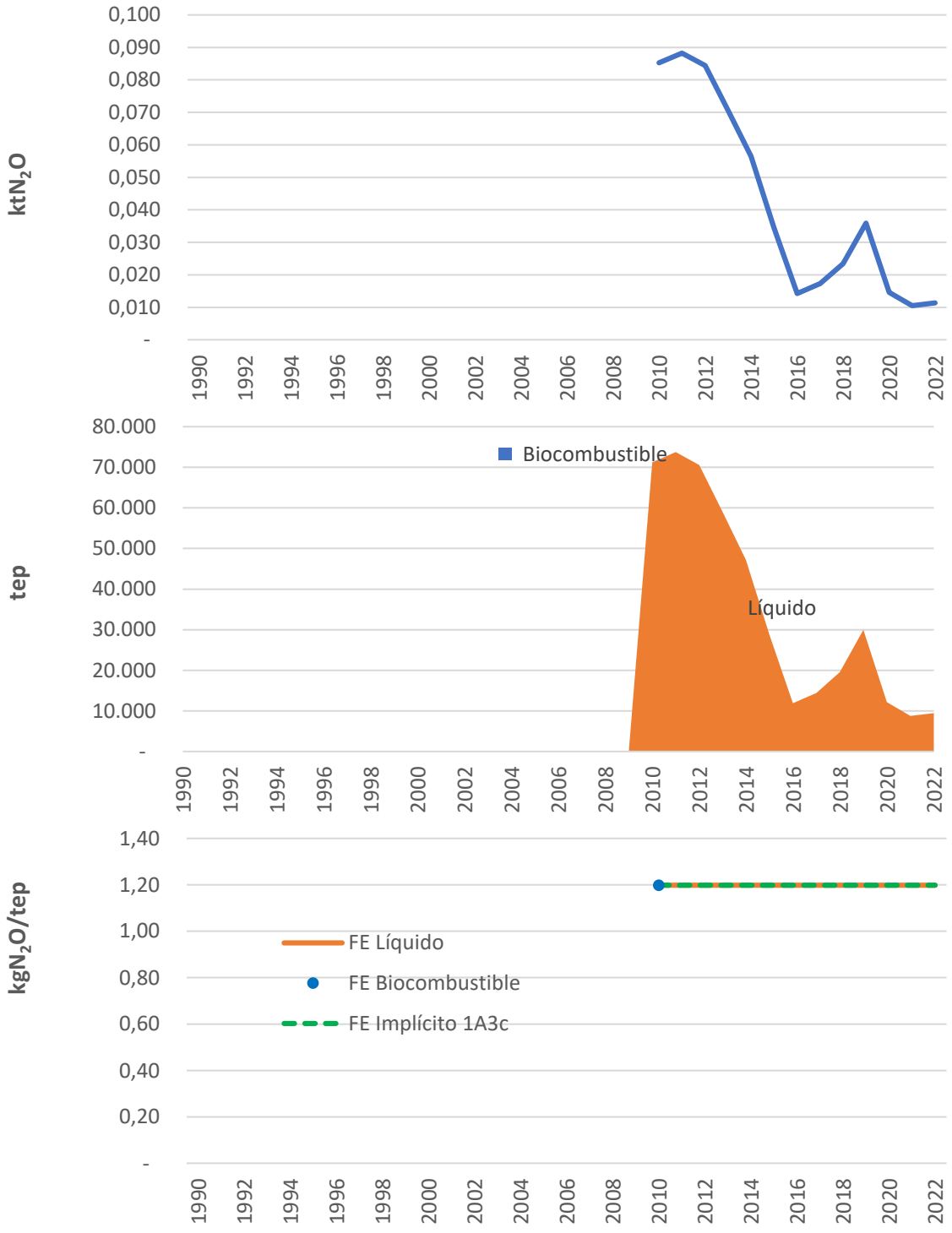
Fuente: Elaboración propia

Figura 100. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A3c (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 101. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A3c (1990-2022)

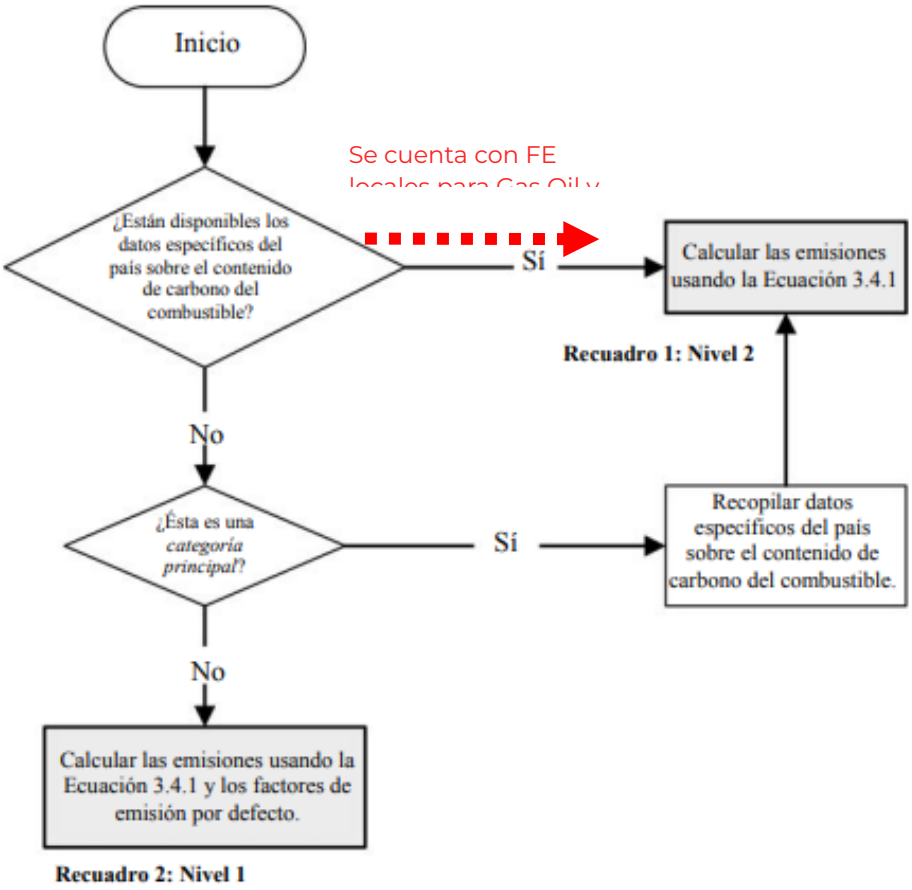


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

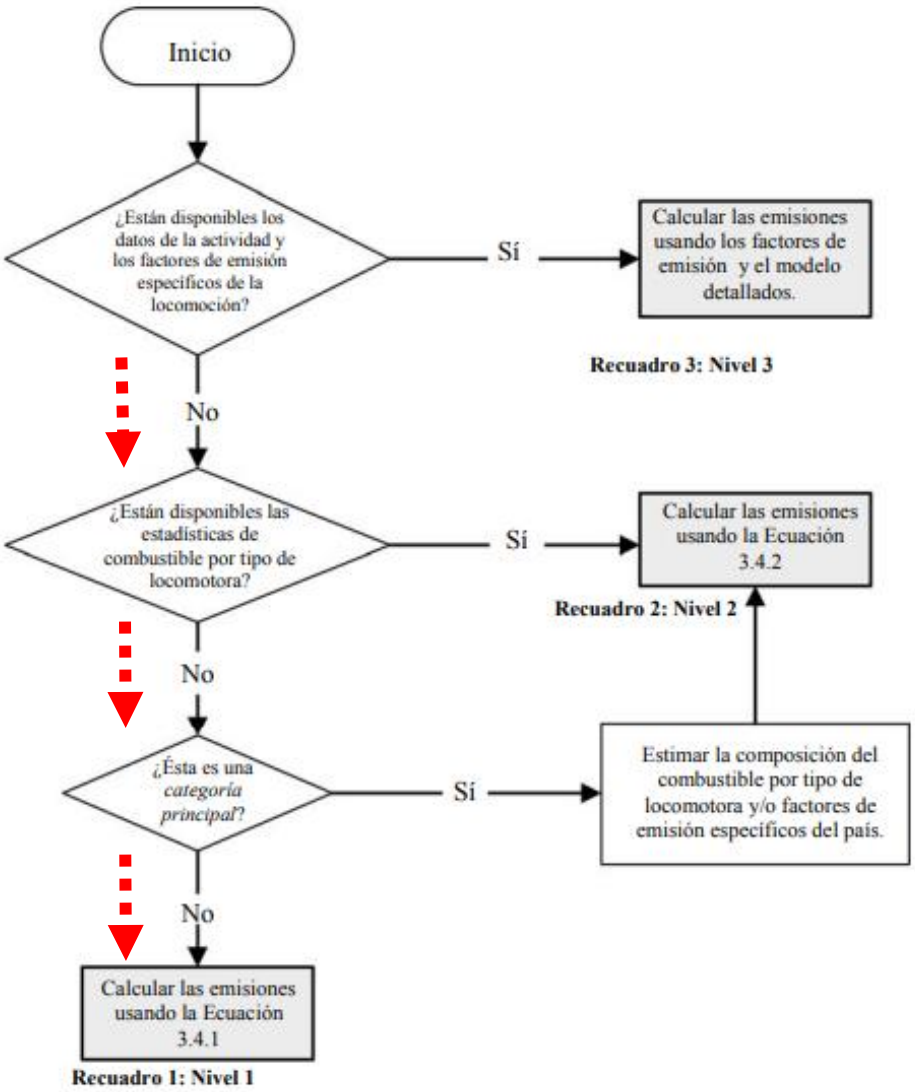
Ilustración 22. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 de la categoría 1A3c – Ferrocarriles



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el IBT1 se obtuvieron los FE de CO_2 locales para los combustibles líquidos gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) en el marco del proyecto CBIT Argentina. Se aplicó el método de Nivel 2 y se ajustó la incertidumbre asociada.

Ilustración 23. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 y N_2O de la categoría 1A3c – Ferrocarriles



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el caso de las emisiones de CH_4 y N_2O, esta categoría no es principal y, debido a que no se cuenta con DA y FE específicos de la locomoción, ni consumos de combustible por tipo de locomotora, se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 3.4.1 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se ha utilizado el FE de CO_2 local para gasoil grado 2 (común), grado 3 (ultra) y nafta grado 2 (súper). Se han utilizado valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para CH_4 y N_2O. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 104. Factores de emisión para la categoría 1A3c – Ferrocarriles

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Gasoil G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 2	tCO_2/tep	2,970	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 2 (Común)
FE CO_2 Gasoil G3	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 3	tCO_2/tep	3,001	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 3 (Ultra)
FE CO_2 Nafta G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Nafta Grado 2	tCO_2/tep	3,014	FE local para la República Argentina	Nafta Grado 2 (Súper)
FE CO_2 Fuelóleo residual	Factor de emisión de CO2 eficaz (Medio) – Fuelóleo residual	tCO_2/tep	3,24	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO
FE CO_2 Biogasolina	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Biogasolina	tCO_2/tep	2,96	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Bioetanol
FE CH_4 Gas/Diésel Oil FE CH_4 Gasolina para motores FE CH_4 Biogasolina	Factor de emisión de CH_4 – Gas/Diésel Oil, Gasolina para motores, fueloil y Biogasolina	tCH_4/tep	0,00017	IPCC 2006 – Cuadro 3.4.1 – Diésel – Cambio de unidades	Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Nafta Grado 2 (Súper) Bioetanol Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO
FE N_2O Gas/Diésel Oil FE N_2O Gasolina para motores FE N_2O Biogasolina FE N_2O Fueloil	Factor de emisión de N_2O – Gas/Diésel Oil, Gasolina para motores, fueloil y Biogasolina	tN_2O/tep	0,0012	IPCC 2006 – Cuadro 3.4.1 – Diésel – Cambio de unidades	Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Nafta Grado 2 (Súper) Bioetanol Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Combustibles líquidos: Para el período 1990-2009 no se cuenta con información desagregada. Los consumos correspondientes de dicho período están incluidos, sin discriminar, en las categorías "1A3b – Transporte terrestre por carretera" y "1A4 – Otros sectores". A partir del año 2010 se utilizó la estadística de las Tablas SESCO–DS, que contiene los valores comercializados por sector de consumo para gasoil grado 2 (común) y gasoil grado 3 (ultra) para el sector "Transporte Ferroviario". Para

los años 2020 y 2021 las estadísticas de las Tablas SESCO incluyen un consumo de fueloil en este sector. La serie temporal cuenta también con un valor atípico de consumo de nafta grado 2 (Súper) para el año 2010 que fue contabilizado para el cálculo de emisiones. Cabe aclarar que los consumos de nafta grado 2 se reportan con el corte obligatorio de biocombustibles incluido (vigente a partir del año 2010), por lo cual se debió estimar el valor correspondiente a combustibles fósiles mediante la resta de los biocombustibles incluidos en la mezcla. En el caso del transporte ferroviario, se asume que el gas/diésel oil no está cortado con biocombustibles. La estadística de las Tablas SESCO se encuentra expresada en unidades de volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN.

Combustibles biomásicos: A partir del año 2010, el consumo de biocombustibles es reportado en las Estadísticas de biodiésel y bioetanol de forma agregada para todo el país. Para estimar los consumos asignados a ferrocarriles se consideró la desagregación reportada en las Tablas SESCO–DS para el consumo de combustibles cortados.

Para más detalles sobre la metodología de cálculo en el caso de los combustibles cortados con biocombustibles, ver el Anexo “Asignación de biodiésel” y el Anexo “Asignación de biogasolina (Bioetanol)”. Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo “Asignación de Combustibles Categoría 1A3 – Transporte”.

Tabla 105. Fuente de los datos de consumos de combustibles de la categoría 1A3c – Ferrocarriles

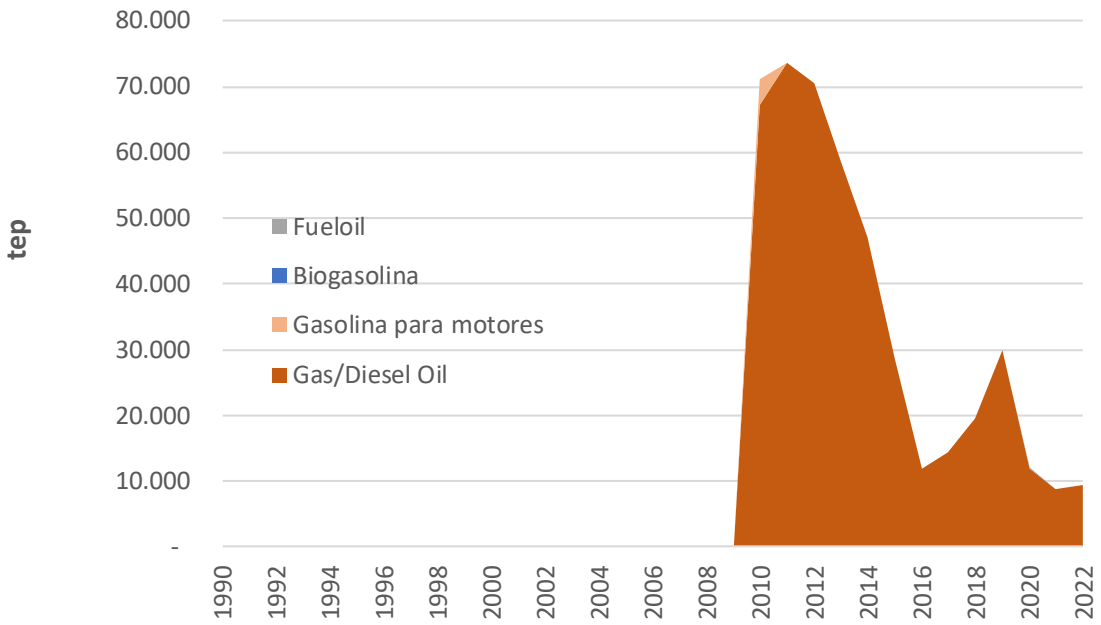
Año	Gas/Diésel oil	Fueloil	Gasolina para motores	Biogasolina
1990	Sin datos desagregados (incluidos en estadística de Diésel Oil + Gas Oil del BEN)	Sin consumo	Sin datos desagregados (incluidos en estadística de Motonafta Total del BEN)	Sin consumo
1991				
1992				
1993				
1994				
1995				
1996				
1997				
1998				
1999				
2000				
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				

<table>
<tr><th>Año</th><th>Gas/Diésel oil</th><th>Fueloil</th><th>Gasolina para motores</th><th>Biogasolina</th></tr>
<tr><td>2006</td><td rowspan="4"></td><td rowspan="9"></td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>2007</td></tr>
<tr><td>2008</td></tr>
<tr><td>2009</td></tr>
<tr><td>2010</td><td rowspan="12">Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Transporte Ferroviario – Sin corte de biodiésel – Gasoil Grado 2 (Común) y Gasoil Grado 3 (Ultra)</td><td rowspan="12">Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Transporte Ferroviario – Ajustado por corte Bioetanol – Nafta Grado 2 (Súper) – Sólo hay valores para el año 2010</td><td rowspan="12">Estadísticas de Biocombustibles (SE) – Ventas totales de Bioetanol</td></tr>
<tr><td>2011</td></tr>
<tr><td>2012</td></tr>
<tr><td>2013</td></tr>
<tr><td>2014</td></tr>
<tr><td>2015</td></tr>
<tr><td>2016</td></tr>
<tr><td>2017</td></tr>
<tr><td>2018</td></tr>
<tr><td>2019</td></tr>
<tr><td>2020</td><td rowspan="3">Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Transporte Ferroviario</td></tr>
<tr><td>2021</td></tr>
<tr><td>2022</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede observar la tendencia del consumo por tipo de combustible para la serie temporal 1990-2022 (sólo se tiene estadística desagregada a partir del año 2010). En 2020 se observa una caída en el consumo debido a la pandemia de COVID-19. Cabe aclarar que debido a que el consumo de biogasolina es muy pequeño, no se logra visualizar en el gráfico.

Figura 102. Evolución del consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3c – Ferrocarriles (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 106. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3c – Ferrocarriles (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
$C_{Gas/Diésel\ oil}$	Consumo de Gas/Diésel oil	tep	9.475	Tablas SESCO–DS	Gasoil Grado 2 (Común)

Fuente: Elaboración propia

1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 107. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional

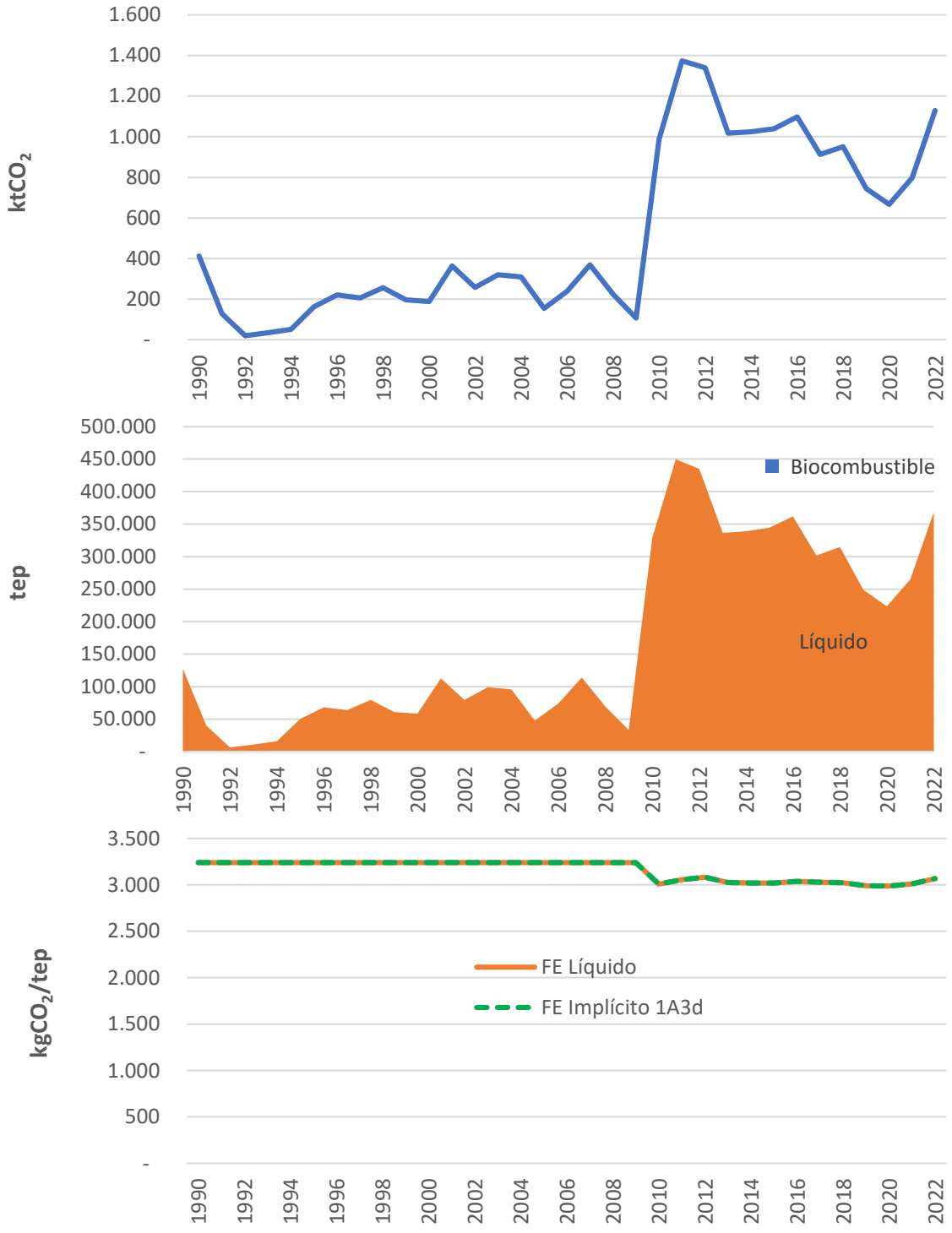
Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1A3d	Navegación marítima y fluvial nacional	Emisiones de combustibles usados por barcos de todas las banderas que salen y llegan dentro de un mismo país. Excluye la pesca y los viajes militares.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

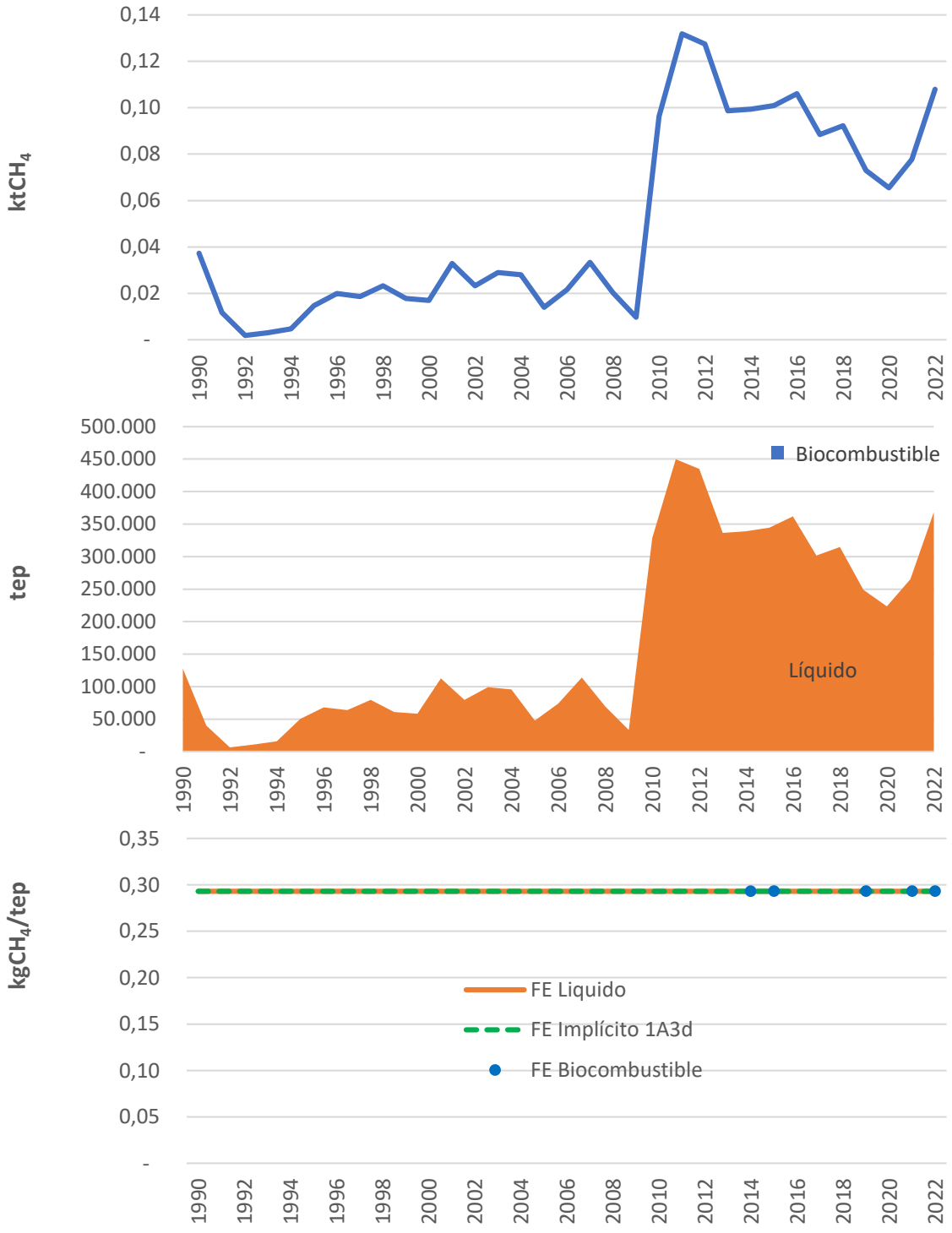
Se puede observar que el comportamiento de las emisiones se corresponde con la evolución de los DA. En el caso de los combustibles líquidos, hasta el año 2009 se utilizó el BEN como base de datos y, a partir de 2010, las Tablas SESCO–DS. Dichas tablas tienen una asignación distinta por sectores para los combustibles líquidos derivados de petróleo. Esta diferencia de asignación genera un salto al empalmar ambas series, asociado a los valores de consumo de gasoil. Sin embargo, dicho salto desaparece a nivel agregado porque la diferencia está incluida en las categorías "1A3b – Transporte terrestre por carretera" y "1A4 – Otros sectores". Respecto del FE implícito de CO_2, se evidencia una leve baja debida a la mayor proporción de gasoil con respecto al fueloil. Cabe aclarar que debido a que el consumo de biocombustible es muy pequeño, no se logra visualizar en el gráfico.

Figura 103. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A3d (1990-2022)



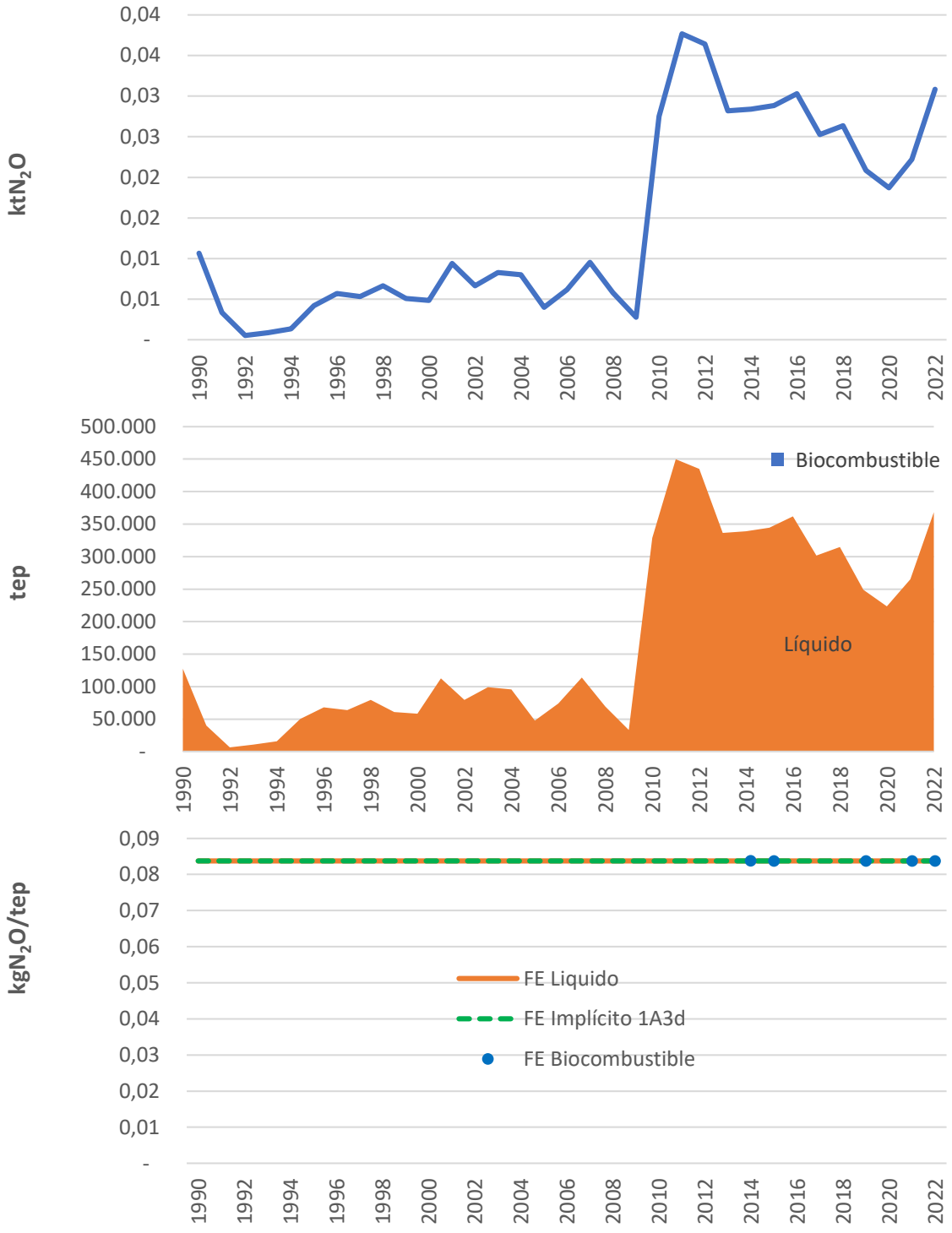
Fuente: Elaboración propia

Figura 104. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A3d (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 105. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A3d (1990-2022)

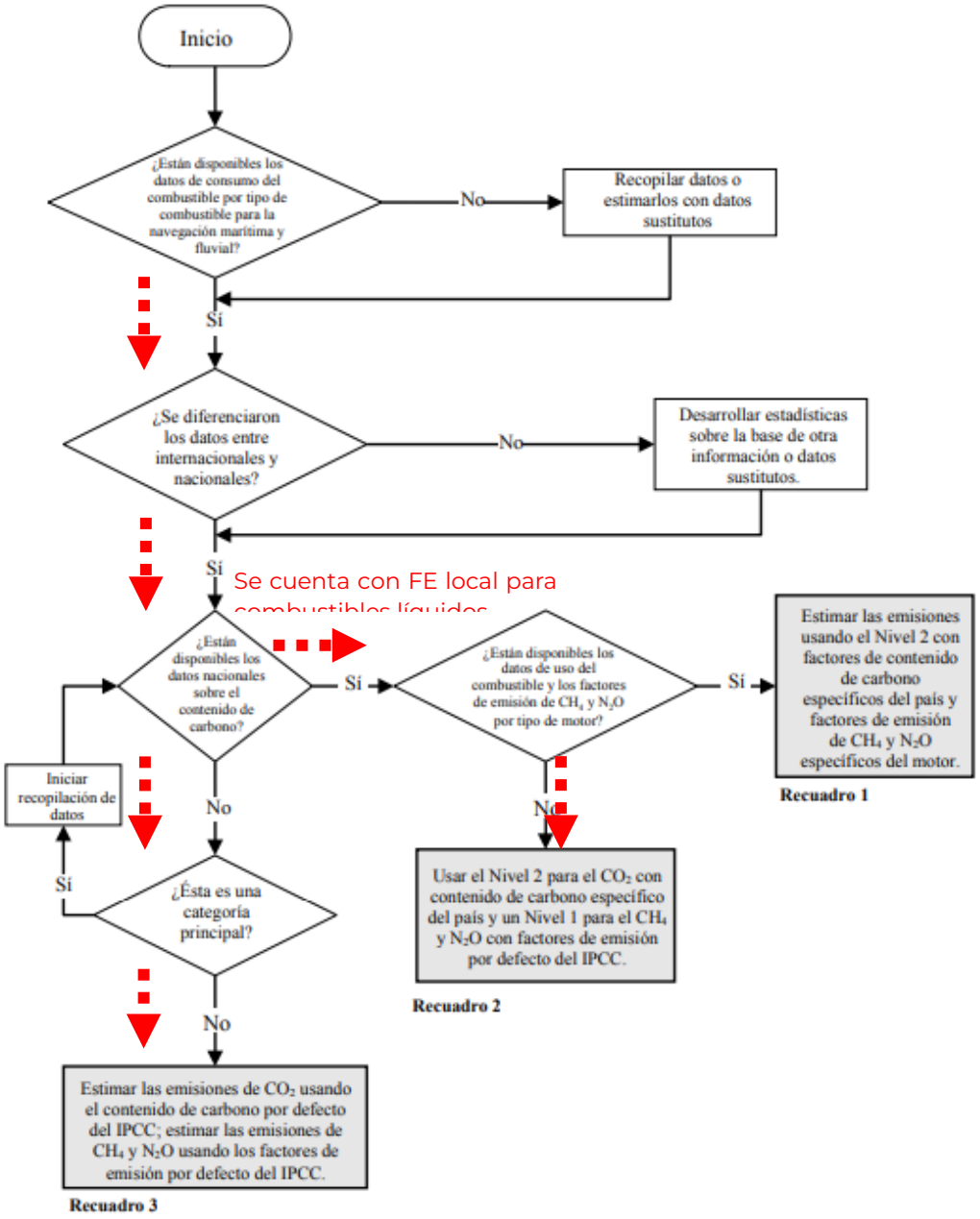


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 24. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el IBT1 se obtuvieron los FE de CO_2 específicos de los combustibles líquidos gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) en el marco del proyecto CBIT Argentina. Los FE de CO_2 del gasoil grado 1 y nafta grado 1, se consideraron como los promedios simples de los FE de grado 2 y 3, para cada combustible respectivamente. Se aplicó el método de Nivel 2 y se ajustó la

incertidumbre asociada. Para otros combustibles se aplicó el método de Nivel 1 (contenidos de carbono por defecto) empleando datos de consumos de combustibles para navegación nacional.

En el caso de las emisiones de CH_4 y N_2O, esta categoría no es principal y, debido a que no se cuenta con consumos de combustible y FE por tipo de motor, se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 3.5.1 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se ha utilizado el FE de CO_2 local para los combustibles líquidos nafta grado 2 (súper), nafta grado 3 (ultra), gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra) aplicando un promedio de estos últimos para otros tipos de gasoil, para otros combustibles se utilizaron valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, al igual que para CH_4 y N_2O. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 108. Factores de emisión para la categoría 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Gas/Diésel Oil	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas/Diésel Oil	tCO_2/tep	2,985	FE local para la República Argentina (promedio simple entre Gasoil G2 y G3)	Diésel Oil Otros Tipos de Gasoil
FE CO_2 Gasoil G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 2	tCO_2/tep	2,970	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 2 (Común)
FE CO_2 Gasoil G3	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 3	tCO_2/tep	3,001	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 3 (Ultra)
FE CO_2 Nafta G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Nafta Grado 2	tCO_2/tep	3,014	FE local para la República Argentina	Nafta Grado 2 (Súper)
FE CO_2 Nafta G3	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Nafta Grado 3	tCO_2/tep	2,983	FE local para la República Argentina	Nafta Grado 3 (Ultra)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Biogasolina	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Biogasolina	tCO_2/tep	2,96	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Bioetanol
FE CO_2 Fuelóleo residual	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Fuelóleo residual	tCO_2/tep	3,24	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO
FE CH_4 Gas/Diésel Oil FE CH_4 Gasolina para motores FE CH_4 Biogasolina FE CH_4 Fuelóleo residual	Factor de emisión de CH_4 – Gas/Diésel Oil, Gasolina para motores, Biogasolina y Fuelóleo residual	tCH_4/tep	0,00029	IPCC 2006 – Cuadro 3.5.3 – Transatlánticos – Cambio de unidades	Diésel Oil Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra) Bioetanol Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO
FE N_2O Gas/Diésel Oil FE N_2O Gasolina para motores FE N_2O Biogasolina FE N_2O Fuelóleo residual	Factor de emisión de N_2O – Gas/Diésel Oil, Gasolina para motores, Biogasolina y Fuelóleo residual	tN_2O/tep	0,00008	IPCC 2006 – Cuadro 3.5.3 – Transatlánticos – Cambio de unidades	Diésel Oil Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra) Bioetanol Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Combustibles líquidos: Para el período 1990-2009 se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de "consumo final transporte" para el combustible fuel oil. El consumo de otros combustibles líquidos no está desagregado en dicho período. Los valores correspondientes están incluidos en las categorías "1A3b – Transporte terrestre por carretera" y "1A4 – Otros sectores". A partir del año 2010 se utilizó la estadística de las Tablas SESCO–DS, que contiene los valores comercializados por sector de consumo para diésel oil, gasoil grado 2 (común), gasoil grado 3 (ultra), otros tipos de gasoil, fueloil y mezclas IFO. La serie temporal cuenta también con valores atípicos de consumo de nafta grado 2 (súper) y nafta grado 3 (ultra) para los años 2014 y 2015 que fueron contabilizados para el cálculo de emisiones. Cabe aclarar que los consumos de nafta grado 2 y nafta grado 3 se reportan con el corte obligatorio de biocombustibles incluido (vigente a partir del año 2010), por lo cual se debió estimar el valor correspondiente a combustibles fósiles mediante la resta

de los biocombustibles incluidos en la mezcla. En el caso de la navegación nacional, se asume que el gas/diésel oil no está cortado con biocombustibles. La estadística de las Tablas SESCO se encuentra expresada en unidades de volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Combustibles biomásicos: A partir del año 2010, el consumo de biocombustibles es reportado en las Estadísticas de biodiésel y bioetanol de forma agregada para todo el país. Para estimar los consumos asignados a navegación nacional se consideró la desagregación reportada en las Tablas SESCO–DS para el consumo de combustibles cortados.

Para más detalles sobre la metodología de cálculo empleada en el caso de los combustibles cortados con biocombustibles, ver el Anexo “Asignación de biodiésel” y el Anexo “Asignación de biogasolina (Bioetanol)”.

Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo “Asignación de Combustibles Categoría 1A3 – Transporte”.

Tabla 109. Fuente de los datos de consumo de combustibles de la categoría 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional

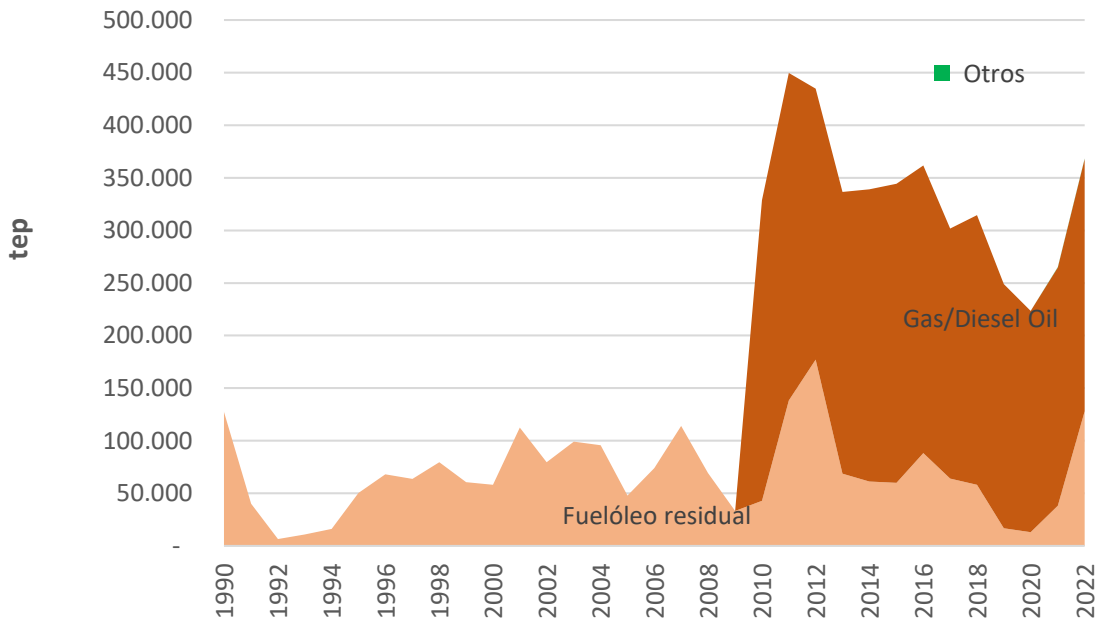
Año	Gas/Diésel oil	Fuelóleo residual	Gasolina para motores	Biogasolina
1990	Sin datos desagregados (incluidos en estadística de Diésel Oil + Gas Oil del BEN)	Balance Energético Nacional (SE) – Consumo Final Transporte – Fuel Oil	Sin datos desagregados (incluidos en estadística de Motonafta Total del BEN)	Sin consumo
1991				
1992				
1993				
1994				
1995				
1996				
1997				
1998				
1999				
2000				
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				
2006				
2007				
2008				
2009				

Año	Gas/Diésel oil	Fuelóleo residual	Gasolina para motores	Biogasolina
2010	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Bunker Cabotaje – Sin corte de biodiésel – Diésel Oil, Gasoil Grado 2 (común), Gasoil Grado 3 (ultra) y Otros Tipos de Gasoil	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Fueloil y Mezclas IFO	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Bunker Cabotaje – Ajustado por corte Bioetanol – Nafta Grado 2 (Súper) y Nafta Grado 3 (Ultra) – Sólo hay valores para los años 2014 y 2015	Estadísticas de Biocombustibles (SE) – Ventas totales de Bioetanol
2011				
2012				
2013				
2014				
2015				
2016				
2017				
2018				
2019				
2020				
2021				
2022				

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede observar la tendencia del consumo para la serie temporal 1990-2022. Dentro del agrupamiento “Otros” se incluyen los siguientes combustibles: gasolina para motores y biogasolina. Cabe aclarar que debido a que el consumo de dichos combustibles es muy pequeño, no se logran visualizar en el gráfico.

Figura 106. Evolución del consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 110. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
C Gas/Diésel oil	Consumo de Gas/Diésel oil	tep	Gasoil G2: 218.718 Gasoil G3: 16.092 Otros tipos de GasOil: 5.151	Tablas SESCO–DS	Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil
C Fuelóleo residual	Consumo de Fuelóleo residual	tep	127.919	Tablas SESCO–DS	Fueloil Mezclas IFO
C Biogasolina	Consumo de Biogasolina	tep	40	Estadísticas de Biocombustibles	Bioetanol

Fuente: Elaboración propia

1A3e – Otro tipo de transporte

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 111. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A3e – Otro tipo de transporte

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1A3ei	Transporte por gasoductos	Emisiones por combustión durante la operación de estaciones de bombeo y mantenimiento de tuberías. Incluye el transporte por tuberías de gases, líquidos, desechos cloacales y otros productos básicos. Se excluye la distribución de gases, agua, o vapor, naturales o elaborados, desde el distribuidor a los usuarios finales.	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1
1A3eii	Otros	Emisiones de quema de Otros transportes, excluyéndose el transporte por tuberías.	NA	NA	NA

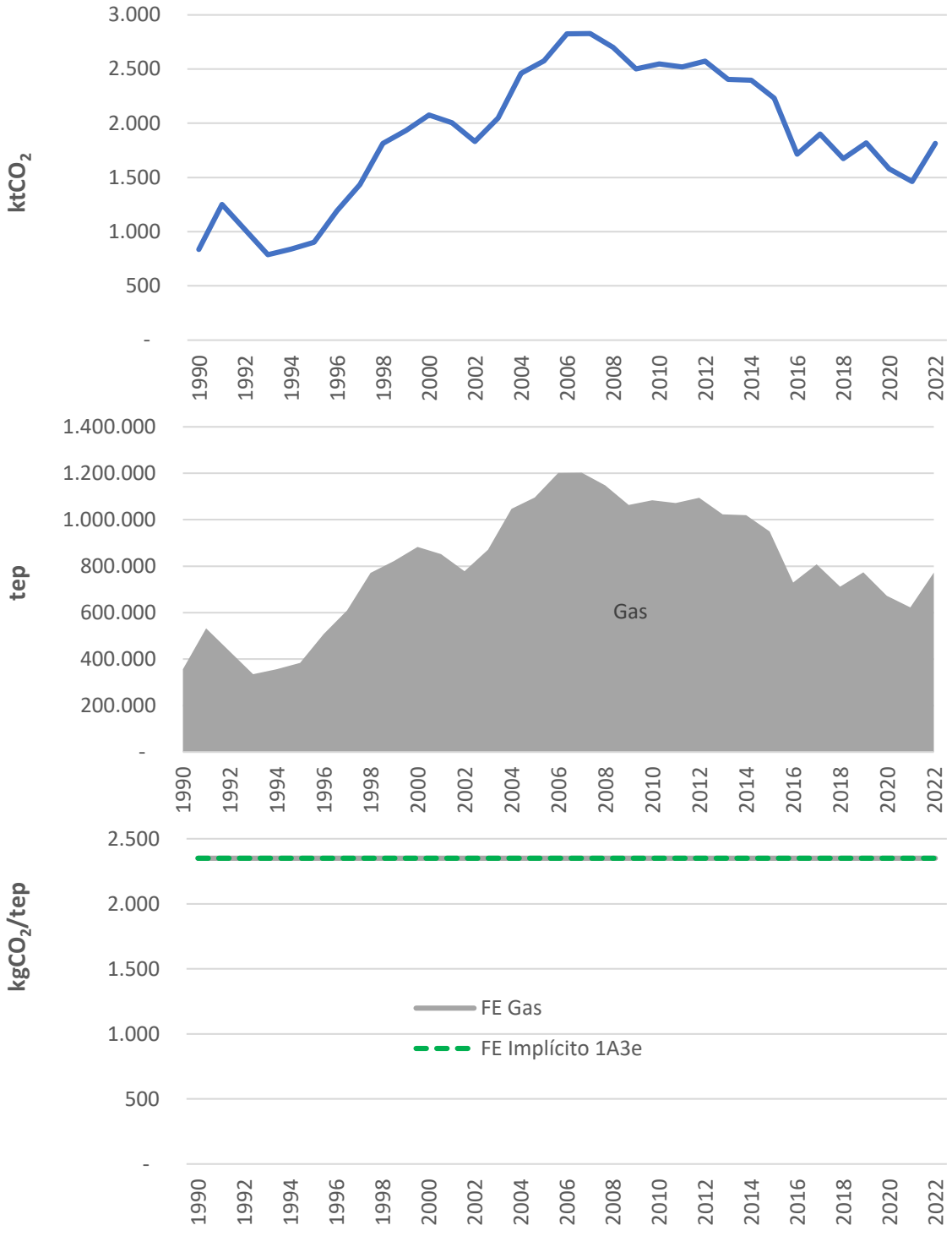
Fuente: Elaboración propia

En el caso de la categoría "1A3eii – Otros", No Aplica (NA) ya que todos los consumos de combustibles se encuentran incluidos junto con los de las categorías "1A3biii – Camiones para servicio pesado y autobuses" y "1A3bv – Otros. Transporte sin especificar".

Tendencia de las emisiones de GEI

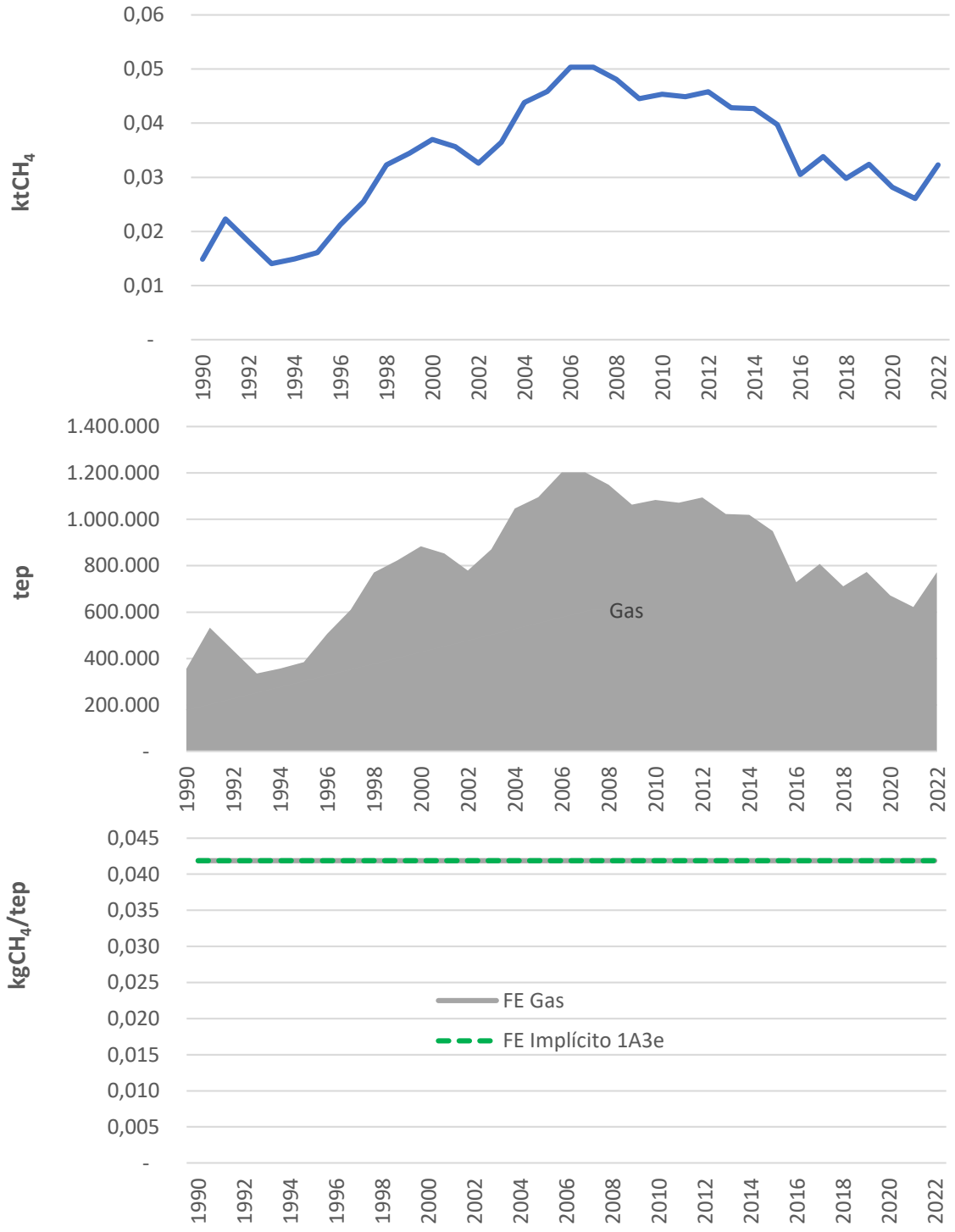
Se puede observar que la tendencia de las emisiones está asociada al consumo de combustible. Se consideró el BEN como fuente de información para toda la serie histórica.

Figura 107. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO2 1A3e (1990-2022)



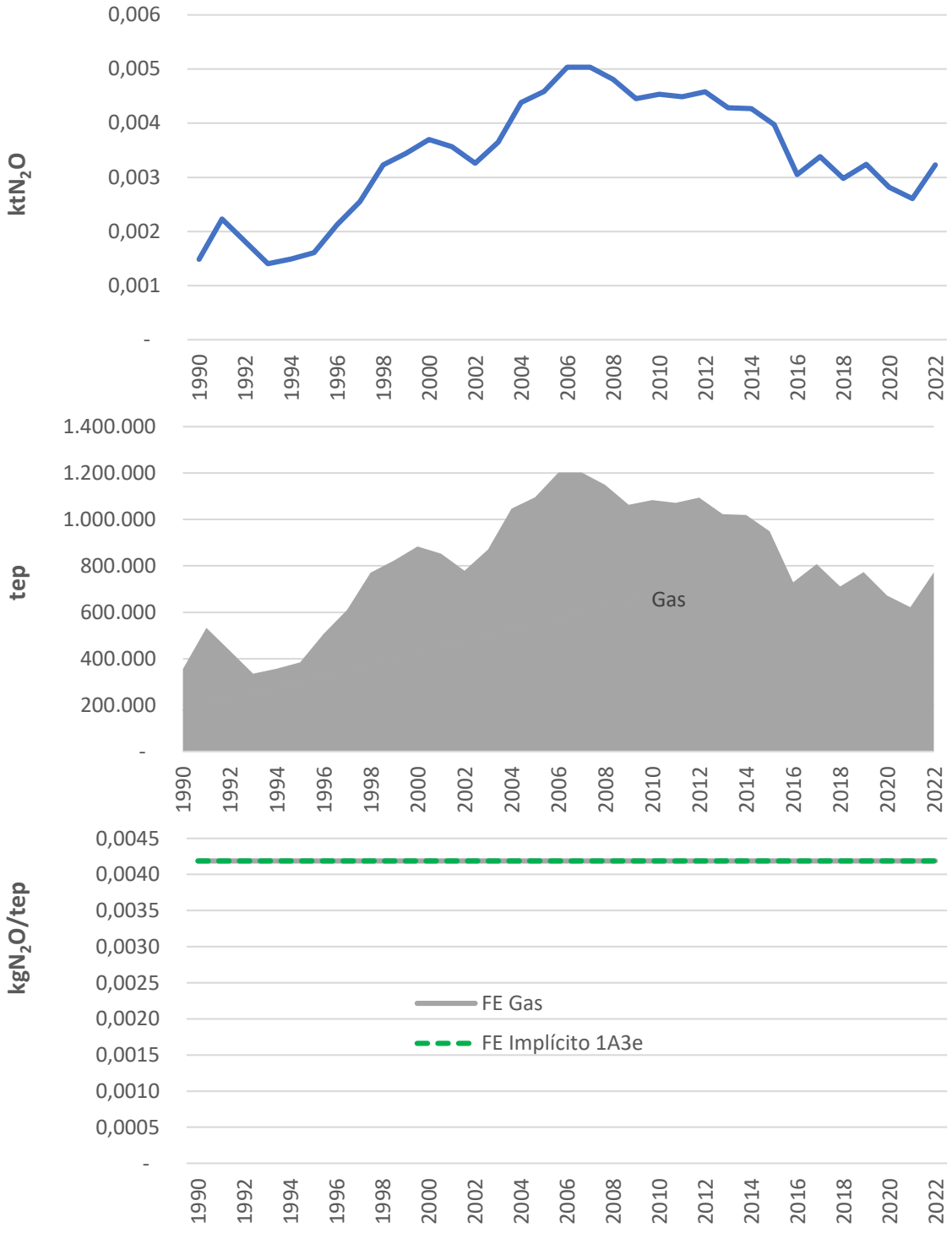
Fuente: Elaboración propia

Figura 108. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A3e (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 109. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A3e (1990-2022)

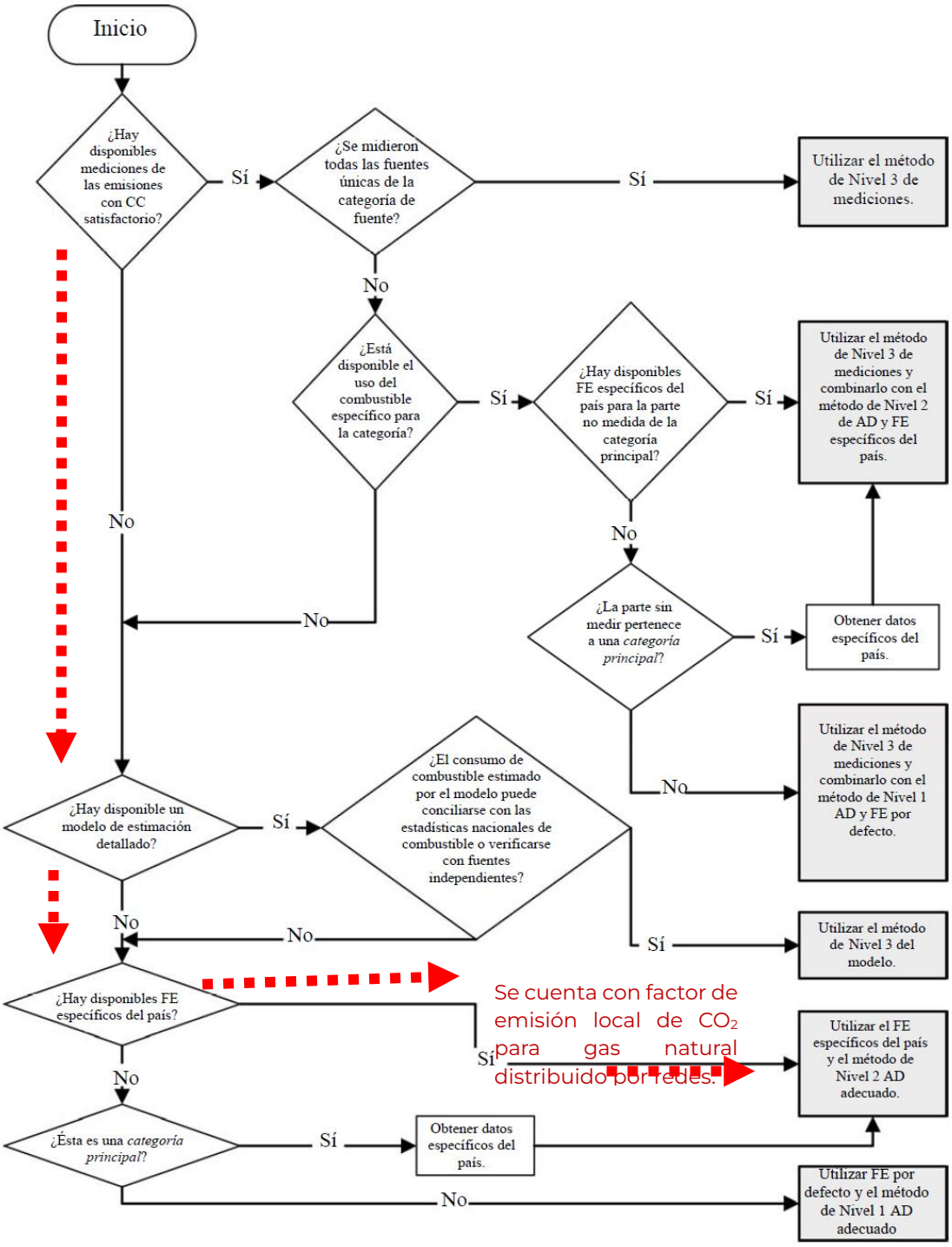


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 25. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 de la categoría 1A3e – Otro tipo de transporte



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el caso de las emisiones de CO_2, se aplicó el FE local del gas natural distribuido por redes, por lo que se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo de Nivel 2.

En el caso de las emisiones de CH_4 y N_2O, esta categoría no es principal y, debido a que no se cuenta con FE específicos del país, se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 2.1 y 2.2 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se ha utilizado el FE de CO_2 local para el gas natural distribuido por redes, mientras que para CH_4 y N_2O se aplicaron valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 112. Factores de emisión para la categoría 1A3e – Otro tipo de transporte

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente	Equivalencia con combustibles nacionales
FE $CO_{2\ Gas\ natural}$	Factor de emisión de CO_2 – Gas natural	tCO_2/tep	2,351	FE local para la República Argentina	Gas Distribuido por Redes
FE $CH_{4\ Gas\ natural}$	Factor de emisión de CH_4 – Gas natural	tCH_4/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Distribuido por Redes
FE $N_2O_{Gas\ natural}$	Factor de emisión de N_2O – Gas natural	tN_2O/tep	0,000004	IPCC 2006 – Cuadro 2.2 – Industrias de la energía – Cambio de unidades	Gas Distribuido por Redes

Fuente: Elaboración propia

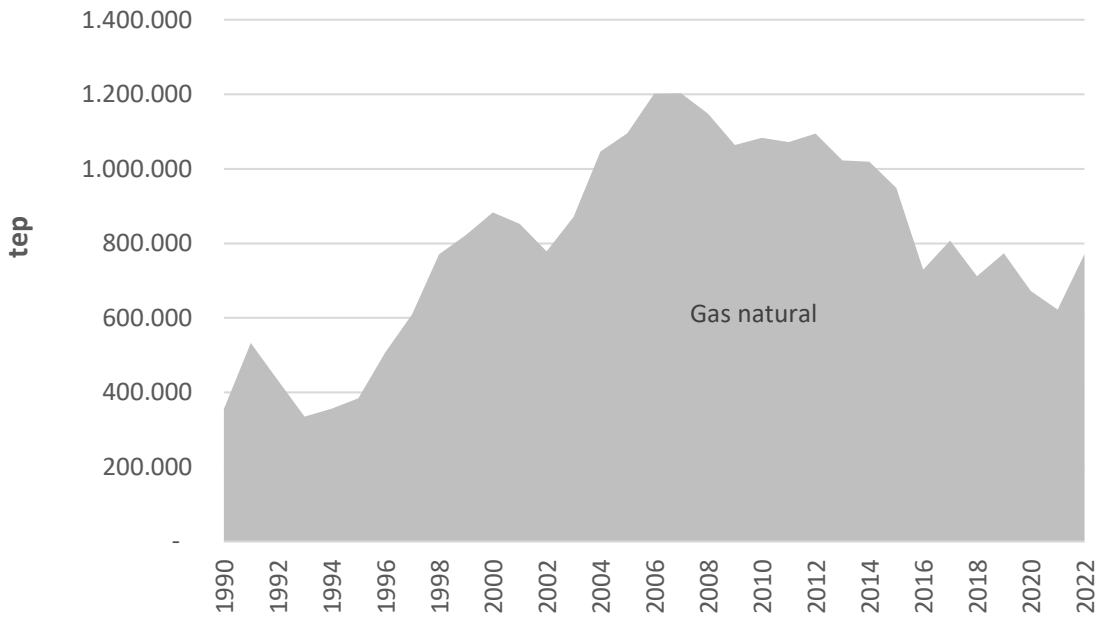
Datos de actividad

Combustibles gaseosos: Para toda la serie histórica se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de “consumo propio” para el gas distribuido por redes. La estadística del BEN se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo “Asignación de Combustibles Categoría 1A3 – Transporte”.

A continuación, se puede observar la tendencia del consumo para la serie temporal 1990-2022.

Figura 110. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A3e – Otro tipo de transporte (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 113. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3e – Otro tipo de transporte (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
C $_{Gas\ Natural}$	Consumo de Gas natural	tep	771.900	BEN – Consumo propio	Gas Distribuido por Redes

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones provenientes de las actividades de transporte se reporta de manera conjunta.

Tabla 114. Incertidumbre de la categoría 1A3 – Transporte (2022)

Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
0,6%	24,7%	15,5%	9,47E-07%	20,4%	0,7%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006.

Anexo Asignación de Combustibles Categoría 1A3 – Transporte

A continuación, se detalla la asignación por categoría de las Directrices del IPCC de 2006, según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado.

Tabla 115. Asignación de consumos de combustibles de la categoría 1A3 – Transporte

Base de datos	Combustible según base de datos	Sector según base de datos	Asignación IPCC
SESCO – DS	Aerokerosene (Jet)	Al Público	1A3a
SESCO – DS	Aerokerosene (Jet)	Bunker Cabotaje	1A3a
SESCO – DS	Aerokerosene (Jet)	Bunker Internacional	1D1a
SESCO – DS	Aerokerosene (Jet)	Otras Empresas	1A3a
SESCO – DS	Aerokerosene (Jet)	Estado	1A3a
SESCO – DS	Aerokerosene (Jet)	Transporte Público de Pasajeros	1A3a
SESCO – DS	Aeronaftas	Estado	1A3a
SESCO – DS	Aeronaftas	Industrias Petroquímicas	1A3a
SESCO – DS	Aeronaftas	Otras Empresas	1A3a
SESCO – DS	Diésel Oil	Bunker Cabotaje	1A3d
SESCO – DS	Diésel Oil	Bunker Internacional	1D1b
SESCO – DS	Diésel Oil	Transporte de Carga	1A3biii
SESCO – DS	Diésel Oil	Transporte Público de Pasajeros	1A3biii
SESCO – DS	Fueloil	Bunker Cabotaje	1A3d
SESCO – DS	Fueloil	Bunker Internacional	1D1b
SESCO – DS	Fueloil	Transporte de Carga	1A3d
SESCO – DS	Fueloil	Transporte Público de Pasajeros	1A3d
SESCO – DS	Fueloil	Transporte Ferroviario	1A3c
SESCO – DS	Gasoil Grado 1 (Agrogasoil)	Bunker Internacional	1D1b
SESCO – DS	Gasoil Grado 1 (Agrogasoil)	Al Público	1A3bv
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	Al Público	1A3bv
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	Bunker Cabotaje	1A3d
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	Bunker Internacional	1D1b
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	Transporte de Carga	1A3biii
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	Transporte Ferroviario	1A3c
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	Transporte Público de Pasajeros	1A3biii
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	Al Público	1A3bv
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	Bunker Cabotaje	1A3d

Base de datos	Combustible según base de datos	Sector según base de datos	Asignación IPCC
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	Bunker Internacional	1D1b
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	Transporte de Carga	1A3biii
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	Transporte Ferroviario	1A3c
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	Transporte Público de Pasajeros	1A3biii
SESCO – DS	Kerosene	Transporte de Carga	1A3a
SESCO – DS	Mezclas IFO	Bunker Cabotaje	1A3d
SESCO – DS	Mezclas IFO	Bunker Internacional	1D1b
SESCO – DS	Nafta Grado 1 (Común)	Al Público	1A3bv
SESCO – DS	Nafta Grado 1 (Común)	Transporte de Carga	1A3biii
SESCO – DS	Nafta Grado 1 (Común)	Transporte Público de Pasajeros	1A3biii
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	Al Público	1A3bv
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	Bunker Cabotaje	1A3d
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	Bunker Internacional	1D1b
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	Transporte de Carga	1A3biii
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	Transporte Ferroviario	1A3c
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	Transporte Público de Pasajeros	1A3biii
SESCO – DS	Nafta Grado 3 (Ultra)	Al Público	1A3bv
SESCO – DS	Nafta Grado 3 (Ultra)	Bunker Cabotaje	1A3d
SESCO – DS	Nafta Grado 3 (Ultra)	Transporte de Carga	1A3biii
SESCO – DS	Nafta Grado 3 (Ultra)	Transporte Público de Pasajeros	1A3biii
SESCO – DS	Otros Tipos de Gasoil	Bunker Cabotaje	1A3d
SESCO – DS	Otros Tipos de Gasoil	Bunker Internacional	1D1b
SESCO – DS	Otros Tipos de Gasoil	Transporte de Carga	1A3biii
SESCO – DS	Otros Tipos de Gasoil	Transporte Público de Pasajeros	1A3biii
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	S/N	1A3bv
SESCO – DS	Nafta Grado 3 (Ultra)	S/N	1A3bv
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	S/N	1A3bv
BEN	Gas Distribuido por Redes	CONSUMO PROPIO	1A3ei
ENARGAS	Gas Natural	GNC	1A3bv
Biocombustibles	Biodiésel	Al Público	1A3bv
Biocombustibles	Biodiésel	Bunker Cabotaje	1A3d
Biocombustibles	Biodiésel	Bunker Internacional	1D1b
Biocombustibles	Biodiésel	Transporte de Carga	1A3biii
Biocombustibles	Biodiésel	Transporte Ferroviario	1A3c
Biocombustibles	Biodiésel	Transporte Público de Pasajeros	1A3biii

Base de datos	Combustible según base de datos	Sector según base de datos	Asignación IPCC
Biocombustibles	Bioetanol	Al Público	1A3bv
Biocombustibles	Bioetanol	Transporte de Carga	1A3biii
Biocombustibles	Bioetanol	Transporte Público de Pasajeros	1A3biii
Biocombustibles	Bioetanol	Transporte Ferroviario	1A3c
Biocombustibles	Bioetanol	Bunker Internacional	1D1b
Biocombustibles	Bioetanol	Bunker Cabotaje	1A3d
Biocombustibles	Bioetanol	S/N	1A3bv
SESCO – DS	Kerosene	Transporte Público de Pasajeros	1A3a
SESCO – DS	Aerokerosene (Jet)	S/N	1A3a
BEN	Kerosene y Aerokerosene	TRANSPORTE	1A3a
BEN	Diésel Oil + Gas Oil	TRANSPORTE	1A3bv
BEN	Motonafta Total	TRANSPORTE	1A3bv
BEN	Fuel Oil	TRANSPORTE	1A3d
BEN	Kerosene y Aerokerosene	EXPORTACIÓN Y BUNKER	1D1a
BEN	Diésel Oil + Gas Oil	EXPORTACIÓN Y BUNKER	1D1b
BEN	Fuel Oil	EXPORTACIÓN Y BUNKER	1D1b
Anuario	Gas Natural	G.N.C.	1A3bv

Fuente: Elaboración propia

Otros sectores (1A4)

Emisiones de las actividades de quema, incluida la quema para la generación de electricidad y calor para uso propio, de los sectores Comercial e institucional, Residencial, y Agricultura, silvicultura, pesca y piscifactorías.

Es categoría principal por nivel para el año 2022 para CO_2 (combustible gaseoso: 7,3% y combustible líquido: 1,4%).

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 116. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A4 – Otros sectores

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1A4a	Comercial / Institucional	Emisiones de la quema de combustibles en edificios comerciales e institucionales; todas las actividades incluidas en las Divisiones 41, 50, 51, 52, 55, 63-6, 70-75, 80, 85, 90-93 y 99 de la ISIC.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1
1A4ai	Combustión estacionaria	Emisiones de combustibles quemados en fuentes comerciales/institucionales estacionarias (calderas, etc.)	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 2
1A4aii	Vehículos todo terreno y otra maquinaria	Emisiones por quema de combustibles en los vehículos y la maquinaria móvil utilizados en el sector comercial/institucional	IE	IE	IE
1A4b	Residencial	Emisiones por quema de combustibles en hogares.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1
1A4bi	Combustión estacionaria	Emisiones de combustibles quemados en hogares en fuentes estacionarias residenciales (hornos, estufas, calefactores, calderas, hogares, etc.)	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1
1A4bii	Vehículos todo terreno y otra maquinaria	Emisiones por quema de combustibles en los vehículos y la maquinaria móvil utilizados en el sector residencial (motosierras, motos de nieve, etc.)	IE	IE	IE
1A4c	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías	Emisiones por quema de combustibles utilizados en agricultura, silvicultura, pesca e industrias pesqueras, tales como piscifactorías. Actividades incluidas en las divisiones 01, 02 y 05 de la ISIC. Se excluye el transporte agrícola por autopistas.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1
1A4ci	Combustión estacionaria	Emisiones de combustibles quemados en bombas, secado de granos, invernaderos hortícolas y otras quemas de agricultura, silvicultura o quemas estacionarias en la industria pesquera.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1
1A4cii	Vehículos todo terreno y otra maquinaria	Emisiones de combustibles quemados en vehículos de tracción en granjas y en bosques.	IE	IE	IE
1A4ciii	Pesca (combustión móvil)	Emisiones de combustible que se usa en pesca de cabotaje, pesca costera y pesca en alta mar. La pesca debe cubrir las naves de todas las banderas que hayan repostado en el país (incluida la pesca internacional).	IE	IE	IE

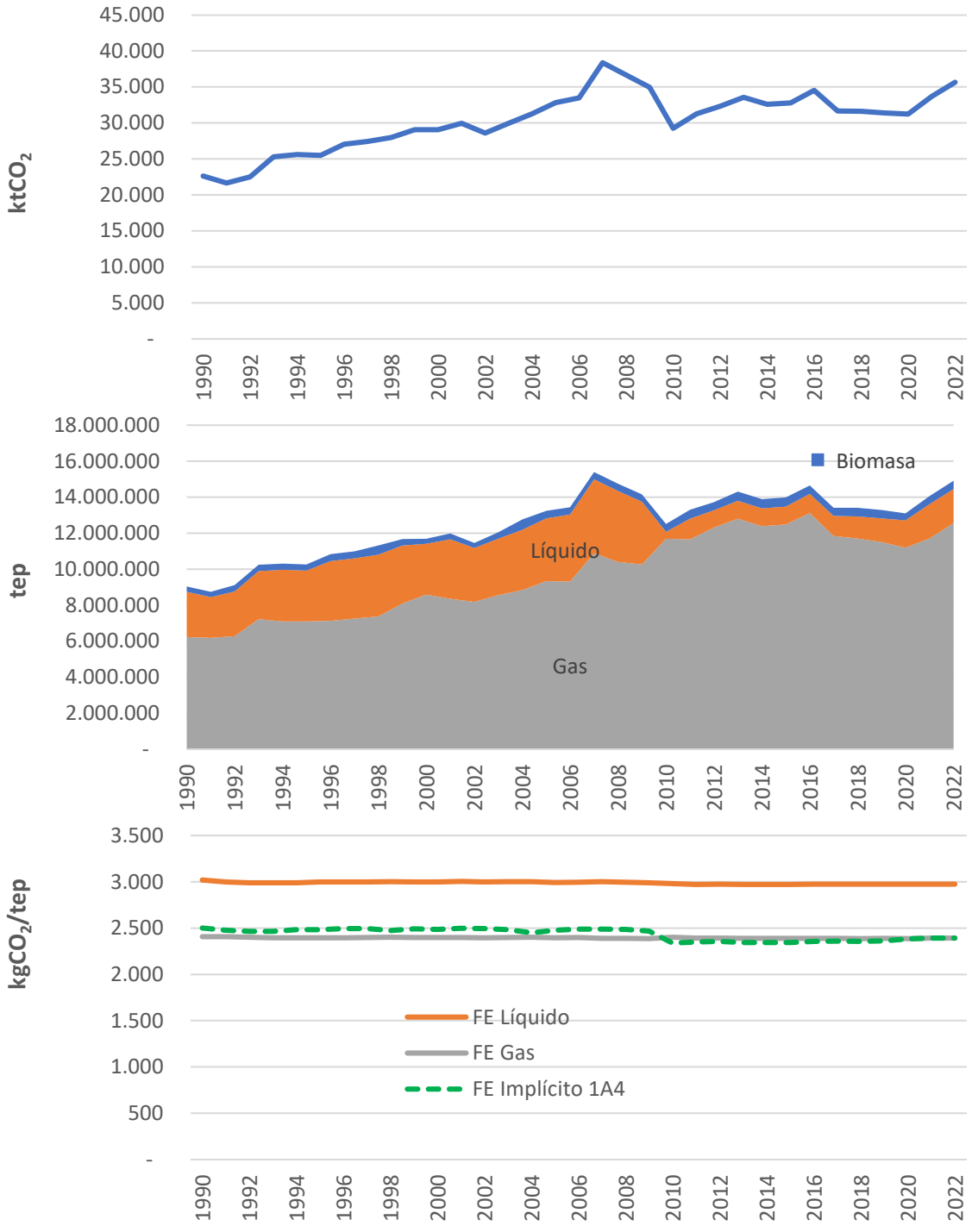
Fuente: Elaboración propia

Las categorías “1A4aii”, “1A4bii” y “1A4cii” se incluyen en la categoría “1A3bv – Otros. Transporte sin especificar”. La categoría “1A4ciii”, se incluye en la categoría “1A4ci Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías”, debido a que no se cuenta con la estadística desagregada del consumo de combustible para dichas actividades productivas.

Tendencia de las emisiones de GEI

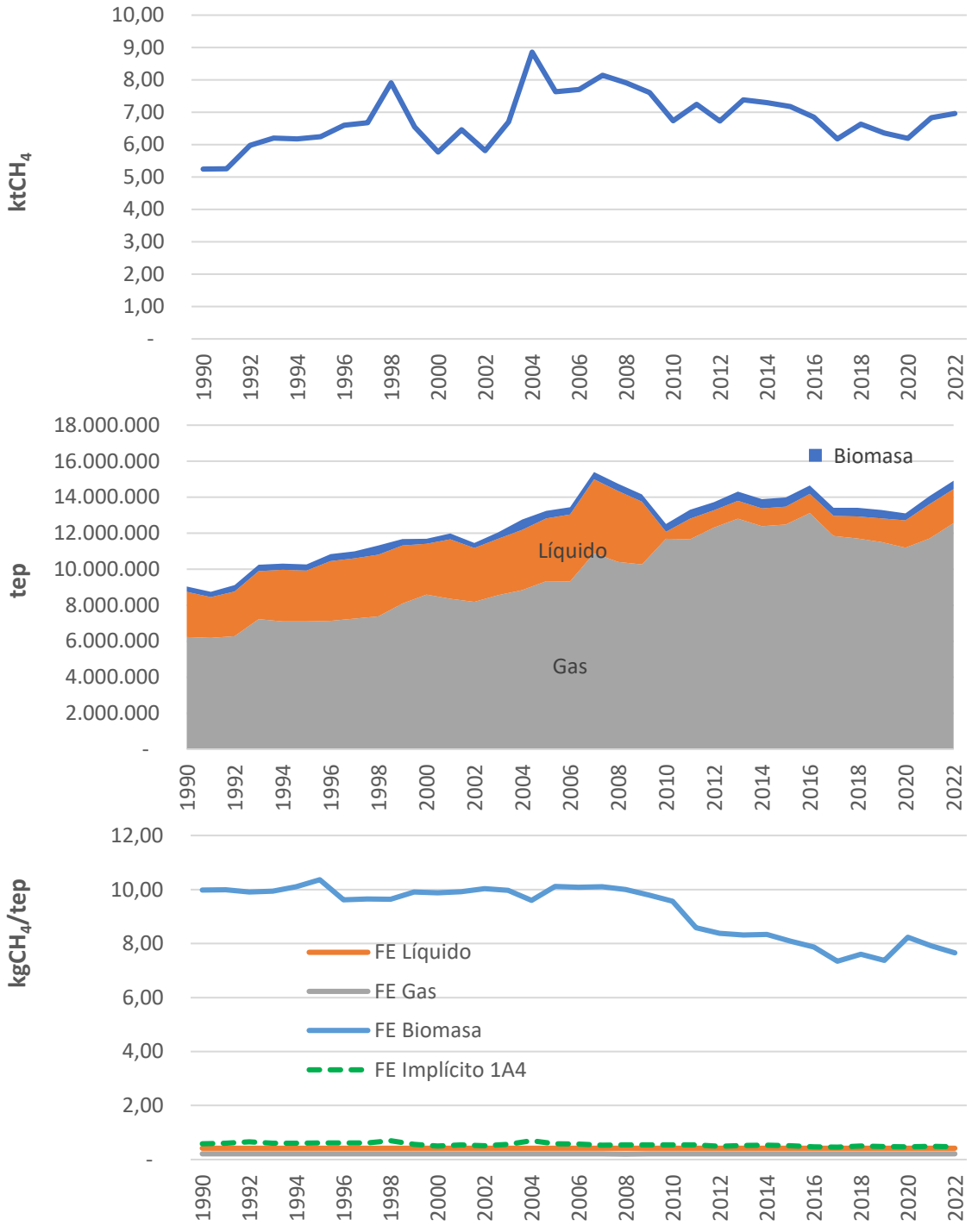
Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones de CO_2 que se corresponde con la evolución de los DA, los cuales tienen una dinámica similar a la poblacional. En el caso de los combustibles líquidos, hasta el año 2009 se utilizó el BEN como base de datos y, a partir de 2010, las Tablas SESCO–DS. Dichas tablas tienen una asignación distinta por sectores para los combustibles líquidos derivados de petróleo. La leve variación del FE implícito de CO_2, CH_4 y N_2O se debe al cambio en la participación de cada combustible.

Figura 111. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A4 (1990-2022)



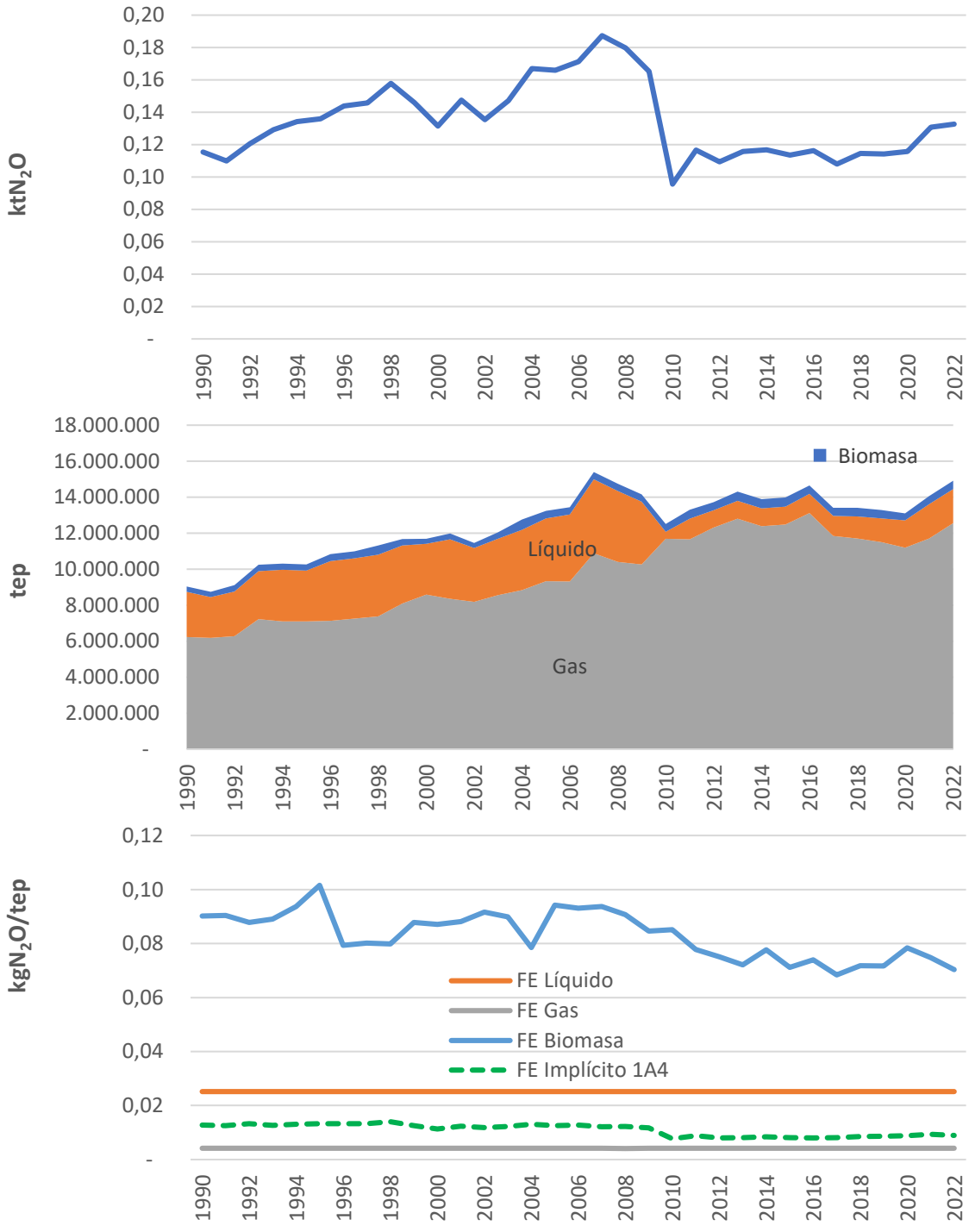
Fuente: Elaboración propia

Figura 112. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A4 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 113. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A4 (1990-2022)

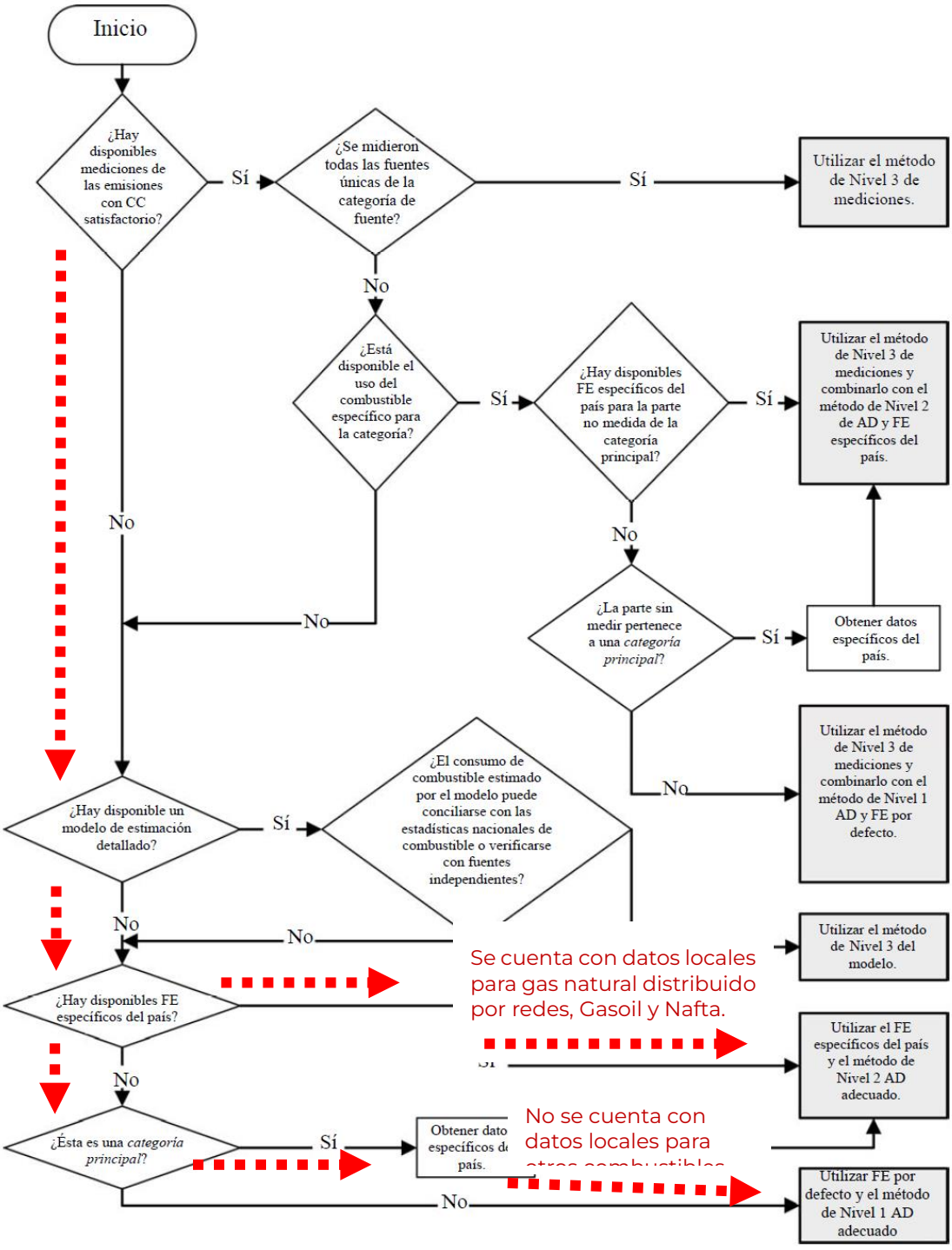


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 26. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A4 – Otros sectores



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el caso de las emisiones de CO_2, como la categoría 1A4 es principal tanto para combustibles líquidos como gaseosos, corresponde recopilar el contenido de carbono de cada combustible específico del país.

Se aplicó el método de Nivel 2, para estimar las emisiones de CO_2 gas natural distribuido por redes. En el IBT1 se obtuvieron los FE de CO_2 específicos de los combustibles líquidos gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) en el marco del proyecto CBIT Argentina. Los FE de CO_2 del gasoil grado 1 y nafta grado 1, se consideraron como los promedios simples de los FE de grado 2 y 3, para cada combustible respectivamente. Se aplicó el método de Nivel 2 y se ajustó la incertidumbre asociada.

En el caso de las emisiones de CH_4 y N_2O, esta categoría no es principal y, debido a que no se cuenta con FE específicos del país, se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 2.1 y 2.2 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se utilizaron los FE de CO_2 locales para el gas natural distribuido por redes, gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y nafta grado 3 (ultra) y se aplicó un promedio de los mismos para el gasoil grado 1 y nafta grado 1, mientras que para CH_4 y N_2O se aplicaron valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. En el caso de otros combustibles, se han utilizado los valores por defecto de dichas Directrices. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 117. Factores de emisión para la categoría 1A4 – Otros sectores

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Gas Natural	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas Natural	tCO_2/tep	2,351	FE local para la República Argentina	Gas Natural
FE CO_2 Gases Licuados de Petróleo	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gases Licuados de Petróleo	tCO_2/tep	2,64	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Gas Licuado
FE CO_2 Gas/Diésel oil	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas/Diésel Oil	tCO_2/tep	2,985	FE local para la República Argentina (promedio entre el FE Gasoil Grado 2 y Grado 3)	Diésel Oil + Gas Oil Otros Tipos de Gasoil

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Gasoil G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 2	tCO_2/tep	2,970	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 2 (Común)
FE CO_2 Gasoil G3	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 3	tCO_2/tep	3,001	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 3 (Ultra)
FE CO_2 Carbón Vegetal	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Carbón Vegetal	tCO_2/tep	4,68	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Carbón
FE CO_2 Madera/Desechos de Madera	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Madera/Desechos de Madera	tCO_2/tep	4,68	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Leña
FE CO_2 Biodiésel	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Biodiésel	tCO_2/tep	2,96	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Biodiésel
FE CO_2 Otro queroseno	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Otro queroseno	tCO_2/tep	3,01	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Kerosene
FE CO_2 Gasolina para motores	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasolina para motores	tCO_2/tep	2,998	FE local para la República Argentina (promedio entre el FE Nafta Grado 2 y Grado 3)	Nafta Grado 1 (Común)
FE CO_2 Nafta G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Nafta Grado 2	tCO_2/tep	3,014	FE local para la República Argentina	Nafta Grado 2 (Súper)
FE CO_2 Nafta G3	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Nafta Grado 3	tCO_2/tep	2,983	FE local para la República Argentina	Nafta Grado 3 (Ultra)
FE CO_2 Fuelóleo residual	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Fuelóleo residual	tCO_2/tep	3,24	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Fuel Oil Fueloil

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Biogasolina	Factor de emisión de CO2 eficaz (Medio) – Biogasolina	tCO_2/tep	2,96	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Bioetanol
FE CO_2 Queroseno para motor a reacción	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Queroseno para motor a reacción	tCO_2/tep	2,99	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Kerosene y Aerokerosene
FE CH_4 Gas Natural FE CH_4 Gases Licuados de Petróleo	Factor de emisión de CH_4 – Gas Natural y Gases Licuados de Petróleo	tCH_4/tep	0,00021	IPCC 2006 – Cuadro 2.4 / 2.5 – Según combustible y actividad – Cambio de unidades	Gas Natural Gas Licuado
FE CH_4 Biodiésel FE CH_4 Biogasolina FE CH_4 Gas/Diésel oil FE CH_4 Fuelóleo residual FE CH_4 Otro queroseno FE CH_4 Queroseno para motor a reacción FE CH_4 Gasolina para motores	Factor de emisión de CH_4 – Biodiésel, Biogasolina, Gas/Diésel oil, Fuelóleo residual, Otro queroseno, Queroseno para motor a reacción y Gasolina para motores	tCH_4/tep	0,00042	IPCC 2006 – Cuadro 2.4 / 2.5 – Según combustible y actividad – Cambio de unidades	Biodiésel Bioetanol Diésel Oil + Gas Oil Diésel Oil Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil Fuel Oil Fueloil Kerosene Kerosene y Aerokerosene Nafta Grado 1 (Común) Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra)
FE CH_4 Carbón Vegetal	Factor de emisión de CH_4 – Carbón Vegetal	tCH_4/tep	0,00837	IPCC 2006 – Cuadro 2.4 / 2.5 – Según actividad – Cambio de unidades	Carbón
FE CH_4 Madera/Desechos de Madera	Factor de emisión de CH_4 – Madera / Desechos de Madera	tCH_4/tep	0,01256	IPCC 2006 – Cuadro 2.4 / 2.5 – Según actividad – Cambio de unidades	Leña

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE N_2O Gas Natural FE N_2O Gases Licuados de Petróleo	Factor de emisión de CH_4 – Gas Natural y Gases Licuados de Petróleo	tN_2O/tep	0,000004	IPCC 2006 – Cuadro 2.4 / 2.5 – Según combustible y actividad – Cambio de unidades	Gas Natural Gas Licuado
FE N_2O Biodiésel FE N_2O Biogasolina FE N_2O Gas/Diésel oil FE N_2O Fuelóleo residual FE N_2O Otro queroseno FE N_2O Queroseno para motor a reacción FE N_2O Gasolina para motores	Factor de emisión de N_2O – Biodiésel, Biogasolina, Gas/Diésel oil, Fuelóleo residual, Otro queroseno, Queroseno para motor a reacción y Gasolina para motores	tN_2O/tep	0,00003	IPCC 2006 – Cuadro 2.4 / 2.5 – Según combustible y actividad – Cambio de unidades	Biodiésel Bioetanol Diésel Oil + Gas Oil Diésel Oil Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil Fuel Oil Fueloil Kerosene Kerosene y Aerokerosene Nafta Grado 1 (Común) Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra)
FE N_2O Carbón Vegetal	Factor de emisión de N_2O – Carbón Vegetal	tN_2O/tep	0,00004	IPCC 2006 – Cuadro 2.4 / 2.5 – Según actividad – Cambio de unidades	Carbón
FE N_2O Madera/Desechos de madera	Factor de emisión de N_2O – Madera / Desechos de madera	tN_2O/tep	0,00017	IPCC 2006 – Cuadro 2.4 / 2.5 – Según actividad – Cambio de unidades	Leña

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Combustibles Líquidos: Para el período 1990-2009, se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de "consumo final agropecuario", "consumo final comercial y público" y "consumo final residencial" para los combustibles kerosene y aerokerosene, diésel oil + gas oil y fuel oil. A partir del año 2010 se utilizó la estadística de las Tablas SESCO–DS, que contiene los valores comercializados por sector de consumo para diésel oil, fueloil, gasoil grado 2 (común), gasoil grado 3 (ultra), kerosene, nafta grado 1 (común), nafta grado 2 (súper), nafta grado 3 (ultra) y otros tipos de gasoil. Cabe aclarar que los consumos de gasoil grado 2, gasoil grado 3,

nafta grado 2 y nafta grado 3 se reportan con el corte obligatorio de biocombustibles incluido (vigente a partir del año 2010), por lo cual se debió estimar el valor correspondiente a combustibles fósiles mediante la resta de los biocombustibles incluidos en la mezcla. Cabe destacar que, en el caso del queroseno para motor a reacción, se asumió el consumo de dicho combustible dado que no fue factible separar la estadística del BEN, que lo reporta como kerosene y aerokerosene. La estadística de las Tablas SESCO se encuentra expresada en unidades de volumen o masa, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Combustibles gaseosos: Entre los años 1990 y 1992 se consideraron los consumos de gas natural informados por los Anuarios de combustibles con destino a los sectores Comercial, Entes Oficiales y Doméstico. A partir del año 1993 se utilizaron los datos operativos de ENARGAS, donde se reportan los valores de gas distribuido por redes entregado a los distintos sectores. Se asume que lo "entregado" es igual a lo consumido en el año de inventario. Respecto del resto de los combustibles gaseosos (gases licuados de petróleo), se utilizó el BEN como base de datos para el período 1990-2022, reportados como "consumo final agropecuario", "consumo final comercial y público" y "consumo final residencial". Las estadísticas del Anuario de combustibles y de ENARGAS se encuentran expresadas en volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando el PCI reportado en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Combustibles biomásicos: A partir del año 2010, el consumo de biocombustibles es reportado en las Estadísticas de biodiésel y bioetanol de forma agregada para todo el país. Para estimar los consumos asignados a cada sector se consideró la desagregación reportada en las Tablas SESCO–DS para el consumo de combustibles cortados. Respecto de los consumos de leña y carbón, para los años 1990 a 2022, se utilizaron las estadísticas forestales correspondientes a extracción de bosque nativo del PNEF y de bosque cultivado de la DNDFI, los cuales se asignaron a consumos comerciales y residenciales según los porcentajes definidos en el BEN. Las estadísticas forestales y de biodiésel y bioetanol se encuentran expresadas en unidades de volumen o masa, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN.

Para más detalles sobre la metodología de cálculo empleada en el caso de los combustibles cortados con biocombustibles, ver el Anexo "Asignación de biodiésel" y el Anexo "Asignación de biogasolina (Bioetanol)".

Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo "Asignación de Combustibles Categoría 1A4 – Otros sectores".

Tabla 118. Fuente de los datos de consumo de combustibles de la categoría 1A4 – Otros sectores

Año	Gas natural	Gases licuados de petróleo	Gas/Diésel oil	Carbón vegetal	Madera / Desechos de madera (Leña)
1990	Anuario Combustibles (SE) – Comercial, Entes Oficiales y Doméstico	Balance Energético Nacional (SE) – Consumo Final Agropecuario, Consumo Final Comercial y Público y Consumo Final Residencial	Balance Energético Nacional (SE) – Consumo Final Agropecuario, Consumo Final Comercial y Público y Consumo Final Residencial	Estadística forestal extracción Bosque Nativo (PNEF – SSAmb) y Bosque Cultivado (ex DNDFI – SAGyP)	Estadística forestal extracción Bosque Nativo (PNEF – SSAmb) y Bosque Cultivado (ex DNDFI – SAGyP)
1991					
1992					
1993	ENARGAS – Datos operativos – Residencial, Comercial, Entes oficiales, Redengas, SDB y SDB – TGS				
1994					
1995					
1996					
1997					
1998					
1999					
2000					
2001					
2002					
2003					
2004					
2005					
2006					
2007					
2008					
2009					
2010			Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Ajustado por corte Biodiésel		
2011					
2012					
2013					

Año	Gas natural	Gases licuados de petróleo	Gas/Diésel oil	Carbón vegetal	Madera / Desechos de madera (Leña)
2014					
2015					
2016					
2017					
2018					
2019					
2020					
2021					
2022					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 119. Fuente de los datos consumos de combustibles de la categoría 1A4 – Otros sectores (cont.)

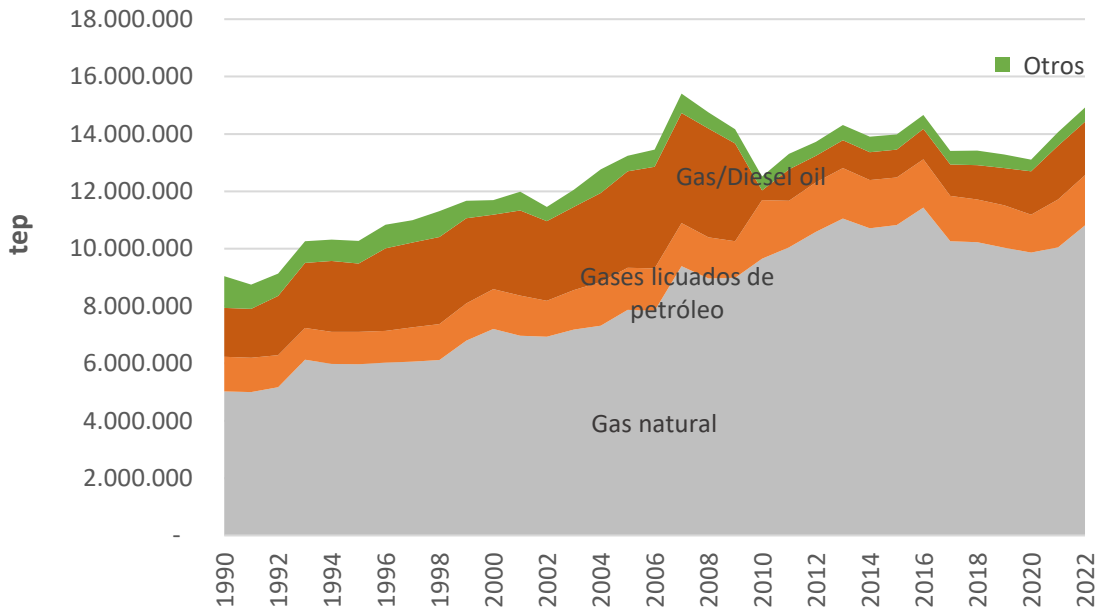
Año	Biodiésel	Otro queroseno / Queroseno para motor a reacción	Gasolina para motores	Fuelóleo residual	Biogasolina
1990	Sin consumo	Balance Energético Nacional (SE) – Kerosene y Aerokerosene – Consumo Final Agropecuario, Consumo Final Comercial y Público y Consumo Final Residencial	Sin datos	Balance Energético Nacional (SE) – Consumo Final Agropecuario, Consumo Final Comercial y Público y Consumo Final Residencial	Sin consumo
1991					
1992					
1993					
1994					
1995					
1996					
1997					
1998					
1999					
2000					
2001					
2002					
2003					
2004					
2005					
2006					

Año	Biodiésel	Otro queroseno / Queroseno para motor a reacción	Gasolina para motores	Fuelóleo residual	Biogasolina
2007					
2008					
2009					
2010	Estadísticas de Biocombustibles (SE) – Ventas al mercado interno de Biodiésel	Tablas SESCO–DS (SE) – Kerosene – Ventas No Sector	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector – Ajustado por corte Bioetanol	Tablas SESCO–DS (SE) – Ventas No Sector	Estadísticas de Biocombustibles (SE) – Ventas totales de Bioetanol
2011					
2012					
2013					
2014					
2015					
2016					
2017					
2018					
2019					
2020					
2021					
2022					

Fuente: Elaboración propia

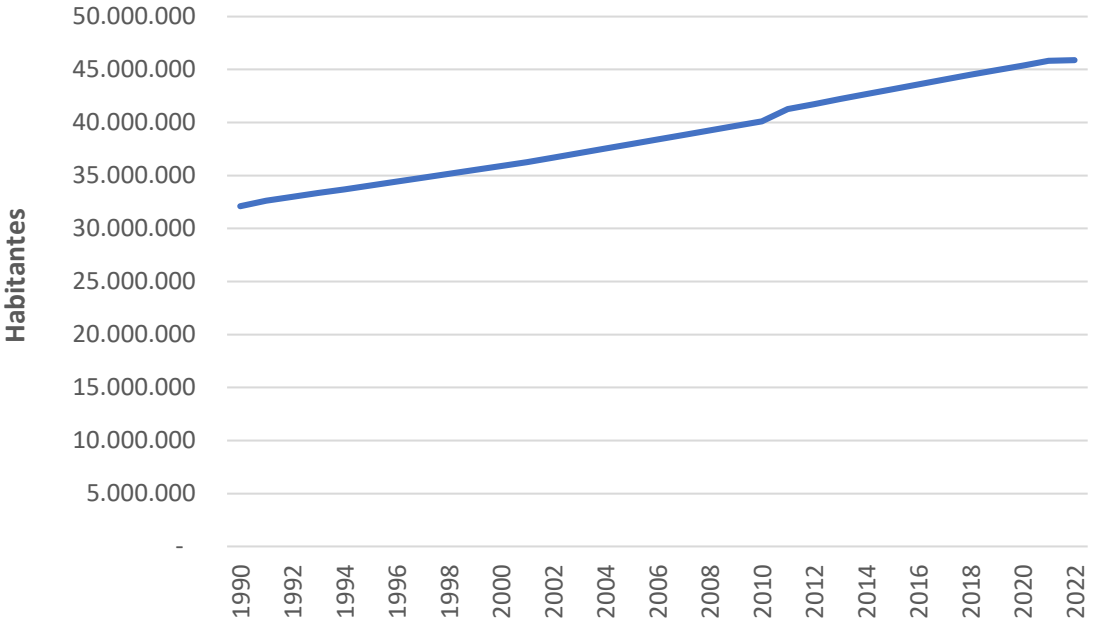
A continuación, se puede observar la tendencia del consumo por tipo de combustible para la serie temporal 1990-2022; la misma tiene un alto componente correspondiente a gas natural y gas licuado de petróleo (84% para el año 2022), con un comportamiento similar al crecimiento poblacional. Cabe destacar que, debido a la fuente de información disponible a partir del año 2010 para los combustibles líquidos derivados de petróleo, se observa una caída de los DA de consumo de gasoil en la categoría "1A4c – Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías". Sin embargo, dicha caída desaparece a nivel agregado porque la diferencia está incluida en la categoría "1A3b – Transporte terrestre". En el agrupamiento "Otros" se incluyen los siguientes combustibles: madera/desechos de madera, biodiésel, otro queroseno, gasolina para motores, fuelóleo residual, biogasolina, queroseno para motor a reacción y carbón vegetal.

Figura 114. Evolución del consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A4 – Otros sectores (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 115. Evolución de la población (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia con base en INDEC

Tabla 120. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A4 – Otros sectores (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
C Gas Natural	Consumo de Gas Natural	tep	10.808.726	ENARGAS	Gas Natural
C Gases Licuados de Petróleo	Consumo de Gases Licuados de Petróleo	tep	1.757.990	BEN – Consumo Agropecuario, Comercial y Público y Residencial	Gas Licuado
C Gas/Diésel oil	Consumo de Gas/Diésel Oil	tep	Gasoil Grado 2: 1.636.530 Gasoil Grado 3: 227.019	Tablas SESCO–DS	Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil
C Carbón Vegetal	Consumo de Carbón Vegetal	tep	238.950	PNEF DNDFI	Carbón
C Madera / Desechos de Madera	Consumo de Madera/Desechos de Madera	tep	118.855	PNEF DNDFI	Leña
C Biodiésel	Consumo de Biodiésel	tep	102.792	Estadísticas de Biocombustibles	Biodiésel
C Otro queroseno	Consumo de Otro queroseno	tep	6.475	Tablas SESCO–DS	Kerosene
C Gasolina para motores	Consumo de Gasolina para motores	tep	Nafta Grado 2: 9.590 Nafta Grado 3: 9.462	Tablas SESCO–DS	Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra)
C Fuelóleo residual	Consumo de Fuelóleo residual	tep	–	Tablas SESCO–DS	Fueloil
C Biogasolina	Consumo de Biogasolina	tep	1.642	Estadísticas de Biocombustibles	Bioetanol

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 121. Incertidumbre de la categoría 1A4 – Otros sectores (2022)

Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
0,9%	21,6%	19,8%	6,60E-07%	13,1%	0,3%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el método de PLE. Para cada una de las

fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006.

Anexo Asignación de Combustibles Categoría 1A4 – Otros sectores

A continuación, se detalla la asignación por categoría de las Directrices del IPCC de 2006, según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado.

Tabla 122. Asignación de consumos de combustibles de la categoría 1A4 – Otros sectores

Base de datos	Combustible según base de datos	Sector según base de datos	Asignación IPCC
SESCO – DS	Diésel Oil	Agro	1A4c
SESCO – DS	Fueloil	Agro	1A4c
SESCO – DS	Fueloil	Estado	1A4aii2
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	Agro	1A4c
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	Estado	1A4aii2
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	Agro	1A4c
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	Estado	1A4aii2
SESCO – DS	Kerosene	Agro	1A4c
SESCO – DS	Kerosene	Al Público	1A4b
SESCO – DS	Kerosene	Estado	1A4aii2
SESCO – DS	Nafta Grado 1 (Común)	Agro	1A4c
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	Agro	1A4c
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	Estado	1A4aii2
SESCO – DS	Nafta Grado 3 (Ultra)	Agro	1A4c
SESCO – DS	Nafta Grado 3 (Ultra)	Estado	1A4aii2
SESCO – DS	Otros Tipos de Gasoil	Agro	1A4c
BEN	Gas Licuado	RESIDENCIAL	1A4b
BEN	Gas Licuado	COMERCIAL Y PÚBLICO	1A4aii3
BEN	Gas Licuado	AGROPECUARIO	1A4c
ENARGAS	Gas Natural	Residencial	1A4b

Base de datos	Combustible según base de datos	Sector según base de datos	Asignación IPCC
ENARGAS	Gas Natural	Comercial	1A4ai1
ENARGAS	Gas Natural	Entes Oficiales	1A4ai2
ENARGAS	Gas Natural	SDB	1A4b
ENARGAS	Gas Natural	Redengas	1A4b
ENARGAS	Gas Natural	SDB – TGS	1A4b
Biocombustibles	Biodiésel	Agro	1A4c
Biocombustibles	Biodiésel	Estado	1A4aii2
Biocombustibles	Bioetanol	Agro	1A4c
Biocombustibles	Bioetanol	Estado	1A4aii2
PNEF – SAyDS	Leña	RESIDENCIAL	1A4b
PNEF – SAyDS	Carbón	RESIDENCIAL	1A4b
PNEF – SAyDS	Leña	COMERCIAL	1A4aii1
PNEF – SAyDS	Carbón	COMERCIAL	1A4aii1
SSDFI – Agro	Leña	RESIDENCIAL	1A4b
SSDFI – Agro	Carbón	RESIDENCIAL	1A4b
SSDFI – Agro	Leña	COMERCIAL	1A4aii1
SSDFI – Agro	Carbón	COMERCIAL	1A4aii1
BEN	Kerosene y Aerokerosene	RESIDENCIAL	1A4b
BEN	Diésel Oil + Gas Oil	AGROPECUARIO	1A4c
BEN	Diésel Oil + Gas Oil	COMERCIAL Y PÚBLICO	1A4aii3
BEN	Fuel Oil	AGROPECUARIO	1A4c
BEN	Fuel Oil	COMERCIAL Y PÚBLICO	1A4aii3
Anuario	Gas Natural	Domestico	1A4b
Anuario	Gas Natural	Comercial	1A4aii1
Anuario	Gas Natural	Entes Oficiales	1A4aii2

Fuente: Elaboración propia

No especificado (1A5)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 123. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A5 – No especificado

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1A5	No especificado	Todas las demás emisiones de quema de combustibles que no se hayan especificado en otro lugar. Incluye las emisiones de los combustibles enviados a militares en el país y a militares de otros países que no participan en operaciones multilaterales.	IE	IE	IE

Fuente: Elaboración propia

La estadística no permite separar consumos de combustibles para asignar a la categoría "1A5 – No especificado". Por dicho motivo, se asume que las emisiones de esta categoría están incluidas en el resto de las categorías de "1A – Actividades de quema de combustibles".

Método de Referencia

Como parte del procedimiento de control de calidad, el cálculo de emisiones de quema de combustibles también se realizó empleando el método de referencia descripto en las Directrices del IPCC de 2006. Este es un método *bottom-up* que utiliza los datos del consumo aparente de los combustibles primarios y secundarios (excluyendo su producción y usos no energéticos) tomados del BEN para calcular las emisiones de CO_2 procedentes de la quema de combustibles fósiles. Consiste en una segunda estimación independiente que permite identificar posibles inconsistencias del cálculo realizado con el método sectorial.

Para el año 2022, la diferencia entre los resultados obtenidos con ambos métodos es de 6,01% en consumo de energía y 4,66% en emisiones de CO_2. Los resultados correspondientes al método sectorial son levemente inferiores a los del método de referencia, cuyos resultados se resumen en la siguiente tabla. La diferencia entre los métodos se debe principalmente a que, en el método de referencia, las pérdidas no se descuentan en el cálculo del consumo aparente. De acuerdo con el Organismo de Aplicación, las pérdidas incluyen gas aventado en los pozos productivos (incluyendo venteo y quema en antorcha de gas) y fugas durante su distribución. Por tal motivo, existe cierta sobreestimación de las emisiones del método de referencia, ya que incluyen venteos y fugas. Por su parte, las emisiones del método sectorial también se encuentran sobreestimadas debido a que el consumo de gas natural empleado como materia prima en la industria de hierro y acero se encuentra contabilizado tanto en el sector Energía como en el sector PIUP.

En la siguiente tabla se presentan los resultados del método de referencia.

Tabla 124. Método de referencia – 2022

TIPO DE COMBUSTIBLE			Unidad	Producción	Importación	Exportación	Bunkers internacionales	Variación de stock	Consumo aparente	Factor de conversión (TJ/unidad)	PCI/PCS (NCV/GCV, por sus siglas en inglés)	Consumo aparente (TJ)	Factor de emisión de C (t C/TJ)	Contenido de C (kt)	Carbono almacenado (C excluido) (kt C)	Emisión neta de Carbono ((kt) C)	Fracción de carbono oxidado	Emisiones de CO_2 ((kt) CO_2)
Combustible líquido	Combustibles primarios																	
		Petróleo	ktoe	30.078,53	NO	5.929,05		173,85	23.975,63	41,87	NCV	1.003.811,86	20,00	20.076,24	491,39	19.584,85	1,00	71.811,11
	Combustibles secundarios																	
		Gasolina	ktoe		NO	295,57	IE	NO	-295,57	41,87	NCV	-12.374,84	19,53	-241,69	NO	-241,69	1,00	-886,19
		Kerosene y Aerokerosene	ktoe		11,54	800,44	IE	5,77	-794,67	41,87	NCV	-33.271,30	19,50	-648,79	NO	-648,79	1,00	-2.378,90
		Gas/diesel oil	ktoe		4.273,12	155,82	IE	-55,21	4.172,51	41,87	NCV	174.694,64	19,45	3.397,33	NO	3.397,33	1,00	12.456,87
		Fuel Oil	ktoe		838,67	1.185,19	IE	65,61	-412,14	41,87	NCV	-17.255,30	21,10	-364,09	NO	-364,09	1,00	-1.334,99
		Gas licuado de petróleo (GLP)	ktoe		NO	1.227,60		-54,56	-1.173,04	41,87	NCV	-49.112,84	17,20	-844,74	NO	-844,74	1,00	-3.097,38
		Nafta	ktoe		931,11	707,72		46,12	177,27	41,87	NCV	7.421,89	19,53	144,95	459,69	-314,74	1,00	-1.154,03
	Otros combustibles líquidos											NA		NA	NA	NA		NA
Combustibles líquidos totales												1.073.914,11		21.519,21	951,08	20.568,13		75.416,49
Combustible sólido	Combustibles primarios																	
		Carbón sub-bituminoso	ktoe	11,80	1.283,65	NO	IE	NO	1.295,45	41,87	NCV	54.237,71	26,20	1.421,03	27,31	1.393,72	1,00	5.110,29
		Coque/gas de coquería	ktoe		NO	NO		NO	NO	41,87	NCV	NO	26,60	NO	1.024,34	-1.024,34	1,00	-3.755,92
	Otro combustible sólido											NO		NA	NO	NO		NO
		Carbón sub-bituminoso residual	ktoe	NO	NO	NO	NO	NO	NO	41,87	NCV	NO	26,20	NO	NO	NO	1,00	NO
Combustible sólido total												54.237,71		1.421,03	1.051,65	369,37		1.354,37
Combustible gaseoso																		
		Gas natural (seco)	ktoe	42.447,34	5.135,21	2.184,12	IE	4,98	45.393,44	41,87	NCV	1.900.532,64	15,32	29.120,60	614,74	28.505,86	1,00	104.521,50
Combustitible gaseoso total												1.900.532,64		29.120,60	614,74	28.505,86		104.521,50
Residuos (fracción no biomásica)			ktoe	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NCV	NO	NO	NO	NA	NA,NO	NO	NA,NO
Otros combustibles fósiles												NA		NA	NA	NA		NA
Otros combustibles fósiles total												NA,NO		NA,NO	NA	NA,NO		NA,NO
Turba			ktoe	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NCV	NO	NO	NO	NA	NA,NO	NO	NA,NO
Total												3.028.684,47		52.060,84	2.617,47	49.443,37		181.292,36
Biomasa total												153.079,41		3.915,29	NA	3.915,29		14.356,05
		Biomasa sólida	ktoe	2.380,17	NO	NO		NO	2.380,17	41,87	NCV	99.653,15	28,94	2.884,16	NA	2.884,16	1,00	10.575,25
		Biomasa líquida	ktoe	2.376,47	NO	1.100,40	NO	NO	1.276,06	41,87	NCV	53.426,26	19,30	1.031,13	NA	1.031,13	1,00	3.780,80
		Biomasa gaseosa	ktoe	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NCV	NO	NO	NO	NA	NA,NO	NO	NA,NO
		Otros combustibles no fósiles (residuos biogénicos)	ktoe	NO	NO	NO		NO	NO	NO	NCV	NO	NO	NO	NA	NA,NO	NO	NA,NO

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[150]

[150] Se consideran "excluidos" los consumos indicados como "No Energético" en los centros de transformación (Plantas de tratamiento de Gas, Refinerías, Coquerías, Altos hornos) y el consumo final indicado como "No Energéticos" en el Balance Energético Nacional.

Tabla 125. Comparación de emisiones de CO_2 de la quema de combustible – 2022

TIPO DE COMBUSTIBLE	MÉTODO DE REFERENCIA			MÉTODO SECTORIAL		DIFERENCIA	
	Consumo aparente de energía (PJ)	Consumo aparente de energía (excluyendo el uso no energético, reductores y materias primas) (PJ)	Emisiones de CO_2 (kt)	Consumo de energía (PJ)	Emisiones de CO_2 (kt)	Consumo de energía (%)	Emisiones de CO_2 (%)
Combustibles líquidos (excluyendo bunker internacional)	1.073,91	1.025,81	75.416,49	961,97	69.117,08	6,64	9,11
Combustibles sólidos (excluyendo bunker internacional)	54,24	14,69	1.354,37	45,45	2.202,52	-67,68	-38,51
Combustibles gaseosos	1.900,53	1.860,41	104.521,50	1.729,12	101.906,96	7,59	2,57
Otros combustibles fósiles	NA,NO	NA,NO	NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO	IE,NA,NO
Turba	NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
Total	3.028,68	2.900,91	181.292,36	2.736,54	173.226,55	6,01	4,66

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tabla 126. Información sectorial para Energía - Materias primas, reductores y otros usos no energéticos de los combustibles – 2022

TIPO DE COMBUSTIBLE			DATO DE ACTIVIDAD E INFORMACIÓN RELACIONADA	FACTOR DE EMISIÓN IMPLÍCITO	CARBONO EXCLUIDO DEL MÉTODO DE REFERENCIA		EMISIONES REPORTADAS DE CO_2	
			Cantidad de combustible para Uso no Energético (NEU, por sus siglas en inglés)	Factor de emisión de C	Carbono excluido	CO_2 excluido	Emisiones de CO_2 de NEU reportados en el inventario	Reportado en: Seleccione categoría(s) del árbol de categorías
			(TJ)	(t C/TJ)	((kt) C)	((kt) CO_2)	((kt) CO_2)	
Combustible líquido	Combustibles primarios							
	Combustible secundario							
	Otros combustibles líquidos		NA	NA	NA	NA	NA	
Combustibles líquidos totales			48.106,31	19,77	951,08	3.487,29	3.487,29	
Combustible sólido	Combustibles primarios							
		Carbón sub-bituminoso	1.042,47	26,20	27,31	100,15	100,15	Metal Industry
	Combustible secundario							
		Coque/gas de coquería	38.509,08	26,60	1.024,34	3.755,92	3.755,92	Metal Industry
	Otro combustible sólido		NO	NO	NO	NO	NO	
		Carbón residual sub-bituminoso	NO	NO	NO	NO	NO	-
Combustible sólido total			39.551,55	26,59	1.051,65	3.856,07	3.856,07	
Combustible gaseoso								
		Gas natural (seco)	40.120,28	15,32	614,74	2.254,03	2.254,03	IPPU - Other
Combustitible gaseoso total			40.120,28	15,32	614,74	2.254,03	2.254,03	
Residuos (fracción no biomásica)			NA	NA	NA	NA	NA	-
Otros combustibles fósiles			NA	NA	NA	NA	NA	
Otros combustibles fósiles total			NA	NA	NA	NA	NA	
Turba			NA	NA	NA	NA	NA	-
Total			127.778,14	20,48	2.617,47	9.597,39	9.597,39	
Biomasa total			NA	NA	NA	NA	NA	
		Biomasa sólida	NA	NA	NA	NA	NA	-
		Biomasa líquida	NA	NA	NA	NA	NA	-
		Biomasa gaseosa	NA	NA	NA	NA	NA	-
		Otros combustibles no fósiles (residuos biogénicos)	NA	NA	NA	NA	NA	-

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[151], se realizaron los siguientes controles de calidad de los DA, de los FE y de los parámetros utilizados en el cálculo del inventario de toda la serie temporal (1990-2022).

- Verificar que los datos de consumo de combustibles cargados en la Hoja de Trabajo 1A_HT_1990-XXXX_XX sean iguales a los valores calculados en la plantilla de DA 1A_DA_1990-XXXX_XX para cada año de la serie temporal.
- Verificar que los datos de consumos de combustibles cargados en la plantilla de DA 1A_DA_1990-XXXX_XX sean iguales a los valores calculados en las plantillas de DA 1A_DA-BIO_2010-XXXX_XX, 1A_DA-GN_1993-XXXX_XX, 1A_DA-GN_1990-1992_XX, 1A_DA-LEÑA-CARBÓN_1990-XXXX_XX y 1A1a_DA_2008-XXXX_XX para cada año de la serie temporal.
- Controlar que los consumos totales de los combustibles, cargados en las plantillas de DA 1A_DA_1990-XXXX_XX, 1A_DA-BIO_2010-XXXX_XX, 1A_DA-GN_1993-XXXX_XX, 1A_DA-GN_1990-1992_XX, 1A_DA-LEÑA-CARBÓN_1990-XXXX_XX y 1A1a_DA_2008-XXXX_XX sean iguales a los totales reportados en la última versión disponible de las fuentes de información empleadas en cada año de la serie temporal.
- Controlar que los FE y los parámetros utilizados en el cálculo sean iguales a los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 y demás fuentes de información empleadas en cada año de la serie temporal.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados correspondientes a los últimos dos años de la serie temporal sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y con el resto de la serie temporal, asegurando la consistencia de toda la serie temporal y la coherencia de la variación interanual con la situación del sector.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, factores u otros parámetros, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.
- Controlar que la diferencia entre las emisiones totales de CO_2 calculadas con el método de referencia en la plantilla 1A_HT-REF_1990-XXXX_XX y las emisiones totales de CO_2 obtenidas con el método sectorial en la Hoja de Trabajo 1A_HT_1990-XXXX_XX (sin contar las emisiones correspondientes a los combustibles biomásicos y a bunker Internacional) esté en el mismo orden de magnitud.

Recálculo y mejoras

Se aplicaron los FE de CO_2 correspondiente al Nivel 2 para los combustibles líquidos Gasoil Grado 2 (Común) y Grado 3 (Ultra), Nafta Grado 2 (Súper) y Grado 3 (Ultra), obtenidos en el marco del proyecto CBIT Argentina.

Asimismo, a partir de la evaluación de las categorías afectadas por doble conteo u omisiones en los Sectores Energía y Procesos Industriales y Uso de Productos,

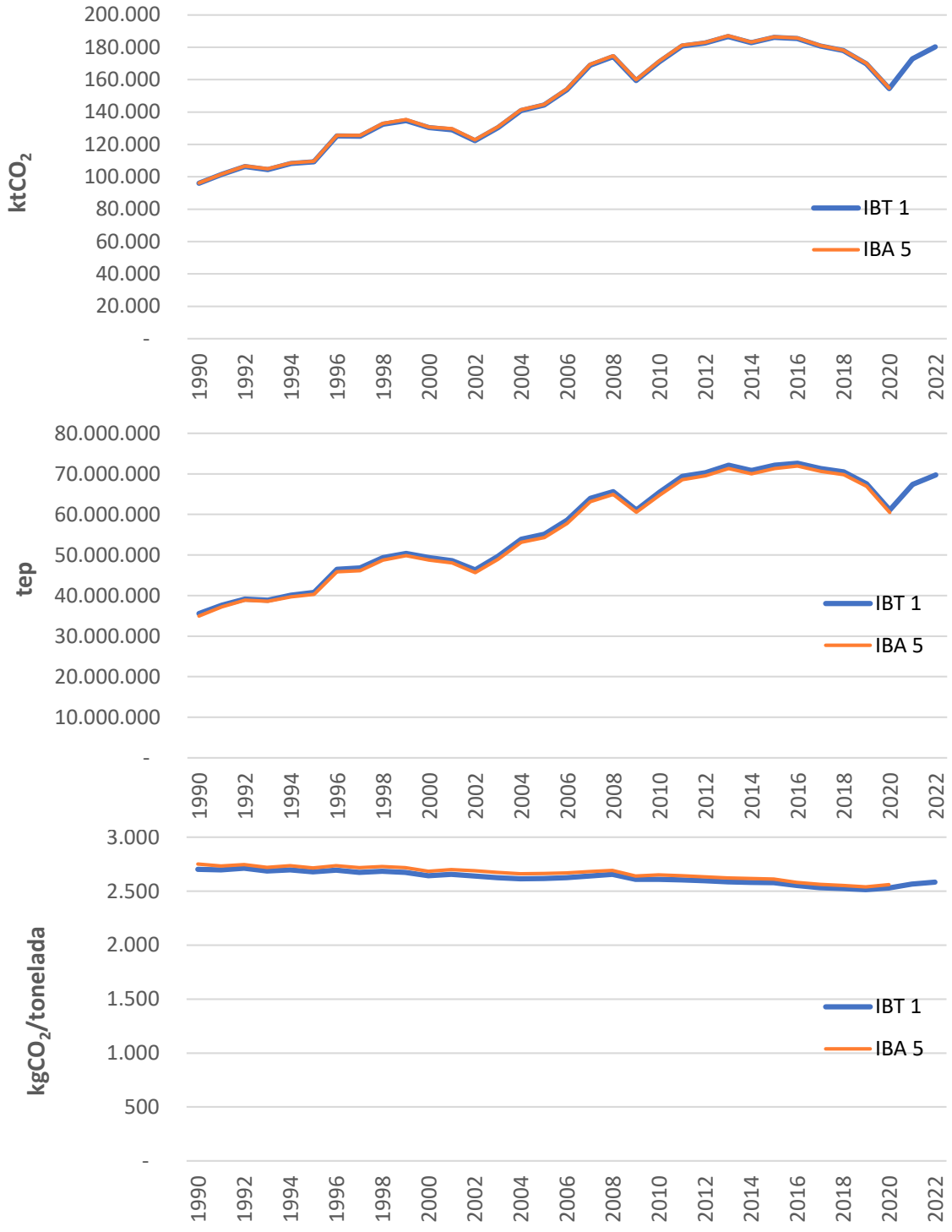
[151] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

desarrollada también el marco del proyecto CBIT Argentina, se realizaron los siguientes recálculos y mejoras:

- Se descartaron las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O asignadas a la categoría 1A2a, por autoproducción en la industria del hierro y acero por consumo de coque de petróleo (1996-2001) reportados en el Informe Eléctrico (SE), por tratarse de un error.
- Se incluyeron en la categoría 1A1ci las emisiones de CO_2 y de CH_4 de la producción de coque metalúrgico, aplicando la metodología de Nivel 1.
- Se dedujeron de la categoría "1A2c – Productos químicos", las emisiones de CO_2 asociadas al consumo total de gas natural (para la combustión y para el proceso) de la producción de metanol y de la producción de amoníaco, ya que éstas se reportan en el Sector PIUP. Cabe aclarar que desde 1990 a 1994 las estadísticas no discriminan los valores de gas distribuido por redes entregado a grandes usuarios por código CIIU (versión en español de ISIC), por lo cual para los años desde 1990 a 1994 dichas emisiones se descuentan de la categoría "1A2gviii – Industria no especificada".

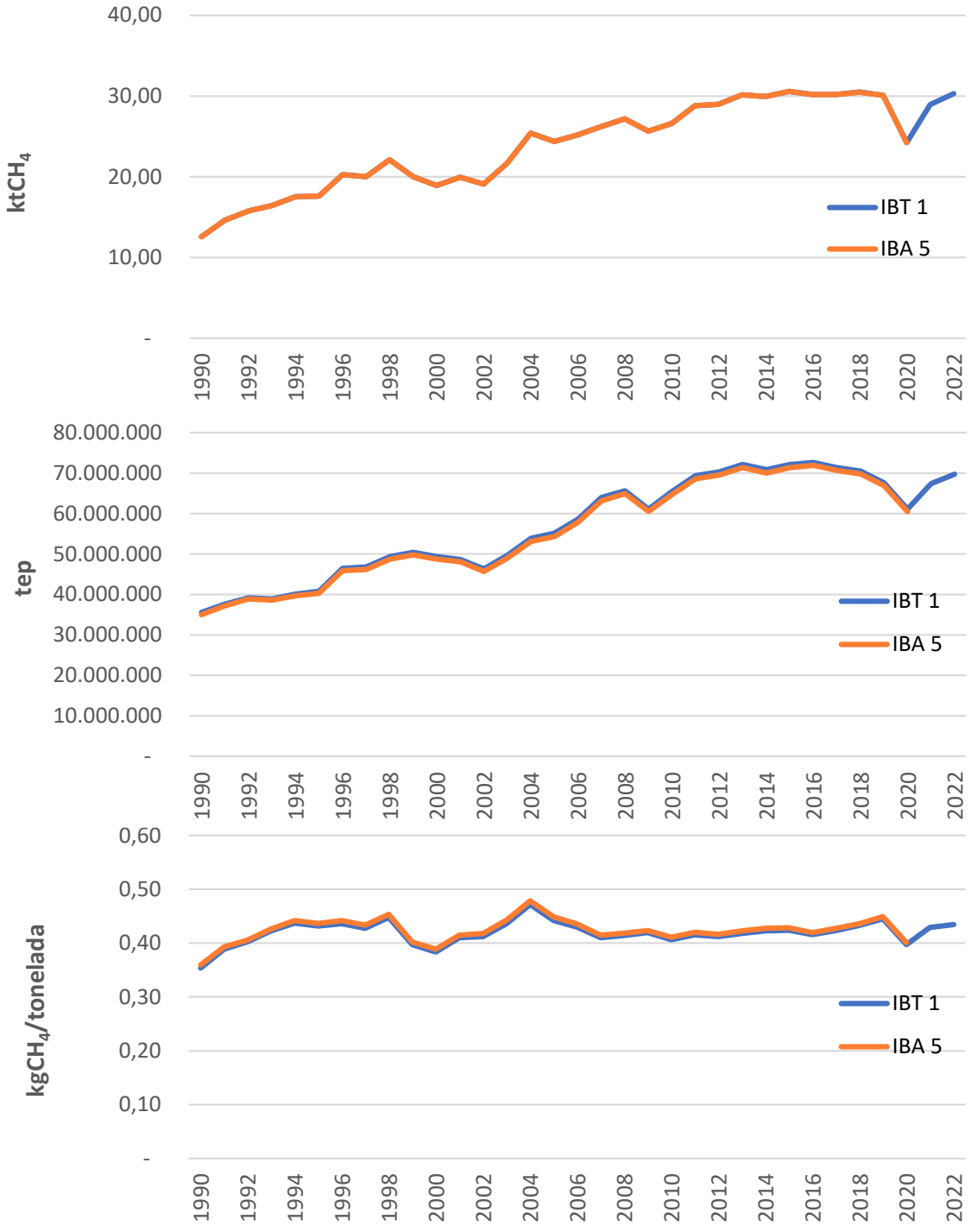
Además, se ajustaron los valores de los Potenciales de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés) acorde al AR5 y se actualizaron los valores del PBI para los años 2020, 2021 y 2022 en base a la fuente del INDEC.

Figura 116. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A (IBA5 – IBT1)



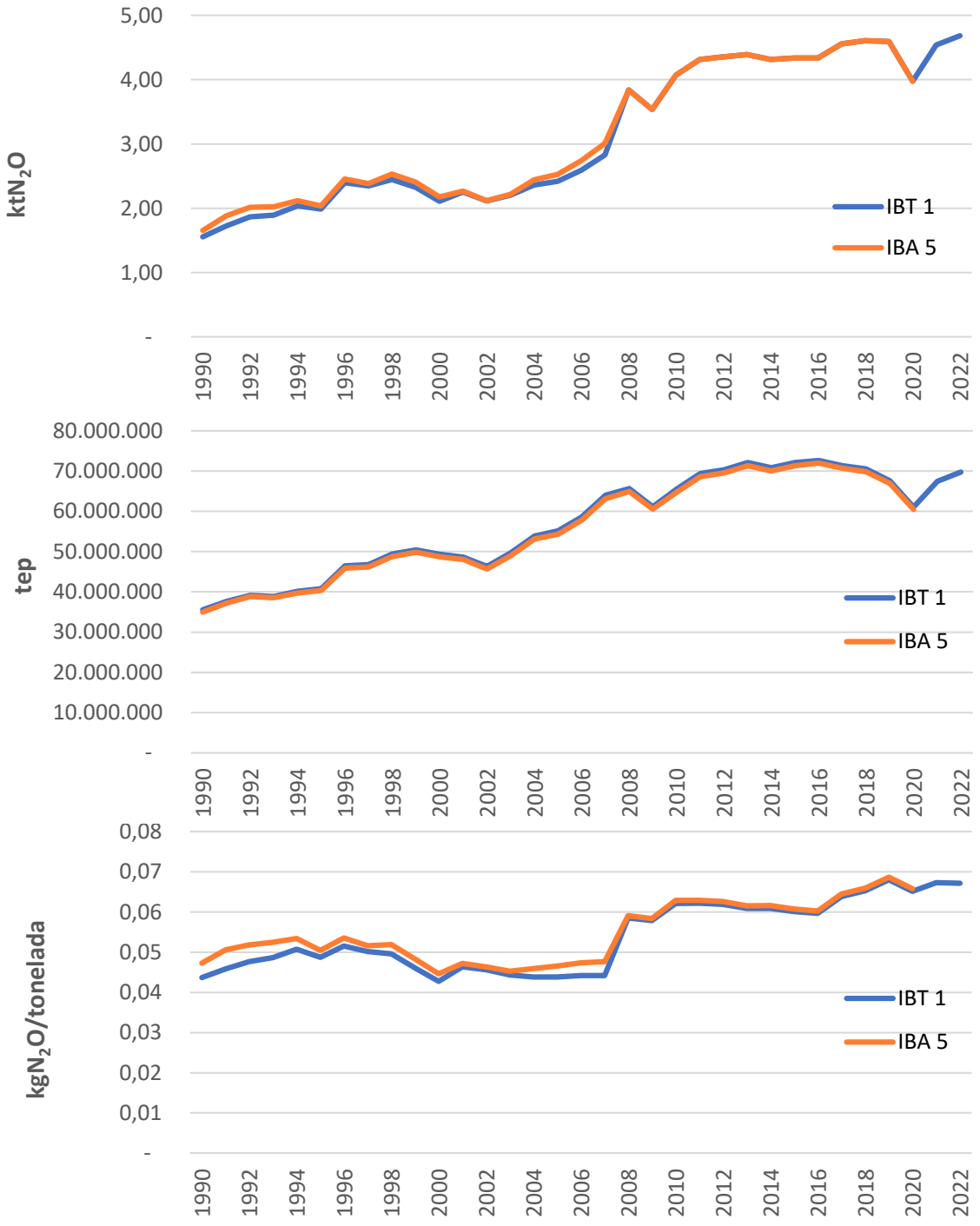
Fuente: Elaboración propia

Figura 117. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 118. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Anexo Parámetros y equivalencias combustibles

En la siguiente tabla se especifican las equivalencias de los combustibles para cada una de las bases de datos utilizadas, el PCI y las equivalencias con los combustibles según el BEN y las categorías de combustibles de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 127. Parámetros y equivalencias de los combustibles

Base de Datos	Combustible según base de datos	Unidades Base de datos (U.M.)	Equivalencia PCI en tep/U.M.	Equivalencia Combustibles BEN	Equivalencia Combustibles IPCC	Observaciones
Biocombustibles	Biodiésel	m^3	0,7832	Biodiésel	Biodiésel	
Biocombustibles	Bioetanol	m^3	0,5056	Bioetanol	Biogasolina	
CAMMESA	Biodiésel	ton	0,8900	Biodiésel	Biodiésel	
CAMMESA	Carbón Mineral	ton	0,5400	Carbón Mineral	Carbón sub-bituminoso	Se considera el carbón mineral "San Nicolás"
CAMMESA	Carbón Mineral	toneladas	0,5400	Carbón Mineral	Carbón sub-bituminoso	Se considera el carbón mineral "San Nicolás"
CAMMESA	Fuel Oil	ton	0,9800	Fuel Oil	Fuelóleo residual	
CAMMESA	Fuel Oil	toneladas	0,9800	Fuel Oil	Fuelóleo residual	
CAMMESA	Gas Natural	miles m^3	0,8300	Gas Distribuido por Redes	Gas natural	
CAMMESA	Gas Oil	m^3	0,8616	Diésel Oil + Gas Oil	Gas/Diésel oil	
ENARGAS	Gas Natural	miles m^3	0,8300	Gas Distribuido por Redes	Gas natural	
Cámara Argentina del Acero	Coque metalúrgico	Toneladas	0,7600	Coque de Carbón Residual	Coque metalúrgico	
Informe Eléctrico	Aserrín Quebr.	toneladas	0,1800	Otros Primarios	Otra biomasa sólida primaria	

Base de Datos	Combustible según base de datos	Unidades Base de datos (U.M.)	Equivalencia PCI en tep/U.M.	Equivalencia Combustibles BEN	Equivalencia Combustibles IPCC	Observaciones
Informe Eléctrico	Bagazo	toneladas	0,1500	Bagazo	Otra biomasa sólida primaria	
Informe Eléctrico	Biodiésel	Ton	0,8900	Biodiésel	Biodiésel	
Informe Eléctrico	Biogás	miles de m^3	0,4500	Otros Primarios	Otro biogás	Está en la columna por kg, pero se considera en m^3
Informe Eléctrico	Carbón	toneladas	0,5400	Carbón Mineral	Carbón sub-bituminoso	Se considera el carbón mineral "San Nicolás"
Informe Eléctrico	Carbón	ton	0,5400	Carbón Mineral	Carbón sub-bituminoso	Se considera el carbón mineral "San Nicolás"
Informe Eléctrico	Cáscara Girasol	toneladas	0,3290	Otros Primarios	Otra biomasa sólida primaria	
Informe Eléctrico	Cáscara Algodón	toneladas	0,3290	Otros Primarios	Otra biomasa sólida primaria	No hay valores, se toma Girasol
Informe Eléctrico	Cáscara Soja	toneladas	0,3290	Otros Primarios	Otra biomasa sólida primaria	
Informe Eléctrico	Cáscara Tung	toneladas	0,3290	Otros Primarios	Otra biomasa sólida primaria	
Informe Eléctrico	Coque	toneladas	0,6800	Coque	Coque de petróleo	
Informe Eléctrico	Fuel Oil	ton	0,9800	Fuel Oil	Fuelóleo residual	
Informe Eléctrico	Gas Coque	miles de m^3	0,0800	Gas de Coquería	Gas de horno de coque	Gas de coquería de Carbón Mineral
Informe Eléctrico	Gas Ácido	miles de m^3	0,8500	Otros Primarios	Gas de fábrica de gas	
Informe Eléctrico	Gas Alto Horno	miles de m^3	0,0950	Gas de Alto Horno	Gas de alto horno	De Carbón de Coque
Informe Eléctrico	Gas de Cola	miles de m^3	0,8500	Otros Primarios	Gas de fábrica de gas	

Base de Datos	Combustible según base de datos	Unidades Base de datos (U.M.)	Equivalencia PCI en tep/U.M.	Equivalencia Combustibles BEN	Equivalencia Combustibles IPCC	Observaciones
Informe Eléctrico	Gas Licuado	toneladas	1,1100	Gas Licuado	Gases licuados de petróleo	
Informe Eléctrico	Gas Nat.	miles de m^3	0,8300	Gas Distribuido por Redes	Gas natural	
Informe Eléctrico	Gas Residual	miles de m^3	0,8500	Otros Primarios	Gas de fábrica de gas	De petróleo
Informe Eléctrico	Gasoil	ton	1,0155	Diésel Oil + Gas Oil	Gas/Diésel oil	
Informe Eléctrico	Leña	toneladas	0,2070	Leña	Madera/Desechos de madera	Leña 50-50
Informe Eléctrico	Licor Negro	toneladas	0,2800	Otros Primarios	Lejía de sulfito (licor negro)	
Informe Eléctrico	Marlo de Maíz	toneladas	0,2300	Otros Primarios	Otra biomasa sólida primaria	
Informe Eléctrico	Medula de Bagazo	toneladas	0,1500	Bagazo	Otra biomasa sólida primaria	No hay datos, se toman datos de Bagazo
Informe Eléctrico	Oleína	toneladas	0,1760	Otros Primarios	Biodiésel	No hay datos, se toman los de otros residuos vegetales
PNEF – SAyDS	Carbón	toneladas	0,7000	Carbón de Leña	Carbón vegetal	Carbón de leña
PNEF – SAyDS	Leña	toneladas	0,2070	Leña	Madera/Desechos de madera	Leña 50-50
SESCO – DS	Aerokerosene (Jet)	m^3	0,8400	Kerosene y Aerokerosene	Queroseno para motor a reacción	Kerosene y Combustibles Jets

Base de Datos	Combustible según base de datos	Unidades Base de datos (U.M.)	Equivalencia PCI en tep/U.M.	Equivalencia Combustibles BEN	Equivalencia Combustibles IPCC	Observaciones
SESCO – DS	Aeronaftas	m^3	0,7597	Kerosene y Aerokerosene	Gasolina para la aviación	
SESCO – DS	Diésel Oil	m^3	0,9064	Diésel Oil + Gas Oil	Gas/Diésel oil	
SESCO – DS	Fueloil	ton	0,9800	Fuel Oil	Fuelóleo residual	
SESCO – DS	Gasoil Grado 1 (Agrogasoil)	m^3	0,8616	Diésel Oil + Gas Oil	Gas/Diésel oil	Gas Oil
SESCO – DS	Gasoil Grado 2 (Común)	m^3	0,8616	Diésel Oil + Gas Oil	Gas/Diésel oil	Gas Oil
SESCO – DS	Gasoil Grado 3 (Ultra)	m^3	0,8616	Diésel Oil + Gas Oil	Gas/Diésel oil	Gas Oil
SESCO – DS	Kerosene	m^3	0,8400	Kerosene y Aerokerosene	Otro queroseno	Kerosene y Combustibles Jets
SESCO – DS	Mezclas IFO	ton	0,9950	Fuel Oil	Fuelóleo residual	Mezcla 70-30
SESCO – DS	Nafta Grado 1 (Común)	m^3	0,7512	Motonafta Total	Gasolina para motores	Naftas para motores (Motonaftas)
SESCO – DS	Nafta Grado 2 (Súper)	m^3	0,7512	Motonafta Total	Gasolina para motores	Naftas para motores (Motonaftas)
SESCO – DS	Nafta Grado 3 (Ultra)	m^3	0,7512	Motonafta Total	Gasolina para motores	Naftas para motores (Motonaftas)
SESCO – DS	Otros Tipos de Gasoil	m^3	0,8616	Diésel Oil + Gas Oil	Gas/Diésel oil	Gas Oil
SESCO – DS	Otros Tipos de Naftas	m^3	0,7512	Otras Naftas	Gasolina para motores	Naftas para motores (Motonaftas)
SESCO – DS	Gas Natural de Pozo	miles m^3	0,8622	Gas Natural de Pozo	Gas natural	
SESCO – DS	Petróleo	m^3	0,8900	Petróleo	Petróleo crudo	
DNDFI – Agro	Carbón	toneladas	0,7000	Carbón de Leña	Carbón vegetal	Carbón de leña
DNDFI – Agro	Leña	toneladas	0,2070	Leña	Madera/Desechos de madera	Leña 50-50
Anuario	Gas Natural	miles m^3	0,8300	Gas Distribuido por Redes	Gas natural	

Fuente: Elaboración propia

Anexo Comparativa poder calorífico inferior

En la siguiente tabla se compara el PCI para los combustibles reportados en la estadística local utilizados en la estimación del INGEI con base en el BEN, y los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Se puede observar que, en general, ambos valores se encuentran en el mismo orden de magnitud (para los principales combustibles) y, en el caso de los combustibles derivados de biomasa, se evidencia una mayor divergencia.

Tabla 128. Análisis comparativo PCI

Combustible según clasificación IPCC	Combustible según estadística local	PCI según BEN (tep/t)	PCI según IPCC (tep/t)	Diferencia PCI	Consumo año 2022 (tep)	Observaciones
Gas Natural	Gas Distribuido por Redes Gas Nat. Gas Natural	1,09	1,15	-5%	33.564.722	Densidad: 0,761277 kg/nm^3
	Gas Natural de Pozo	1,13	1,15	-1%	4.044.865	Densidad: 0,761277 kg/nm^3
Gas/Diésel oil	Diésel Oil Diésel Oil + Gas Oil Gas Oil Gasoil Gasoil Grado 1 (Agrogasoil) Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil	1,02	1,03	-1%	14.064.467	
Gasolina para motores	Motonafta Total Nafta Grado 1 (Común) Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra) Otras Naftas Otros Tipos de Naftas	1,02	1,06	-4%	6.660.306	

Combustible según clasificación IPCC	Combustible según estadística local	PCI según BEN (tep/t)	PCI según IPCC (tep/t)	Diferencia PCI	Consumo año 2022 (tep)	Observaciones
Fuelóleo residual	Fuel Oil Fueloil	0,98	0,96	2%	1.620.249	
	Mezclas IFO	1,00	0,96	3%	1.213.087	Mezcla 70/30
Gases licuados de petróleo	Gas Licuado	1,11	1,13	-2%	2.061.920	
Gas de refinería	Gas de Refinería	1,12	1,18	-5%	872.555	
Biodiésel	Biodiésel	0,89	0,64	38%	634.946	
	Oleína	0,18	0,64	-73%	-	Solo se reportan valores en algunos años de la serie
Queroseno para motor a reacción	Aerokerosene (Jet) Kerosene y Aerokerosene	1,05	1,05	0%	1.190.388	
Gas de alto horno	Gas Alto Horno Gas de Alto Horno	0,64	0,06	985%	630.862	
Biogasolina	Bioetanol	0,64	0,64	-1%	569.383	
Madera/Desechos de madera	Leña	0,21	0,37	-44%	501.343	
Carbón sub-bituminoso	Carbón Carbón Mineral	0,54	0,45	20%	426.965	
Otra biomasa sólida primaria	Bagazo y Médula de Bagazo	0,15	0,28	-46%	437.907	
	Cáscara Girasol, Algodón, Soja y Tung	0,33	0,28	19%	102.506	
	Aserrín Quebr.	0,18	0,28	-35%	-	Solo se reportan valores en algunos años de la serie
	Marlo de Maíz	0,23	0,28	-17%	-	
	Otros Primarios	0,33	0,28	19%	-	

Combustible según clasificación IPCC	Combustible según estadística local	PCI según BEN (tep/t)	PCI según IPCC (tep/t)	Diferencia PCI	Consumo año 2022 (tep)	Observaciones
Carbón vegetal	Carbón	0,70	0,70	-1%	238.950	
Lejía de sulfito (licor negro)	Licor Negro	0,28	0,28	-1%	26.889	
Gas de fábrica de gas	Gas Ácido	1,18	0,92	28%	-	Solo se reportan valores en algunos años de la serie
	Gas Residual	1,18	0,92	28%	-	
	Gas de Cola	1,18	0,92	28%	-	
Gas de horno de coque	Gas de Coquería Gas Coque	0,67	0,92	-28%	124.495	
Petróleo crudo	Petróleo	1,00	1,01	-1%	68.225	
Otro queroseno	Kerosene Kerosene y Aerokerosene	1,05	1,05	0%	9.796	
Gasolina para la aviación	Aeronaftas	1,07	1,06	1%	7.801	
Otro biogás	Biogás	0,45	1,20	-63%	-	Sólo se reportan valores en algunos años de la serie
Coque metalúrgico	Coque de Carbón Residual	0,76	0,60	27%	-	

Fuente: Elaboración propia

Anexo factor de emisión local del gas natural distribuido por redes

Como resultado del "Estudio para la elaboración de FE locales de la quema de los principales combustibles" solicitado al IAPG por la SSAmb, a través de la DNCC en el marco del Proyecto "Fortalecimiento de Capacidades para la Transparencia Climática Argentina" – CBIT en julio de 2023, se ha podido determinar una metodología de cálculo del FE de CO_2 correspondiente al Nivel de cálculo 2 para el gas natural distribuido por redes.

En la República Argentina el ENARGAS establece mediante la normativa NAG-602 (2019) las especificaciones de calidad para el transporte y distribución de gas natural, la misma posee la información necesaria para la determinación del FE de CO_2 del gas natural distribuido por redes, que se utilizaron como parte de este proyecto: cromatografías gaseosas y volúmenes de gas natural asociado al ensayo de calidad.

Los puntos geográficos (nodos) representativos para el relevamiento de la información fueron definidos por especialistas de las empresas transportistas, toda la serie de datos utilizada para el cálculo del FE se analizó estadísticamente para asegurar su comportamiento. Se analizaron datos diarios de cromatografías de tres nodos distintos del país: Norte, Centro-Oeste y Suroeste.

La tabla siguiente muestra para cada nodo la cantidad de datos diarios que posee cada muestra, en conjunto con los rangos de fechas contempladas:

Tabla 129. Características de los datos utilizados para el cálculo del FE local del gas natural distribuido por redes

Sistema	N° de datos diarios	Periodo	Variables
Norte	3.106	20/7/2022 a 31/12/2022	Datos de cromatografía Volumen de gas diario PCI Densidad relativa
Centro-Oeste	3.806	21/7/2022 a 31/12/2022	Datos de cromatografía Volumen de gas diario PCI Densidad relativa
Suroeste	31	01/10/2022 a 31/10/2022	Datos de cromatografía Volumen de gas mensual Punto de rocío Densidad relativa

Fuente: Elaboración propia

Se siguieron las pautas establecidas en las Directrices del IPCC de 2006, analizando la representatividad de las muestras respecto al total de gas distribuido y evaluando el comportamiento del gas de distintos puntos del país.

El análisis estadístico de las muestras se enfocó en determinar su comportamiento e incertidumbre. Para cada uno de los cromatógrafos, por separado, se calculó un FE individual mediante el cálculo del PCI y el CO_2 equivalente de cada dato diario (es decir cada muestra diaria de cromatografía y de medidor de caudal de gas), en base a los cuales se determinó el FE del gas natural distribuido por redes, para cada dato diario de cada muestra por separado, verificando el comportamiento según distribución Normal (Gaussiana) para el GEI analizado en el estudio, el CO_2. Finalmente, se determinó un único FE ponderado por dichos volúmenes.

En la siguiente tabla puede observase que los promedios de las muestras locales están comprendidos entre los límites del intervalo de confianza al 95% del IPCC.

Tabla 130. Comparación de incertidumbre del FE local y del IPCC por defecto

FE (kg CO_2/TJ)								
CO_2 (Norte)			CO_2 (Centro-Oeste)			CO_2 (IPCC) (Por defecto)		
Promedio	LI	LS	Promedio	LI	LS	Promedio	LI	LS
56.769	-0,01%	0,01%	56.311	-0,02%	0,02%	56.100	-3,21%	3,92%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación se puede observar el valor del FE local calculado y el valor por defecto de las Directrices del IPCC, no se visualiza ninguna diferencia significativa entre dichos valores. Cabe aclarar que las emisiones por quema de gas natural representan aproximadamente el 22% de las emisiones del INGEI para el año 2022.

Tabla 131. Comparación de FE de gas natural local e IPCC por defecto

Parámetro	Unidades	Valores Locales	Valores IPCC (Por defecto)
Gas Natural	kg CO_2/TJ	56.182	56.100
	tCO_2/tep	2,351	2,349

Fuente: Elaboración propia

Anexo factor de emisión local de combustibles líquidos

Como resultado del “Estudio para la elaboración de FE locales de la quema de los principales combustibles” solicitado al IAPG por la SSAmb, a través de la DNCC en el marco del Proyecto “Fortalecimiento de Capacidades para la Transparencia Climática Argentina” – CBIT en julio de 2023, se ha podido determinar una metodología de cálculo del FE de CO_2 correspondiente al Nivel de cálculo 2 para los combustibles líquidos Gasoil Grado 2 (Común) y Grado 3 (Ultra), Nafta Grado 2 (Súper) y Nafta Grado 3 (Ultra). Los FE de CO2 del Gasoil Grado 1 y Nafta Grado 1, se consideraron como los promedios simples de los FE de Grado 2 y 3, para cada combustible respectivamente.

Se analizaron las producciones mensuales desde 2018, de los distintos productos de las cinco principales refinerías de la República Argentina que representan más del 90% de la producción total del país para cada tipo de combustible.

Se aplicó el método de muestras compuestas, donde cada una de las muestras provenientes de estas refinerías se combinaron para formar una muestra representativa, sobre las cuales se realizaron los ensayos de laboratorio (análisis elemental, contenido de azufre y agua, poder calorífico superior e inferior y densidad) para caracterizar la calidad de los combustibles y para realizar análisis estadísticos sobre su comportamiento y composición.

Se analizaron un total de 20 muestras compuestas (para determinar el volumen de muestra proveniente de cada refinería en la muestra compuesta, se adoptaron los valores de producción del año 2023), con los resultados de estos análisis se obtuvo la información necesaria para determinar un factor de emisión representativo para combustibles líquidos.

La tabla siguiente muestra el período de cada serie de datos disponibles:

Tabla 132. Período de cada serie de datos, por tipo de combustible

Refinería	Gasoil Grado 2	Gasoil Grado 2	Nafta Grado 2	Nafta Grado 2
R1	01/01/2018 - 30/06/2023		01/01/2018 - 30/06/2023	01/01/2018 - 30/06/2023
R2	01/01/2018 - 30/06/2023	01/01/2018 - 30/06/2023	01/01/2018 - 30/06/2023	01/01/2018 - 30/06/2023
R3	01/01/2018 - 30/06/2023	01/01/2018 - 30/06/2023	01/01/2018 - 30/06/2023	01/01/2018 - 30/06/2023
R4	01/01/2018 - 30/06/2023	03/01/2018 - 30/06/2023	02/01/2018 - 30/06/2023	01/01/2018 - 30/06/2023
R5	01/01/2018 - 31/12/2019	01/01/2018 - 31/12/2019	01/01/2018 - 31/12/2019	01/01/2018 - 31/12/2019

Fuente: Elaboración propia

Se siguieron las pautas establecidas en las Directrices del IPCC de 2006 y se determinó para cada muestra compuesta la cantidad de masa de CO_2 equivalente de cada combustible (kg CO_2/kg muestra) y el FE nacional para cada uno de ellos.

En la tabla a continuación se pueden observar los valores de los FE locales calculados y los valores por defecto de las Directrices del IPCC, no se visualiza ninguna diferencia significativa entre dichos valores. Cabe aclarar que las emisiones de CO_2 por quema de estos combustibles líquidos representan aproximadamente el 15% de las emisiones del INGEI para el año 2022.

Tabla 133. Comparación de FE de combustibles líquidos locales e IPCC por defecto

Parámetro	Unidades	Valores Locales	Valores IPCC (Por defecto)
Nafta Grado 2 (Súper)	kg CO_2/TJ	71.986	69.300
	tCO_2/tep	3,014	2,90
Nafta Grado 3 (Ultra)	kg CO_2/TJ	71.239	73.300
	tCO_2/tep	2,983	3,07
Gas Oil Grado 1 (Común)	kg CO_2/TJ	70.945	74.100
	tCO_2/tep	2,970	3,10
Gas Oil Grado 2 (Ultra)	kg CO_2/TJ	71.668	-
	tCO_2/tep	3,001	-

Fuente: Elaboración propia

El análisis estadístico considera los límites del intervalo de confianza al 95% del IPCC. La tabla a continuación resume el error de cada una de las muestras compuestas analizadas para cada combustible, el error promedio de cada tipo de combustible fue utilizado para el cálculo de la incertidumbre asociada al factor de emisión, tomando en consideración los datos provistos en la herramienta "*Liquid fuels calculator*" generada en el marco del "Estudio para la elaboración de FE locales de la quema de los principales combustibles". En el caso de los combustibles Gasoil Grado 1 y Nafta Grado 1, se consideró el promedio simple de error de todas las muestras obtenidas para cada combustible (Grado 2 y 3).

Tabla 134. Resultados del análisis estadístico de las muestras compuestas

Muestra	Tipo de combustible	Error	Muestra	Tipo de combustible	Error
M1	Gas Oil G2	2,0%	M1	Nafta G2	4,1%
M2	Gas Oil G2	1,7%	M2	Nafta G2	3,7%
M3	Gas Oil G2	0,7%	M3	Nafta G2	4,1%
M4	Gas Oil G2	0,9%	M4	Nafta G2	4,0%
M5	Gas Oil G2	1,2%	M5	Nafta G2	3,2%
M1	Gas Oil G3	0,8%	M1	Nafta G3	3,5%
M2	Gas Oil G3	0,8%	M2	Nafta G3	3,2%
M3	Gas Oil G3	0,6%	M3	Nafta G3	2,6%
M4	Gas Oil G3	1,1%	M4	Nafta G3	3,4%
M5	Gas Oil G3	0,9%	M5	Nafta G3	3,5%
Gas Oil G3 - Error promedio		**0,9%**	**Nafta G3 - Error promedio**		**3,2%**
Gas Oil G2 - Error promedio		**1,3%**	**Nafta G2 - Error promedio**		**3,8%**
Gas Oil G1- Error promedio		**1,1%**	**Nafta G1 - Error promedio**		**3,5%**

Fuente: Elaboración propia

Anexo Asignación de biodiesel

Desde el año 2010, la estadística de las Tablas SESCO–DS (ventas no sector) reporta el volumen comercializado de los combustibles gasoil grado 2 (común) y gasoil grado 3 (ultra), incluyendo un determinado porcentaje de biodiésel, en cumplimiento con el corte obligatorio de biodiésel en gasoil establecido desde ese mismo año por la ley n° 26.093 y sus correspondientes resoluciones.

Para poder determinar los consumos de gasoil derivado de petróleo y de biodiésel por separado, se realizó una estimación del corte de biodiésel utilizando la información reportada en las Estadísticas de biodiésel y bioetanol a nivel país. Se asumió que el corte de biodiésel es uniforme para todas las jurisdicciones y se consideró que determinados sectores, por cuestiones tecnológicas, no pueden consumir gasoil cortado. En la siguiente tabla se detalla qué sectores se consideraron con corte de biodiésel.

Tabla 135. Sectores con consumo de gasoil cortado con biodiésel

Sector SESCO–DS (ventas no sector)	Corte con biodiésel
Agro	Sí
Al Público	Sí
Bunker Cabotaje	No
Bunker Internacional	No
Estado	Sí
Industrias Petroquímicas	No
Otras Empresas	Sí
Transporte de Carga	Sí
Transporte Ferroviario	No
Transporte Público de Pasajeros	Sí
Usinas Eléctricas	No
S/N	Sí

Fuente: Elaboración propia. S/N: Sin Nombre

Debido a que la estadística de biodiésel vendido para corte se encuentra en toneladas, se convirtieron los valores a m^3 utilizando la densidad del biodiésel definida en el BEN (0,878 kg/l). El corte promedio se estimó dividiendo la venta de biodiésel para corte por la venta de combustible cortado (gasoil grado 2 y gasoil grado 3) correspondiente a los sectores indicados anteriormente.

Cabe destacar que el corte de biodiésel se estima con base en los volúmenes vendidos, obteniéndose resultados que pueden diferir levemente de los valores indicados en la normativa vigente.

En la siguiente tabla se puede observar la evolución de los volúmenes comercializados y del corte estimado.

Tabla 136. Evolución del corte de biodiésel (2010-2022)

Año	Venta de biodiésel para corte (m3)	Venta de gasoil cortado (m3)	Corte de biodiésel
2010	573.263	13.775.444	4%
2011	842.239	14.210.674	6%
2012	938.945	13.491.679	7%
2013	1.007.241	13.749.914	8%
2014	1.104.164	13.415.023	9%
2015	1.153.711	13.716.612	9%
2016	1.176.915	13.674.787	9%
2017	1.336.327	13.716.606	10%
2018	1.251.091	13.490.956	10%
2019	1.219.774	13.396.419	10%
2020	543.877	11.931.833	5%
2021	678.392	13.715.447	5%
2022	810.708	14.779.420	6%

Fuente: Elaboración propia

Una vez estimados los cortes de biodiesel de cada año, se calcularon los consumos de gasoil derivado de petróleo y de biodiésel. Para la asignación de los consumos a las distintas categorías IPCC, se consideró la desagregación reportada en las Tablas SESCO–DS para el gasoil cortado. Finalmente, se convirtieron los consumos de unidades físicas a energéticas empleando los PCI reportados en el BEN.

Anexo Asignación de biogasolina (Bioetanol)

Desde el año 2010, la estadística de las Tablas SESCO–DS (ventas no sector) reporta el volumen comercializado de los combustibles nafta grado 2 (súper) y nafta grado 3 (ultra) incluyendo un determinado porcentaje de bioetanol, en cumplimiento con el corte obligatorio de bioetanol en nafta establecido desde ese mismo año por la ley n° 26.093 y sus correspondientes resoluciones.

Para poder determinar los consumos de nafta derivada de petróleo y de bioetanol por separado, se realizó una estimación del corte de bioetanol utilizando la información reportada en las Estadísticas de biodiésel y bioetanol a nivel país. Se asumió que el corte de bioetanol es uniforme para todas las jurisdicciones y se consideró que todos los sectores pueden consumir nafta cortada. En la siguiente tabla se detalla qué sectores se consideraron con corte de bioetanol.

Tabla 137. Sectores con consumo de nafta cortada con bioetanol

Sector SESCO–DS (ventas no sector)	Corte con bioetanol
Agro	Sí
Al Público	Sí
Bunker Cabotaje	Sí
Bunker Internacional	Sí
Estado	Sí
Industrias Petroquímicas	Sí
Otras Empresas	Sí
Transporte de Carga	Sí
Transporte Ferroviario	Sí
transporte Público de Pasajeros	Sí
Usinas Eléctricas	Sí
S/N	Sí

Fuente: Elaboración propia. S/N: Sin Nombre

El corte promedio se estimó dividiendo la venta de bioetanol para corte por la venta de combustible cortado (nafta grado 2 y nafta grado 3) correspondiente a los sectores indicados anteriormente.

Cabe destacar que el corte de bioetanol se estima con base en los volúmenes vendidos, obteniéndose resultados que pueden diferir levemente de los valores indicados en la normativa vigente.

En la siguiente tabla se puede observar la evolución de los volúmenes comercializados y del corte estimado.

Tabla 138. Evolución del corte de bioetanol (2010-2022)

Año	Venta de bioetanol para corte (m3)	Venta de nafta cortada (m3)	Corte de bioetanol
2010	117.806	5.957.697	2%
2011	165.392	6.760.668	2%
2012	237.843	7.371.640	3%
2013	474.752	8.043.727	6%
2014	663.102	8.053.620	8%
2015	803.639	8.514.851	9%
2016	910.891	8.630.562	11%
2017	1.076.875	9.281.967	12%
2018	1.063.868	9.337.386	11%
2019	1.063.418	9.171.351	12%
2020	764.329	6.700.094	11%

Año	Venta de bioetanol para corte (m3)	Venta de nafta cortada (m3)	Corte de bioetanol
2021	998.508	8.730.094	11%
2022	1.126.158	9.919.843	11%

Fuente: Elaboración propia

Una vez estimados los cortes de bioetanol de cada año, se calcularon los consumos de nafta derivada de petróleo y de bioetanol. Para la asignación de los consumos a las distintas categorías IPCC, se consideró la desagregación reportada en las Tablas SESCO–DS para la nafta cortada. Finalmente, se convirtieron los consumos de unidades físicas a energéticas empleando los PCI reportados en el BEN.

Emisiones fugitivas (1B)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "1B – Emisiones Fugitivas" se detalla a continuación, incluyendo la categoría correspondiente entre paréntesis.

Tabla 139. Documentación categoría 1B – Emisiones fugitivas

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	1B1a_P_00 (Combustibles Sólidos) 1B1c_P_00 (Carbón Vegetal) 1B2a_P_00 (Petróleo) 1B2b_P_00 (Gas Natural)
Ruta de Acceso:	01_INGEI_2022/1_ENERGIA
Hojas de trabajo:	1B1a_HT_1990-2022_00 (Combustibles Sólidos) 1B1bi_HT_1990-2022_00 (Carbón Vegetal) 1B1bii_HT_1990-2022_00 (Coque metalúrgico) 1B2a_HT_1990-2022_00 (Petróleo) 1B2b_HT_1990-2022_00 (Gas Natural)
Incertidumbres:	1B1_IN_2022_00 (Combustibles Sólidos, Carbón Vegetal y Coque metalúrgico) 1B2_IN_202_00 (Petróleo y Gas Natural) 1B2a_IN_202_00 (Petróleo) 1B2b_IN_2022_00 (Gas Natural)
Procesamiento de Datos actividad:	1B1a_DA_1990-2022_00 (Combustibles Sólidos) 1A_DA-LENA-CARBON_1990-2022_00 (Carbón Vegetal) 1A1ci_DA_1990_2022_00 (Coque metalúrgico) 1B1_a_DA_1990-2022_00 (Petróleo) 1B1_b_DA_1990-2022_00 (Gas Natural)

Fuente: Elaboración propia

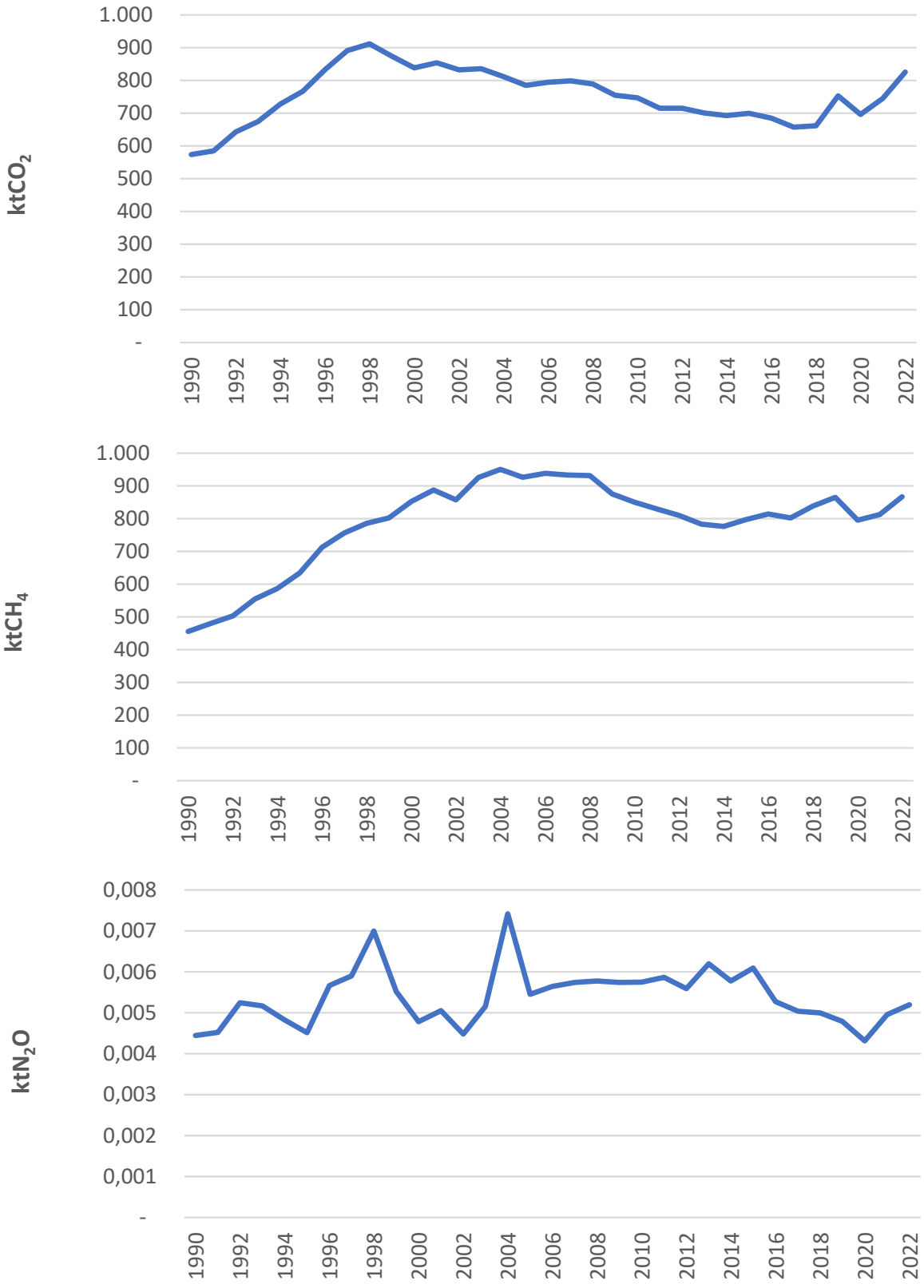
Descripción

Incluye todas las emisiones intencionales y no intencionales emanadas de la extracción, el procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles al punto de uso final.

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones refleja la variación de los DA (producción de petróleo y gas natural convencional y no convencional, principalmente). A partir del año 2016 se cuenta con estadísticas de producción de petróleo convencional y no convencional, observándose un importante aumento de la producción de petróleo y gas natural no convencional a partir del año 2019 que impacta en el aumento de las emisiones del segmento de exploración de petróleo y gas natural. El país solo cuenta con una mina de carbón mineral, siendo su producción muy inferior a la del resto de los combustibles fósiles. También se incluyó una nueva categoría de cálculo para las emisiones fugitivas de la producción de coque metalúrgico.

Figura 119. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2, CH_4 y N_2O 1B (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O de la categoría “1B – Emisiones Fugitivas” se calculan utilizando el método de cálculo Nivel 1 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 140. Información sectorial para la categoría 1B

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD	FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS		EMISIONES	
	Cantidad de combustible producido	CH_4	CO_2	CH_4	CO_2
	(Mt)	(kg/t)		(kt)	
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón	0,04			0,53	0,42
1.B.1.a.i. Minas subterráneas	0,04	13,74	10,86	0,53	0,42
1.B.1.a.i.1. Minería		12,06	10,86	0,47	0,42
1.B.1.a.i.2. Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería		1,68	NA	0,07	NA
1.B.1.a.i.3. Minas subterráneas abandonadas	NE	NA,NE	NA	NE	NA
1.B.1.a.i.4. Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en CO_2	NE	NE	NA	NE	NA
1.B.1.a.i.5. Otros				NA	NA
1.B.1.a.ii. Minas de superficie	NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
1.B.1.a.ii.1. Minería		NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.ii.2. Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería		NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.ii.3. Otros				NA	NA
1.B.1.b. Transformación de combustibles				13,80	NA
1.B.1.b.i. Producción de carbón vegetal	0,34	40,30		13,76	
1.B.1.b.ii. Producción de coque	0,87	0,05	NA	0,04	NA
1.B.1.b.iii. Carbón a líquidos	NE	NA	NA	NA	NA
1.B.1.b.iv. Transformacion por gasificación	NE	NA	NA	NA	NA
1.B.1.c. Otros				NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[152].

[152] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra la recuperación/quema ya que no ocurre y no aplica en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 141. Información sectorial para la categoría 1B (Cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	Unidad	Valor	FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
			CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
			(kg/unidad)			(kt)		
1.B.2.a. Petróleo						607,91	122,71	0,0025
1.B.2.a.i. Exploración	m^3	34.779.553,25	0,61	0,04	0,000002	21,12	1,26	0,0001
1.B.2.a.ii. Producción	m^3	34.779.553,25	12,26	3,41		426,50	118,74	
1.B.2.a.iii. Transporte	m^3	34.779.553,25	0,00048	0,05		0,02	1,88	
1.B.2.a.iv. Refinación	ktep	24.383,63	6.573,03	33,71	0,10	160,27	0,82	0,0024
1.B.2.a.v. Distribución de los productos del petróleo	ktep	21.871,07	NA,NO	NA		NA	NA	
1.B.2.a.vi. Otros						NA	NE	
1.B.2.a.vi.1. Pozos abandonados	ero de pozos	NE	NA,NO	NE		NA	NE	
1.B.2.b. Gas natural						217,24	729,71	
1.B.2.b.i. Exploración de gas	10^3m^3	48.488.428,77	1,75	0,06		84,76	3,00	
1.B.2.b.ii. Producción de gas	10^3m^3	48.488.428,77	2,25	6,63		109,31	321,54	
1.B.2.b.iii. Procesamiento de gas	10^3m^3	48.488.428,77	0,11	1,65		5,33	80,01	
1.B.2.b.iv. Transporte y almacenamiento	10^3m^3	48.488.428,77	0,29	4,03		14,06	195,41	
1.B.2.b.v. Distribución de gas	10^3m^3	41.132.925,43	0,09	2,92		3,70	120,11	
1.B.2.b.vi. Otros						0,07	9,64	
1.B.2.b.vi.1. Emisiones posteriores a la medición	10^3m^3	24.111.580,43	0,003	0,40		0,07	9,64	
1.B.2.b.vi.2. Pozos abandonados	ero de pozos	NE	NA,NO	NE		NA	NE	
1.B.2.c. Venteo y quema						IE	IE	IE
1.B.2.c.i. Venteo						IE	IE	
1.B.2.c.i.1. Petróleo	10^3m^3	IE	IE,NO	IE		IE	IE	
1.B.2.c.i.2. Gas natural	10^3m^3	IE	IE,NO	IE		IE	IE	
1.B.2.c.i.3. Combinado	10^3m^3	IE	IE,NO	IE		IE	IE	
1.B.2.c.ii. Quema						IE	IE	IE
1.B.2.c.ii.1. Petróleo	10^3m^3	IE	IE,NO	IE	IE	IE	IE	IE
1.B.2.c.ii.2. Gas natural	10^3m^3	IE	IE,NO	IE	IE	IE	IE	IE
1.B.2.c.ii.3. Combinado	10^3m^3	IE	IE,NO	IE	IE	IE	IE	IE
1.B.2.d. Otras emisiones provenientes de la producción de energía						NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[153].

[153] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra la recuperación ya que no ocurre en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Factores de emisión

Para la estimación de las emisiones se utilizan FE por defecto el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

En el marco del proyecto CBIT Argentina se desarrolló el estudio "Refinamiento de los Factores de Emisión del INGEI", en donde se identificaron las tecnologías y prácticas de menor y mayor emisión por cuenca productora de petróleo y gas natural en el país, en función de lo cual se seleccionaron los FE por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 más adecuados a las tecnologías aplicadas en el país para los segmentos exploración y producción de petróleo y gas natural.

Datos de Actividad

En el caso de las actividades de petróleo y gas natural, hay una tendencia creciente del DA en la primera parte de la serie histórica, con un decrecimiento en la segunda parte. Sin embargo, se puede observar un aumento de la producción de gas natural a partir del año 2014, que está impulsado por la entrada en producción del yacimiento Vaca Muerta. A partir del año 2016, los DA se desagregan en producción convencional y no convencional tanto de petróleo como de gas natural, hasta dicho año toda la producción se considera convencional. En el caso de las actividades del carbón mineral, hay una tendencia decreciente durante la mayor parte de la serie histórica, por otro lado, la producción de carbón vegetal se mantiene constante durante la mayor parte de dicha serie, al igual que la producción de coque metalúrgico.

Se han utilizado las siguientes fuentes de información oficiales:

SE: La Secretaría de Energía del Ministerio de Economía es la autoridad de aplicación en materia energética. El organismo publica los siguientes informes:

- **SESCO–US:** Sistema de declaraciones juradas de producción de gas y petróleo por parte de los operadores – Módulo Upstream. Las tablas publicadas son de acceso público y de actualización mensual. Disponible a partir del año 1999.
- **SESCO–DS:** Es el sistema de declaraciones juradas de operadores de combustibles derivados del petróleo – Módulo Dowstream. El concepto general del sistema se basa en el cierre de balances de proceso y de producción (en masa) y el balance comercial por producto (cada uno en sus unidades físicas).
- **BEN:** El Balance Energético Nacional es el principal instrumento estadístico utilizado para el análisis del sector energético y la definición de políticas públicas a mediano y largo plazo. La decisión administrativa 761/2016, encuadrada en el decreto n° 231 del año 2015, establece la conformación de la Dirección Nacional de Información Energética dentro de la Subsecretaría de Escenarios y Evaluación de Proyectos de la Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico. Su principal objetivo es "desarrollar e instrumentar un sistema integrado de información energética, constituyéndose en la fuente central e integrada de información estadística sobre el sector energético de la República Argentina, brindando datos consistentes y de calidad bajo los principios de imparcialidad, apertura, transparencia y accesibilidad". Dentro de

sus principales acciones se destaca la de “confeccionar el balance energético del país”.

- **Anuarios de combustibles:** El anuario es una estadística anual detallada por sector fue publicada por la Secretaría de Energía a través de Dirección General de Evaluación Estratégica hasta el año 1999 (a partir de ese año se discontinuó su publicación). Se utilizaron los anuarios para la serie 1990-1999 para carbón mineral y gas natural.
- **Informe estadístico del sector eléctrico:** Este Informe, que de aquí en adelante se denominará como “Informe Eléctrico”, se considera como una continuación de la serie temporal que tuvo inicio en los Anuarios de Energía Eléctrica, cuya primera publicación data del año 1957. El informe contiene los consumos reportados de autogeneradores y se ha utilizado, previamente al 2008, como fuente de información de los consumos de combustibles para sistemas de generación de energía eléctrica. A partir del año 2008, se utiliza la estadística de CAMMESA para los sistemas conectados a la red.

ENARGAS: El Ente Nacional Regulador del Gas es un organismo autárquico creado mediante la ley n° 24.076 —Marco Regulatorio de la Industria del Gas— en el año 1992. Se encuentra en el ámbito de la SE, y cumple con las funciones de regulación, control, fiscalización y resolución de controversias, que le son inherentes en relación con el servicio público de transporte y distribución de gas de la República Argentina. Publica mensualmente la estadística de consumo de gas natural distribuido por redes según tipo de usuario y, cada año, publica un anuario estadístico utilizado para controlar los consumos de gas natural.

CAMMESA: La Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima tiene como funciones principales la coordinación de las operaciones de despacho, la responsabilidad por el establecimiento de los precios mayoristas y la administración de las transacciones económicas que se realizan a través del Sistema Interconectado Nacional. Publica estadísticas operativas mensualmente detallando consumos de combustibles y generación de energía eléctrica, entre otras, por máquina conectada al Sistema Interconectado Nacional.

SAGyP: La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, a través del área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP (ex DNDFI) que tiene como uno de sus objetivos “generar y analizar información y estadísticas relativas al sector foresto-industrial en coordinación con las áreas competentes”, publica información estadística con periodicidad anual sobre bosques cultivados. De esta fuente de información se utilizaron los valores de extracción de bosque cultivado para el período 1990-2022.

SSAmb: La Subsecretaría de Ambiente, a través del Programa Nacional de Estadística Forestal (PNEF) dependiente del área competente de Bosques de la SSAmb (ex DNB), maneja el Sistema de Información de Estadística Forestal de la República Argentina cuyos objetivos principales son “producir información estadística forestal confiable, adecuada y oportuna; utilizar la información para la planificación y evaluación de políticas económicas y sociales en el marco de un desarrollo sustentable; difundir en la sociedad la importancia de los productos derivados del bosque; conocer el potencial de la industria forestal y sus posibles polos de desarrollo; cuantificar los incendios forestales producidos en el país y evaluar las consecuencias ecológicas, económicas y sociales de los mismos; elaborar las transacciones de los productos forestales y la balanza comercial, así

como las negociaciones con los bloques económicos". El PNEF publica informes anuales, de esta fuente de información se utilizaron los valores de extracción de bosque nativo para el período 1990-2022.

CAA: la Cámara Argentina del Acero comenzó sus actividades en 1945 y reúne a todas las empresas siderúrgicas que producen acero en el país. De esta fuente se obtiene la producción de coque metalúrgico.

Combustibles sólidos (1B1)

1B1a – Minería carbonífera y manejo de carbón

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 142. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1B1a – Minería carbonífera y manejo de carbón

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1B1ai1	Emisiones extracción de carbón mineral	Emisiones de gas por grietas venteadas a la atmósfera por sistemas de ventilación del aire y de desgasificación de minas de carbón.	Nivel 1	Nivel 1	NO
1B1ai2	Emisiones pos-extracción de carbón mineral	Emisiones de gas después de extraído el carbón, traído a la superficie y subsiguientemente procesado, almacenado y transportado.	NA	Nivel 1	NO
1B1ai3	Minas subterráneas abandonadas	Emisiones de gas de minas subterráneas abandonadas.	NA	NE	NO
1B1ai4	Quema en antorcha de CH_4 drenado o conversión de CH_4 en CO_2	Emisiones de CH_4 fugado y quemado en antorcha, o de gas de ventilación convertido en CO_2 mediante un proceso de oxidación.	NA	NE	NO
1B1ai5	Otros	Otras emisiones no incluidas en las categorías anteriores	NA	NA	NO
1B1aii	Minas de superficie	Emisiones de gas por grietas que emanan de la extracción de carbón en minas terrestres.	NO	NO	NO
1B1aii1	Minería	Incluye el metano y el CO_2 emitidos durante la extracción de minas carboníferas por arranca y estratos vinculados y por la fuga desde el pozo y el muro.	NO	NO	NO

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1B1aii2	Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	Incluye el metano y el CO_2 emitidos después de extraído el carbón y subsiguientemente procesado, almacenado y transportado.	NO	NO	NO
1B1aii3	Otros	Otras emisiones no incluidas en las categorías anteriores	NA	NA	NO

Fuente: Elaboración propia

Se calculan emisiones de CH_4 y CO_2 provenientes de la extracción de carbón mineral y su posterior traslado a la superficie, procesamiento, almacenamiento y transporte. Las emisiones de CH_4 correspondientes a la categoría "1B1ai4 – Quema en antorcha de CH_4 drenado o conversión de metano en CO_2" no se estiman ya que no se dispone de información consistente y representativa que se pueda emplear como DA.

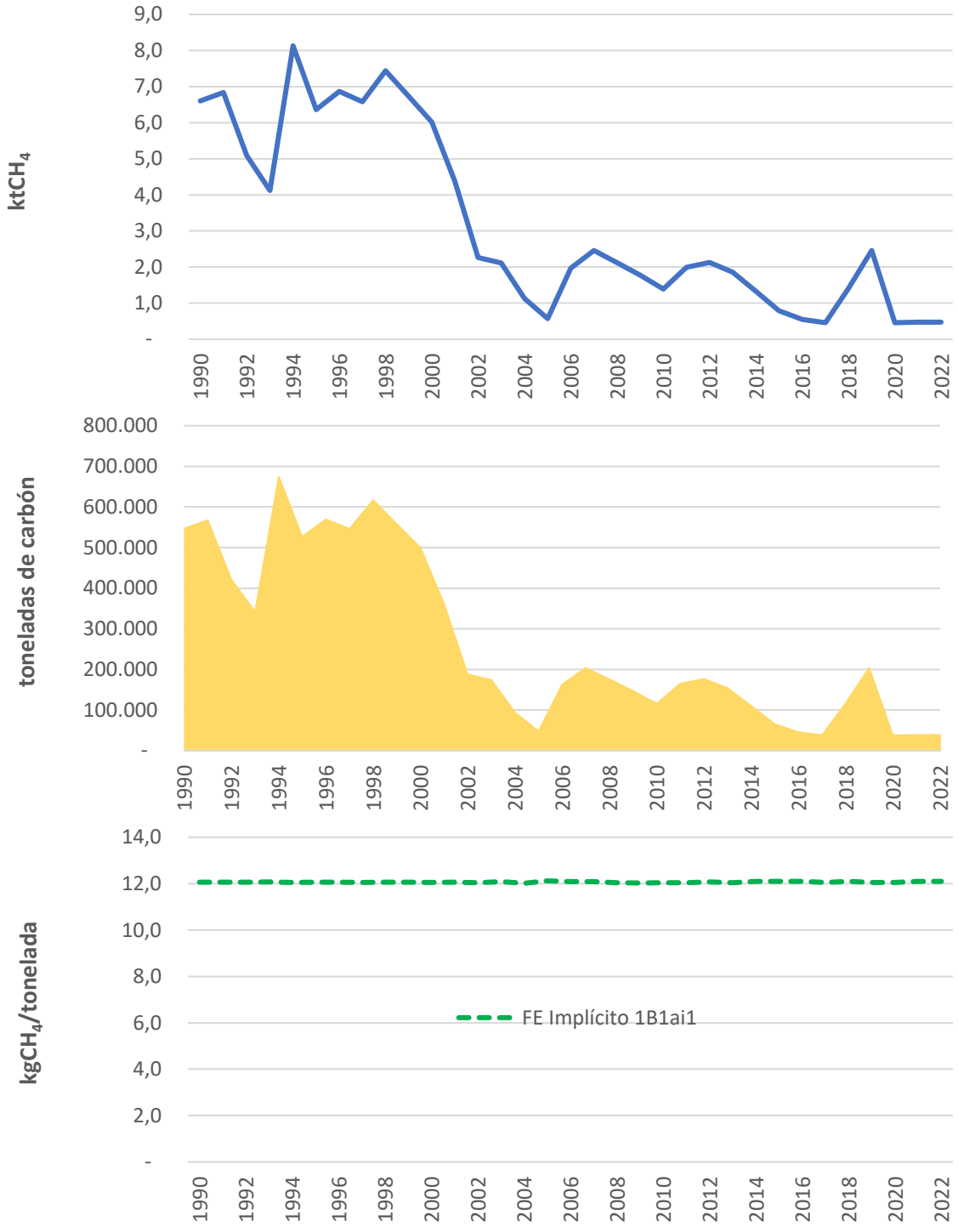
Las emisiones de CO_2 provenientes de las categorías "1B1ai2 – Emisiones post-extracción de carbón mineral" y "1B1ai3 – Minas subterráneas abandonadas" no se calculan ya que no se dispone de FE por defecto, mientras que las emisiones de CH_4 de esta última categoría no se estiman debido a que no se cuenta con información disponible a nivel nacional que se pueda utilizar como DA.

Las emisiones provenientes de la categoría "1B1aii – Minas de superficie" no ocurren debido a que la extracción de carbón en minas terrestres no se desarrolla en el país.

Tendencia de las emisiones de GEI

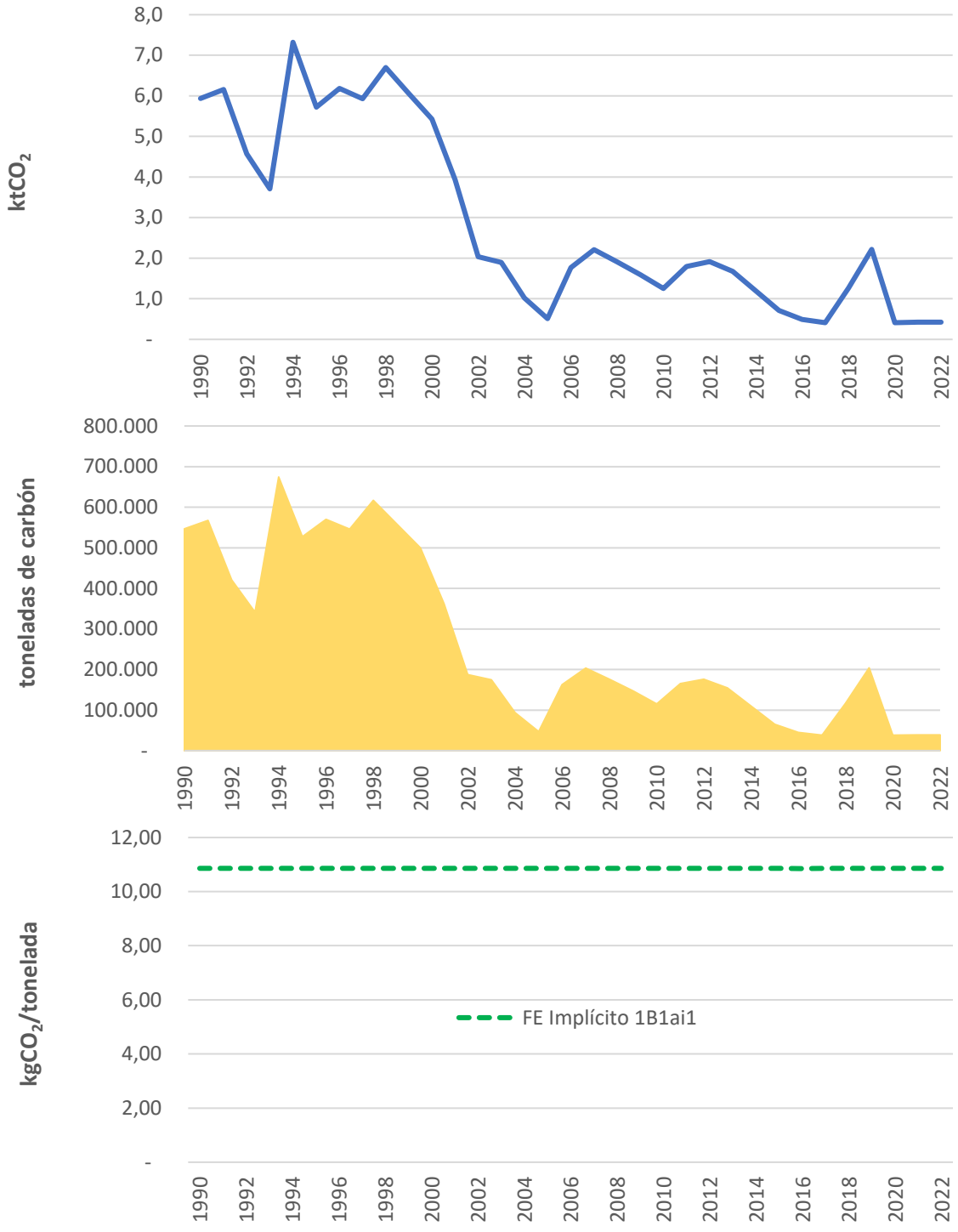
La tendencia de las emisiones de CH_4 y CO_2 responde directamente a la producción bruta de carbón mineral, la cual es el DA empleado en la estimación. Por este motivo, el FE implícito se mantiene constante a lo largo de toda la serie temporal.

Figura 120. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B1ai1 (1990-2022)



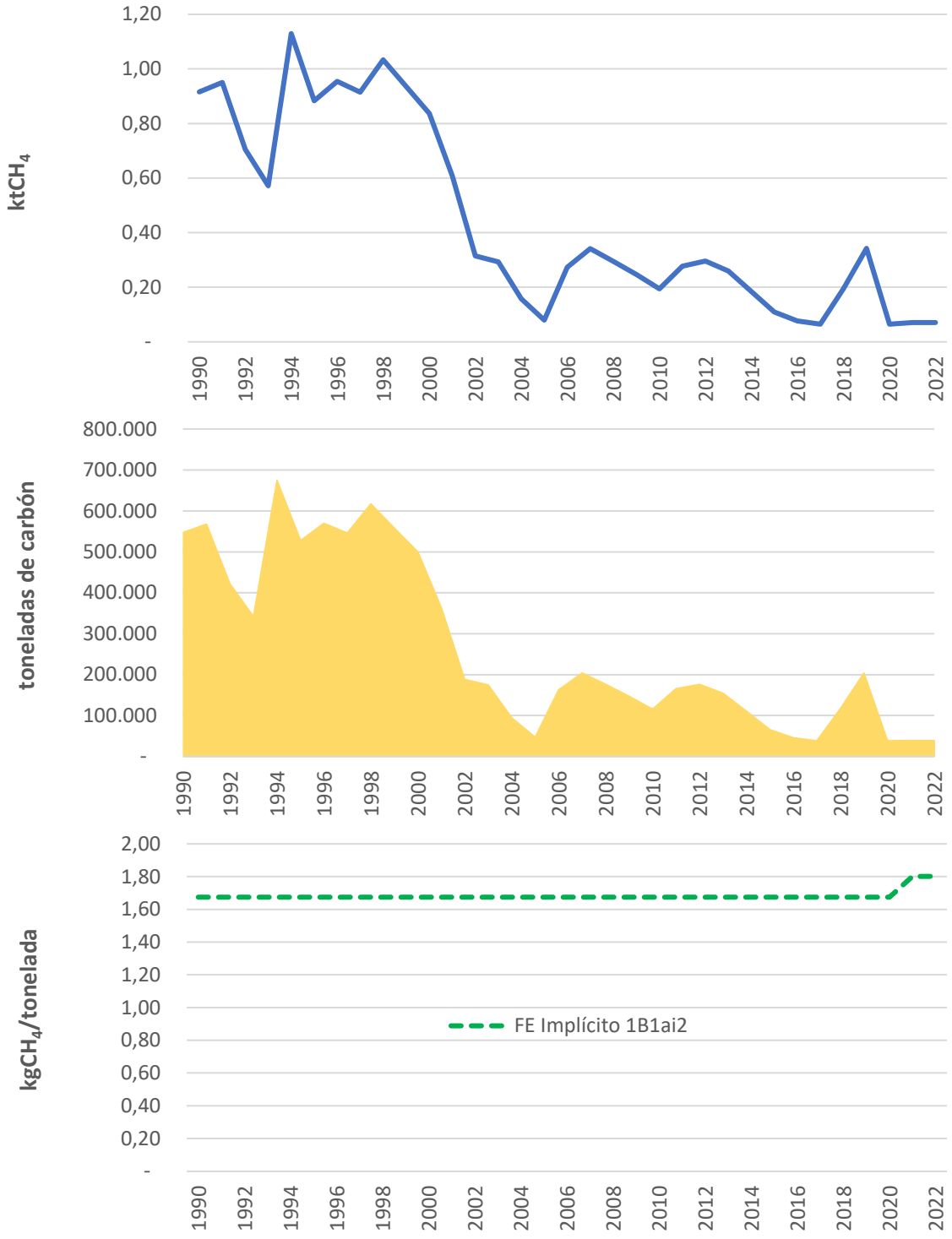
Fuente: Elaboración propia

Figura 121. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1B1ai1 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 122. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B1ai2 (1990-2022)

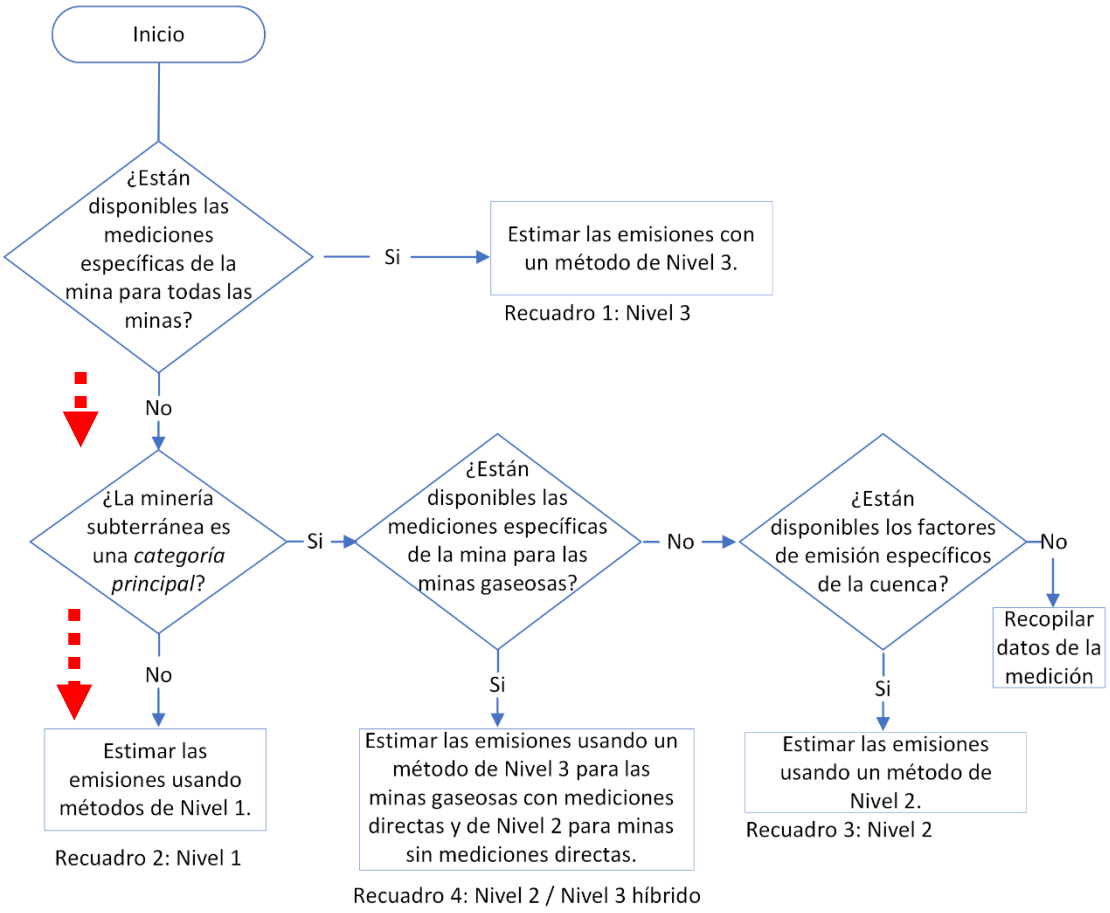


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 27. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de las minas de carbón subterráneas de la categoría 1B1a – Minería carbonífera y manejo de carbón



Fuente: Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006

El cálculo de emisiones de CH_4 y CO_2 proveniente de la extracción, y el cálculo de emisiones de CH_4 procedente de la pos-extracción de carbón mineral se realiza con el método de cálculo Nivel 1 debido a que no se dispone de datos medidos en la mina y la categoría 1B1a no es principal.

Para estimar las emisiones de CH_4 de la categoría "1B1ai1 – Emisiones extracción de carbón mineral" se emplea la ecuación 4.1.3 y la ecuación 4.1.3A para estimar las emisiones de CO_2, mientras que para la categoría "1B1ai2 – Emisiones pos-extracción de carbón mineral" se emplea la ecuación 4.1.4 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

Las emisiones de CH_4 y CO_2 provenientes de la extracción, y las emisiones de CH_4 pos-extracción de carbón mineral se calculan a partir de la producción de carbón subterráneo, la cual es la producción bruta anual de carbón extraído de minas subterráneas. Se multiplica la producción de carbón subterráneo por el FE de CH_4 y por el factor de conversión, el cual es la densidad del CH_4 a 20 °C de temperatura y

1 atmósfera de presión. El cálculo corresponde a la única mina de carbón del país, que se encuentra en la provincia de Santa Cruz.

Factor de emisión

Se han utilizado valores por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006. A continuación, se detallan los FE y el factor de conversión utilizados.

Tabla 143. Parámetros y factores de emisión para la categoría 1B1a – Minería carbonífera y manejo de carbón

Nombre	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
Factor de emisión de CH_4 (extracción)	Factor de emisión de CH_4 para la extracción de carbón subterráneo	m^3/ton	18	Refinamiento del IPCC de 2019 –Página 4.18	Valor promedio
Factor de emisión de CO_2 (extracción)	Factor de emisión de CH_4 para la extracción de carbón subterráneo	m^3/ton	5,9	Refinamiento del IPCC de 2019 –Página 4.19	Valor promedio
Factor de emisión de CH_4 (pos-extracción)	Factor de emisión de CH_4 para la pos-extracción de carbón subterráneo	m^3/ton	2,5	Refinamiento del IPCC de 2019 –Página 4.20	Valor promedio
Factor de conversión	Densidad del CH_4 a 20 °C y 1 atmósfera	Gg/m^3	0,67 10^{-6}	IPCC 2006 – Página 4.12	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

La producción de carbón subterráneo es la producción bruta anual de carbón extraído de minas subterráneas. Para el período 1990-1999 se tomaron los valores de producción bruta de carbón informados en los Anuarios de Combustibles. Como no está disponible el anuario correspondiente al año 1997, el valor de producción bruta de carbón de ese año es el provisto en el anuario del año 1998.

Para el período 2000-2022, como no se encuentra disponible ninguna fuente de información para la producción bruta de carbón, ésta se estima tomando como base los valores de producción neta de carbón informados en el BEN. El BEN reporta la producción neta en unidades de energía (ktep), las cuales se convierten a unidades de masa (ton) empleando el PCI del carbón mineral nacional (5.900 kcal/kg), informado en el Documento Metodológico del BEN 2015. Los valores de producción neta luego se dividen por el porcentaje promedio del carbón extraído que puede comercializarse, según la siguiente ecuación, el cual representa la proporción de carbón que no se pierde durante el proceso de lavado.

Ecuación 1. Fórmula utilizada para el cálculo de la variable Producción de carbón subterráneo – 1B1a - Minería carbonífera y manejo de carbón.

$$Producción\ de\ carbón\ subterráneo = \frac{P_{neta}}{\%_{prom}}$$

Producción de carbón subterráneo: producción bruta anual de carbón extraído de minas subterráneas [ton/año];

P_{neta}: producción neta anual de carbón [ton/año];

$\%_{prom}$: porcentaje promedio del carbón extraído que puede comercializarse [%].

El porcentaje promedio del carbón extraído que puede comercializarse se calcula como el promedio de la relación porcentual entre la producción neta y la producción bruta de carbón correspondiente al período 1990-1999, según la siguiente ecuación. Los valores de producción neta y bruta de carbón correspondientes al período 1990-1999 son los provistos en los Anuarios de Combustibles.

Ecuación 2. Fórmula utilizada para el cálculo de la variable $\%_{prom}$ – 1B1a – Minería carbonífera y manejo de carbón

$$\%_{prom} = \frac{\sum_{1990}^{1999}(P_{neta\ n} \div P_{bruta\ n})}{10} \times 100$$

$\%_{prom}$: porcentaje promedio del carbón extraído que puede comercializarse [%];

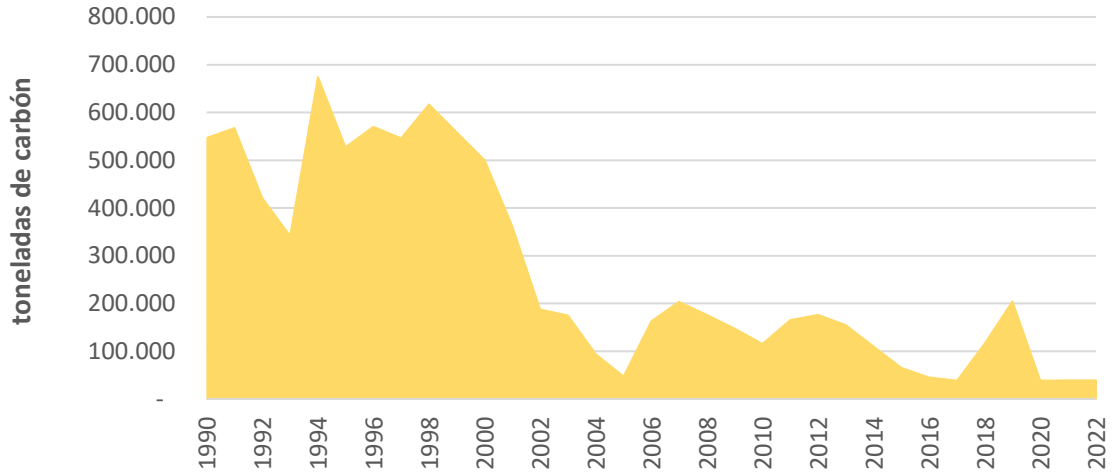
$P_{neta\ n}$: producción neta de carbón del año n (de 1990 a 1999) [ton/año];

$P_{bruta\ n}$: producción bruta de carbón del año n (de 1990 a 1999) [ton/año].

Los valores empleados en el cálculo de la serie temporal son presentados en el Anexo “Estimación Producción bruta de Carbón Mineral”.

En la figura a continuación se observa la evolución de la producción de carbón subterráneo.

Figura 123. Evolución de la producción de carbón subterráneo de la categoría 1B1a - Minería carbonífera y manejo de carbón (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 144. Producción de carbón subterráneo de la categoría 1B1a - Minería carbonífera y manejo de carbón (1990-2022)

Proceso	Producción de carbón subterráneo (toneladas)
Extracción de carbón mineral	38.867
Pos-extracción de carbón mineral	38.867

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 145. Incertidumbre de la categoría 1B1a– Minería carbonífera y manejo de carbón (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre combinada de CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
1B1ai1	5%	100,1%	40,3%	1,75E—10%	0,005%	5,70E-9%
1B1ai2	5%	-	60,2%	7,49E-12%	0,001%	3,21E-11%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el Refinamiento de 2019 a las Directrices del IPCC de 2006.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[154], se realizaron los siguientes controles de calidad de los DA, de los FE y de los parámetros utilizados en el cálculo del inventario de toda la serie temporal (1990-2022).

- Verificar que los DA cargados en la Hoja de Trabajo 1B1a_HT_1990-2022_00 sean iguales a los valores calculados en la planilla de DA 1B1a_DA_1990-2022_00 para cada año de la serie temporal.
- Controlar que los FE y los parámetros utilizados en el cálculo sean iguales a los valores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019 y demás fuentes de información empleadas en cada año de la serie temporal.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados correspondientes a los últimos dos años de la serie temporal sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y con el resto de la serie temporal, asegurando la consistencia de toda la serie temporal y la coherencia de la variación interanual con la situación del sector.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, factores u otros parámetros, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

Se migró la metodología de cálculo al Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC 2006 para las estimaciones de esta categoría, que incorpora para la categoría 1B1ai1 – “Emisiones extracción de carbón mineral” el FE de CO_2. Asimismo, se ajustaron los valores de los GWP acorde al AR5.

1B1b- Transformación de combustibles sólidos

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

[154] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Tabla 146. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1B1b – Transformación de combustibles sólidos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1B1bi	Emisiones fugitivas producción de carbón vegetal y biocarbón	Emisiones fugitivas derivadas de la producción de carbón vegetal y biocarbón.		Nivel 1	Nivel 1
1B1bii	Emisiones fugitivas producción de coque	Emisiones fugitivas derivadas de la producción de coque	NA	Nivel 1	NA
1B1biii	Emisiones fugitivas de la conversión de carbón a líquidos	Emisiones fugitivas derivadas de la conversión de carbón a líquidos	NA	NA	NA
1B1biv	Emisiones fugitivas de la transformación por gasificación	Emisiones fugitivas procedentes de la transformación de biomasa, carbón o gas natural en syngas, compuesto por H_2, CO, CO_2 y CH_4, y, posteriormente, en un combustible líquido de hidrocarburos.	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia

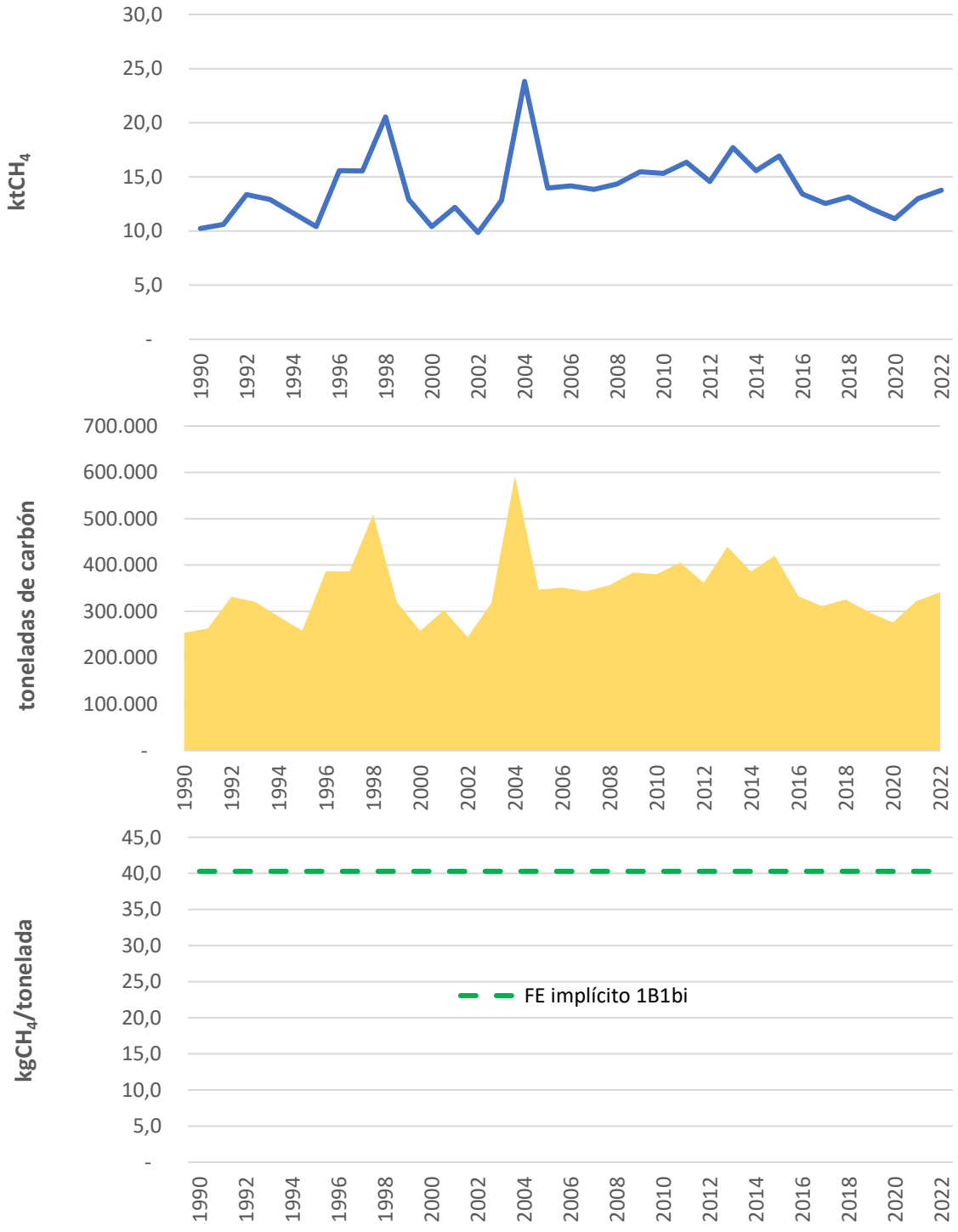
En la categoría "1B1bi – Producción de carbón vegetal" se incluyen las emisiones de CH_4 y N_2O de la fabricación ineficiente de carbón vegetal, el cual se produce mediante la carbonización de la madera por descomposición térmica en ausencia de oxígeno a una temperatura superior a 300°C.

En la categoría "1B1bii - Emisiones fugitivas producción de coque" se incluyen las emisiones fugitivas de CH_4 derivadas de la producción de coque metalúrgico. Las emisiones de CO_2 y N_2O no se estiman debido a que el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 no ofrece FE ni método de cálculo, al igual que las categorías 1B1biii y 1B1biv.

Tendencia de las emisiones de GEI

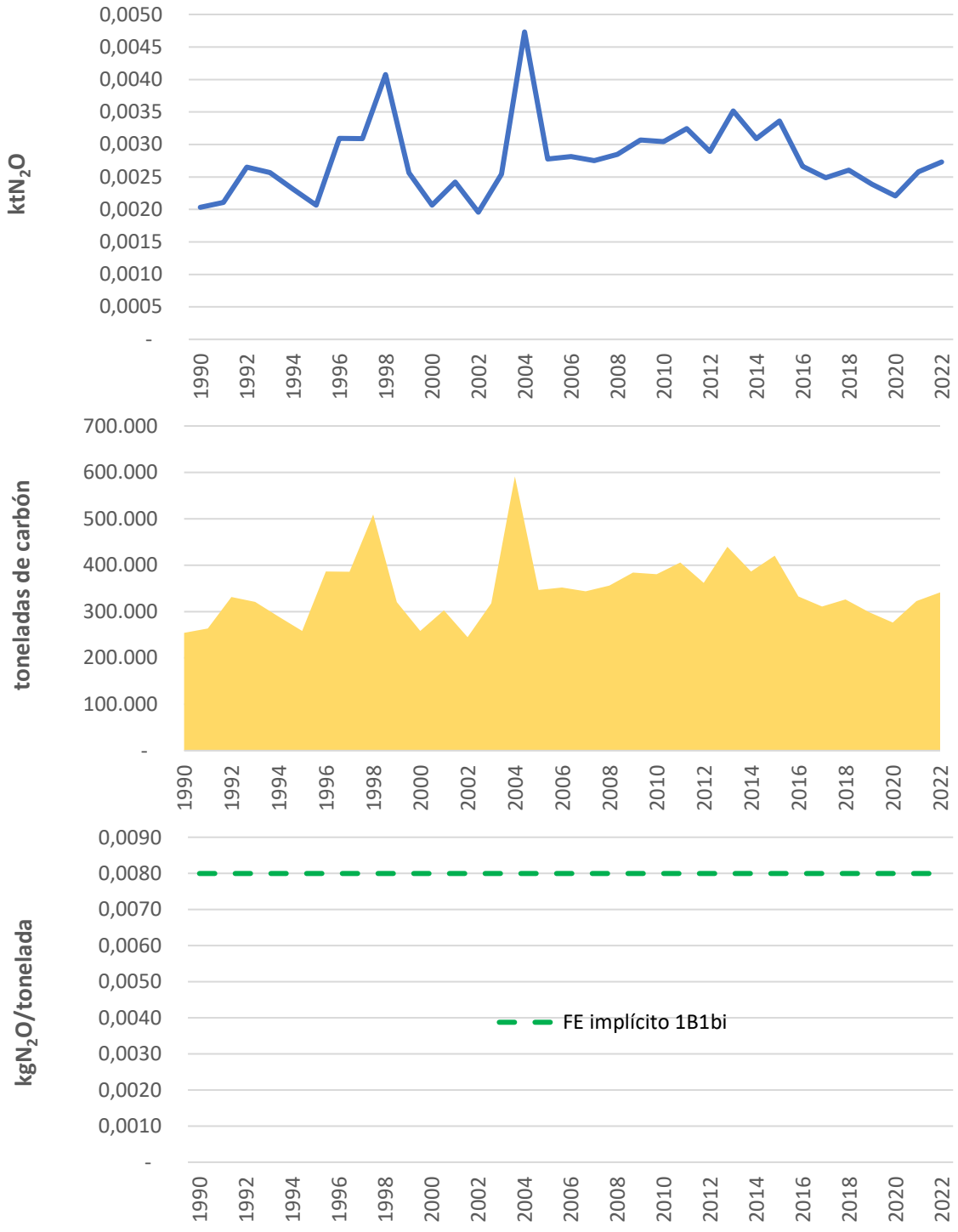
La tendencia de las emisiones de CH_4 y N_2O responde directamente al comportamiento de los datos de actividad. Por este motivo, el FE implícito se mantiene constante a lo largo de toda la serie temporal.

Figura 124. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B1bi (1990-2022)



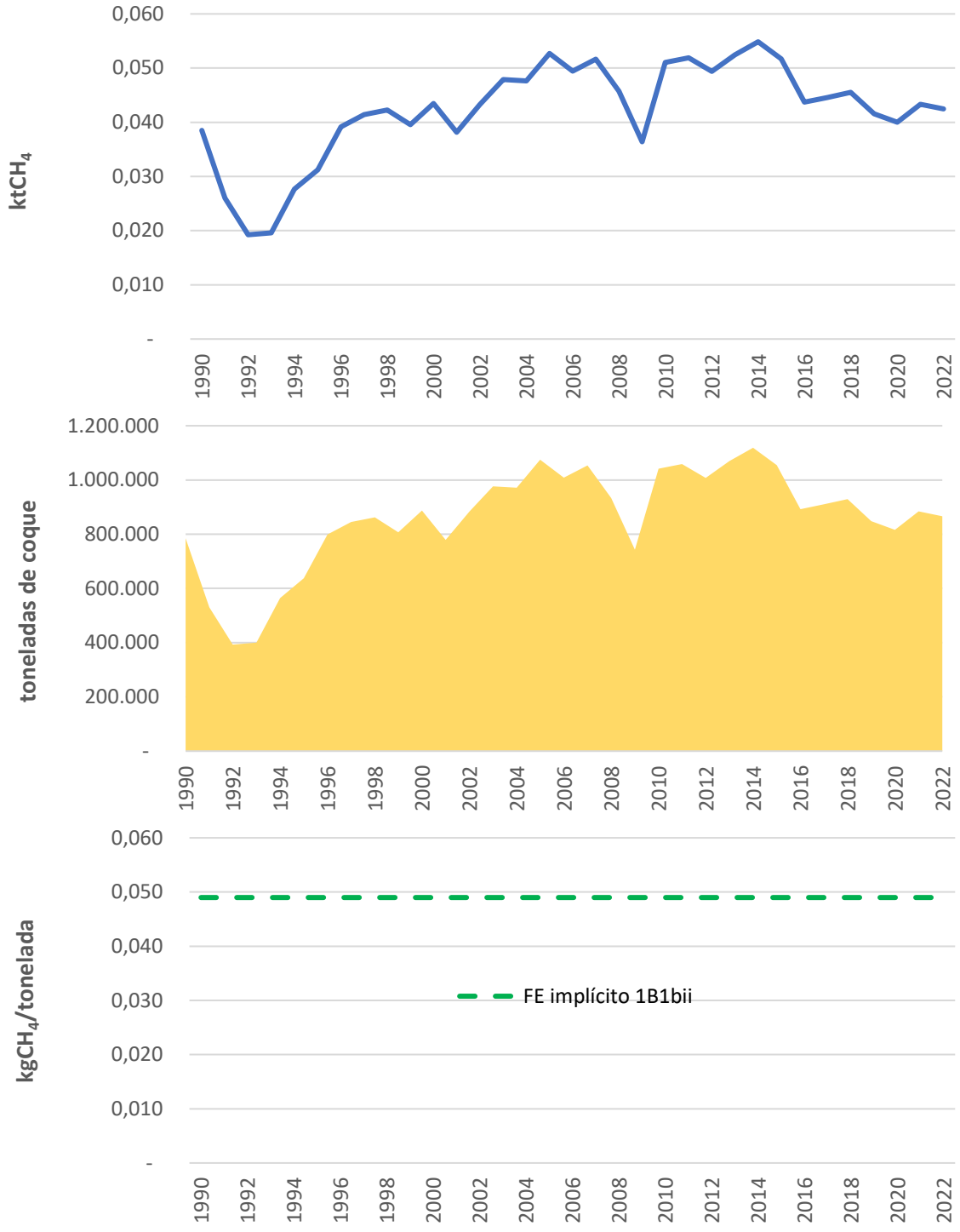
Fuente: Elaboración propia

Figura 125. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1B1bi (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 126. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B1bii (1990-2022)

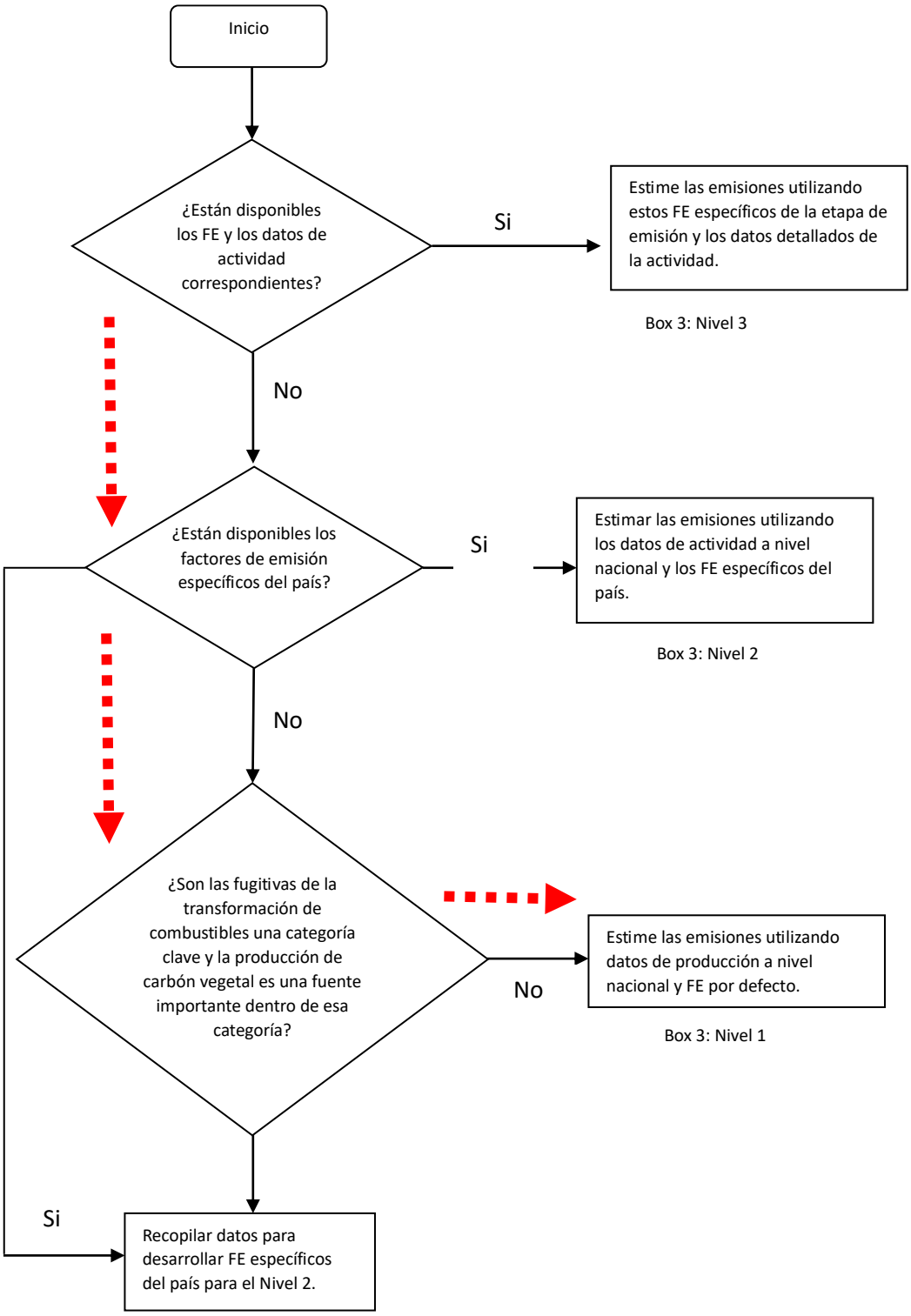


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 28. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1B1bi – Producción de carbón vegetal



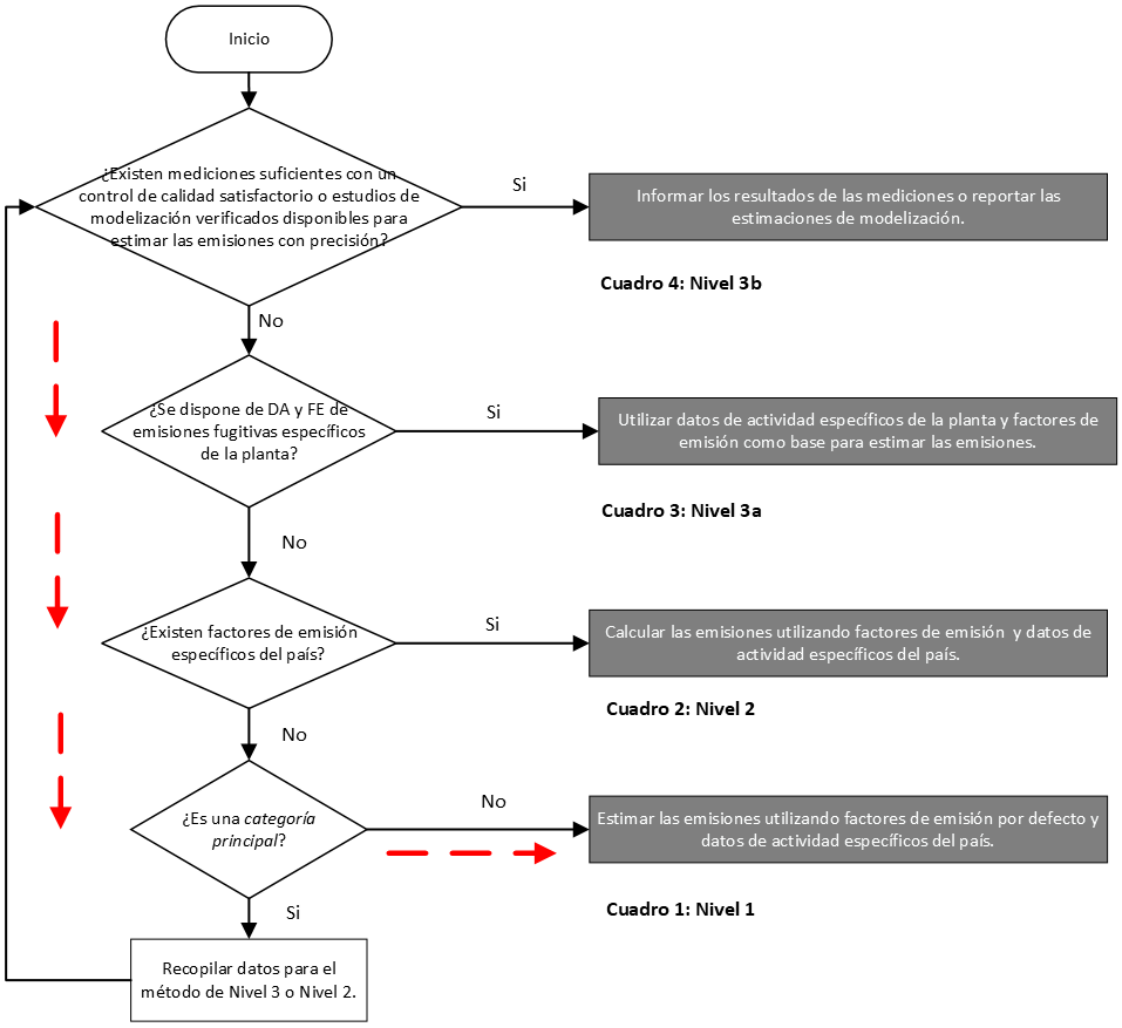
Fuente: Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

El cálculo de emisiones de CH_4 y, N_2O, provenientes de producción de carbón vegetal se realiza con el método de cálculo Nivel 1 debido a que no se dispone de datos medidos y la categoría 1B1 no es principal.

Para la categoría "1B1bi – Producción de carbón vegetal" se emplea la ecuación 4.3.1 del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

Las emisiones de CH_4 y N_2O, provenientes de la producción de carbón vegetal se calculan a partir de la producción de carbón multiplicado por el FE de CH_4 y N_2O.

Ilustración 29. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1B1bii – Producción de coque



Fuente: Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se han utilizado valores por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país.

Tabla 147. Factores de emisión para la categoría 1B1b - Transformación de combustibles sólidos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CH_4	Factor de emisión de CH_4	tCH_4/t	0,0403	IPCC 2019 – Cuadro 4.3.3 / Capítulo 4 – Emisiones Fugitivas	Carbón Vegetal
FE N_2O	Factor de emisión de N_2O	tN_2O/t	0,00008	IPCC 2019 – Cuadro 4.3.3 / Capítulo 4 – Emisiones Fugitivas	Carbón Vegetal
FE CH_4	Factor de emisión de CH_4	tCH_4/t	0,000049	IPCC 2019 – Cuadro 4.3.5 / Capítulo 4 – Emisiones Fugitivas	Coque metalúrgico

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Carbón vegetal proveniente de Bosque Nativo:

Extracción: La extracción de bosque nativo con destino "Carbón Vegetal" es provista por el Programa Nacional de Estadística Forestal del Área competente de Bosques de la SSAmb (DNB) a través del Anuario de Estadística Forestal de Especies Nativas y se actualizan anualmente, por especie y producto.

Homologación serie de datos: Los datos de extracción pasan por una homologación de datos de departamento: según el departamento de cada extracción, se le asigna un código del INDEC para provincia y para departamento.

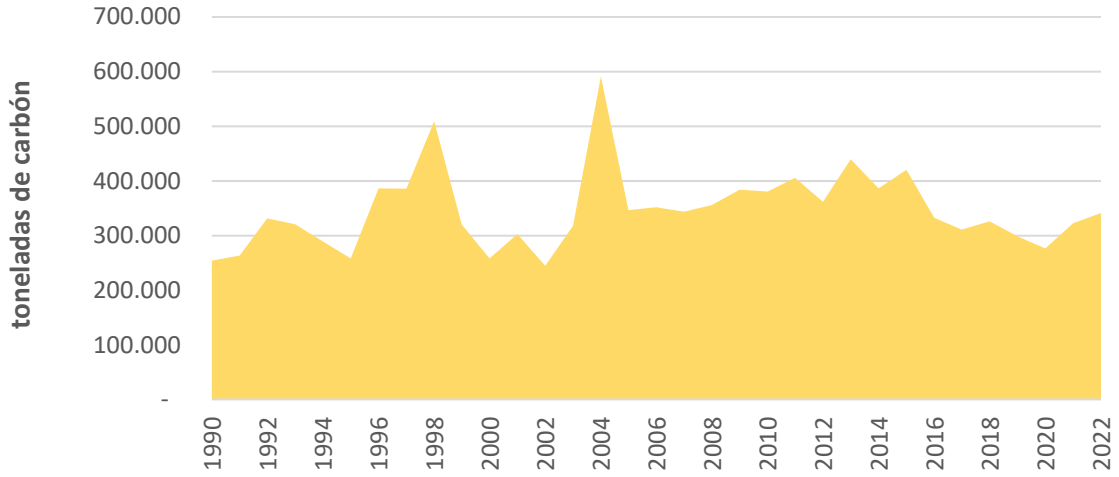
Carbón vegetal proveniente de Bosque Cultivado:

Extracción: La extracción del bosque cultivado con destino "Carbón Vegetal" es reportada por el Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP a nivel departamental y por grupo de especie. Los datos de extracción se actualizan anualmente. El detalle de la serie temporal de la superficie se encuentra en la sección de representación coherente de tierras.

En el gráfico a continuación, se puede observar la tendencia en la evolución de la producción de carbón vegetal para la serie temporal 1990-2022.

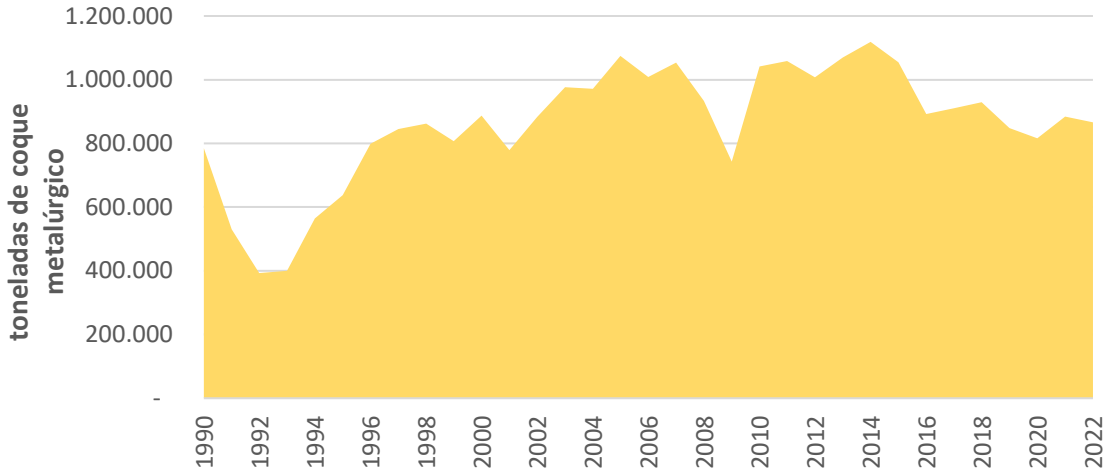
Coque metalúrgico: Se considera la producción de coque metalúrgico informada por la Cámara Argentina del Acero (CAA) para el período 2008-2022, en base a esta información se estimó la serie histórica 1990 y 2007 de la producción de coque metalúrgico en función de la relación promedio coque/arrabio, este último obtenido de las estadísticas de la CAA. La producción de coque metalúrgico se encuentra expresada en unidades de masa.

Figura 127. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1B1bi – Producción de carbón vegetal (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 128. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1B1bii – Producción de coque metalúrgico (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 148. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1B1b – Transformación de combustibles sólidos (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información
$C_{Carbón\ Vegetal}$	Producción de Carbón vegetal	toneladas	341.356	Estadística forestal extracción Bosque Nativo (PNEF- SSAmb) y Bosque Cultivado (Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP)
$C_{Coque\ metalúrgico}$	Producción de coque metalúrgico	toneladas	866.451	Cámara Argentina de Acero (CAA)

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 149. Incertidumbre de la categoría 1B1b – Transformación de combustibles sólidos (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CH_4	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
1B1bi	5%	121%	163%	121,1%	163,1%	1,35E-06%	0,1433%	1,69E-05%
1B1bii	5%	900%	-	900%	-	7,12E-10%	0,0004%	3,05E-09%

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[155], se realizaron los siguientes controles de calidad de los DA, de los FE y de los parámetros utilizados en el cálculo del inventario de toda la serie temporal (1990-2022).

- Verificar que los DA cargados en la Hoja de Trabajo 1B1bi_HT_1990-2022_00 sean iguales a los valores calculados en la planilla de DA 1A_DA-LENA-CARBON_1990-2022_00 para cada año de la serie temporal.
- Verificar que los DA cargados en la Hoja de Trabajo 1B1bii_HT_1990-2022_00 sean iguales a los valores calculados en la planilla de DA 1A1ci_DA_1990_2022_00 para cada año de la serie temporal.
- Controlar que los FE y los parámetros utilizados en el cálculo sean iguales a los valores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019 y demás fuentes de información empleadas en cada año de la serie temporal.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados correspondientes a los últimos dos años de la serie temporal sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y con el resto de la serie temporal, asegurando la consistencia de toda la serie temporal y la coherencia de la variación interanual con la situación del sector.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, factores u otros parámetros, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

Se calculo por primera vez las emisiones de CH_4 de la categoría 1B1bii – “Emisiones fugitivas de la producción de coque metalúrgico” utilizando la metodología de cálculo al Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006. Asimismo, se utilizaron los valores de los GWP acorde al AR5.

[155] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Anexo Estimación Producción bruta de Carbón Mineral

A continuación, se especifican los valores utilizados para estimar la producción bruta de carbón mineral, utilizados para estimar las emisiones.

Tabla 150. Valores empleados en el cálculo de la serie temporal de producción de carbón subterráneo – 1B1a Minería carbonífera y manejo de carbón

Año	Anuario Combustibles	Calculado	Anuario Combustibles	BEN	Calculado	Calculado
	Producción bruta de carbón (ton/año)	Producción bruta de carbón (ton/año)	Producción neta de carbón (ton/año)	Producción neta de carbón (ktep/año)	Relación porcentual entre producción neta y bruta de carbón (%)	Porcentaje promedio del carbón extraído comercializable (%)
1990	546.958	-	270.354	-	49%	-
1991	567.304	-	291.546	-	51%	-
1992	421.000	-	202.300	-	48%	-
1993	341.400	-	166.900	-	49%	-
1994	674.472	-	347.796	-	52%	-
1995	527.055	-	304.485	-	58%	-
1996	569.739	-	311.438	-	55%	-
1997	545.976	-	250.136	-	46%	-
1998	617.052	-	288.962	-	47%	-
1999	557.812	-	335.625	-	60%	-
2000	-	499.555	-	151,66	-	51%
2001	-	362.322	-	110,00	-	51%
2002	-	187.749	-	57,00	-	51%
2003	-	174.573	-	53,00	-	51%
2004	-	94.034	-	28,55	-	51%
2005	-	47.017	-	14,27	-	51%
2006	-	162.992	-	49,48	-	51%
2007	-	203.620	-	61,82	-	51%
2008	-	176.018	-	53,44	-	51%
2009	-	147.111	-	44,66	-	51%
2010	-	115.494	-	35,06	-	51%
2011	-	165.229	-	50,16	-	51%
2012	-	176.345	-	53,54	-	51%
2013	-	154.494	-	46,90	-	51%
2014	-	109.898	-	33,36	-	51%
2015	-	65.303	-	19,83	-	51%

Año	Anuario Combustibles	Calculado	Anuario Combustibles	BEN	Calculado	Calculado
	Producción bruta de carbón (ton/año)	Producción bruta de carbón (ton/año)	Producción neta de carbón (ton/año)	Producción neta de carbón (ktep/año)	Relación porcentual entre producción neta y bruta de carbón (%)	Porcentaje promedio del carbón extraído comercializable (%)
2016	-	45.446	-	13,80	-	51%
2017	-	38.174	-	11,59	-	51%
2018	-	116.602	-	35,40	-	51%
2019	-	204.053	-	61,95	-	51%
2020	-	38.174	-	11,59	-	51%
2021	-	38.867	-	11,80	-	51%
2022	-	38.867	-	11,80	-	51%

Fuente: Elaboración propia

Petróleo y gas natural (1B2)

1B2a – Petróleo

Abarca todas las emisiones por venteo, quema en antorcha, fugas y toda otra fuente fugitiva vinculada a la exploración, producción, transporte y refinación de petróleo crudo y la distribución de productos de petróleo crudo.

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 151. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1B2a – Petróleo

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1B2ai	Fugitivas Exploración de Petróleo	Emisiones fugitivas (incluidas las fugas de equipos, venteo y quema de antorchas) asociadas con actividades de campo previas a la producción: prospección o perforación exploratoria, desarrollo de campos y desarrollo de pozos (construcción/perforación, prueba, finalización, cualquier estimulación de fractura).	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 1

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1B2aii	Fugitivas Producción y mejoras de Petróleo	Emisiones fugitivas (incluidas las fugas de equipos, venteo y quema de antorchas) desde la boca del pozo de petróleo o en la mina de arenas petrolíferas o esquisto bituminoso hasta el inicio del sistema de transmisión de petróleo. También se incluye el procesamiento in situ del petróleo crudo (es decir, la eliminación del agua y los gases contenidos en el petróleo crudo).	Nivel 1	Nivel 1	
1B2aiii	Fugitivas Transporte de Petróleo	Emisiones fugitivas de venteo y fugas relacionadas con el transporte de petróleo crudo comercializable (incluido el petróleo crudo convencional, pesado y sintético y el betún), etc. a mejoradores y refinerías. Los sistemas de transporte pueden incluir oleoductos, buques cisterna, camiones cisterna y vagones de ferrocarril.	Nivel 1	Nivel 1	
1B2aiv	Fugitivas Refinación/almacenamiento de Petróleo	Emisiones fugitivas (incluidas las fugas, el venteo y la quema en antorcha) del procesamiento de crudos, LGN, crudos sintéticos a productos finales.	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 1
1B2av	Fugitivas Distribución de productos de Petróleo	Emisiones fugitivas (incluidas fugas y venteos) del transporte y la distribución de productos refinados, incluidas las de las terminales a granel y las instalaciones de venta al por menor.	NA	NA	
1B2avi1	Fugitivas Pozos abandonados de Petróleo	Emisiones fugitivas de pozos abandonados tapados y destapados.	NA	NE	

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración del presente reporte se incorporaron cambios en los sectores y categorías del INGEI, de manera consistente con las tablas comunes de reporte (CRT) que se incluyen como anexo. Las emisiones de N_2O de la categoría "1B2aii - Fugitivas de producción y mejoras de petróleo" no se reportan en las CRT, pero se incluyen en esta sección como información adicional ya que existe método y factor de emisión para su estimación por el Nivel 1 de cálculo.

Se calculan emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O provenientes de las actividades de exploración y refinación/almacenamiento de petróleo, y emisiones de CO_2 y CH_4 procedentes de fugitivas de producción y mejoras, y de su transporte.

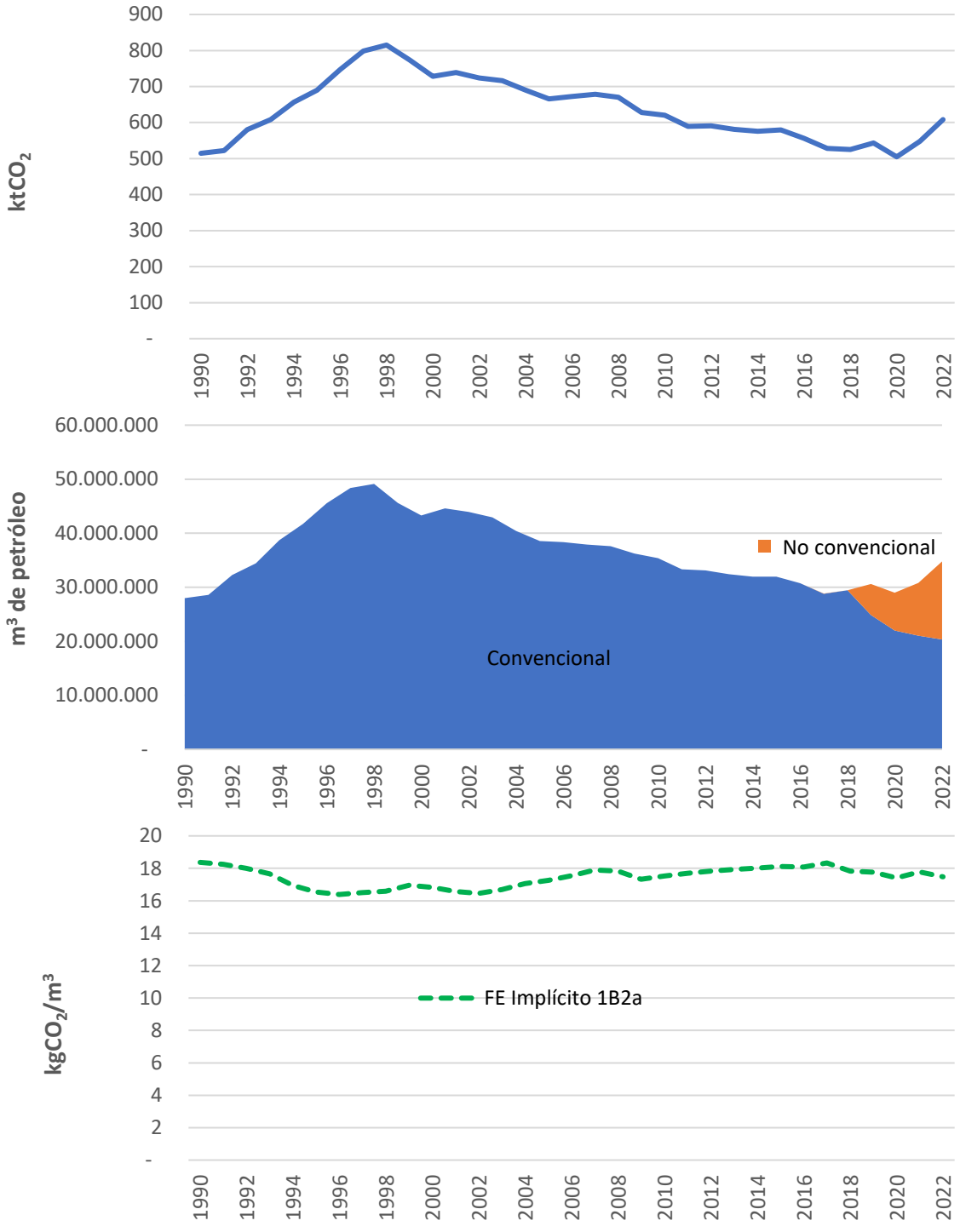
Las emisiones de CO_2 de las categorías "1B2av – Fugitivas Distribución de productos de petróleo" y "1B2avi1 – Fugitivas Pozos abandonados de petróleo" no se calculan ya que no se dispone de FE por defecto, mientras que las emisiones de CH4 no se estiman debido a que no se dispone de información consistente y representativa que se pueda emplear como DA.

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones de CO_2 y CH_4 responde directamente a la producción de petróleo, la cual es el principal DA empleado en la estimación de emisiones. A partir del año 2016 se cuenta con estadísticas de producción de petróleo convencional y no convencional, observándose un importante aumento de la producción de petróleo no convencional a partir del año 2019 que impacta en el aumento de las emisiones del segmento de exploración de petróleo. Sin embargo, debido a la menor participación en las emisiones totales de la categoría del segmento de exploración respecto del de producción y refinación, el factor de emisión implícito se mantiene prácticamente constante a lo largo de toda la serie temporal.

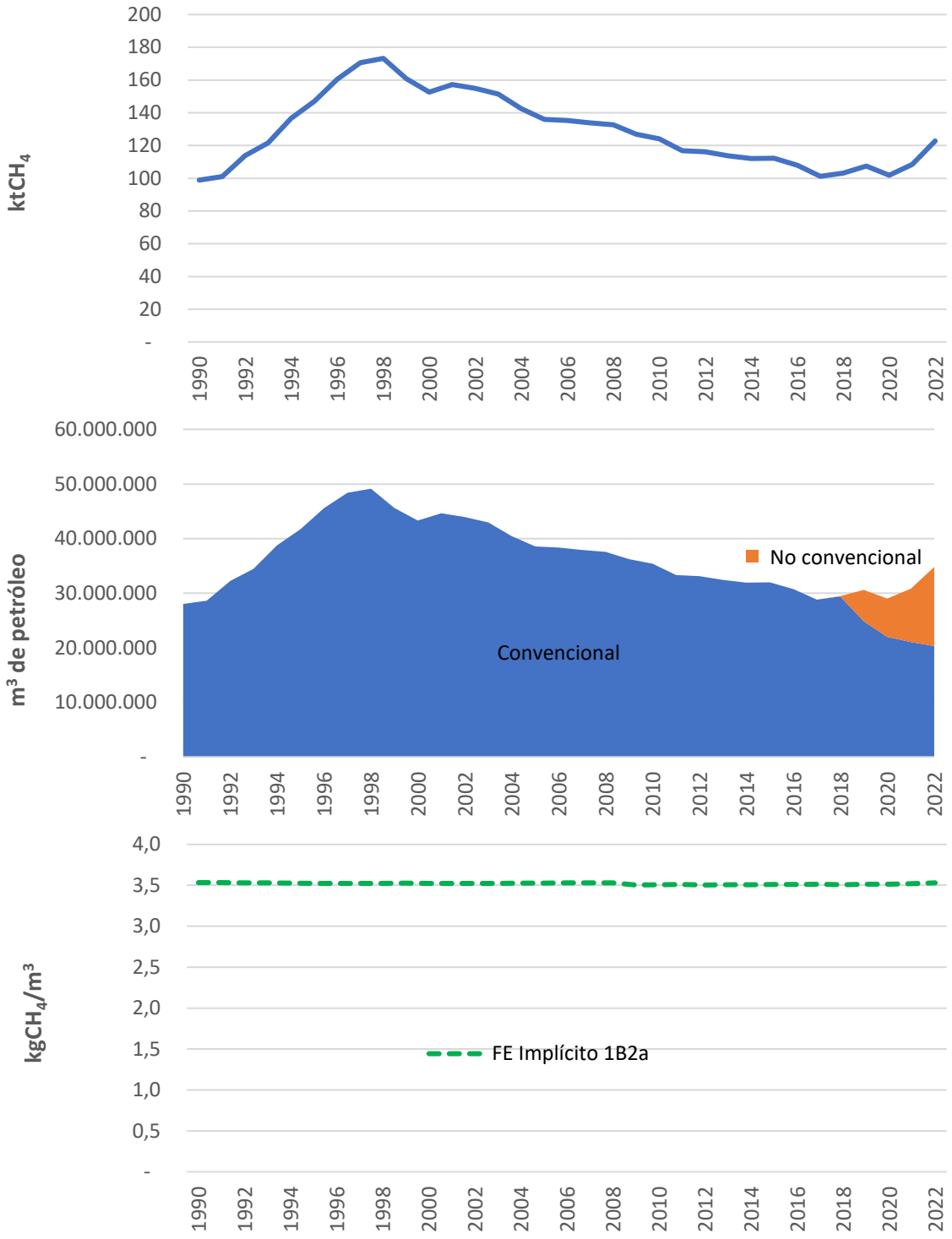
Las fluctuaciones del FE implícito de N_2O se deben fundamentalmente a la diferencia del FE de petróleo convencional y no convencional y a la variación en la participación de los distintos tipos de producción.

Figura 129. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1B2a (1990-2022)



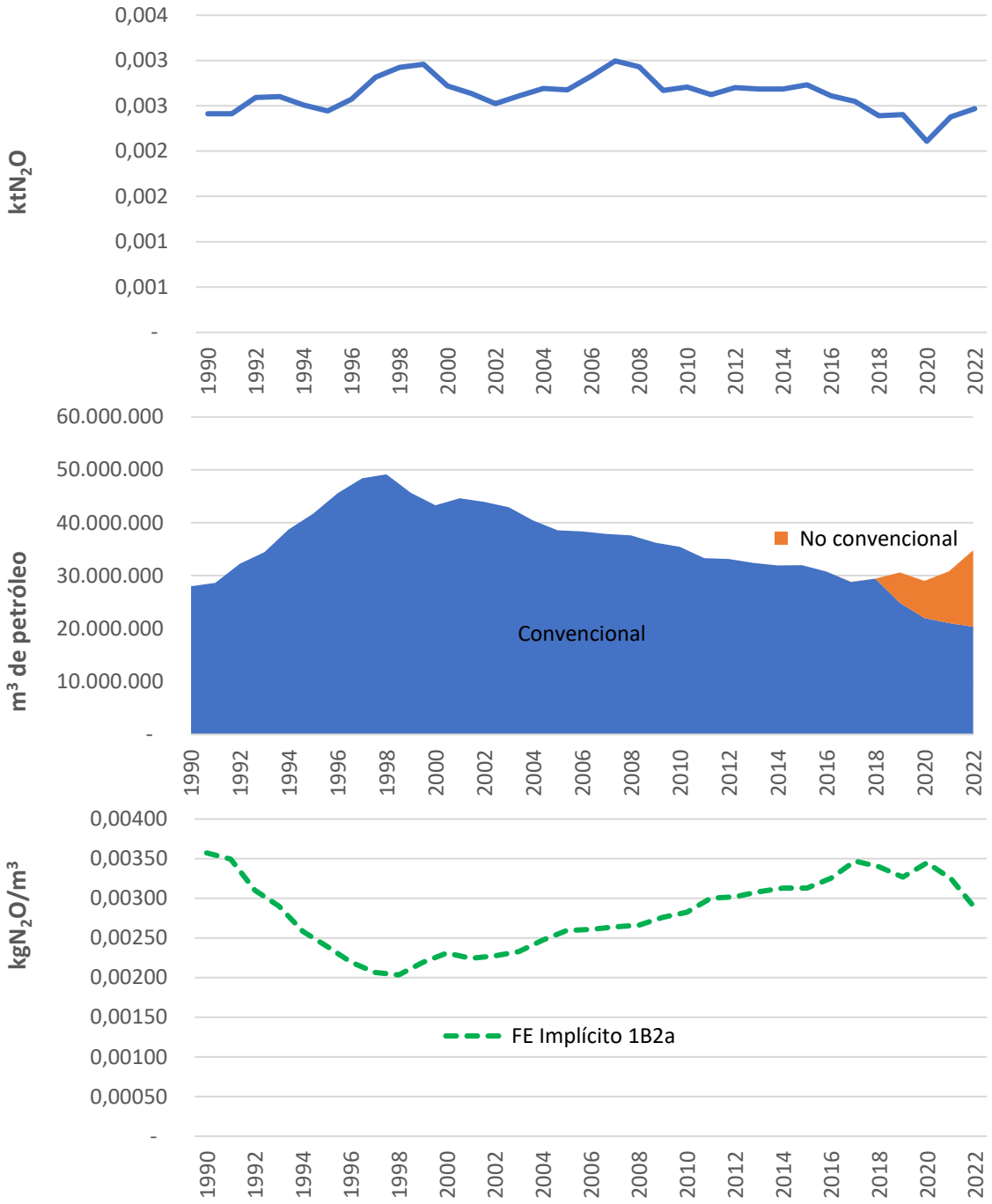
Fuente: Elaboración propia

Figura 130. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B2a (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 131. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1B2a (1990-2022)

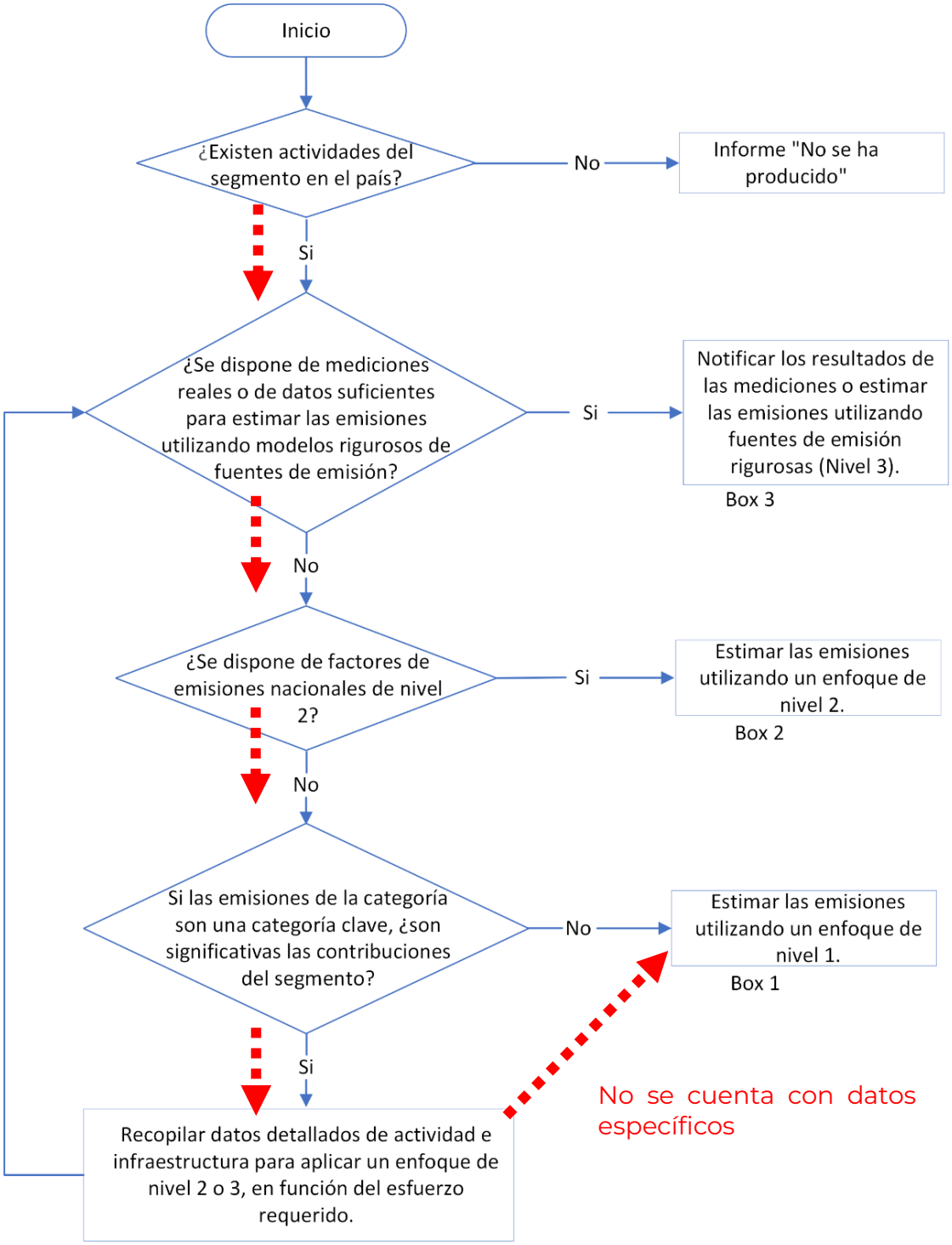


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 30. Árbol de decisión para la estimación de la emisión del petróleo de la categoría 1B2a – Petróleo



Fuente: Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006

El cálculo de emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O provenientes de las actividades de exploración y refinación/almacenamiento de petróleo, y las emisiones de CO_2 y CH_4 provenientes de la producción y mejoras, y del transporte, se realiza con el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de las categorías se realizaron utilizando las ecuaciones del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006. La ecuación 4.2.9 se aplicó en la categoría "1B2ai – Exploración de Petróleo", la ecuación 4.2.10 para la categoría "1B2aii – Producción y mejoras de Petróleo", la ecuación 4.2.11 para la categoría "1B2aiii – Transporte de Petróleo", la ecuación 4.2.12 para la categoría "1B2av – Distribución de productos derivados de Petróleo" y para el resto de las categorías se utilizó la ecuación 4.2.1.

Las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O provenientes de cada segmento o subcategoría aplicable de la industria del petróleo del país, se calculan a partir de una variable representativa de la actividad que es la producción convencional y no convencional de petróleo. Esta variable se multiplica por el FE correspondiente. El cálculo se realiza a nivel provincial.

Factor de emisión

Se han utilizado valores por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006. Estas Directrices proveen valores de FE para cada segmento y subsegmento que fueron seleccionados de acuerdo con criterios establecidos por dictamen de experto detallados en la siguiente tabla.

Tabla 152. Factores de emisión de la categoría 1B2a – Petróleo

Acrónimo	Valor	Unidad	Descripción	Fuente de información	Criterio de elección
FE $_{CO2, exploración con quema o recuperación, on shore}$	0,00086	t gas/m^3 producción	Factor de emisión de CO_2 y CH_4 correspondiente a la exploración de petróleo con quema o recuperación, on shore no convencional.	Tabla 4.2.4	Perforación de pozos – Todas – Quema en antorcha y Venteo y Prueba de pozos – Petróleo no convencional – On Shore
FE $_{CH4, exploración con quema o recuperación, on shore}$	0,00006	t gas/m^3 producción			
FE $_{CO2, exploración, on shore}$	0,00044	t gas/m^3 producción	Factor de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O correspondiente a la exploración de petróleo on shore convencional.	Tabla 4.2.4	Perforación de pozos – Todas – Quema en antorcha y Venteo y Prueba de pozos – Petróleo convencional – On Shore
FE $_{CH4, exploración, on shore}$	0,00002	t gas/m^3 producción			
FE $_{N2O, exploración, on shore}$	3,2E-09	t gas/m^3 producción			
FE $_{CO2, producción, on shore}$	0,01240	t gas/m^3 producción	Factor de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O correspondiente a la producción, on shore convencional.	Tabla 4.2.4A	Producción de petróleo – Petróleo convencional– On Shore
FE $_{CH4, producción, on shore}$	0,00343	t gas/m^3 producción			
FE $_{N2O, producción, on shore}$	1,9E-07	t gas/m^3 producción			
FE $_{CO2, producción, on shore}$	0,01240	t gas/m^3 producción	Factor de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O correspondiente a la	Tabla 4.2.4A	Producción de petróleo no

Acrónimo	Valor	Unidad	Descripción	Fuente de información	Criterio de elección
FE $_{CH4, producción, on shore}$	0,00343	t gas/m^3 producción	producción, on shore no convencional.		convencional – On Shore
FE $_{N2O, producción, on shore}$	1,9E-07	t gas/m^3 producción			
FE $_{CO2, producción, off shore}$	0,00408	t gas/m^3 producción	Factor de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O correspondiente a la producción, off shore convencional.	Tabla 4.2.4A	Producción de petróleo convencional –Off Shore
FE $_{CH4, producción, off shore}$	0,00246	t gas/m^3 producción			
FE $_{N2O, producción, off shore}$	1,6E-08	t gas/m^3 producción			
FE $_{CO2, transporte, on shore}$	0,00000049	t gas/m^3 producción	Factor de emisión de CO_2 y CH_4 correspondiente al transporte por tuberías, on shore.	Tabla 4.2.4B	Transporte de petróleo – Tuberías – Todas – On Shore
FE $_{CH4, transporte, on shore}$	0,000054	t gas/m^3 producción			
FE $_{CH4, transporte, off shore}$	0,000065	t gas/m^3 producción	Factor de emisión de CH_4 correspondiente al transporte por buques cisterna, off shore.	Tabla 4.2.4B	Transporte de petróleo convencional – Buques cisterna – Todos – Off Shore
FE $_{CH4, refinación}$	0,03371	t gas/m^3 producción	Factor de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O correspondiente a la refinación de petróleo.	Tabla 4.2.4C	Refinación del petróleo – Todas.
FE $_{CO2, refinación}$	6,57303	t gas/m^3 producción			
FE $_{N2O, refinación}$	9,853E-05	t gas/m^3 producción			

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Los DA se desagregan a nivel provincial, identificando a cada provincia según el código definido por el Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC). Por su parte, al Estado Nacional se le asigna el código 00.

Exploración, producción y mejoras, y transporte de petróleo: Para el período 1990-1998, se tomaron los valores de producción total de petróleo informados en los Anuarios de Combustibles, el cual no presenta la información desagregada por tipo de actividad (Offshore/Onshore) ni por cuenca productiva. Como no está disponible el anuario correspondiente al año 1997, los valores de producción de petróleo de ese año son los provistos en el anuario del año 1998.

Para el período 1999-2008 se tomaron los valores de producción de petróleo informados en las Tablas SESCO–US. En estas tablas, la producción se desagrega en producción por recuperación asistida, producción primaria y producción secundaria, y la producción primaria de petróleo incluye la producción de condensado y de gasolina estabilizada. La fuente de datos de producción de petróleo presenta desagregada la información por cuenca, pero no por tipo de actividad (Off/Onshore). Por lo cual, se asume que para dicho período toda la producción es Onshore y se transporta por tuberías.

Para el período 2009-2022, también se tomaron los valores informados en las Tablas SESCO–US, pero en este caso, la información provista se encuentra desagregada por cuenca, por tipo de actividad (Off/Onshore).

A partir del año 2016, la producción de petróleo se informa por tipo de producción (petróleo convencional y no convencional), desde dicho año se asume que todo el petróleo producido es convencional.

Refinación/almacenamiento y distribución de petróleo: para toda la serie histórica 1990-2022 los DA de refinación de petróleo se extraen del BEN (Centros de Transformación – Refinerías). Con respecto a la distribución, la información se desagrega por tipo de combustible, de acuerdo con la tabla a continuación.

Tabla 153. Fuente de los datos de distribución de petróleo de la categoría 1B2av – Distribución de productos de petróleo

Año	Gas/Diesel Oil	Kerosene y Aerokerosene	Gas Oil	Aerokerosene (Jet)	Aeronaftas	Kerosene
1990	BEN (SE) – Agropecuario, Autoproducción, Comercial y público, Consumo Propio, Exportación y Bunker, Industria y Transporte.	BEN (SE) – Exportación y Bunker, Residencial y Transporte	Informe Eléctrico (SE) – Generación de electricidad para la red	Sin datos	Sin datos	Sin datos
1991						
1992						
1993						
1994						
1995						
1996						
1997						
1998						
1999						

Año	Gas/Diesel Oil	Kerosene y Aerokerosene	Gas Oil	Aerokerosene (Jet)	Aeronaftas	Kerosene
2000						
2001						
2002						
2003						
2004						
2005						
2006						
2007						
2008			CAMMESA – Generación de electricidad para la red	Tablas SESCO–DS (SE) – Al público, Bunker cabotaje, Bunker internacional, Estado, Otras Empresas, S/N, Transporte Público de Pasajeros.	Tablas SESCO–DS (SE) – Estado, Industrias Petroquímicas, Otras Empresas.	Tablas SESCO–DS (SE) – Agro, Al público, Estado, Industrias Petroquímicas, Otras Empresas, S/N, Transporte de Carga, transporte Público de Pasajeros.
2009						
2010						
2011						
2012						
2013						
2014						
2015						
2016						
2017						
2018						
2019						
2020						
2021						
2022						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 154. Fuente de los datos de distribución de petróleo de la categoría 1B2av – Distribución de productos de petróleo (cont.)

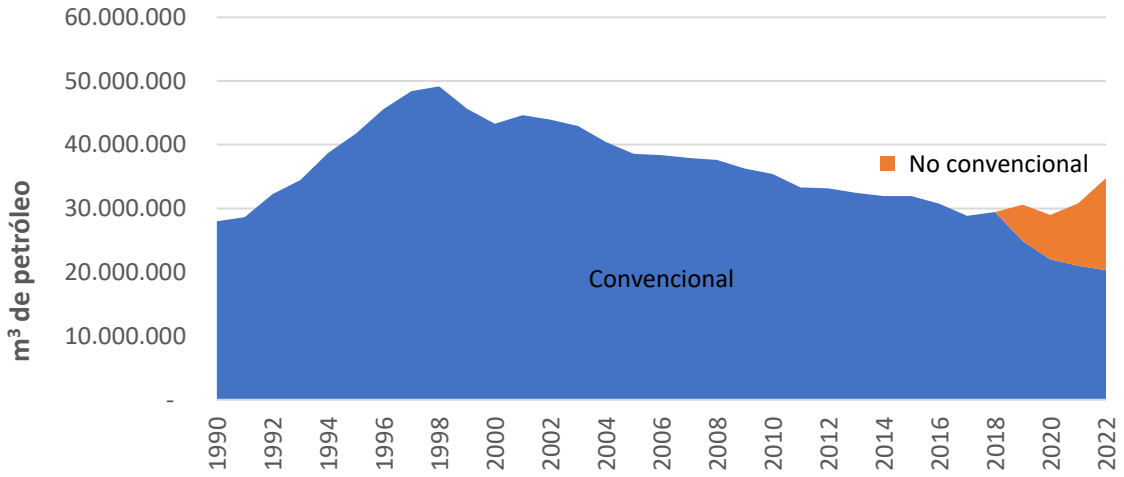
Año	Nafta Grado 1 (Común)	Nafta Grado 2 (Super)	Nafta Grado 3 (Ultra)	Gas Oil Grado 1 (Agrogasoil)	Gas Oil Grado 2 (Común)	Gas Oil Grado 3 (Ultra)
1990	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
1991						
1992						
1993						
1994						
1995						
1996						
1997						
1998						
1999						
2000						
2001						
2002						
2003						
2004						
2005						
2006						
2007						
2008						
2009						
2010	Tablas SESCO–DS (SE) –Agro, Al público, Industrias Petroquímicas, Otras Empresas, Transporte de Carga y Transporte Público de Pasajeros.	Tablas SESCO–DS (SE) – Agro, Al público, Bunker cabotaje, Bunker Internacional, Estado, Industrias Petroquímicas, Otras Empresas, S/N, Transporte de Carga, Transporte Ferroviario,	Tablas SESCO–DS (SE) – Agro, Al público, Bunker cabotaje, Bunker Internacional, Estado, Industrias Petroquímicas, Otras Empresas, S/N, Transporte de Carga, Transporte Ferroviario,		Tablas SESCO–DS (SE) – Agro, Al público, Bunker cabotaje, Bunker Internacional, Estado, Industrias Petroquímicas, Otras Empresas, S/N, Transporte de Carga, Transporte Ferroviario,	Tablas SESCO–DS (SE) – Agro, Al público, Bunker cabotaje, Bunker Internacional, Estado, Industrias Petroquímicas, Otras Empresas, S/N, Transport
2011						
2012				Tablas SESCO–DS (SE) – Otras Empresas.		
2013				Sin datos		
2014						
2015				Tablas SESCO–DS (SE) – Bunker Internacional y Otras Empresas		
2016						
2017						

Año	Nafta Grado 1 (Común)	Nafta Grado 2 (Super)	Nafta Grado 3 (Ultra)	Gas Oil Grado 1 (Agrogasoil)	Gas Oil Grado 2 (Común)	Gas Oil Grado 3 (Ultra)
2018	Sin datos	Transporte Público de Pasajeros y Usinas Eléctricas.	Transporte Público de Pasajeros y Usinas Eléctricas.	Sin datos	Transporte Público de Pasajeros y Usinas Eléctricas.	e de Carga, Transporte Ferroviario, Transporte Público de Pasajeros y Usinas Eléctricas.
2019				Tablas SESCO–DS (SE) – Agro, Al público, Bunker cabotaje, Bunker Internacional, Estado, Industrias Petroquímicas, Otras Empresas, Transporte de Carga, Transporte Ferroviario, Transporte Público de Pasajeros, Usinas Eléctricas.		
2020						
2021						
2022						

Fuente: Elaboración propia

En la figura a continuación se observa la evolución de la producción de petróleo convencional y no convencional, a lo largo de la serie temporal.

Figura 132. Evolución de la producción de petróleo de la categoría 1B2a – Petróleo (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 155. Producción de petróleo de la categoría 1B2a – Petróleo (2022)

Proceso	Producción de petróleo [m³]	Tipo de producción
Exploración, Producción y Transporte de Petróleo	20.328.885	Convencional
	14.450.668	No convencional
Refinación de Petróleo	24.384	NA
Distribución de productos derivados de petróleo	12.670.469	NA

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 156. Incertidumbre de la categoría 1B2a – Petróleo (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
1B2ai	5%	20%	22%	342%	4,77E-10%	0,021%	0,000100%
1B2aii	5%	17%	17%	290%	2,08E-06%	1,370%	0,317411%
1B2aiii	5%	58%	56%	-	5,51E-09%	0,019%	0,000005%
1B2aiv	5%	90%	90%	90%	1,33E-07%	0,067%	0,000220%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[156], se realizaron los siguientes controles de calidad de los DA, de los FE y de los parámetros utilizados en el cálculo del inventario de toda la serie temporal (1990-2022).

- Verificar que los DA cargados en la Hoja de Trabajo 1B2a_HT_1990-2022_00 sean iguales a los valores calculados en la planilla de DA 1B2a_DA_1990-2022_00 para cada año de la serie temporal. Controlar que el total de la producción de petróleo, cargado en la planilla de DA 1B2a_DA_1990-2022_00 sean iguales a los totales reportados en la última versión disponible de las fuentes de información empleadas en cada año de la serie temporal.
- Controlar que los FE y los parámetros utilizados en el cálculo sean iguales a los valores por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 y demás fuentes de información empleadas en cada año de la serie temporal.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados correspondientes a los últimos dos años de la serie temporal sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y con el resto de la serie temporal, asegurando la consistencia de toda la serie temporal y la coherencia de la variación interanual con la situación del sector.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, factores u otros parámetros, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

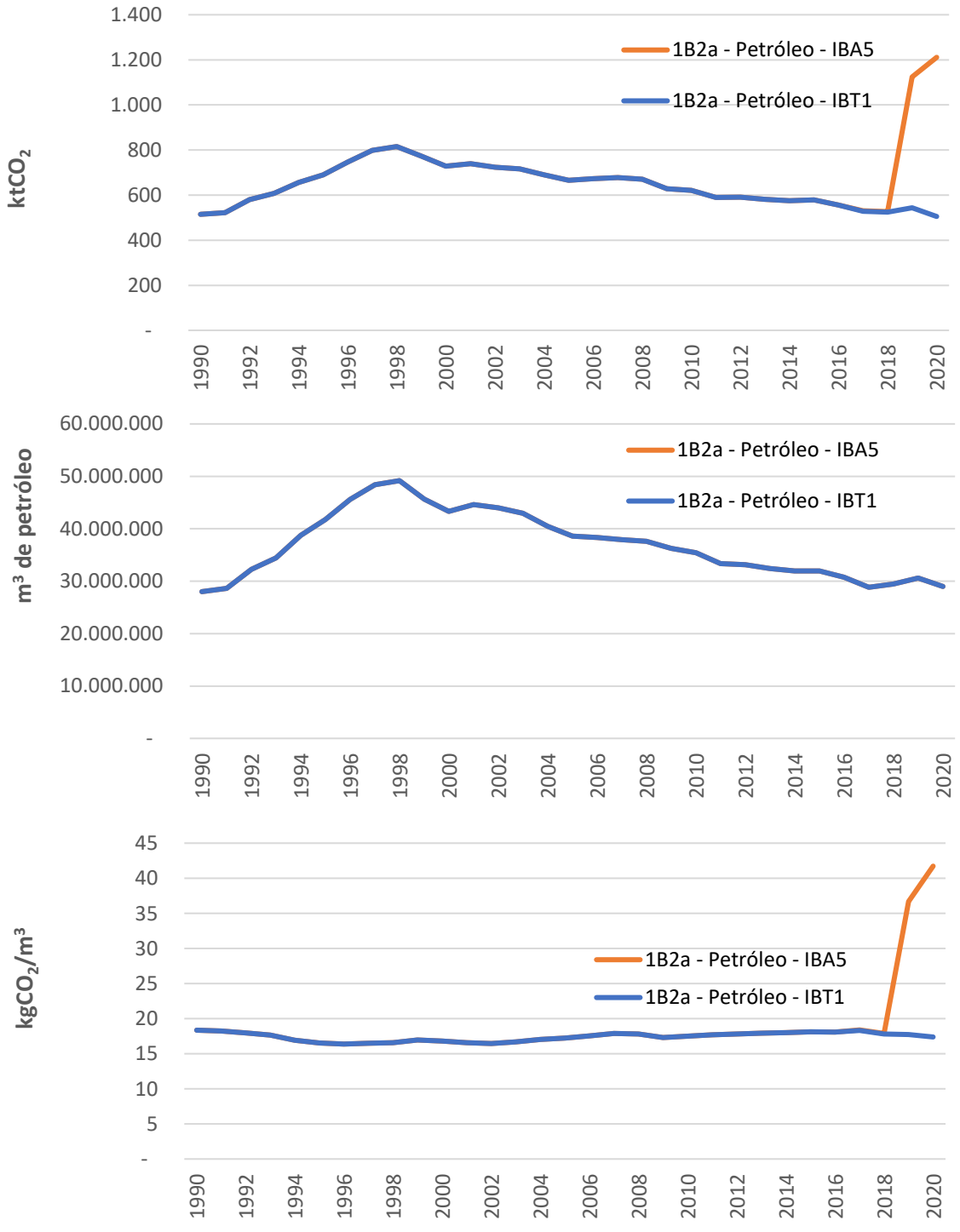
Recálculo y mejoras

En las siguientes figuras se pueden comparar los resultados del IBT1 con los del IBA5 para la categoría “1B2a – Petróleo”. Las diferencias en la serie temporal resultan principalmente de los siguientes recálculos y mejoras:

- En el marco del proyecto CBIT Argentina se desarrolló el estudio “Refinamiento de los Factores de Emisión del INGEI”, en donde se identificaron las tecnologías y prácticas de menor y mayor emisión por cuenca productora de petróleo en el país, en función de lo cual se seleccionaron los FE por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 más adecuados a las tecnologías aplicadas en el país para los segmentos exploración, producción y mejoras de petróleo. Esta nueva selección de FE particularmente los de petróleo no convencional elimina el pico observado en las gráficas comparativas de emisiones totales y FE implícito del IBA5. Estos cambios generan una disminución de las emisiones de CO_2 (49,80%) y N_2O (17%) y un aumento de las emisiones de CH_4 (3,10%) para el año 2022 con respecto al valor obtenido en el IBA5 para la categoría “1B2a – Petróleo”.
- Se utilizaron los valores de los GWP acorde al AR5.

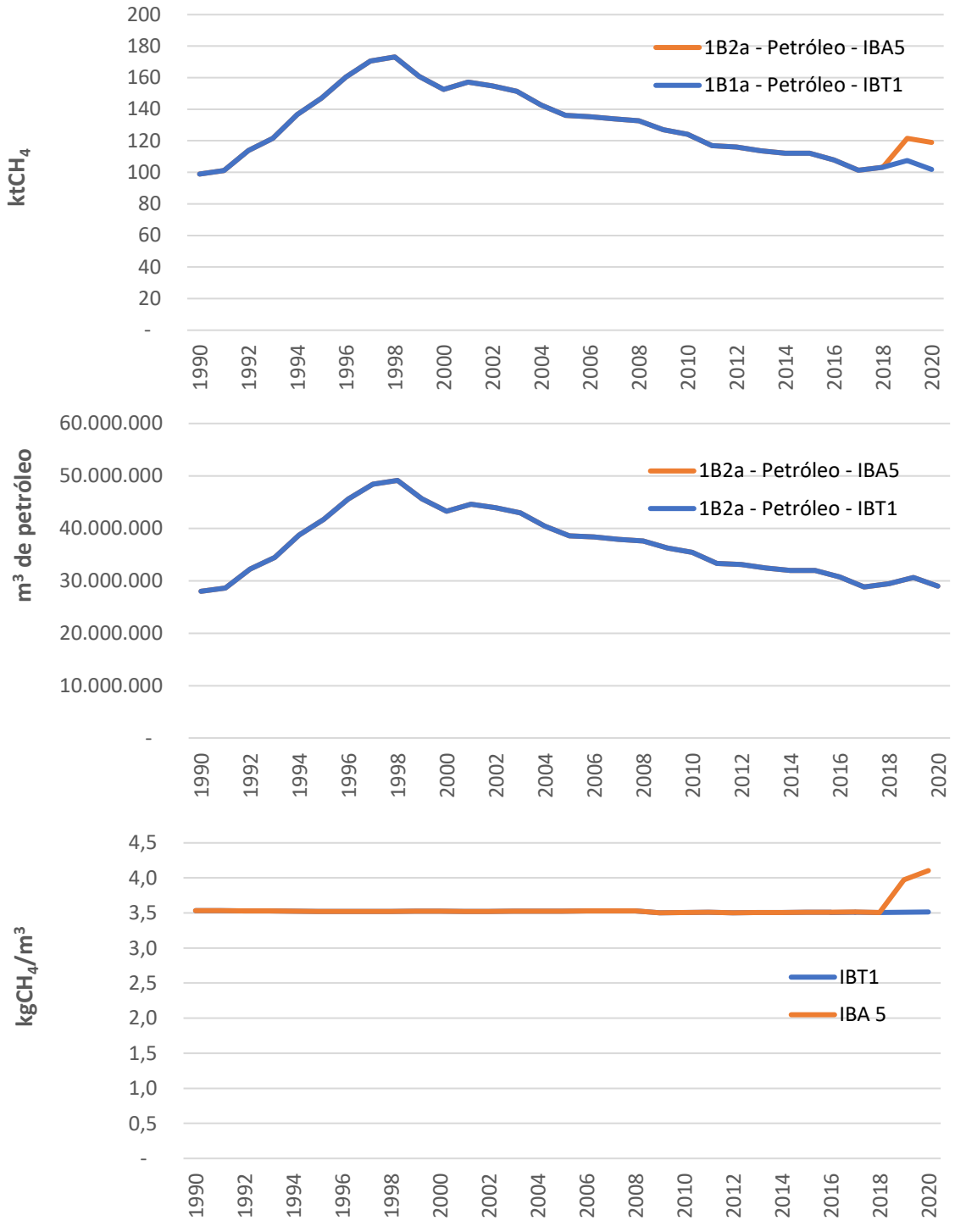
[156] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 133. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1B2a (IBA5 – IBT1)



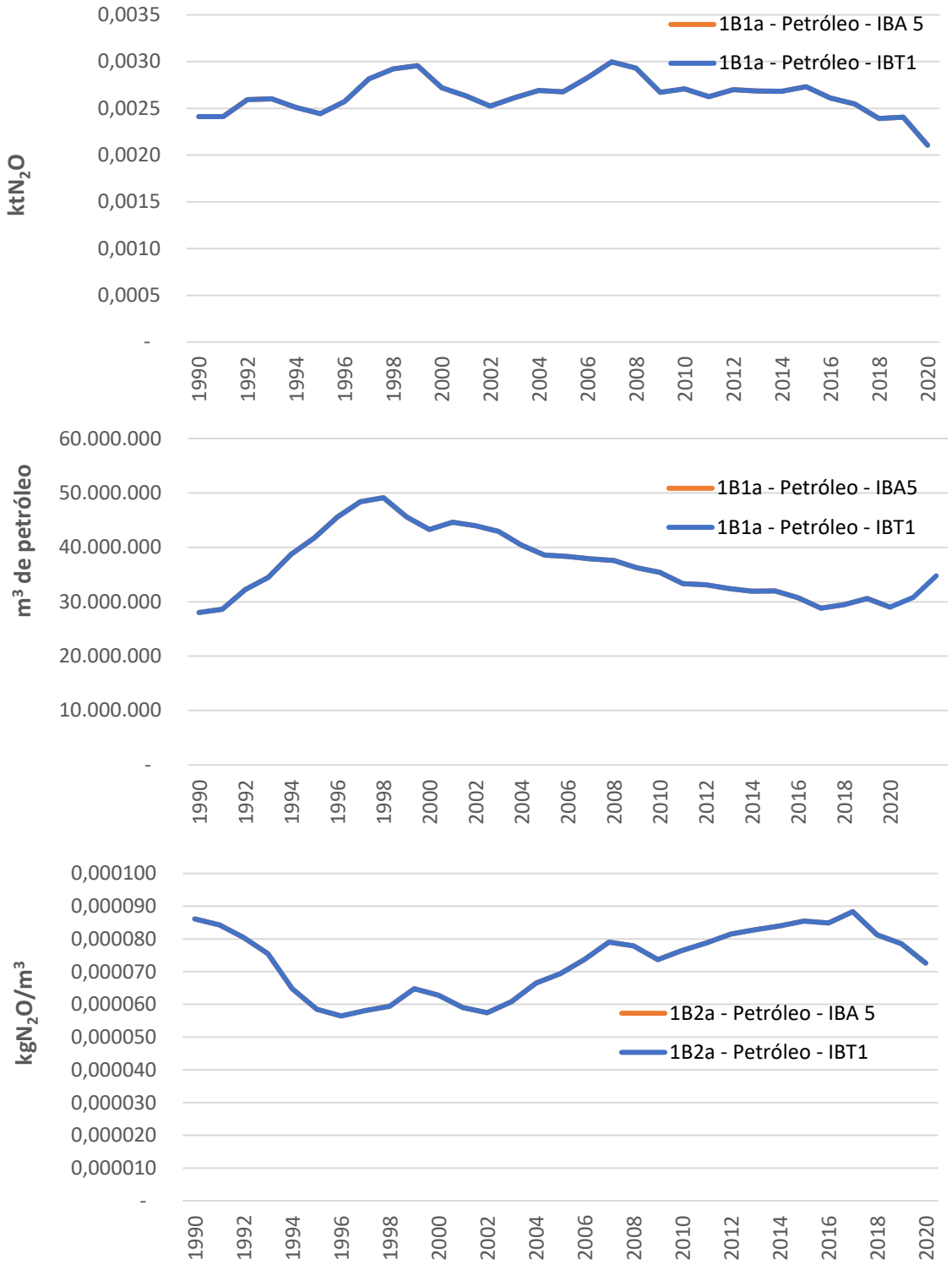
Fuente: Elaboración propia

Figura 134. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B2a (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 135. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1B2a (IBA5 – IBT1)



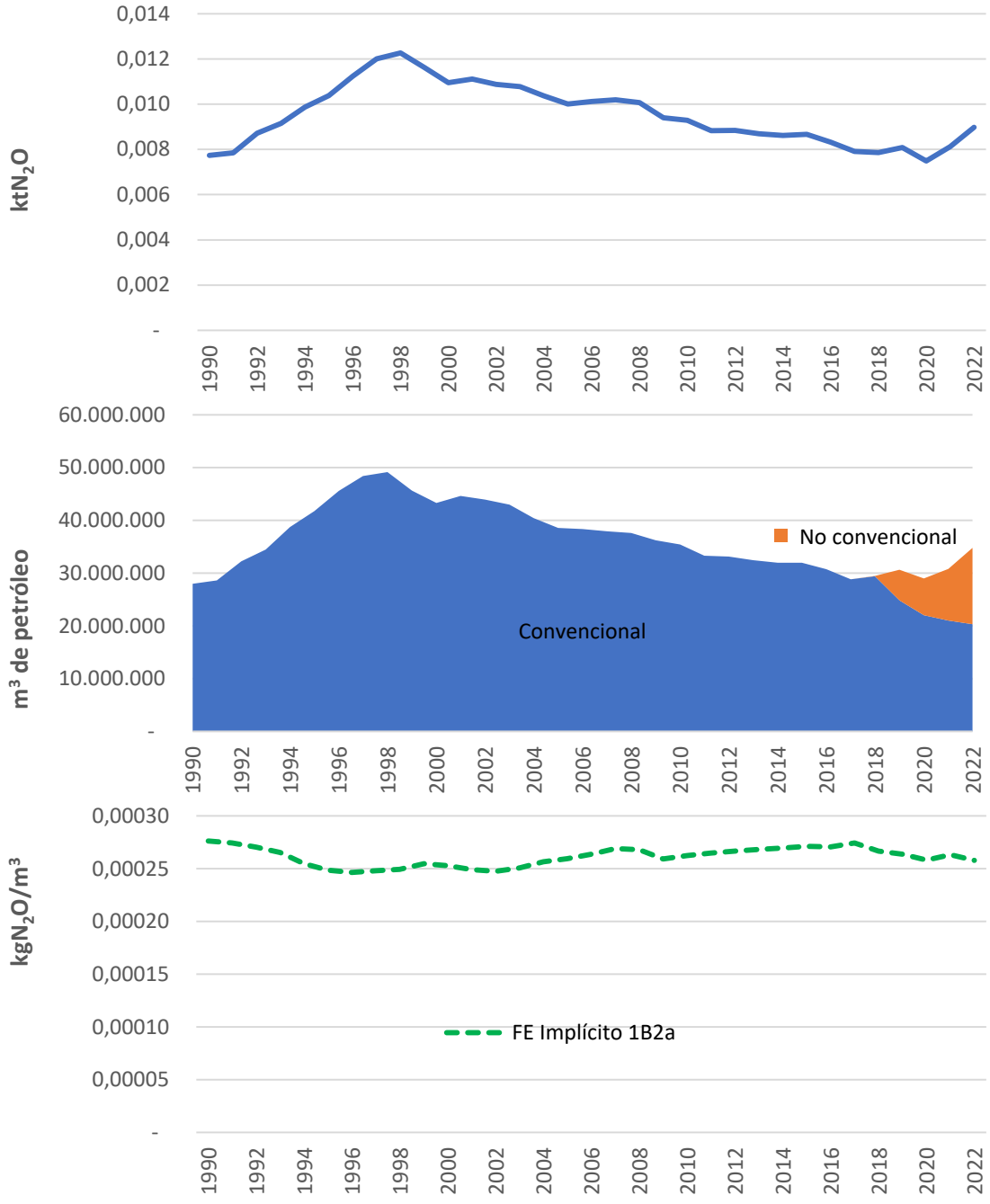
Fuente: Elaboración propia[157]

[157] Incluye las emisiones de N_2O de la categoría 1B2ai "Exploración de petróleo" y 1B2aiv "Refinación/almacenamiento de petróleo" incluidas en las CRT.

Anexo Emisiones de N_2O no incluidas en las CRT

Las emisiones totales de N_2O de la categoría 1B2a, incluyendo las emisiones de la categoría "1B2aii - Fugitivas de producción y mejoras de petróleo" no se reportan en las Tablas Comunes de Reporte (CRT, por sus siglas en inglés) pero se incluyen en esta sección como información adicional ya que existe método y factor de emisión para su estimación por el Nivel 1 de cálculo.

Figura 136. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O total 1B2a (incluyendo 1B2aii - Fugitivas de producción y mejoras de petróleo) (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

1B2b – Gas Natural

Abarca las emisiones por venteo, quema en antorcha, fugas y toda otra fuente fugitiva vinculada a la exploración, producción, procesamiento, transmisión y almacenamiento y distribución de gas natural (incluyendo tanto gases asociados como no asociados).

Es categoría principal por nivel para el año 2022 para CH_4 (5%).

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 157. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1B2b – Gas Natural

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1B2bi	Fugitivas Exploración de Gas Natural	Emisiones fugitivas (incluidas las fugas de equipos, el venteo y la quema en antorcha) de las actividades de los yacimientos de gas previas a la producción (por ejemplo, prospección y perforación de pozos exploratorios, pruebas de pozos/vástagos de perforación y terminaciones de pozos).	Nivel 1	Nivel 1	
1B2bii	Fugitivas Producción y recolección de Gas Natural	Emisiones fugitivas (incluidas las fugas, el venteo y la quema en antorcha) desde la boca del pozo de gas hasta la entrada de las plantas de procesamiento de gas o, cuando no se requiere procesamiento, hasta los puntos de conexión de los sistemas de transporte de gas.	Nivel 1	Nivel 1	
1B2biii	Fugitivas Procesamiento de Gas Natural	Emisiones fugitivas (incluidas las fugas, el venteo y la quema en antorcha) de las instalaciones de procesamiento de gas. En esta fase, se eliminan los líquidos de gas natural (LGN) y otros componentes (por ejemplo, el azufre) del gas bruto, lo que da lugar a un gas de "calidad de gasoducto" que se inyecta en el sistema de transporte. Las fuentes de emisión incluyen los compresores, las fugas de los equipos, los controladores neumáticos, el gas no quemado de los motores y la quema en antorcha, y el CO_2 procedente de la quema en antorcha y la eliminación del gas amargo.	Nivel 1	Nivel 1	
1B2biv	Fugitivas Transporte y Almacenamiento	Emisiones fugitivas (incluidas las fugas, el venteo y la quema en antorcha) de los sistemas utilizados para transportar el gas natural procesado al mercado (es decir, a los consumidores industriales y a los sistemas de distribución de gas natural), incluidos los sistemas de almacenamiento de gas natural.	Nivel 1	Nivel 1	
1B2bv	Fugitivas Distribución de Gas Natural	Este segmento incluye las emisiones fugitivas (fugas, venteos y quema en antorcha) procedentes de la distribución de gas natural. Las fuentes de emisión incluyen las fugas de los gasoductos, las estaciones de medición y regulación, los contadores y el almacenamiento de superficie a corto plazo.	Nivel 1	Nivel 1	

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1B2bvi1	Fugitivas Emisiones posteriores a la medición de Gas Natural	Emisiones fugitivas más allá de los contadores de gas y de los vehículos alimentados con gas natural. Los FE para aparatos y centrales eléctricas incluyen las emisiones fugitivas más allá de los contadores de gas, como las tuberías internas y los aparatos de final de tubería (por ejemplo, calefacción doméstica, calentamiento de agua, estufas, barbacoas). En la metodología no se incluyen las emisiones procedentes de las pérdidas por arranque-parada de los aparatos ni de la combustión del gas.	Nivel 1	Nivel 1	
1B2bvi2	Fugitivas Pozos abandonados de Gas Natural	La información disponible sobre pozos abandonados de petróleo y gas no indica una distinción clara entre pozos abandonados de petróleo y pozos abandonados de gas en cuanto a prácticas o FE.	NA	NE	

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración del presente reporte se incorporaron cambios en los sectores y categorías del INGEI, de manera consistente con las tablas comunes de reporte (CRT) que se incluyen como anexo. Las emisiones de N_2O de las categorías "1B2bi - Fugitivas de exploración de gas natural", "1B2bii - Fugitivas de producción y recolección de gas natural" y "1B2iii - Fugitivas de procesamiento de gas natural" no se reportan en las CRT, pero se incluyen en esta sección como información adicional ya que existe método y factor de emisión para su estimación por el Nivel 1 de cálculo.

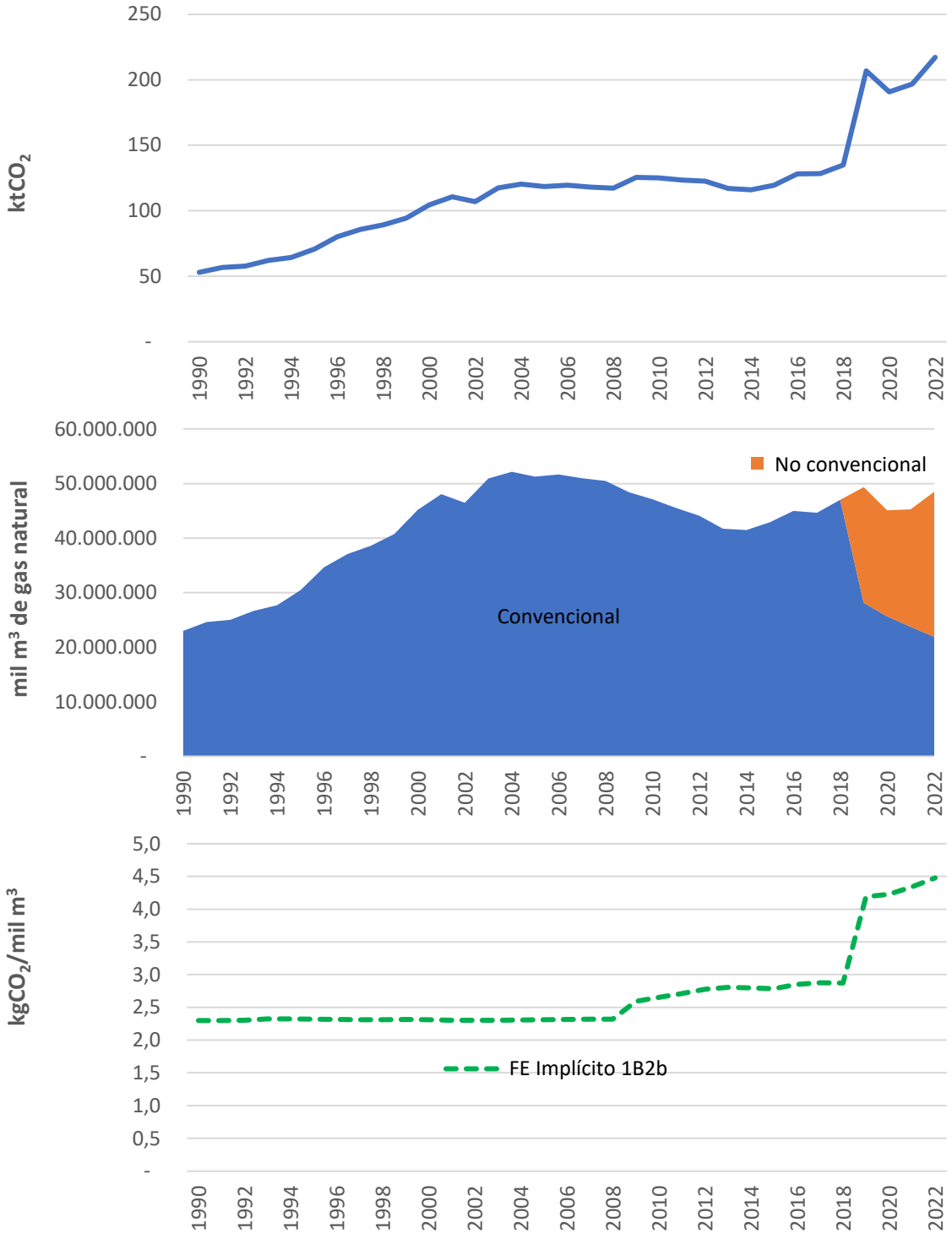
Se calculan emisiones de CO_2 y CH_4 provenientes de las categorías "1B2bi - Exploración de gas natural, "1B2bii - Producción y recolección de gas natural", "1B2biii - Procesamiento de gas natural, "1B2biv – Transporte y almacenamiento de Gas Natural", "1B2bv – Distribución de Gas Natural" y la categoría "1B2bvi1 – Emisiones posteriores a la medición de Gas Natural".

Las emisiones de CH_4 de la categoría "1B2bvi3 – Pozos de Gas Natural abandonados" no se estiman debido a que no se dispone de información consistente y representativa que se pueda emplear como DA.

Tendencia de las emisiones de GEI

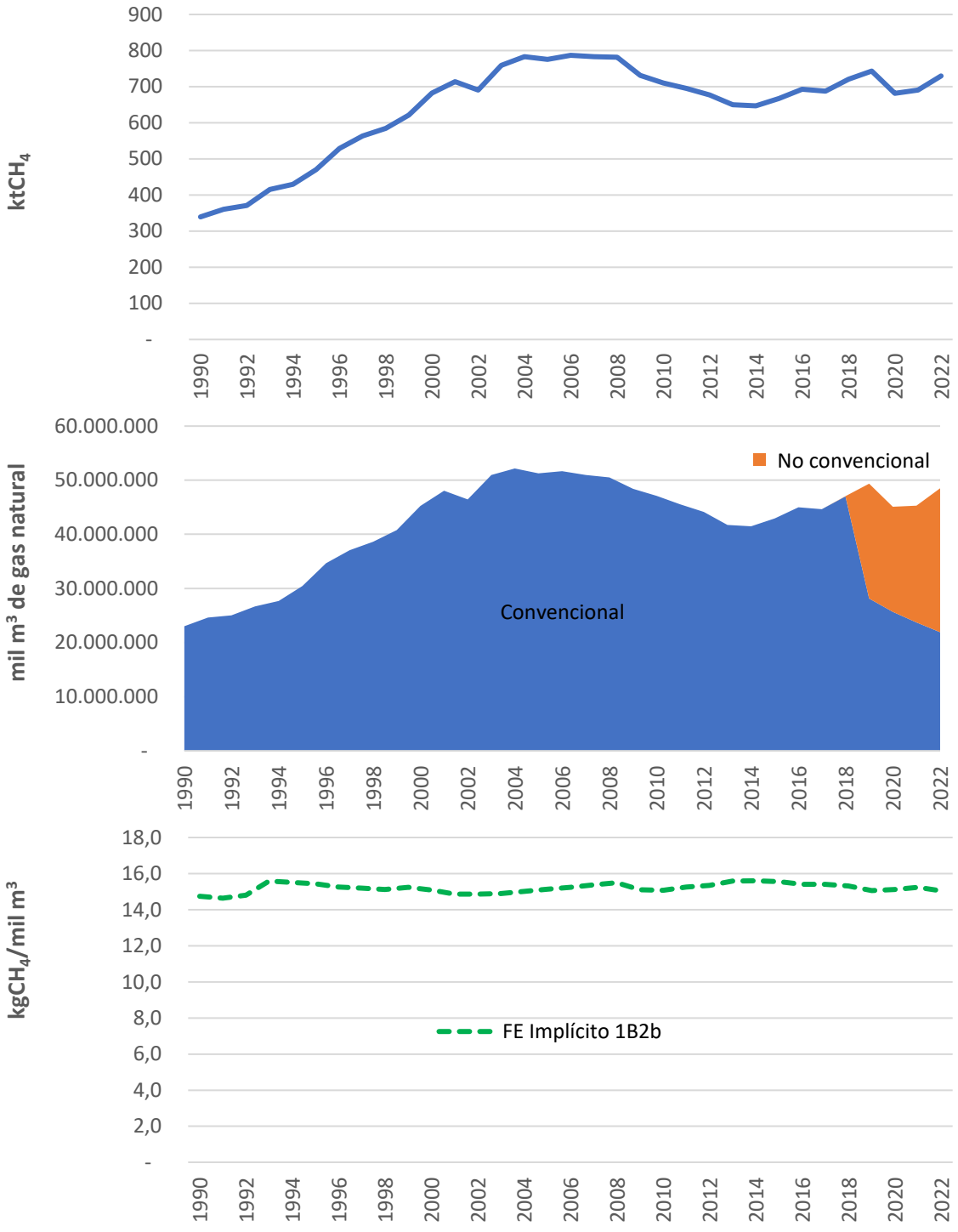
La tendencia de las emisiones de CO_2 y CH_4 responde directamente a la producción de gas natural, la cual es el principal DA empleado en la estimación de emisiones. A partir del año 2016 se cuenta con estadísticas de producción de gas natural convencional y no convencional, observándose un importante aumento de la producción de gas natural no convencional a partir del año 2019, que impacta en el aumento de las emisiones del segmento de exploración de gas natural ya que posee un FE de CO_2 mayor al de la producción convencional, esto explica el ascenso del FE implícito de CO_2, y consecuentemente, de las emisiones correspondientes. Esta marcada diferencia no se observa en el FE de CH_4 entre el gas natural convencional y no convencional, por lo tanto, el factor de emisión implícito de CH_4 se mantiene prácticamente constante a lo largo de toda la serie temporal.

Figura 137. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1B2b (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 138. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B2b (1990-2022)

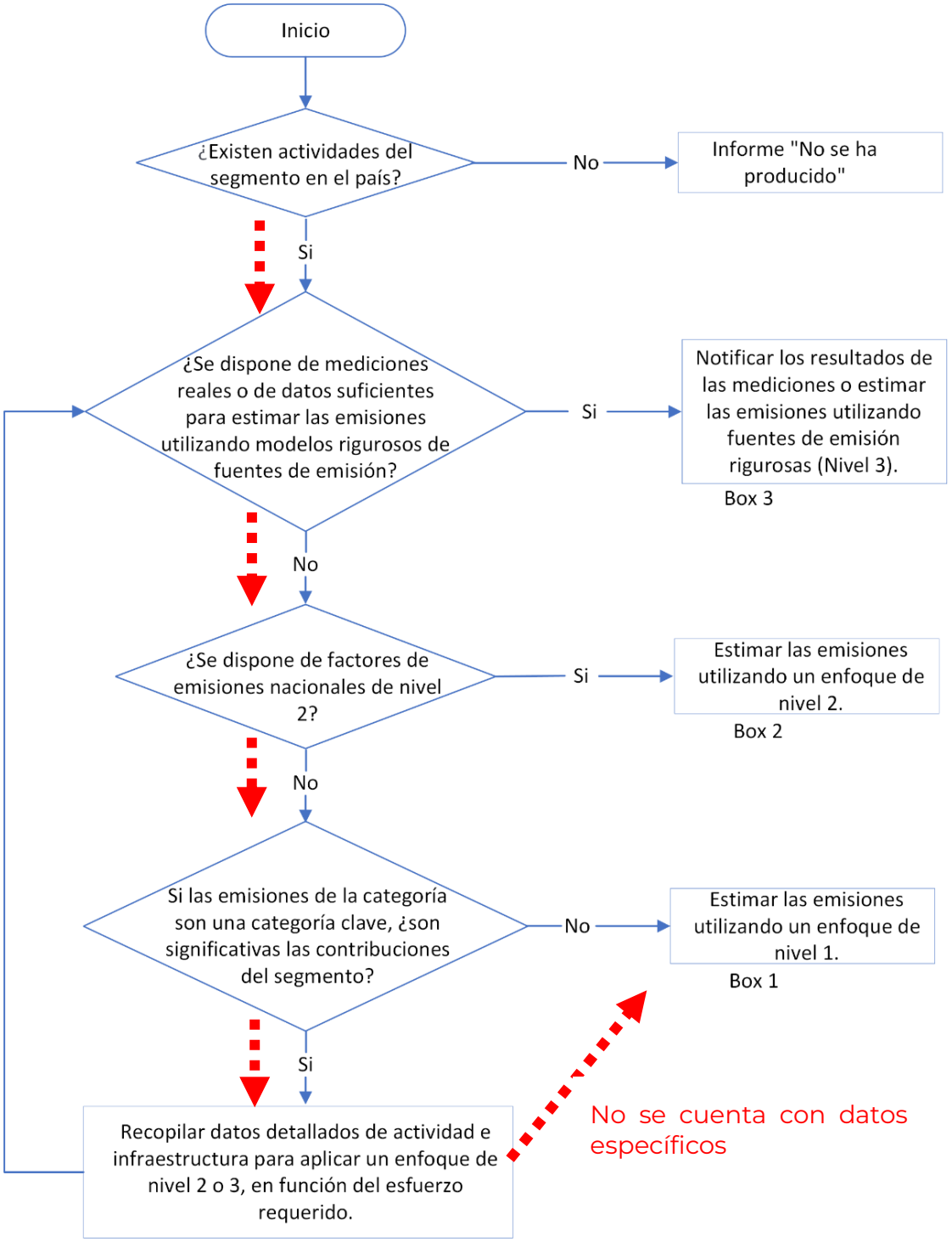


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 31. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones para los sistemas de gas natural de la categoría 1B2b – Gas Natural



Fuente: Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006

Las emisiones de CO_2 y CH_4 de la categoría se calculan con el método de Nivel 1. En el caso de las emisiones de CH_4 como la categoría 1B2b es principal, correspondería recopilar datos específicos del país, sin embargo, no se dispone de mediciones reales o datos suficientes para emplear modelos de cálculo, ni existen FE nacionales.

Las estimaciones de las categorías se realizaron utilizando las ecuaciones del Refinamiento del IPCC de 2019. La ecuación 4.2.13 se aplicó en la categoría "1B2bi – Fugitivas Exploración de Gas Natural", la ecuación 4.2.14 en la categoría "1B2bii – Fugitivas Producción y recolección de Gas Natural", la ecuación 4.2.15 en la categoría "1B2biii – Fugitivas Procesamiento de Gas Natural, la ecuación 4.2.16 en la categoría "1B2biv – Fugitivas Transporte y Almacenamiento", la ecuación 4.2.17 en la categoría "1B2bv – Fugitivas Distribución de Gas Natural" y la ecuación 4.2.18 para la categoría "1B2bvi1 – Fugitivas Emisiones posteriores a la medición de Gas Natural".

Las emisiones de CO_2 y CH_4 provenientes de cada segmento o subcategoría aplicable de la industria del gas natural del país, se calculan a partir de una variable representativa de la actividad que es la producción convencional y no convencional de gas natural. Esta variable se multiplica por el FE correspondiente. El cálculo se realiza a nivel provincial.

Factor de emisión

Se han utilizado valores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Estas Directrices proveen valores de FE para cada segmento y subsegmento que fueron seleccionados de acuerdo con criterios establecidos por dictamen de experto detallados en la siguiente tabla.

Tabla 158. Factores de emisión para la categoría 1B2b – Gas Natural

Acrónimo	Valor	Unidad	Descripción	Fuente de información	Criterio de elección
$FE_{CO2, exploración con quema o recuperación, on shore}$	0,003160	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CO_2 correspondiente a la exploración de gas natural no convencional con quema o recuperación On Shore	Tabla 4.2.4F	Perforación de pozos – Todas – Quema en antorcha y Venteo y Prueba de pozos – Gas Natural no convencional – On Shore
$FE_{CH4, exploración con quema o recuperación, on shore}$	0,00008	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CH_4 correspondiente a la exploración de gas natural no convencional con quema o recuperación On Shore		
$FE_{N2O, exploración con quema o recuperación, on shore}$	2,30E-08	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de N_2O correspondiente a la exploración de gas natural no convencional con quema o recuperación On Shore		
$FE_{CO2 exploración convencional, on shore}$	0,00005	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CO_2 correspondiente a la exploración de gas natural convencional On Shore	Tabla 4.2.4F	Perforación de pozos – Todas – Quema en antorcha y Venteo y Prueba de pozos – Todas – Gas Natural convencional – On Shore
$FE_{CH4exploración convencional, on shore}$	0,00006	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CH_4 correspondiente a la exploración de gas natural convencional On Shore		
$FE_{N2O exploración convencional, on shore}$	3,6E-10	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de N_2O correspondiente a la exploración de gas natural convencional On Shore		
$FE_{CO2, producción y recolección de gas, on shore, convencional}$	0,00145	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CO_2 correspondiente a producción y recolección de gas natural convencional On Shore	Tabla 4.2.4G	Producción de gas natural – Gas Natural convencional y no convencional – On Shore
	0,000035				
$FE_{CH4, producción y recolección de gas, on shore, convencional}$	0,00409	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CH_4 correspondiente a producción y		
	0,0032				

Acrónimo	Valor	Unidad	Descripción	Fuente de información	Criterio de elección
			recolección de gas natural convencional On Shore		
FE N2O, producción y recolección de gas, on shore, convencional	2,5E-08	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de N_2O correspondiente a producción y recolección de gas natural convencional On Shore		
	6,0E-09				
FE CO2, producción y recolección de gas, off shore, convencional	0,0048	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CO_2 correspondiente a producción y recolección de gas natural convencional Off Shore	Tabla 4.2.4G	Producción de gas natural – convencional – Offshore
FE CH4, producción y recolección de gas, off shore, convencional	0,00294	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CH_4 correspondiente a producción y recolección de gas natural convencional Off Shore		
FE N2O, producción y recolección de gas, off shore, convencional	8,2E-08	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de N_2O correspondiente a producción y recolección de gas natural convencional Off Shore		
FE CO2, gas procesado con LDAR o sin LDAR, on/off shore	0,00011	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CO_2 correspondiente a gas procesado con o sin programas LDAR convencional y no convencional On Shore/Off Shore	Tabla 4.2.4H	Procesamiento del gas – Convencional y no convencional –On Shore/Off Shore
FE CH4, gas procesado con LDAR o sin LDAR, on/off shore	0,00165	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CH_4 correspondiente a gas procesado con o sin programas LDAR convencional y no convencional On Shore/Off Shore		
FE N2O, gas procesado con LDAR o sin LDAR, on/off shore	1,2E-09	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de N_2O correspondiente a gas procesado con o sin programas LDAR convencional y no convencional On Shore/Off Shore		
	0,00023			Tabla 4.2.4I	

Acrónimo	Valor	Unidad	Descripción	Fuente de información	Criterio de elección
FE $_{CO2, transporte y almacenamiento, on/off shore}$	0,00006	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CO_2 correspondiente a gas procesado con o sin programas LDAR convencional y no convencional On/Off Shore		Transporte y almacenamiento del gas –Transporte – Gas procesado con o sin programas LDAR convencional y no convencional – On/Off Shore
FE $_{CH4, transporte y almacenamiento, on/Off shore}$	0,00336	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CH_4 correspondiente a gas procesado con o sin programas LDAR convencional y no convencional On/Off Shore		
	0,00067				
FE $_{CO2, distribución de gas}$	0,00009	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CO_2 correspondiente a distribución de gas natural	Tabla 4.2.4J	Distribución del gas natural
FE $_{CH4, distribución de gas}$	0,00292	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CH_4 correspondiente a distribución de gas		
FE $_{CO2, emisiones posteriores a la medición de gas natural}$	3,0E-06	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CO_2 correspondiente a fugas en plantas industriales y centrales eléctricas	Tabla 4.2.4K	Emisiones posteriores a la medición – Correspondiente a fugas en plantas industriales y centrales eléctricas
FE $_{CH4, emisiones posteriores a la mediciónde gas natural}$	0,0004	t gas/Miles m^3 producción	Factor de emisión de CH_4 correspondiente a fugas en plantas industriales y centrales eléctricas		

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Los DA se desagregan a nivel provincial, identificando a cada provincia según el código definido por el Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC). Por su parte, al Estado Nacional se le asigna el código 00.

Exploración, producción y recolección, procesamiento, transporte y almacenamiento de gas natural: Para el período 1990-1998 se tomaron los valores de producción total de gas natural informados en los Anuarios de Combustibles. Los Anuarios de Combustibles no desagregan la producción de gas natural por tipo de producción de gas natural, por cuenca o por tipo de actividad (Offshore/Onshore). Como no está disponible el anuario correspondiente al año 1997, los valores de producción de gas natural de ese año son los provistos en el anuario del año 1998.

Para el período 1999-2008 se tomaron los valores de producción de gas natural informados en las tablas SESCO-US por tipo de gas (gas de alta presión, gas de baja presión y gas de media presión). Dichas tablas no desagregan la producción de gas natural por tipo de actividad (Offshore/Onshore). Para el período 1990-2008 se asume que toda la producción es Onshore.

Para el período 2009-2022 también se tomaron los valores informados en las tablas SESCO-US, pero en este caso, la información provista se encuentra desagregada por cuenca y por tipo de actividad (Offshore/Onshore).

A partir del año 2016, la producción de gas natural se informa por tipo de producción (gas natural convencional y no convencional), desde dicho año se asume que todo el gas natural producido es convencional.

Distribución de gas natural y emisiones posteriores a la medición. la información se desagrega por tecnología de combustión, de acuerdo con la tabla a continuación.

Tabla 159 Fuente de los datos de la categoría 1B2bv – Distribución de gas natural y 1B2bvi - Emisiones posteriores a la medición de gas natural

Año	Gas Natural	
1990	Anuario de Combustible (SE) – Tecnología no determinada Sectores: Comercial, Doméstico, Entes Oficiales, Entregado a Otros Consumidores, GNC, Industrial.	
1991		
1992		
1993	ENARGAS - Tecnología no determinada. Sectores: Aceitera, Alimenticia, automotriz, Bebidas, ByPass Centrales Eléctricas, ByPass Industria, Caucho y Plástico, Celulósica y Papelera, Cementera, Centrales Ajustes CAMMESA, Centrales Eléctricas, Cerámica, Comercial, Cristalería, Cuero, Destilería, Entes Oficiales, Frigorífica, GNC, Industria No Especificada, Maderera, Metalúrgica Ferrosa y No Ferrosa, Otras Industrias, Petroquímica, Redengas, Residencial, RTP-Cerri, SDB, SDB-TGS, Siderurgia, Textil.	
1994		
1995		
1996		
1997		
1998		

Año	Gas Natural	
1999		
2000		
2001		
2002		
2003		
2004		
2005		
2006		
2007		
2008		CAMMESA - Sector: Generación de electricidad para la red. Tecnologías: Ciclo Combinado (CC) Diesel (DI) Turbina a gas (TG) Turbina a vapor (TV)
2009		
2010		
2011		
2012		
2013		
2014		
2015		
2016		
2017		
2018		
2019		
2020		
2021		
2022		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 160 Fuente de los datos de la categoría 1B2bvi - Emisiones posteriores a la medición de gas natural

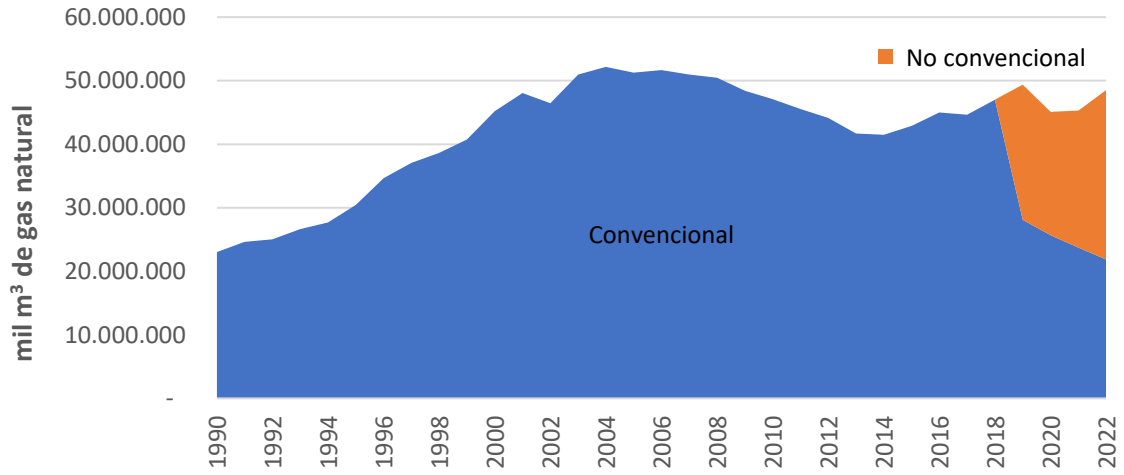
<table>
<tr><th>Año</th><th colspan="2">Gas Natural</th></tr>
<tr><td>1990</td><td rowspan="3">Anuario de Combustible (SE) -
Tecnología no determinada
Sectores:
Entregado a otros consumidores e industrial.</td><td rowspan="15"></td></tr>
<tr><td>1991</td></tr>
<tr><td>1992</td></tr>
<tr><td>1993</td><td rowspan="26">ENARGAS -
Tecnología no determinada.
Sectores:
Aceitera, Alimenticia, Automotriz, Bebidas, ByPass Centrales Eléctricas, ByPass Industria, Caucho y Plástico, Celulósica y Papelera, Cementera, Centrales Ajustes CAMMESA, Centrales Eléctricas, Cerámica, Cristalería, Cuero, Destilería, Frigorífica, Industria No Especificada, Maderera, Metalúrgica Ferrosa y No Ferrosa, Otras Industrias, Petroquímica, Siderurgia, Textil.</td></tr>
<tr><td>1994</td></tr>
<tr><td>1995</td></tr>
<tr><td>1996</td></tr>
<tr><td>1997</td></tr>
<tr><td>1998</td></tr>
<tr><td>1999</td></tr>
<tr><td>2000</td></tr>
<tr><td>2001</td></tr>
<tr><td>2002</td></tr>
<tr><td>2003</td></tr>
<tr><td>2004</td></tr>
<tr><td>2005</td></tr>
<tr><td>2006</td></tr>
<tr><td>2007</td></tr>
<tr><td>2008</td><td rowspan="26">CAMMESA -
Sector: Generación de electricidad para la red.
Tecnologías:
Ciclo Combinado (CC)
Diesel (DI)
Turbina a gas (TG)
Turbina a vapor (TV)</td></tr>
<tr><td>2009</td></tr>
<tr><td>2010</td></tr>
<tr><td>2011</td></tr>
<tr><td>2012</td></tr>
<tr><td>2013</td></tr>
<tr><td>2014</td></tr>
<tr><td>2015</td></tr>
<tr><td>2016</td></tr>
<tr><td>2017</td></tr>
<tr><td>2018</td></tr>
</table>

Año	Gas Natural	
2019		
2020		
2021		
2022		

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa la evolución de la producción de gas natural convencional y no convencional a lo largo de la serie temporal. Cabe destacar que el aumento observado a partir de 2014 está impulsado por la entrada en producción del yacimiento Vaca Muerta.

Figura 139. Evolución de la producción de gas natural de la categoría 1B2b - Gas Natural (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 161. Producción de gas natural de la categoría 1B2b - Gas Natural (2022)

Proceso	Producción de gas natural [mil m³]	Tipo de producción
Exploración, Producción y recolección, Procesamiento, Transmisión y Almacenamiento de Gas Natural	21.895.088	Convencional
	26.593.341	No convencional
Distribución de Gas Natural	41.692.717	NA
Emisiones posteriores a la medición de Gas Natural	24.111.580	NA

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

El análisis de incertidumbre incluye las emisiones de N_2O que no se reportan en las CRT, pero se incluyen como información adicional ya que existe método y factor de emisión para su estimación por el Nivel 1 de cálculo.

Tabla 162. Incertidumbre de la categoría 1B2b – Gas Natural (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre combinada CO_2	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
1B2bi	5%	20%	14%	479%	2,63E-09	0,062%	0,0018%
1B2bii	5%	10%	8%	247%	3,30E-06	3,328%	1,3533%
1B2biii	5%	6%	6%	291%	1,29E-07	0,820%	0,1139%
1B2biv	5%	12%	12%	-	2,74E-06	2,003%	0,0023%
1B2bv	5%	70%	70%	-	3,47E-05	1,230%	0,0298%
1B2bvi1	5%	36%	36%	-	6,01E-08	0,099%	0,0001%

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[158], se realizaron los siguientes controles de calidad de los DA, de los FE y de los parámetros utilizados en el cálculo del inventario de toda la serie temporal (1990-2022).

- Verificar que los DA cargados en la Hoja de Trabajo 1B2b_HT_1990-2022_00 sean iguales a los valores calculados en la planilla de DA 1B2b_DA_1990-2022_00 para cada año de la serie temporal. Controlar que el total de la producción de gas natural, cargado en la planilla de DA 1B2b_DA_1990-2022_00 sean iguales a los totales reportados en la última versión disponible de las fuentes de información empleadas en cada año de la serie temporal.
- Controlar que los FE y los parámetros utilizados en el cálculo sean iguales a los valores por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 y demás fuentes de información empleadas en cada año de la serie temporal.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados correspondientes a los últimos dos años de la serie temporal sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y con el resto de la serie temporal, asegurando la consistencia de toda la serie temporal y la coherencia de la variación interanual con la situación del sector.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, factores u otros parámetros, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

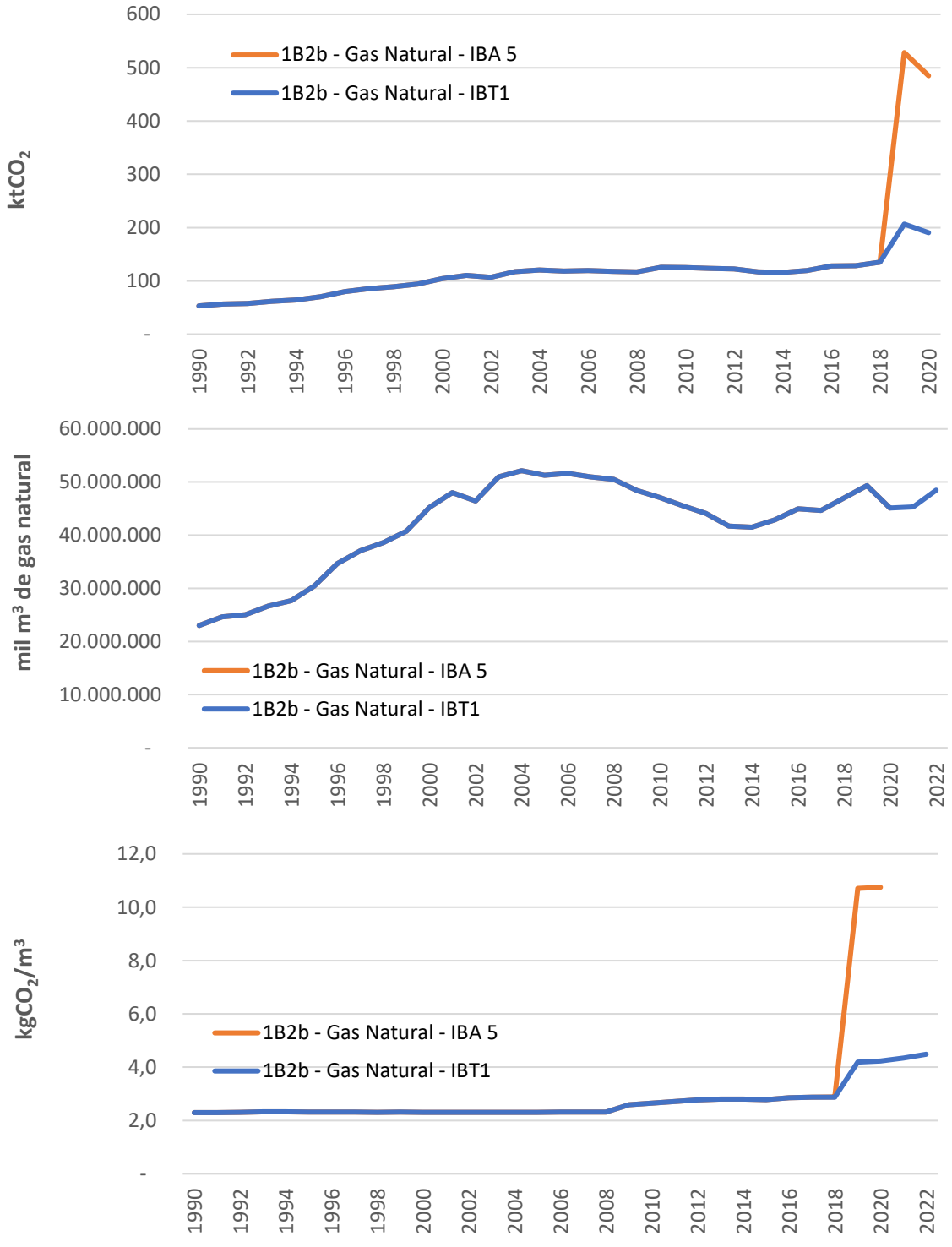
Recálculo y mejoras

En las siguientes figuras se pueden comparar los resultados del IBT1 con los del IBA5 para la categoría “1B2b – Gas Natural”. Las diferencias en la serie temporal resultan principalmente de los siguientes recálculos y mejoras:

- En el marco del proyecto CBIT Argentina se desarrolló el estudio “Refinamiento de los Factores de Emisión del INGEI”, en donde se identificaron las tecnologías y prácticas de menor y mayor emisión por cuenca productora de gas natural en el país, en función de lo cual se seleccionaron los FE por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 más adecuados a las tecnologías aplicadas en el país para los segmentos exploración, producción y recolección de gas natural. Esta nueva selección de FE particularmente los de gas natural no convencional, reduce el pico observado en las gráficas comparativas de emisiones totales y FE implícito del IBA5. Estos cambios generan una disminución de las emisiones de CO_2 (55,20%) y un aumento de las emisiones de CH4 (7,03%) para el año 2022 con respecto al valor obtenido en el IBA5 para la categoría “1B2b – Gas Natural”.
- Se utilizaron los valores de los GWP acorde al AR5.

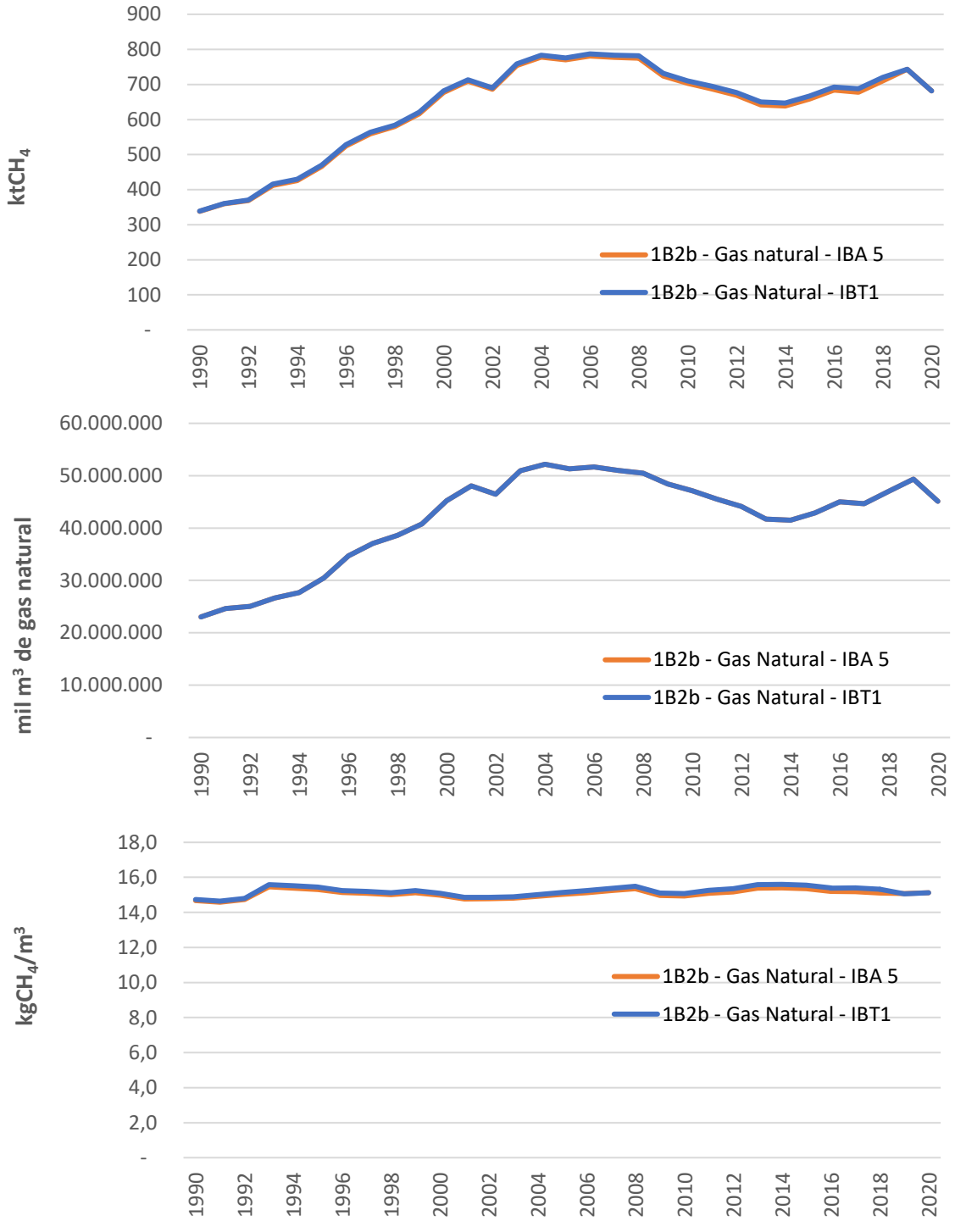
[158] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 140. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1B2b (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 141. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B2b (IBA5 – IBT1)



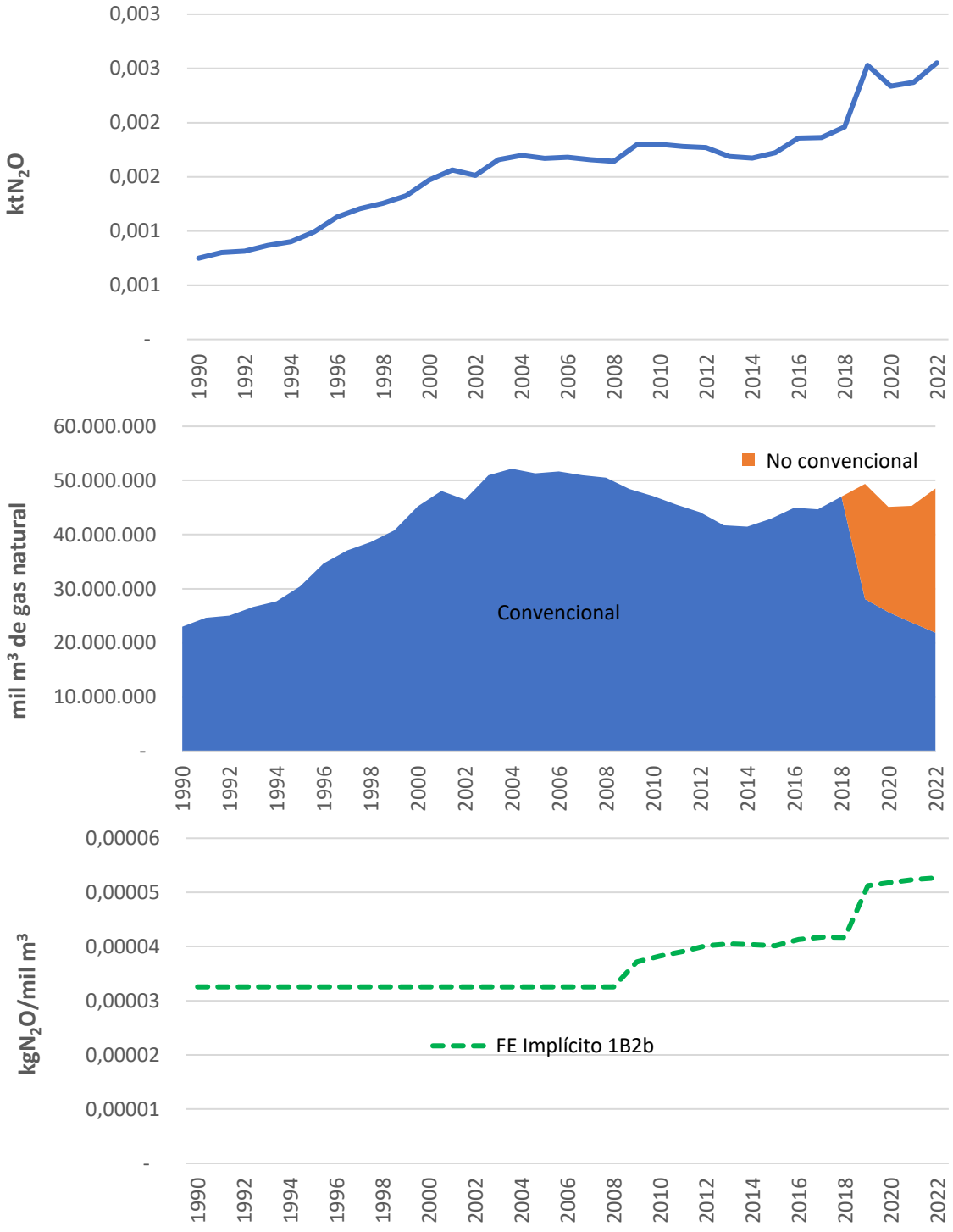
Fuente: Elaboración propia

Anexo Emisiones de N_2O no incluidas en las CRT

Las emisiones de N_2O de la categoría 1B2b, incluyendo "1B2bi - Fugitivas de Exploración". "1B2bii - Fugitivas de producción y recolección" y "1B2biii - Fugitivas de Procesamiento" de gas natural no se reportan en las Tablas Comunes de Reporte (CRT, por sus siglas en inglés), pero se incluyen en esta sección como información adicional ya que existe método y factor de emisión para su estimación por el Nivel 1 de cálculo.

La tendencia de las emisiones de N_2O responde directamente a la producción de gas natural. A partir del año 2016 se cuenta con estadísticas de producción de gas natural convencional y no convencional, observándose un importante aumento de la producción de gas natural no convencional a partir del año 2019, que impacta en el aumento de las emisiones del segmento de exploración de gas natural ya que posee un FE de N_2O mayor al de la producción convencional, esto explica el ascenso del FE implícito de N_2O.

Figura 128. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1B2b (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono (1C)

Tabla 163. Información sectorial para la categoría 1C

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD	FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS	EMISIONES
	CO_2 transportado o inyectado	CO_2	CO_2
	(kt)	(kg/kt)	(kt)
1.C.1. Transporte de CO_2			NO
1.C.1.a. Gasoductos	NO	NO	NO
1.C.1.b. Embarcaciones	NO	NO	NO
1.C.1.c. Otros (sírvase especificar)			
1.C.2.a. Inyección			NO
1.C.2.a. Inyección	NO	NO	NO
1.C.2.b. Almacenamiento	NO	NO	NO
1.C.3. Otros			
Elementos informativos (kt CO_2)			
Cantidad total capturada para almacenamiento			NO
Cantidad total de importaciones para almacenamiento			NO
Total A			NO
Cantidad total de exportaciones para almacenamiento			NO
Cantidad total de CO_2 inyectado en sitios de almacenamiento			NO
CO_2 inyectado para uso operativo			NO
Pérdida total durante el transporte, inyección y almacenamiento			NO
Total B			NO
Diferencia (A-B)			NO

Fuente: Elaboración propia propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 164. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1C	Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	La captura, el transporte y el almacenamiento de dióxido de carbono (CO_2) (CCS) implican la captura de CO_2 de fuentes antropogénicas, su transporte a un sitio de almacenamiento y su aislamiento de la atmósfera a largo plazo. Las emisiones vinculadas al transporte, la inyección y el almacenamiento de CO_2 están cubiertas en la categoría 1C. Las emisiones (y las capturas) vinculadas a la captura de CO_2 deben declararse en el sector de IPCC en el que tiene lugar la captura (p. ej., la quema de combustibles o las actividades industriales).	NO		

Fuente: Elaboración propia

El país no cuenta con instalaciones de almacenamiento de CO_2

Elementos informativos (1D)

1D1 – Búnkeres internacionales

Tabla 165. Tabla de información sectorial para la categoría 1D – 2022

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD	FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Consumo	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	(TJ)	(t/TJ)	(kg/TJ)		(kt)		
1.D.1.a. Aviación internacional (bunkers de aviación)	27.543,29				1.969,35	0,01	0,06
Aerokerosene	27.543,29	71,50	0,50	2,00	1.969,35	0,01	0,06
Aeronafta	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Biomasa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.D.1.b. Navegación internacional (bunkers marinos)	50.245,84				3.846,29	0,35	0,10
Fuel Oil	43.632,27	77,37	7,00	2,00	3.375,68	0,31	0,09
Gas/diesel oil	6.601,00	71,16	7,00	2,00	469,71	0,05	0,01
Gasolina	12,57	71,48	7,00	2,00	0,90	0,0001	0,00003
Otros combustibles líquidos	NA				NA	NA	NA
Combustibles gaseosos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Biomasa	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Otros combustibles fósiles (sírvase especificar)	NA				NA	NA	NA
1.D.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tabla 166. Aviación y navegación internacional (bunkers internacionales) – Información adicional 2022

Consumo de combustible	Distribución (por ciento)	
	Cabotaje	Internacional
Aviación	45,10	54,90
Navegación	23,49	76,51

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

1D1a – Aviación internacional

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 167. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1D1a – Aviación internacional

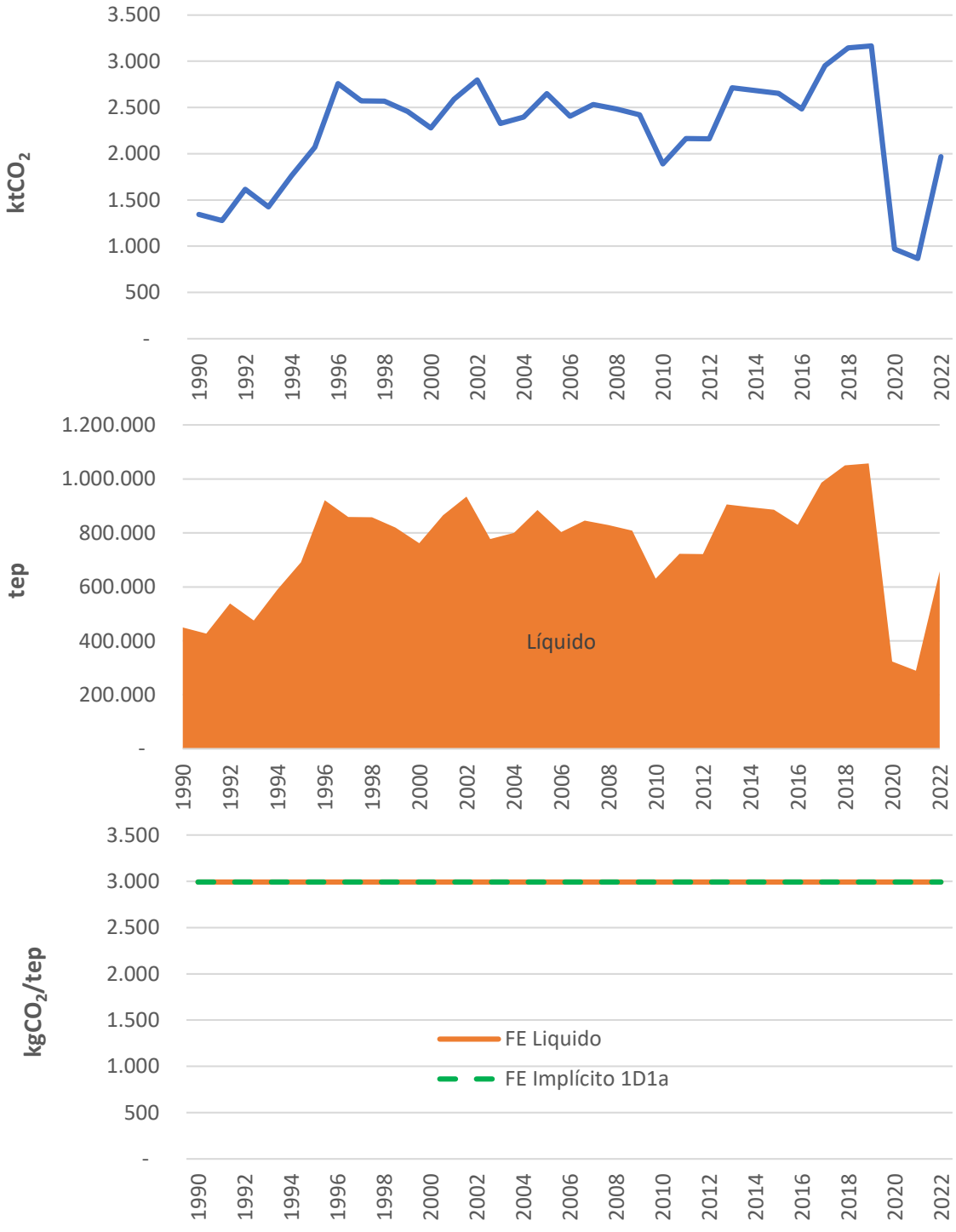
Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1D1a	Aviación internacional	Emisiones de vuelos que salen desde un país y llegan a otro. Incluyen despegues y aterrizajes para estas etapas de vuelo. Se pueden incluir emisiones de aviación militar internacional como subcategoría separada de la aviación internacional, siempre y cuando se aplique la misma distinción en las definiciones y haya datos disponibles para respaldar la definición.	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

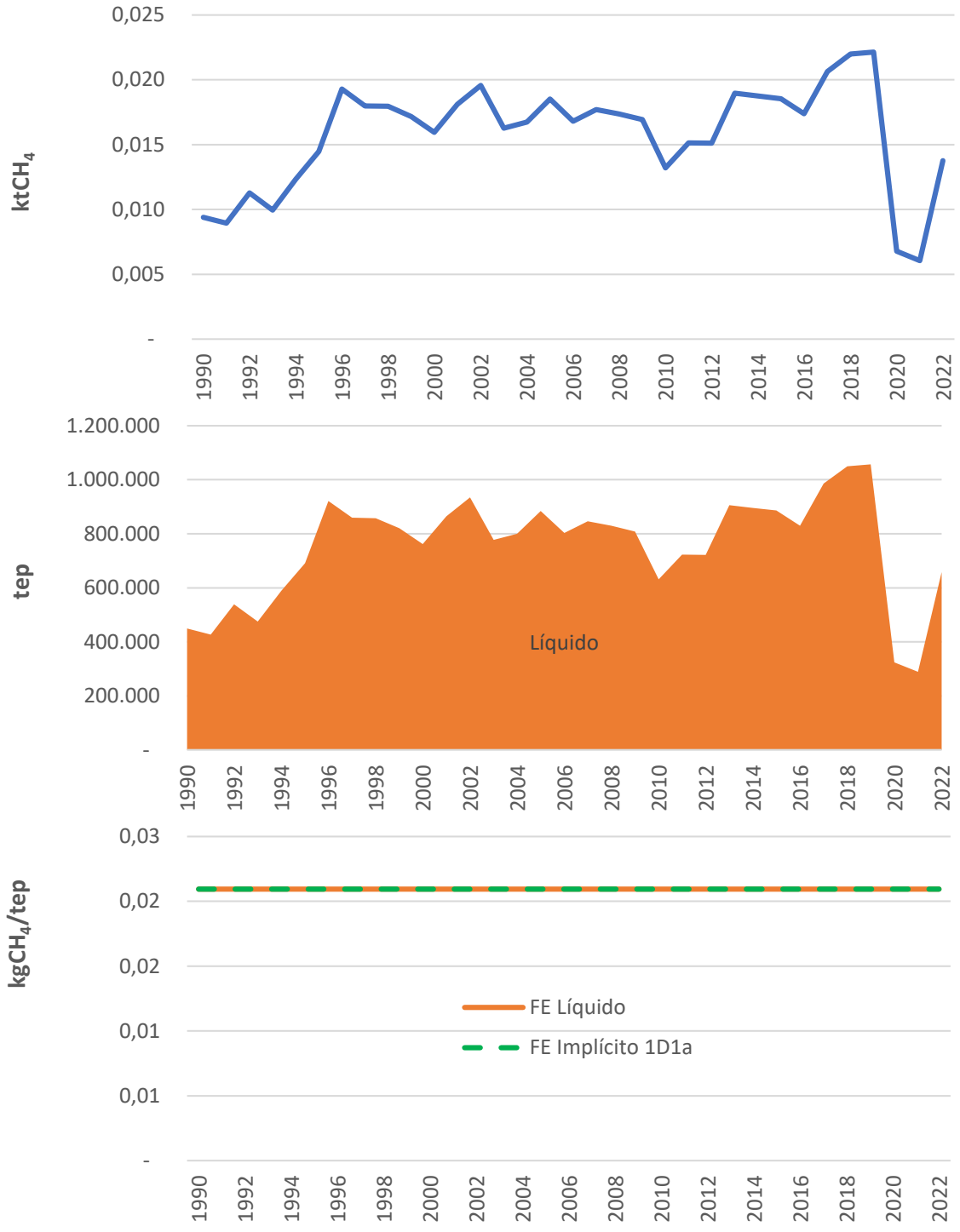
Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones hasta el año 2019, asociada al consumo de combustible. En 2020 se observa una caída de las emisiones asociadas a la caída del consumo, producto de la pandemia de COVID19. Hasta el año 2009 se consideró el BEN y a partir de 2010 las Tablas SESCO–DS, las cuales tienen una asignación distinta por sectores.

Figura 142. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1D1a (1990-2022)



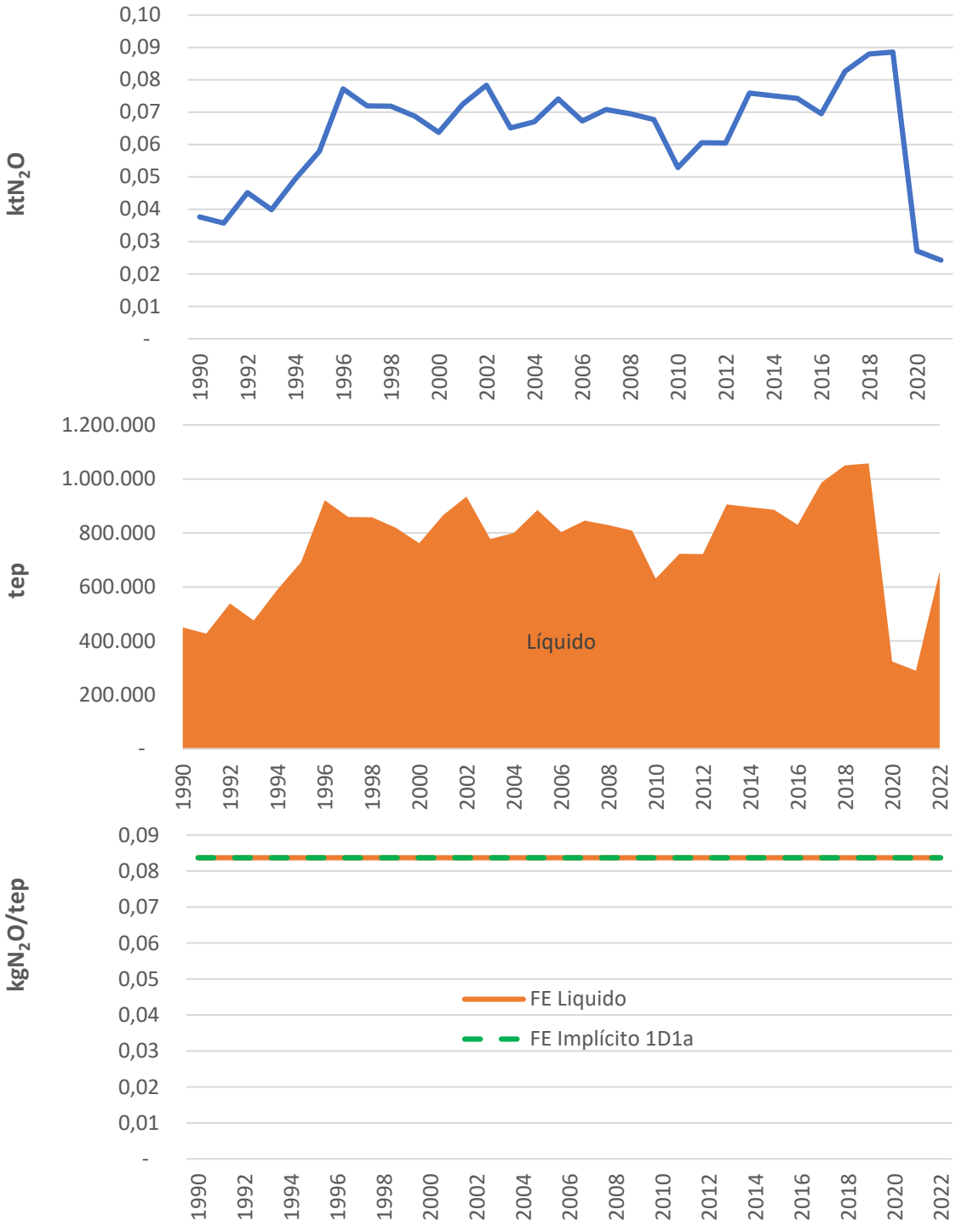
Fuente: Elaboración propia

Figura 143. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1AD1a (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 144. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1D1a (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Debido a que no se cuenta con datos de origen y destino de los vuelos, movimientos del tránsito aéreo o LTO por aeronave, se ha utilizado el método de cálculo Nivel 1, empleando datos de consumos de combustibles para aviación internacional.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 3.6.1 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se han utilizado valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para CO_2, CH_4 y N_2O. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 168. Factores de emisión para la categoría 1D1a– Aviación internacional

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Queroseno para motor a reacción	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Queroseno para motor a reacción	tCO_2/tep	2,99	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Aerokerosene (Jet) Kerosene y Aerokerosene
FE CH_4 Queroseno para motor a reacción	Factor de emisión de CH_4 – Queroseno para motor a reacción	tCH_4/tep	0,00002	IPCC 2006 – Cuadro 3.6.5 – Todos los combustibles – Cambio de unidades	Aerokerosene (Jet) Kerosene y Aerokerosene
FE N_2O Queroseno para motor a reacción	Factor de emisión de N_2O – Queroseno para motor a reacción	tN_2O/tep	0,00008	IPCC 2006 – Cuadro 3.6.5 – Todos los combustibles – Cambio de unidades	Aerokerosene (Jet) Kerosene y Aerokerosene

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Combustibles líquidos: Para el período 1990-2009 se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de "exportación y bunker" para el combustible kerosene y aerokerosene. A partir del año 2010 se consideró la estadística de las Tablas SESCO–DS para el combustible aerokerosene (jet) identificado como "bunker internacional". La estadística de las Tablas SESCO se encuentra expresada en unidades de volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando el PCI reportado en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo "Asignación de Combustibles Categoría 1A3 – Transporte".

Tabla 169. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1D1a– Aviación internacional (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
C Queroseno para motor a reacción	Consumo de Queroseno para motor a reacción	tep	323.818	Tablas SESCO–DS	Aerokerosene (Jet)

Fuente: Elaboración propia

1D1b – Navegación marítima y fluvial internacional

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 170. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1D1b – Navegación marítima y fluvial internacional

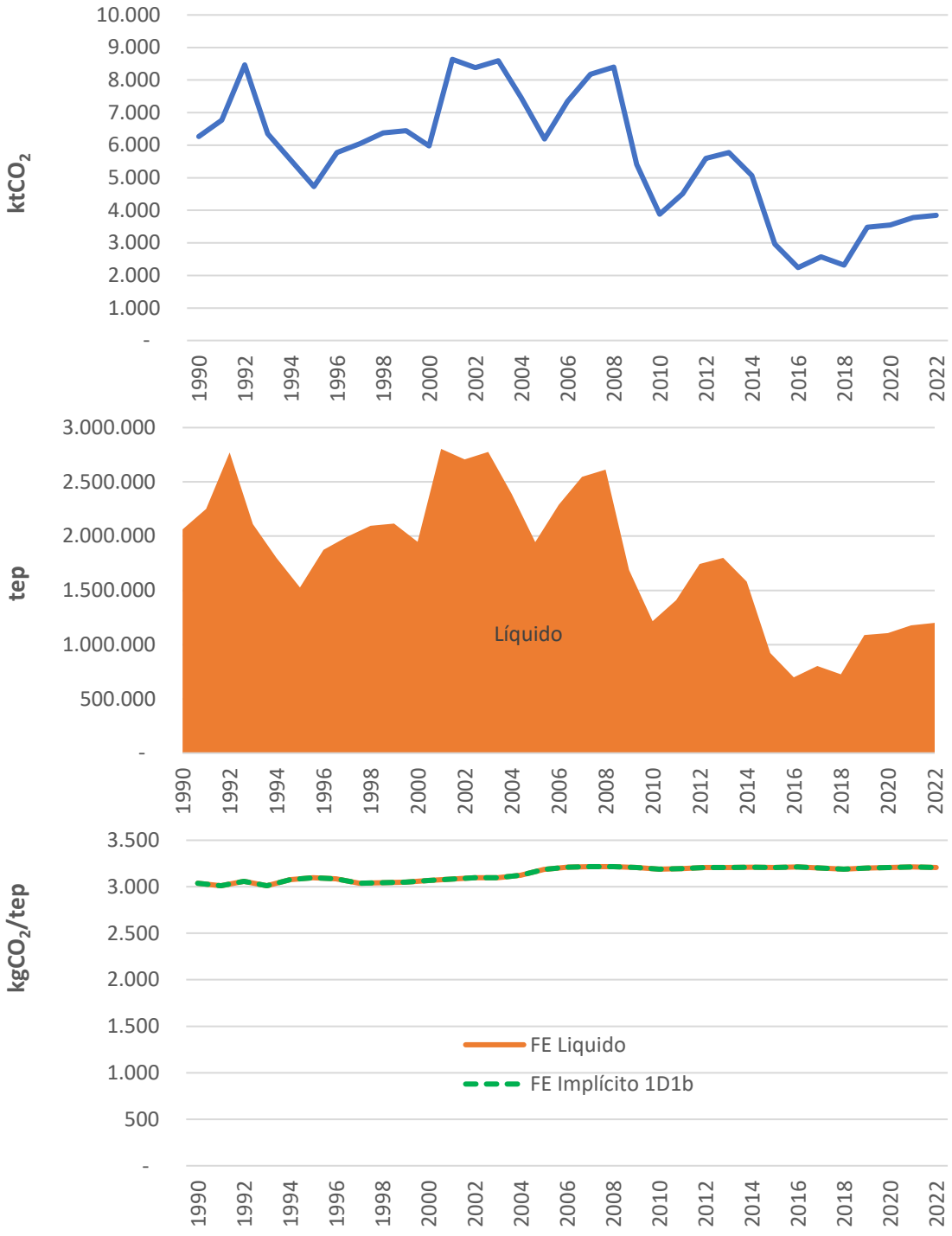
Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1D1b	Navegación marítima y fluvial internacional	Emisiones de combustibles usados por naves de todas las banderas que se dedican a la navegación internacional. La navegación internacional puede ser en mares, lagos internos o vías fluviales o por aguas costeras. Incluye emisiones de viajes que salen desde un país y llegan a otro. Excluye el consumo de barcos pesqueros (véase Otros sectores – Pesca). Se pueden incluir las emisiones de la navegación marítima y fluvial militar internacional como subcategoría aparte de la navegación internacional, siempre y cuando se aplique la misma distinción en las definiciones y haya datos disponibles para respaldar la definición.	Nivel 1 y 2	Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

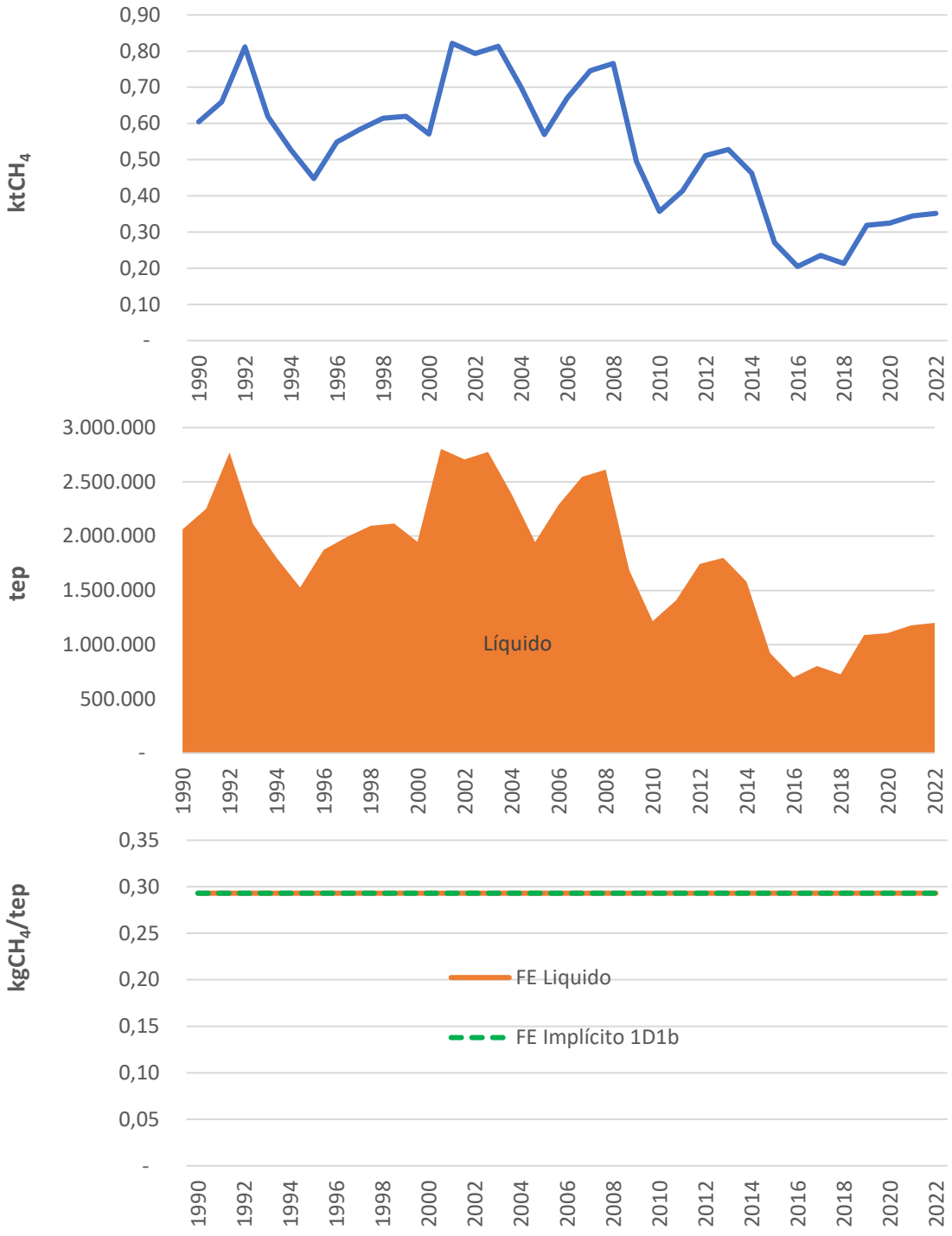
Se puede observar una tendencia decreciente de las emisiones que se corresponde con la evolución de los DA. En el caso de los combustibles líquidos, hasta el año 2009 se utilizó el BEN como base de datos y, a partir de 2010, las Tablas SESCO–DS. Dichas tablas tienen una asignación distinta por sectores para los combustibles líquidos derivados de petróleo. Cabe aclarar que debido a que el consumo de biocombustible es muy pequeño, no se logra visualizar en el gráfico.

Figura 145. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1D1b (1990-2022)



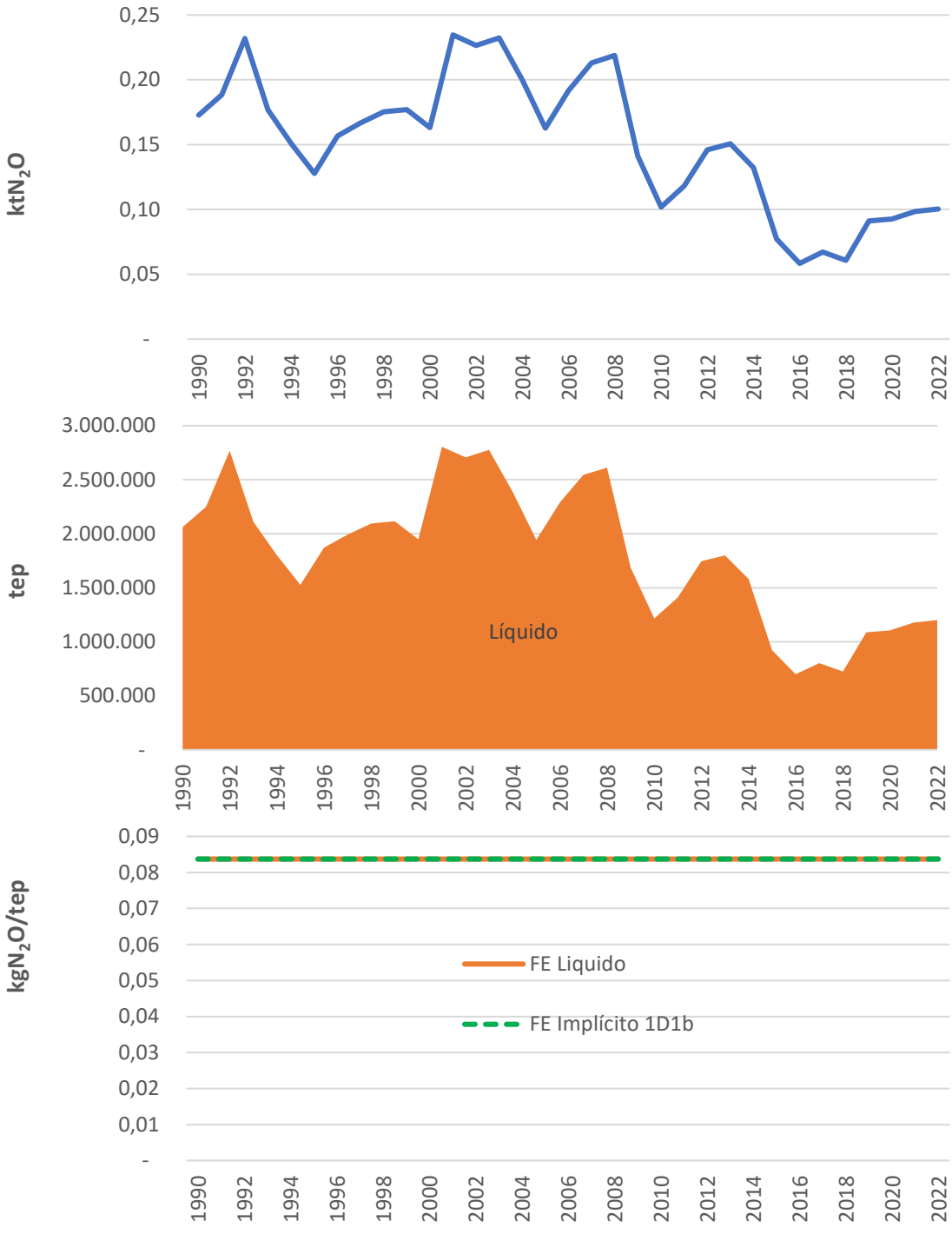
Fuente: Elaboración propia

Figura 146. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1D1b (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 147. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1D1b (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

En el IBT1 se obtuvieron los FE de CO_2 específicos de los combustibles líquidos gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y grado 3 (ultra) en el marco del proyecto CBIT Argentina. Los FE de CO_2 del gasoil grado 1 y nafta grado 1, se consideraron como los promedios simples de los FE de grado 2 y 3, para cada combustible respectivamente. Se aplicó el método de Nivel 2 y se ajustó la incertidumbre asociada.

En el caso de las emisiones de CH_4 y N_2O, debido a que no se cuenta con FE específicos del país, se han estimado las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 3.5.1 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se ha utilizado el FE de CO_2 local los combustibles líquidos gasoil grado 2 (común) y grado 3 (ultra), nafta grado 2 (súper) y nafta grado 3 (ultra) y se aplicó un promedio de estos para el gasoil grado 1 y nafta grado 1. Para otros combustibles se han utilizado valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para CO_2, CH_4 y N_2O. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 171. Factores de emisión para la categoría 1D1b – Navegación marítima y fluvial internacional

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Gas/Diésel Oil	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gas/Diésel Oil	tCO_2/tep	2,985	FE local para la República Argentina (Promedio entre el FE Gasoil grado 2 y grado 3)	Diésel Oil Diésel Oil + Gas Oil Gasoil Grado 1 (Agrogasoil) Otros Tipos de Gasoil
FE CO_2 Gasoil G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 2	tCO_2/tep	2,970	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 2 (Común)
FE CO_2 Gasoil G3	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Gasoil Grado 3	tCO_2/tep	3,001	FE local para la República Argentina	Gasoil Grado 3 (Ultra)
FE CO_2 Nafta G2	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Nafta Grado 2	tCO_2/tep	3,014	FE local para la República Argentina	Nafta Grado 2 (Súper)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Fuelóleo residual	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Fuelóleo residual	tCO_2/tep	3,24	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO
FE CH_4 Gas/Diésel Oil FE CH_4 Gasolina para motores FE CH_4 Fuelóleo residual	Factor de emisión de CH_4 – Gas/Diésel Oil, Gasolina para motores y Fuelóleo residual	tCH_4/tep	0,00029	IPCC 2006 – Cuadro 3.5.3 – Transatlánticos – Cambio de unidades	Diésel Oil Diésel Oil + Gas Oil Gasoil Grado 1 (Agrogasoil) Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil Nafta Grado 2 (Súper) Bioetanol Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO
FE N_2O Gas/Diésel Oil FE N_2O Gasolina para motores FE N_2O Fuelóleo residual	Factor de emisión de N_2O – Gas/Diésel Oil, Gasolina para motores, y Fuelóleo residual	tN_2O/tep	0,00008	IPCC 2006 – Cuadro 3.5.3 – Transatlánticos – Cambio de unidades	Diésel Oil Diésel Oil + Gas Oil Gasoil Grado 1 (Agrogasoil) Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil Nafta Grado 2 (Súper) Bioetanol Fuel Oil Fueloil Mezclas IFO

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Combustibles líquidos: Para el período 1990-2009, se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de "exportación y bunker" para los combustibles diésel oil + gas oil y fuel oil. A partir del año 2010 se consideró la estadística de las Tablas SESCO–DS para los combustibles diésel oil, gasoil grado 1 (agrogasoil), gasoil grado 2 (común), gasoil grado 3 (ultra), otros tipos de gasoil, fueloil y mezclas IFO identificados como "bunker internacional". La serie temporal cuenta también con valores atípicos de consumo de nafta grado 2 (Súper) para los años 2010 y 2013 que fueron contabilizados para el cálculo de emisiones. Cabe aclarar que los consumos de nafta grado 2 se reportan con el corte obligatorio de biocombustibles incluido (vigente a partir del año 2010), por lo cual se debió estimar el valor correspondiente a combustibles fósiles mediante la resta de los biocombustibles incluidos en la

mezcla. En el caso de la navegación internacional, se asume que el gas/diésel oil no está cortado con biocombustibles. La estadística de las Tablas SESCO se encuentra expresada en unidades de volumen, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Para más información sobre la asignación por categoría IPCC según la base de datos utilizada, el combustible y el sector reportado, consultar el Anexo "Asignación de Combustibles Categoría 1A3 – Transporte".

Tabla 172. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1D1b – Navegación marítima y fluvial internacional (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
C Gas/Diésel oil	Consumo de Gas/Diésel oil	tep	Gasoil G2: 110.317 Gasoil G3: 45.503 Otros tipos de gasoil: 1.843	Tablas SESCO–DS	Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil
C Fuelóleo residual	Consumo de Fuelóleo residual	tep	1.042.139	Tablas SESCO–DS	Fueloil Mezclas IFO
C Gasolina para motores	Consumo de Gasolina para motores	tep	Nafta G2: 98 Nafta G3: 202	Tablas SESCO–DS	Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra)

Fuente: Elaboración propia

1D2 – Operaciones multilaterales

Si hubiera emisiones, están declaradas dentro de las categorías 1A3a - Aviación de cabotaje, 1A3d - Navegación marítima y fluvial nacional y 1A3bv – Otros. Transporte sin especificar.

1D3 – Emisiones de dióxido de carbono desde biomasa

Descripción

Las emisiones de CO_2 de la combustión de la biomasa no están incluidas en los totales nacionales, pero se las registra como elemento informativo a los fines de la verificación cruzada y para evitar el cómputo doble.

En el caso de uso no energético de los combustibles, para algunos procesos industriales, los hidrocarburos fósiles no sólo se utilizan como fuentes de energía, sino que también tienen otras aplicaciones, como, por ejemplo, alimentación a procesos, lubricantes, solventes. En algunos tipos de uso no energético puede haber emisiones de sustancias que contienen carbono fósil. Esas emisiones deben

declararse en el sector PIUP, cuando se producen. En el caso del presente INGEI, no se han podido separar los consumos asociados a los procesos industriales, por lo cual existe un potencial doble conteo en algunas categorías de fuentes (Hierro y Acero). En el marco del proyecto CBIT Argentina "Fortalecimiento de la transparencia del sistema de inventario de gases de efecto invernadero y mitigación" se analizaron las categorías del INGEI, afectadas por doble conteo u omisiones en los sectores Energía y PIUP, en base a los aspectos identificados en dicho estudio se implementaron las mejoras correspondientes.

La información estadística asociada a la producción de lubricantes y solventes se encuentra disponible, por lo que dichas emisiones se estiman en la categoría "2D – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente".

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 173. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1D3– Emisiones de dióxido de carbono desde biomasa

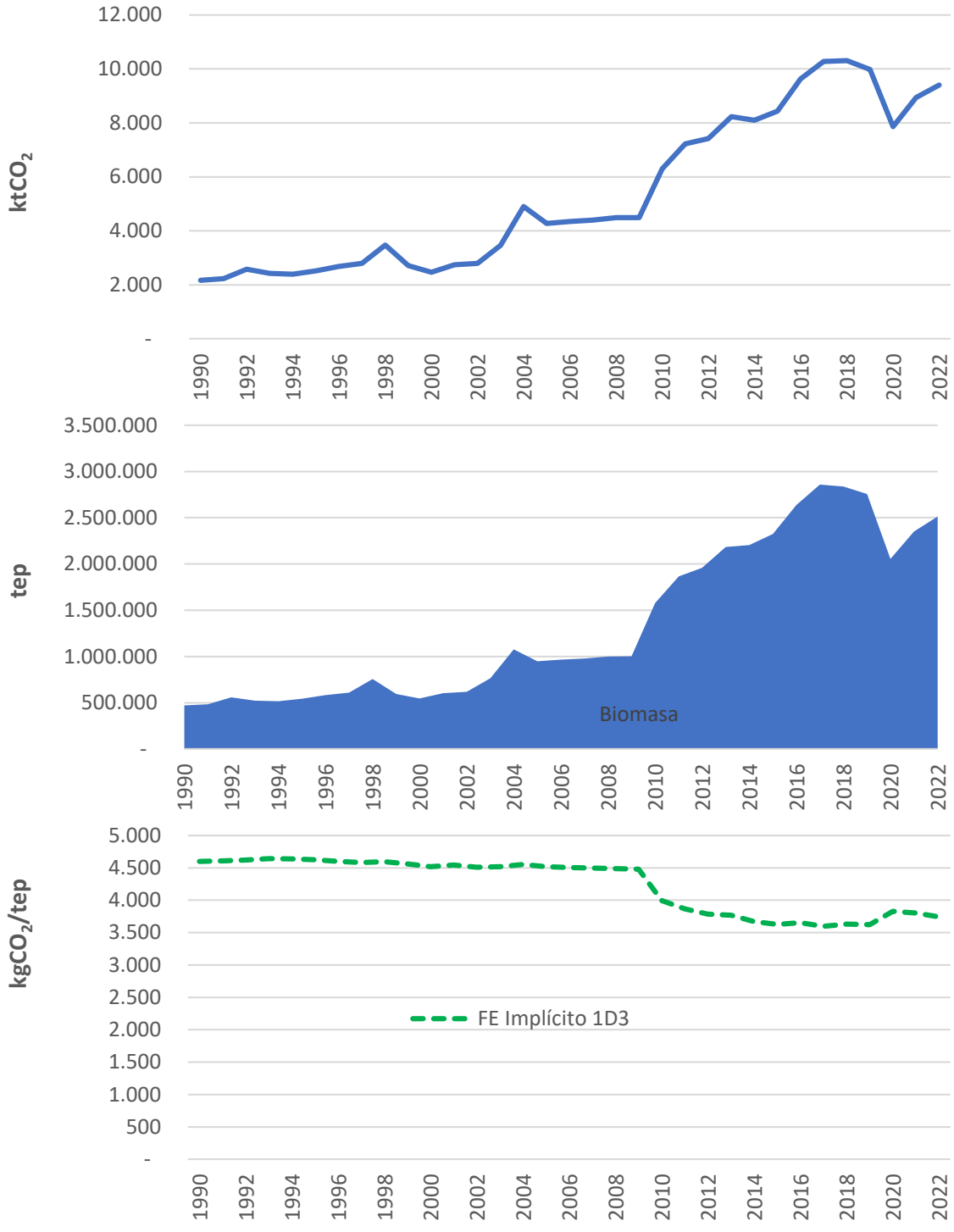
Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
1D3	Emisiones de dióxido de carbono desde biomasa	Categoría generada para reportar las emisiones de CO_2 de combustión de biomasa.	Nivel 1		

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones asociada al consumo de combustibles biomásicos, con un cambio de pendiente por la incorporación del corte obligatorio de combustibles líquidos con biocombustibles (biodiésel y bioetanol) en el año 2010. Dentro del agrupamiento "Otros" se incluyen los siguientes combustibles: otra biomasa sólida primaria y otro biogás. Se utilizaron los mismos DA que para el cálculo de las emisiones de CH_4 y N_2O de la categoría "1A – Actividades de quema de combustible". Durante el año 2020 se observa una caída de las emisiones, asociada principalmente al efecto que la pandemia de COVID-19 tuvo sobre el sector transporte, con una caída del consumo interno de biodiésel y bioetanol, dichos efectos fueron más leves durante el año 2021, por lo que a partir de ese año se observa una recuperación en las actividades y un aumento de las emisiones.

Figura 148. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1D3 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

En el caso de las emisiones de CO_2, debido a que no se cuenta con información disponible a nivel nacional sobre el contenido de carbono de los combustibles, se ha utilizado el método de cálculo Nivel 1 (contenidos de carbono por defecto).

Las estimaciones se realizaron utilizando las ecuaciones 2.1, 3.2.1, 3.4.1 y 3.5.1 de las Directrices del IPCC de 2006, de forma similar a los cálculos correspondientes al resto de las categorías incluidas en la categoría "1A – Actividades de quema de combustible".

Factor de emisión

Se han utilizado valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para CO_2. A continuación, se detallan los FE utilizados y su equivalencia con los combustibles utilizados en el país. Dado que las estadísticas del país (BEN) se encuentran expresadas en tep, se han convertido los valores por defecto en TJ a dicha unidad (1 tep = 0,041868 TJ).

Tabla 174. Factores de emisión para la categoría 1D3 – Emisiones de dióxido de carbono desde biomasa

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO_2 Biodiésel	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Biodiésel	tCO_2/tep	2,96	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Biodiésel Oleína
FE CO_2 Biogasolina	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Biogasolina	tCO_2/tep	2,96	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Bioetanol
FE CO_2 Madera/Desechos de Madera	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Madera/Desechos de Madera	tCO_2/tep	4,68	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Leña
FE CO_2 Otra Biomasa Sólida	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Otra Biomasa Sólida	tCO_2/tep	4,19	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Aserrín Quebr. Bagazo Cascara Girasol, Algodón, Soja, Tung Marlo de Maíz Médula de Bagazo Otros primarios
FE CO_2 Carbón Vegetal	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Carbón Vegetal	tCO_2/tep	4,68	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Carbón

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE $CO_{2\ Lejía\ de\ sulfito}$	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Lejía de sulfito	tCO_2/tep	3,99	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Licor Negro
FE $CO_{2\ Otro\ biogás}$	Factor de emisión de CO_2 eficaz (Medio) – Otro Biogás	tCO_2/tep	2,29	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Biogás

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Combustibles biomásicos: Entre los años 1990 y 1995 se consideró lo reportado en el BEN bajo el concepto de "autoproducción" para los combustibles leña, bagazo y otros primarios. A partir del año 1996, se utilizó la estadística de "autoproducción" del Informe Eléctrico para los combustibles leña, aserrín, bagazo, cáscaras, marlo de maíz, médula de bagazo, biogás, biodiesel, licor negro y oleína (que no se encuentra contemplada en el IPCC y se asumió con características similares al biodiesel). Para los años 2021 y 2022 se considera la misma información.

A partir del año 2010, el consumo de biocombustibles es reportado en las Estadísticas de biodiésel y bioetanol de forma agregada para todo el país. Para estimar los consumos asignados a los distintos sectores se consideró la desagregación reportada en las Tablas SESCO–DS para el consumo de combustibles cortados. En el caso de la generación eléctrica de la red, para el período 1990-2007 se consideró el consumo de biodiésel proveniente del Informe Eléctrico y, a partir del año 2008, se utiliza la estadística de CAMMESA.

Respecto de los consumos de leña y carbón, para el período 1990-2022, se utilizaron las estadísticas forestales correspondientes a extracción de bosque nativo del PNEF y de bosque cultivado de la DNDFI, los cuales se asignaron a los distintos sectores según los porcentajes definidos en el BEN.

Las estadísticas forestales, de biodiésel y bioetanol, del Informe Eléctrico, de las Tablas SESCO y de CAMMESA se encuentran expresadas en unidades de volumen o masa, por lo cual se ha realizado la conversión a tep, utilizando los PCI reportados en el BEN. En el caso de la estadística del BEN, la misma se encuentra en tep, por lo cual no fue necesaria ninguna conversión de unidades.

Tabla 175. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1D3 – Emisiones de dióxido de carbono desde biomasa (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
$C_{Biodiésel}$	Consumo de Biodiésel	tep	634.946	Estadísticas de Biocombustibles	Biodiésel

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
$C_{Biogasolina}$	Consumo de Biogasolina	tep	569.383	Estadísticas de Biocombustibles	Bioetanol
$C_{Madera / Desechos de Madera}$	Consumo de Madera/Desechos de Madera	tep	501.343	PNEF DNDFI Informe Eléctrico – Autoproducción	Leña
$C_{Otra Biomasa Sólida}$	Consumo de Otra Biomasa sólida	tep	540.413	Informe Eléctrico – Autoproducción	Bagazo Cáscara Girasol
$C_{Carbón Vegetal}$	Consumo de Carbón Vegetal	tep	238.950	PNEF DNDFI	Carbón
$C_{Lejía de sulfito}$	Consumo de Lejía de sulfito	tep	26.889	Informe Eléctrico – Autoproducción	Licor Negro

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4: Procesos industriales y uso de productos

Panorama general del sector

Descripción

En la República Argentina, el sector industrial se caracteriza por una gran diversidad de actividades y empresas, de diversas escalas. Se distinguen como principales rubros la elaboración de productos alimenticios y bebidas (32% del valor bruto de la producción del sector), seguido por la fabricación de sustancias y productos químicos (14%) y el sector de la construcción (12%)[159]. Sin embargo, a nivel de emisiones asociadas a los procesos industriales, la mayor contribución de GEI corresponde a la producción de cal y cemento, y la producción de hierro y acero, cuya mayor demanda proviene del rubro de la construcción. Por otra parte, a nivel de uso de productos, los gases fluorados de efecto invernadero tienen una participación creciente a partir, mayoritariamente, de la importación de sustitutos de las SAO para equipos de refrigeración.

Resultados INGEI

INGEI 2022

El sector PIUP incluye las emisiones de GEI generadas por las reacciones químicas entre materias primas empleadas en diferentes procesos industriales, así como por los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles. El sector representa el 5,90% de las emisiones totales en el año 2022. Las tablas siguientes resumen los resultados del inventario del sector y las emisiones provenientes del uso de los sustitutos fluorados para las SAO.

[159] Series por sector de actividad económica: valor bruto de producción y valor agregado bruto. Años 2004-2024, por trimestre: https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-9-47.

Tabla 176. Informe sectorial para Procesos industriales y uso de productos

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	Mezcla no especificada de HFCs y PFCs	SF_6	NF_3	NOx	CO	COVDM	SOx	Emisiones totales de GEI
	(kt)			CO_2 equivalente (kt)			(kt)						CO_2 equivalente (kt)
2. Total procesos industriales	16.712,34	5,33	0,63	6.602,70	11,68	NA,NO	NA,NE,NO	NA,NO	2,40	224,20	103,03	22,91	23.643,67
2.A. Industria de los minerales	8.366,73	NA	NA						NA	NA	NA	3,91	8.366,73
2.A.1. Producción de cemento	5.254,69											3,91	5.254,69
2.A.2. Producción de cal	2.581,67												2.581,67
2.A.3. Producción de vidrio	NE												NE
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	530,36	NA	NA						NA	NA	NA	NA	530,36
2.B. Industria química	2.194,92	5,23	0,63	214,64	NA,NO	NO	NO	NO	0,87	7,76	14,55	3,34	2.723,54
2.B.1. Producción de amoníaco	854,70	NA	NA						NA	7,00	NA	0,03	854,70
2.B.2. Producción de ácido nítrico			0,63						0,84				167,62
2.B.3. Producción de ácido adípico	NO		NO						NO	NO	NO		NO
2.B.4. Producción de caprolactama, glyoxal y ácido glyoxílico	NO		NO								NO	NO	NO
2.B.5. Producción de carburo	72,27	NA,NE							NA	NA	NA	0,03	72,27
2.B.6. Producción de dióxido de titanio	NO												NO
2.B.7. Producción de Carbonato de Sodio	58,98												58,98
2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo	1.208,98	5,23							0,03	0,76	4,02	0,23	1.355,32
2.B.9. Producción fluoroquímica				214,64	NA,NO	NO	NO	NO					214,64
2.B.10. Otros	NA,NE	NA	NA	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NO	NA	NA	10,54	3,05	NA,NE,NO
2.C. Industria de los metales	6.020,70	0,11	NA	NA,NO	11,68	NA,NO	NA,NE,NO	NA	0,86	214,03	NA	6,04	6.035,35
2.C.1. Producción de hierro y acero	5.284,89	0,09							NA	NA	NA	NA	5.287,46
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	45,66	0,01							NA	0,01	NA	NA	46,06
2.C.3. Producción de aluminio	640,06				11,68		NO		0,86	214,02	NA	6,04	651,74
2.C.4. Producción de magnesio	NE			NO	NO	NO	NE		NA	NA	NA	NA	NE,NO
2.C.5. Producción de plomo	NE								NA	NA	NA	NA	NE
2.C.6. Producción de zinc	50,09								NA	NA	NA	NA	50,09
2.C.7. Otros	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	129,99	NA	NA						0,02	0,01	67,97	NA	129,99
2.D.1. Uso de lubricante	124,94	NA	NA						NA	NA	NA	NA	124,94
2.D.2. Uso de la cera de parafina	5,05	NA	NA						NA	NA	NA	NA	5,05
2.D.3. Otros	NA	NA	NA						0,02	0,01	67,97	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

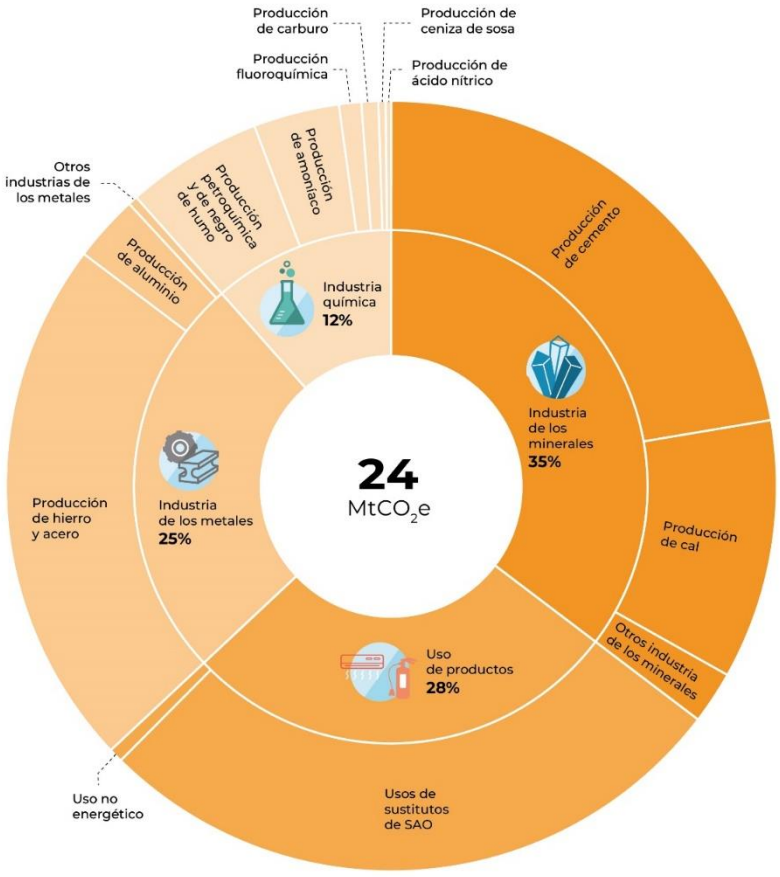
Tabla 177. Informe sectorial para Procesos industriales y uso de productos (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	Mezcla no especificada de HFCs y PFCs	SF_6	NF_3	NOx	CO	COVDM	SOx	Emisiones totales de GEI
	(kt)			CO_2 equivalente (kt)			(kt)						CO_2 equivalente (kt)
2.E. Industria electrónica			NO	NO	NO	NO	NO	NO					NO
2.E.1. Circuito integrado o semiconductor			NO	NO	NO	NO	NO	NO					NO
2.E.2. Pantalla plana tipo TFT			NO	NO	NO	NO	NO	NO					NO
2.E.3. Productos fotovoltaicos				NO	NO	NO	NO	NO					NO
2.E.4. Fluido de transferencia térmica				NO	NO	NO	NO	NO					NO
2.E.5. Otros			NO	NO	NO	NO	NO	NO					NO
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO				6.388,06	NO	NO	NO	NO					6.388,06
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado				5.761,27	NO	NO	NO	NO					5.761,27
2.F.2. Agentes espumantes				14,69	NO	NO	NO	NO					14,69
2.F.3. Productos contra incendios				45,18	NO	NO	NO	NO					45,18
2.F.4. Aerosoles				566,92	NO	NO	NO	NO					566,92
2.F.5. Solventes				IE,NO	NO	NO	NO	NO					IE,NO
2.F.6. Otras aplicaciones				NO	NO	NO	NO	NO					NO
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA	NA	NA,NE	NA,NO	NA,NO	NO	NE,NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA,NE,NO
2.G.1. Equipos eléctricos				NO	NO	NO	NO	NO					NO
2.G.2. SF_6 y PFC del uso de otros productos					NA,NO		NE,NO						NA,NE,NO
2.G.3. N_2O del uso de productos			NA,NE										NA,NE
2.G.4. Otros	NA	NA	NA	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NO	0,64	2,40	20,51	9,62	NA,NO
2.H.1. Industria de la pulpa y del papel	NA	NA	NA						0,64	2,40	1,59	9,62	NA
2.H.2. Industria de la alimentación y la bebida	NA	NA	NA						NA	NA	18,92	NA	NA
2.H.3. Otros (sírvase especificar)	NA	NA	NA	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

En la siguiente figura se observa la distribución de emisiones según las categorías principales del sector PIUP: Industria de los minerales (2A), Industria química (2B), Industria de los metales (2C) y Uso de productos (2D y 2F). Con el objetivo de facilitar la comprensión, las subcategorías de Uso de productos como sustitutos de las SAO y Uso de productos no energéticos se agruparon dentro en la categoría "Uso de productos". Las emisiones provenientes de la categoría 2A constituyen el 35,39% de las emisiones del sector, mientras que la categoría 2B representa 11,52%. Por su parte, la categoría 2C es responsable por el 25,52% de las emisiones sectoriales. El 27,57% restante corresponde a las emisiones provenientes de las categorías 2D y 2F. La categoría de Industria Electrónica (2E) no ocurre en el país. Mientras que ciertas emisiones de la categoría de Manufactura y utilización de otros productos (2G) no se estiman o no ocurren. Las emisiones provenientes de la categoría Otras industrias (2H) sólo involucran gases precursores.

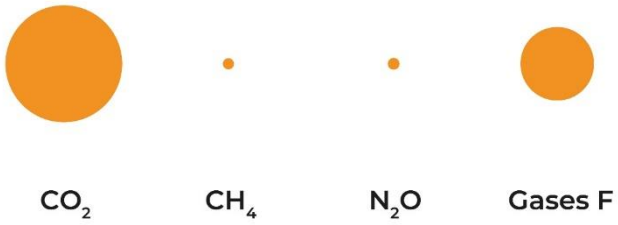
Figura 149. Emisiones del sector PIUP 2022



Fuente: Elaboración propia

En términos de la distribución por gas, el CO_2 es el GEI con mayor participación del sector (70,68%), seguido por los gases fluorados (27,98%), el N_2O (0,71%) y el CH_4 (0,63%), tal como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 150. Aporte de los GEI al sector PIUP 2022 (en CO_2e)



Fuente: Elaboración propia

Las emisiones provenientes de la industria de los minerales y de la industria de los metales representan el 60,91% de las emisiones totales del sector PIUP. Entre las principales fuentes de emisión del sector se destacan la industria del cemento y de la cal, la industria del hierro y el acero, la industria petroquímica y la industria de refrigeración y aire acondicionado, entre otras.

En el caso de la industria de los minerales, el 93,66% de las emisiones de GEI provienen principalmente de la producción de cemento y de cal. En el caso de la primera, el dato de actividad utilizado fue la producción de Clinker proveniente de las estadísticas de la Asociación de Fabricantes de Cemento Portland (AFCP), mientras que el factor de emisión se calculó a partir del contenido de óxido de calcio (CaO) en el Clinker, informado por la mencionada asociación. De esta manera, se obtiene un análisis de Nivel 2. En el caso de la producción de cal, para el dato de actividad se realizó una estimación en función de la relación cal-cemento, en base a los datos de la producción de cal a partir de la serie temporal 2000-2013, elaborada por el Centro de Información Minera del ex Ministerio de Desarrollo Productivo (MDP); en cuanto a los factores de emisión se utilizaron los valores por defecto provistos por las Directrices del IPCC de 2006 (Nivel 1).

Por otra parte, el 87,61% de las emisiones correspondientes a la industria de los metales se originan principalmente por la producción de hierro y acero. Los datos de actividad utilizados fueron provistos por la CAA para el período 2008-2022, la serie temporal anterior fue estimada en base a una extrapolación retrospectiva (1990-2007). Los datos de actividad incluyen la producción nacional de acero por tipo de tecnología: convertidor al oxígeno y horno de arco eléctrico, así como también la producción de sinterizado, hierro esponja y arrabio no procesado en alto horno. Las emisiones se estimaron aplicando los FE por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019, lo cual implica un método de cálculo de Nivel 1.

Respecto al uso de productos, la mayor proporción de emisiones corresponden al uso de sustitutos de las SAO representando el 98,01%. Los datos de actividad provienen de las estadísticas de importaciones elaboradas por la Oficina Programa Ozono Argentina (OPROZ) junto con FE por defecto provistos en las Directrices del IPCC de 2006 y su Refinamiento de 2019.

En el marco del Proyecto CBIT Argentina “Fortalecimiento de la transparencia del sistema de inventario de gases de efecto invernadero y mitigación” se analizaron las categorías del INGEI afectadas por doble conteo u omisiones de emisiones en

los sectores Energía y PIUP en la producción de metanol y amoníaco. Dichas emisiones se descontaron del sector Energía, ya que se reportan en el sector PIUP.

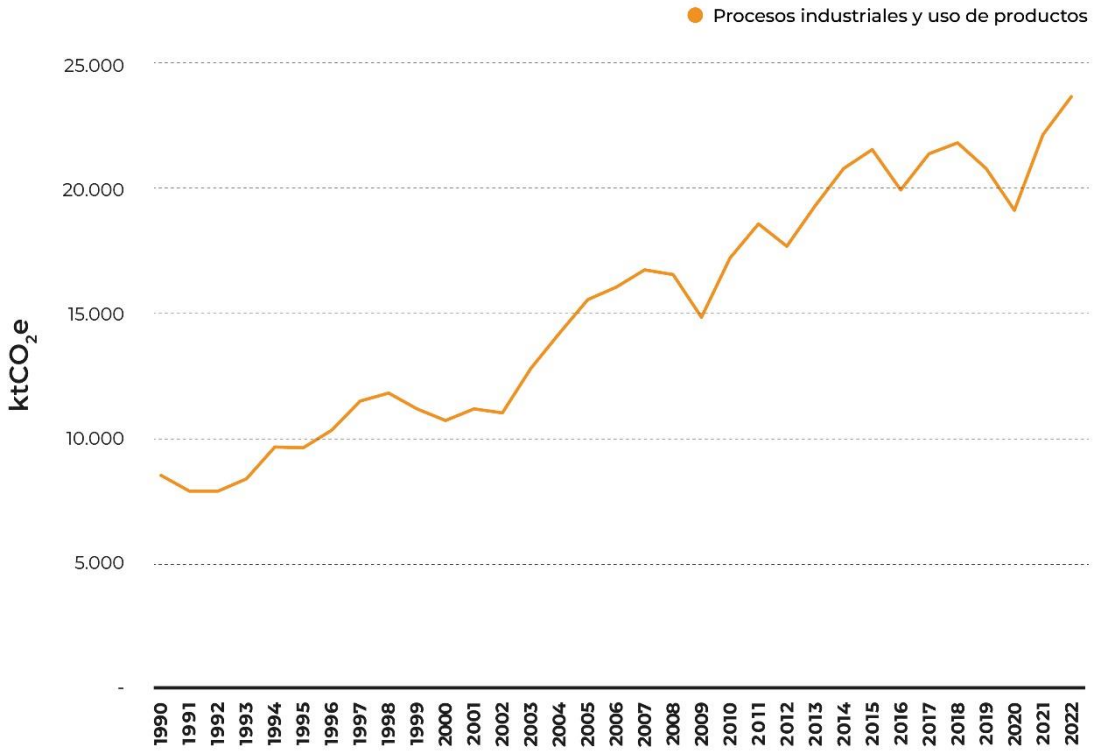
Adicionalmente, cabe destacar que, dentro de la categoría "industria de los metales", se reportan estimaciones de emisiones asociadas a la producción de aluminio primario, debido a la actividad de la única planta productora de aluminio del país. Dicha planta cuenta con un proyecto MDL registrado, gracias al cual se estimaron los FE de Nivel 3. En cuanto al dato de actividad, se obtiene de las estadísticas de la Cámara Argentina de la Industria del Aluminio y Metales Afines (CAIAMA).

Para el resto de las fuentes de emisión, se han utilizado valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, obteniendo los datos de actividad de las producciones a nivel nacional, en base a información predominantemente provista por organizaciones sectoriales representativas tales como el Instituto Petroquímico Argentino, el Ministerio de Minería de la Provincia de San Juan y las Estadísticas de Productos Industriales (EPI) del INDEC, entre otras.

Tendencia PIUP

En la siguiente figura se puede observar la evolución de las emisiones del sector entre 1990 y 2022. Al igual que en el sector de Energía, el sector PIUP presenta una tendencia creciente de las emisiones de GEI alcanzando un promedio del 3,24% durante el período analizado. Sin embargo, se pueden distinguir algunas caídas en los valores, asociadas principalmente a la baja de producción de la industria siderúrgica y cementera. Asimismo, se puede observar el efecto de las crisis económicas de los años 2001-2002 y 2008. Por otra parte, a diferencia de lo ocurrido en el sector Energía, no ocurre lo mismo a partir de 2012, año de inicio de la desaceleración económica, debido a la compensación por la incorporación del uso de productos sustitutos de las SAO, que elevaron significativamente las estimaciones obtenidas. En 2020 se registró una caída interanual de las emisiones del 8,75% respecto del 2019, traccionada principalmente por la caída de la producción de hierro y acero, y del cemento debido al impacto de la pandemia de COVID-19 sobre dichas industrias. A partir del año 2021 se observa una recuperación en las actividades y un aumento de las emisiones.

Figura 151. Evolución de las emisiones del Sector PIUP



Fuente: Elaboración propia

Aspectos metodológicos

El cálculo de emisiones se realiza empleando el Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006 y del Refinamiento del IPCC del 2019, a excepción de las emisiones de CO_2 de la categoría "2A1 – Producción de cemento" y "2F1 - Refrigeración y aire acondicionado", que se calculan empleando el Nivel 2, y las emisiones de perfluorometano (CF_4) y perfluoroetano (C_2F_6) de la categoría "2C3 – Producción de aluminio", que se calculan empleando el Nivel 3.

Se utilizan fundamentalmente factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 o factores calculados en base a valores por defecto; y del Refinamiento del IPCC del 2019. En el caso de la categoría "2A1 – Producción de cemento", se emplea un factor de emisión de CO_2 para la producción de Clinker calculado en base al contenido de CaO en Clinker del país, de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006. Y para la categoría "2C3 – Producción de aluminio", los factores de emisión de CF_4 y C_2F_6 para la producción de aluminio primario se construyen empleando el Método de Sobretensión de las Directrices del IPCC de 2006. Para las categorías "2C1- Producción de hierro y acero"; y "2F1- Refrigeración y aire acondicionado", se emplearon factores de emisión por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.

En las siguientes tablas se presentan los métodos y factores de emisión utilizados correspondientes al INGEI 2022 según las claves de notación establecidas en la Decisión 18/CMA.1 y adoptadas del cuadro 8.1 del Volumen 1-Capítulo 8 de las Directrices del IPCC 2006.

Algunas categorías dentro del sector PIUP no han sido estimadas debido a que estas actividades no se desarrollan en el país (NO), porque las mismas se han incluido dentro de las estimaciones de otras categorías (IE), o por falta de información suficiente para realizar la estimación (NE).

Tabla 178. Claves de notación

Clave de notación	Definición
NE	No estimado: Emisiones y/o absorciones que ocurren, pero que no fueron estimadas o declaradas.
IE	Incluido en otro lugar: Las emisiones y/o absorciones de esta actividad o categoría se han estimado e incluido en el inventario, pero no se presentan aparte en esta categoría. Debe indicarse la categoría en que se han incluido estas emisiones y absorciones (por ejemplo, en el recuadro de documentación del cuadro correspondiente).
NA	No aplica: La actividad o la categoría existen, pero se considera que las emisiones y absorciones pertinentes no ocurren jamás. Estas celdas suelen estar sombreadas en los cuadros para generación de informes.
NO	No ocurre: Una actividad o proceso que no existen dentro de un país.
T1,T2,T3	Nivel de método de cálculo empleado (IPCC tier 1, IPCC tier 2 y IPCC tier 3, respectivamente)
T1a, T1b,T1c T2a	Nivel de método de cálculo empleado (IPCC tier 1a, IPCC tier 1b, IPCC tier 1c e IPCC tier 2a respectivamente)
D	Por defecto
CR	CORINAIR[160]
CS	Específico del país
OTH	Otros
PS	Específico de la planta
C	Confidencial
FX	Flexibilidades

Fuente: Elaboración propia en base a la Decisión 18/CMA.1 y las Directrices del IPCC de 2006.

[160] "EMEP/EEA Air pollutant emisión inventory guidebook 2019" para gases precursores.

Tabla 179. Informe resumido de métodos y factores de emisión utilizados – PIUP

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2		CH_4		N_2O		HFCs		PFCs		Mezcla no especificada de HFCs y PFCs		SF_6		NF_3	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
2. Procesos industriales y uso de productos	T1,T2,NA	D,CS,OTH,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA	T3,NA	PS,NA	NA	NA	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
2.A. Industria de los minerales	T1,T2,NA	D,CS,NA	NA	NA	NA	NA										
2.B. Industria química	T1,NA	D,OTH,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA	NA	NA	NA	NA	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
2.C. Industria de los metales	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA	NA	NA	NA	NA	T3,NA	PS,NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	T1,NA	D,NA	NA	NA	NA	NA										
2.E. Industria electrónica					NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO							NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA,NO
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	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

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Tabla 180. Completitud – Información sobre las claves de notación – Procesos industriales y uso de productos

Fuentes y sumideros no estimados ("NE")			
GEI	**Sector**	**Categoría de fuente/sumidero**	**Explicación**
CO_2	2. Procesos industriales y uso de productos	2.A.3. Producción de vidrio	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CO_2	2. Procesos industriales y uso de productos	2.A.4.c. Producción de magnesia no metalúrgica	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CO_2	2. Procesos industriales y uso de productos	2.B.10.a. Producción de hidrógeno	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	2. Procesos industriales y uso de productos	2.B.5.a. Carburo de silicio	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CO_2	2. Procesos industriales y uso de productos	2.B.5.a. Carburo de silicio	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CO_2	2. Procesos industriales y uso de productos	2.C.4. Producción de magnesio	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
SF_6	2. Procesos industriales y uso de productos	2.C.4. Producción de magnesio	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CO_2	2. Procesos industriales y uso de productos	2.C.5. Producción de plomo	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
N_2O	2. Procesos industriales y uso de productos	2.G. Manufactura y utilización de otros productos	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
SF_6	2. Procesos industriales y uso de productos	2.G. Manufactura y utilización de otros productos	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Tabla 181. Completitud – Información sobre las claves de notación – Procesos industriales y uso de productos (cont.)

Fuentes y sumideros reportados en otro lugar (IE)				
GEI	**Categoría de fuente/sumidero**	**Asignación según las Directrices del IPCC**	**Asignación utilizada por la Parte**	**Explicación**
CH_4	2.C.1.c. Hierro reducido directo	2C1 Producción de hierro y acero	1.A.2.a. Hierro y acero	No es posible desagregar los datos de actividad entre estas categorías debido a que no se cuenta con los datos de actividad de los consumos de gas natural, tanto como agente reductor en el alto horno como para la reducción directa del hierro en la ruta del horno de arco eléctrico.
HFC-125	2.F.1.a. Refrigeración comercial 2.F.1.b. Refrigeración doméstica 2.F.1.c. Refrigeración industrial 2.F.1.d. Refrigeración en el transporte	2F1 Refrigeración y aire acondicionado	2.F.1.e. Aire acondicionado móvil 2.F.1.f. Refrigeración y aire acondicionado estacionario	No es posible desagregar los datos de actividad por tipo de uso entre estas categorías.
HFC-134a		2F1 Refrigeración y aire acondicionado	2.F.1.e. Aire acondicionado móvil 2.F.1.f. Refrigeración y aire acondicionado estacionario	
HFC-143a		2F1 Refrigeración y aire acondicionado	2.F.1.e. Aire acondicionado móvil 2.F.1.f. Refrigeración y aire acondicionado estacionario	
HFC-152a		2F1 Refrigeración y aire acondicionado	2.F.1.e. Aire acondicionado móvil 2.F.1.f. Refrigeración y aire acondicionado estacionario	
HFC-23		2F1 Refrigeración y aire acondicionado	2.F.1.e. Aire acondicionado móvil 2.F.1.f. Refrigeración y aire acondicionado estacionario	
HFC-32		2F1 Refrigeración y aire acondicionado	2.F.1.e. Aire acondicionado móvil 2.F.1.f. Refrigeración y aire acondicionado estacionario	
HFC-227ea	2.F.2.a. Agentes espumantes de celda cerrada	2F2 Agentes espumantes	2.F.2.a. Agentes espumantes de celda cerrada	No es posible desagregar los datos de actividad por fuente de emisión en la categoría.
HFC-245fa	2.F.2.a. Agentes espumantes de celda cerrada	2F2 Agentes espumantes	2.F.2.a. Agentes espumantes de celda cerrada	
HFC-365mfc	2.F.2.a. Agentes espumantes de celda cerrada	2F2 Agentes espumantes	2.F.2.a. Agentes espumantes de celda cerrada	
HFC-125	2.F.3. Productos contra incendios	2F3 Productos contra incendios	2.F.3. Productos contra incendios	No es posible desagregar los datos de actividad por fuente de emisión en la categoría.
HFC-227ea	2.F.3. Productos contra incendios	2F3 Productos contra incendios	2.F.3. Productos contra incendios	
HFC-236fa	2.F.3. Productos contra incendios	2F3 Productos contra incendios	2.F.3. Productos contra incendios	
HFC-134a	2.F.4.a. Inhaladores de dosis medidas	2F4 Aerosoles	2.F.4.b. Otros (sírvase especificar)	No es posible desagregar los datos de actividad por tipo de uso entre estas categorías.
HFC-227ea	2.F.4.a. Inhaladores de dosis medidas	2F4 Aerosoles	2.F.4.b. Otros (sírvase especificar)	
HFC-365mfc	2.F.4.a. Inhaladores de dosis medidas	2F4 Aerosoles	2.F.4.b. Otros (sírvase especificar)	
HFC-245fa	2.F.5. Solventes	2F5 Solventes	2.F.2.a. Agentes espumantes de celda cerrada	No es posible desagregar los datos de actividad por tipo de uso entre estas categorías.
HFC-365mfc	2.F.5. Solventes	2F5 Solventes	2.F.2.a. Agentes espumantes de celda cerrada	

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Datos de actividad del sector

Se han utilizado las estadísticas oficiales del país relacionadas con los niveles de producción de las distintas industrias y con los grados de consumo de diversos productos. En la siguiente tabla se resumen las principales fuentes de información de los datos de actividad.

Tabla 182. Fuentes de datos - Procesos industriales y uso de productos

Sector - Categoría	Subcategoría 1er Orden	Subcategoría 2do Orden	Fuente información dato de actividad
2A - Industria de los minerales	2A1 - Producción de cemento		Informe Estadístico (Asociación de Fabricantes de Cemento Portland)
	2A2 - Producción de cal		Estimado en base a datos del Centro de Información Minera de Argentina (ex-MDP)
	2A4 - Usos de los carbonatos en los procesos	2A4a - Producción de Cerámicas, 2A4b - Otros usos de la ceniza de sosa y 2A4d - Otros usos de carbonatos	Información Estadística (Instituto Petroquímico Argentino) Dirección de Producción Minera Sustentable - Ministerio de Economía
2B - Industria química	2B1 - Producción de amoníaco		Información Estadística (Instituto Petroquímico Argentino)
	2B2 - Producción de ácido nítrico		Información Estadística (Instituto Petroquímico Argentino)
	2B5 - Producción de carburo		Información Estadística (Instituto Petroquímico Argentino)
	2B7 - Producción de Carbonato de Sodio		Información Estadística (Instituto Petroquímico Argentino)
	2B8 - Producción petroquímica y de negro de humo	2B8a - Producción Metanol, 2B8b - Producción Etileno, 2B8c - Producción Dicloruro de etileno y monómero de cloruro de vinilo y 2B8f - Producción Negro de humo	Información Estadística (Instituto Petroquímico Argentino)
	2B9 - Producción fluoroquímica	2B9a - Producción fluoroquímica	Oficina Programa Ozono Argentina
2C - Industria de los metales	2C1 - Producción de hierro y acero		Informe Estadistico (Cámara Argentina del Acero)
	2C2 - Producción de Ferroaleaciones		Estimado en base a datos del Ministerio de Minería - San Juan
	2C3 - Producción de aluminio		Informe estadístico (Cámara Argentina de la Industria del Aluminio y Metales Afines)
	2C6 - Producción de zinc		Estadísticas de Productos Industriales (INDEC)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 183. Fuente de datos - Procesos industriales y uso de productos (cont.)

Sector - Categoría	Subcategoría 1er Orden	Subcategoría 2do Orden	Fuente información dato de actividad
2D - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	2D1 - Uso de lubricante		Tablas SESCO Dowstream (SE)
	2D2 - Uso de la cera de parafina		Información Estadística (Instituto Petroquímico Argentino)
2F - Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	2F1 - Refrigeración y aire acondicionado		Oficina Programa Ozono Argentina
	2F2 - Agentes espumantes		Oficina Programa Ozono Argentina
	2F3 - Productos contra incendios		Oficina Programa Ozono Argentina
	2F4 - Aerosoles		Oficina Programa Ozono Argentina

Fuente: Elaboración propia

Flexibilidades aplicadas

La República Argentina, a la luz de sus capacidades nacionales, aplica flexibilidades vinculadas a la identificación de categorías principales, a la estimación de la incertidumbre y en relación a la presentación y aplicación de planes de aseguramiento y control de calidad. Para más detalle dirigirse al capítulo 1: Circunstancias nacionales, arreglos institucionales e información transversal.

En particular se destaca que se aplica flexibilidad para la presentación y aplicación de planes de aseguramiento y control de calidad, dado que, para la elaboración del inventario, actualmente se aplican acciones para el control de calidad, que no se encuentran sistematizadas y estructuradas en un plan, según las Directrices del IPCC. Dichas acciones se especifican en el apartado de Control de calidad de cada categoría del INGEI.

Industria de los minerales (2A)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "2A – Industria de los minerales", se detalla a continuación.

Tabla 184. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2A – Industria de los minerales

Sistema de archivo	
Procedimiento	2A_P_00
Ruta de acceso	01_INGEI/2_PIUP
Hoja de trabajo	2A_HT_1990-2022_00
Incertidumbres	2A_IN_2022_00
Datos de actividad	2A_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

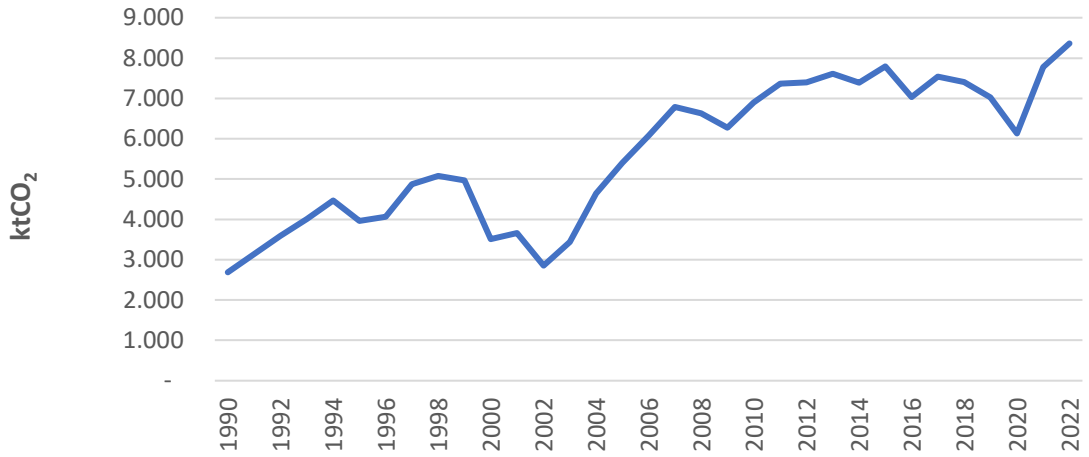
En esta categoría se incluyen las emisiones de CO_2 relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas carbonatadas en la producción y el uso de una variedad de productos minerales industriales. Estos carbonatos son minerales que tienen parte de material útil unido a carbono y oxígeno y, al calcinarlos, liberan CO_2.

Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría presenta una tendencia creciente de las emisiones de CO_2 con algunas caídas en los valores, asociadas principalmente a la baja de producción de la industria, producto de la crisis económica de los años 2000-2001. También se observa un descenso de la producción en el año 2020 debido al impacto de la pandemia de COVID-19. Dichos efectos fueron más leves durante el año 2021, por lo

que a partir de ese año se observa una recuperación en las actividades y un aumento de las emisiones.

Figura 152. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2 2A (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

El cálculo de emisiones de CO_2 se realiza empleando el método de cálculo Nivel 1 y las ecuaciones 2.14 y 2.15 de las Directrices del IPCC de 2006, a excepción de la subcategoría "2A1 – Producción de cemento" que emplea un método de cálculo Nivel 2 y la ecuación 2.2 de dichas Directrices.

Tabla 185. Información sectorial para la categoría 2A

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Cantidad de producción/consumo		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	Descripción	(kt)	(t/t)			(kt)		
2.A. Industria de los minerales						8.366,73	NA	NA
2.A.1. Producción de cemento	Producción de Clinker	9.961,12	0,53			5.254,69		
2.A.2. Producción de cal	Producción de cal	3.442,23	0,75			2.581,67		
2.A.3. Producción de vidrio	Producción de vidrio	NE	NE,NO			NE		
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos						530,36	NA	NA
2.A.4.a. Cerámicas	Arcillas	5.625,24	0,04			250,52		
2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	Consumo de carbonato de sodio	382,49	0,41			158,70		
2.A.4.c. Producción de magnesia no metalúrgica	Consumo de carbonatos	NE	NE,NO			NE		
2.A.4.d. Otros						121,14	NA	NA
Calcita	Calcita	290,00	0,42	NA,NO	NA,NO	121,14	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[161].

Factores de emisión

Para la categoría "2A1 – Producción de cemento" se emplea un factor de emisión de CO_2 para la producción de Clinker calculado en base al contenido de CaO en Clinker del país, de acuerdo con la sección 2.2.1.2 de las Directrices del IPCC de 2006.

Para el cálculo de las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de cerámica, en la categoría "2A4 – Uso de los carbonatos en los procesos", se emplea un factor

[161] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra la recuperación ya que no ocurre en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

de emisión para la producción de arcilla calculado en base a factores de emisión por defecto, según la ecuación 2.14 de las Directrices del IPCC de 2006.

Para el resto de las fuentes de emisión se emplean valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para los factores de emisión de CO_2.

Datos de Actividad

A continuación, se resumen las principales fuentes de información utilizadas:

AFCP: es una entidad civil sin fines de lucro fundada en 1922, que representa a la industria argentina del cemento portland. De los informes estadísticos de esta fuente se obtienen datos de producción de Clinker y cemento en forma anual y a nivel nacional.

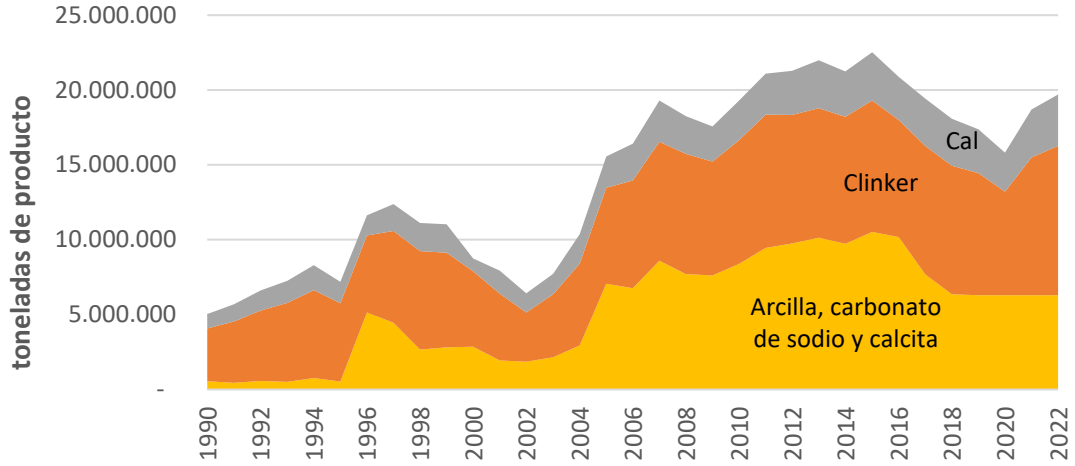
Dirección Nacional de Producción Minera Sustentable (DNPMS) – Ministerio de Economía: por medio de este organismo, se obtienen los datos de calcita y de arcilla de forma anual y a nivel nacional para la serie temporal 1990-2019. Los datos de actividad para los años 2020-2022 de las mencionadas producciones, fueron estimados mediante la técnica de empalme de extrapolación de tendencias debido a la ausencia de información.

Centro de Información Minera de Argentina (ex-MDP): Respecto de la producción de cal, esta fue informada por el CIMA del ex-MDP a escala nacional para el período 2000-2013. Las series temporales 1990-1999 y 2014-2022, fueron estimadas en función de la relación cal/cemento, y la producción de cemento provista por la AFCP.

Instituto Petroquímico Argentino (IPA): es una asociación civil sin fines de lucro, fundada en 1976 por iniciativa de la Asociación Argentina de Ingenieros Químicos, la Asociación Química Argentina y el Instituto Argentino del Petróleo y del Gas. De los informes estadísticos de esta fuente se obtienen datos de producción de carbonato de sodio en forma anual y a nivel nacional. La producción se asume constante desde el año 2014, debido a que a partir de ese año se discontinuó la publicación de la producción de carbonato de sodio en el Anuario del IPA.

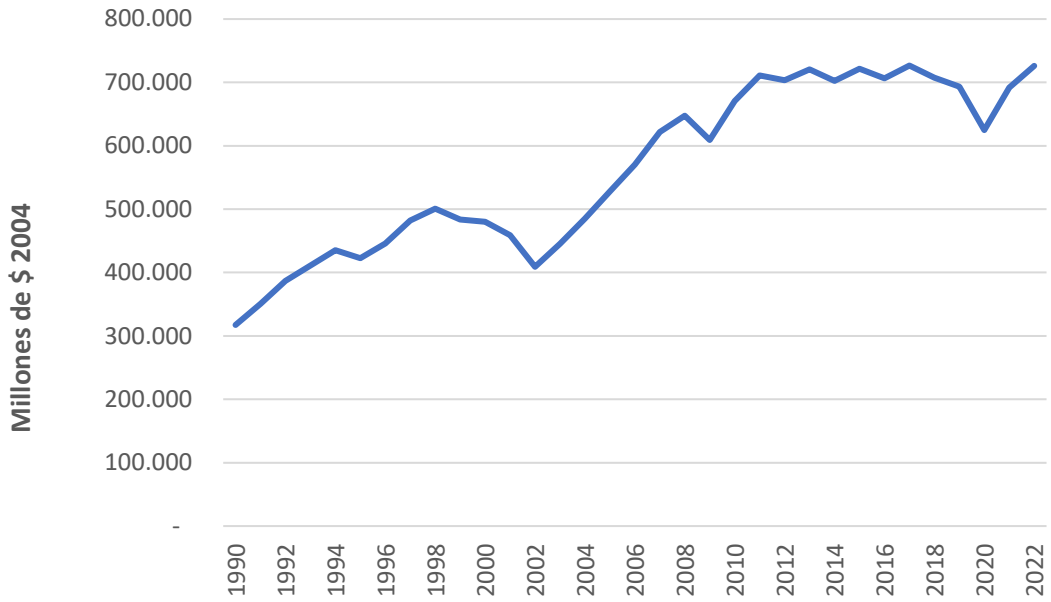
Los datos de actividad de esta categoría están muy asociados al nivel de actividad del país. Puede verse en las siguientes figuras que la variación de la producción de la industria de los minerales responde a las variaciones del PIB.

Figura 153. Evolución de la producción de la industria de los minerales



Fuente: Elaboración propia

Figura 154. Evolución del Producto Interno Bruto



Fuente: Elaboración propia

2A1 – Producción de Cemento

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 186. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2A1 – Producción de cemento

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2A1	Producción de cemento	Emisiones vinculadas a la producción de cemento, incluyendo aquellas relacionadas con la producción de Clinker.	Nivel 2		

Fuente: Elaboración propia

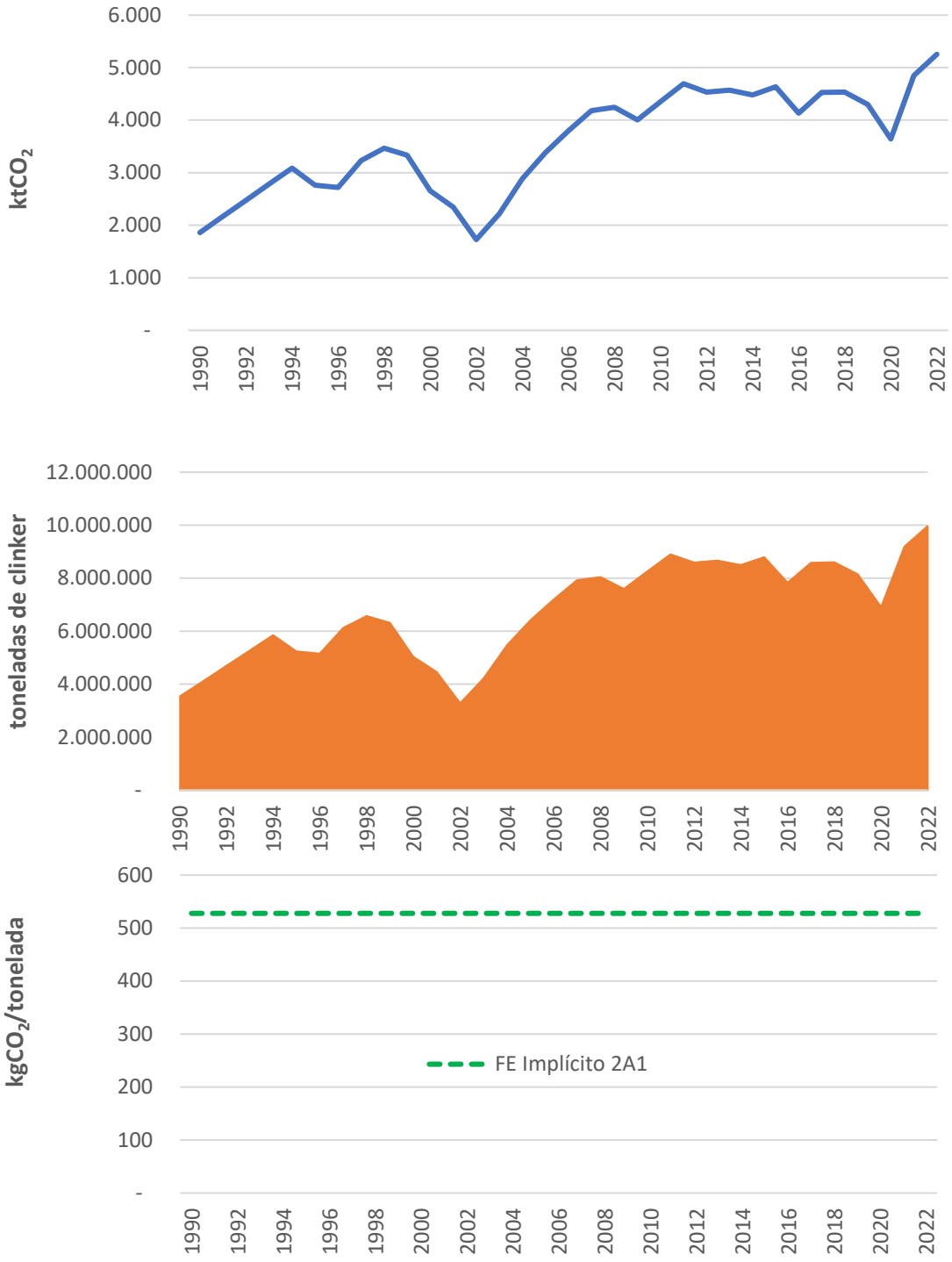
Es categoría principal por nivel para el año 2022 (1,3%).

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

Se observa una tendencia creciente de las emisiones de CO_2 con algunas caídas en los valores, asociadas principalmente a la baja de producción de la industria cementera, como consecuencia de la crisis económica de los años 2000-2001. También se observa una baja de la producción en el año 2020 asociado con el impacto de la pandemia de COVID-19. Dichos efectos fueron más leves durante el año 2021, por lo que a partir de ese año se observa una recuperación en las actividades y un aumento de las emisiones. Dado que el factor de emisión se mantiene constante, las variaciones de las emisiones se asocian directamente a la producción de Clinker.

Figura 155. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2A1 (1990-2022)

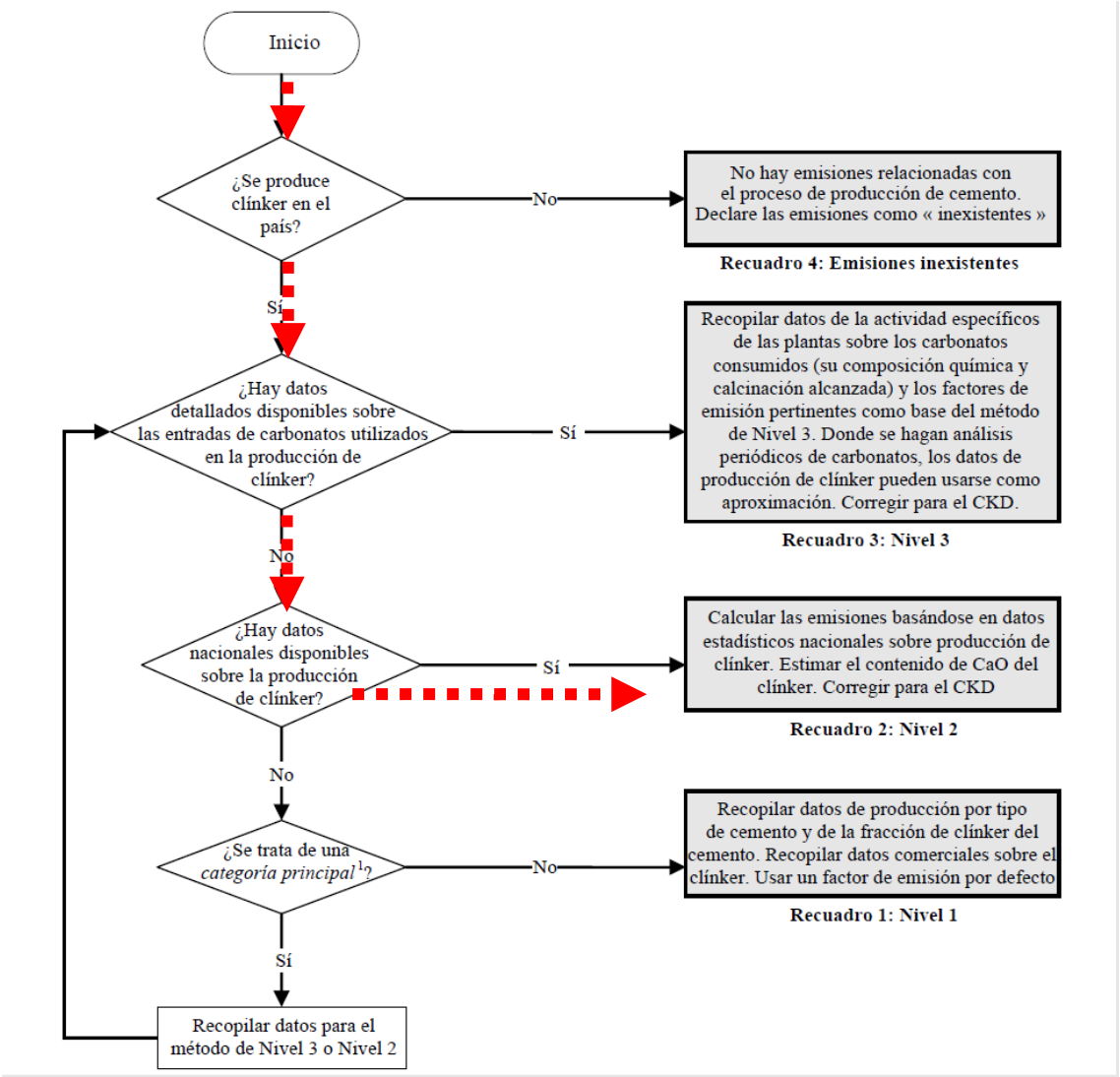


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 32. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de cemento



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

El país cuenta con información respecto a la producción de cemento y de la producción de Clinker, pero sin detalle de los ingresos de carbonatos en los procesos, por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 2.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 2.2 de las Directrices del IPCC de 2006, en función de la cantidad de Clinker producido y un factor de emisión del Clinker, corregido por el factor de corrección (FC_{ckd}) para las emisiones asociadas con el “polvo de horno de cemento” (CKD, por sus siglas en inglés).

Factor de emisión

El factor de emisión del Clinker se calcula en base al contenido de CaO en Clinker del país, de acuerdo a la sección 2.2.1.2 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 187. Parámetros y factor de emisión para la categoría 2A1 – Producción de cemento

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
	Contenido de CaO en Clinker.	tCaO/tonelada de Clinker	0,659	AFCP – Comunicación Personal (año 2019)	
	Proporción CaO en $CaCO_3$.	$tCaO/tCaCO_3$	0,56029	Calculado según estequiometria	
	Requerimiento $CaCO_3$ por tonelada de Clinker.	$tCaCO_3$/tonelada de Clinker	1,176	Calculado	
FE_{clc}	Factor de Emisión de CO_2 de carbonato de calcio ($CaCO_3$).	$tCO_2/tCaCO_3$	0,4397	IPCC 2006 – Cuadro 2.1	$CaCO_3$ – Calcita o Aragonita
	Factor de emisión para el Clinker local.	tCO_2/tonelada de Clinker	0,517	Calculado	
FC_{ckd}	Corrección CKD.	adimensional	1,02	IPCC 2006 – Página 2.13	Único
	Factor de emisión para el Clinker corregido por CKD.	tCO_2/tonelada de Clinker	0,5275	Calculado	

Fuente: Elaboración propia

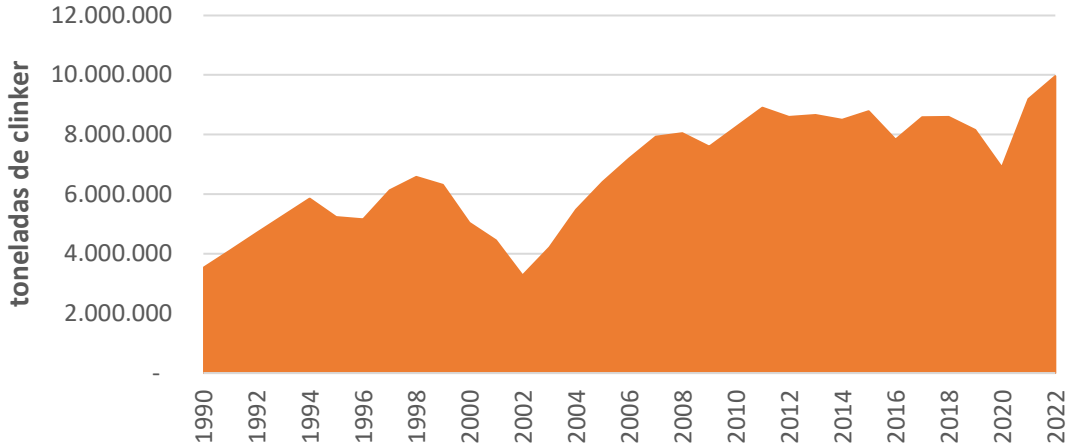
Datos de actividad

Los datos de producción de Clinker y de producción de cemento son provistos por la AFCP de forma anual y a nivel nacional. Dichos valores son considerados como la cantidad (en toneladas) de Clinker y cemento producido del correspondiente año.

Para el año 1990 y la serie 1994-2022 los valores fueron provistos por la AFCP. Para los años 1991-1993 no se cuenta con los valores de producción de Clinker, por lo que se calculan interpolando linealmente entre los valores de 1990 y 1994.

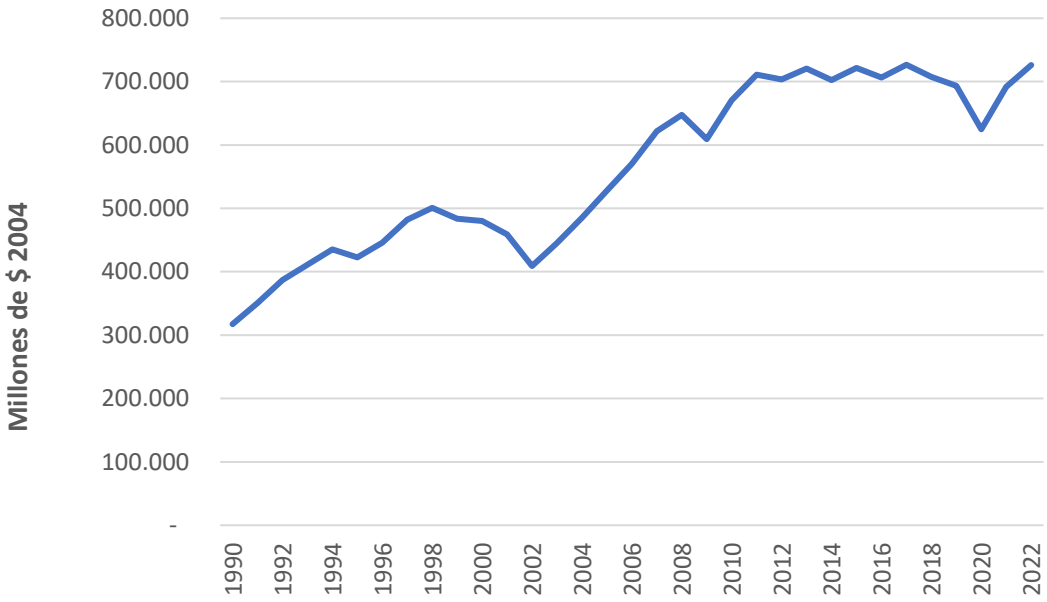
Esta categoría está muy asociada al nivel de actividad del país. Puede verse en las siguientes figuras que la variación de la producción de Clinker responde a las variaciones del PIB.

Figura 156. Evolución de la producción de Clinker



Fuente: Elaboración propia

Figura 157. Evolución del Producto Interno Bruto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 188. Datos de actividad para la categoría 2A1 – Producción de cemento (2022)

Dato de actividad	Producción de Clinker (toneladas)
Total 2022	9.961.118

Fuente: Elaboración propia

2A2 – Producción de Cal

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 189. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2A2 – Producción de cal

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2A2	Producción de cal	Emisiones vinculadas a la producción de cal, incluyendo sus diversos tipos.	Nivel 1		

Fuente: Elaboración propia

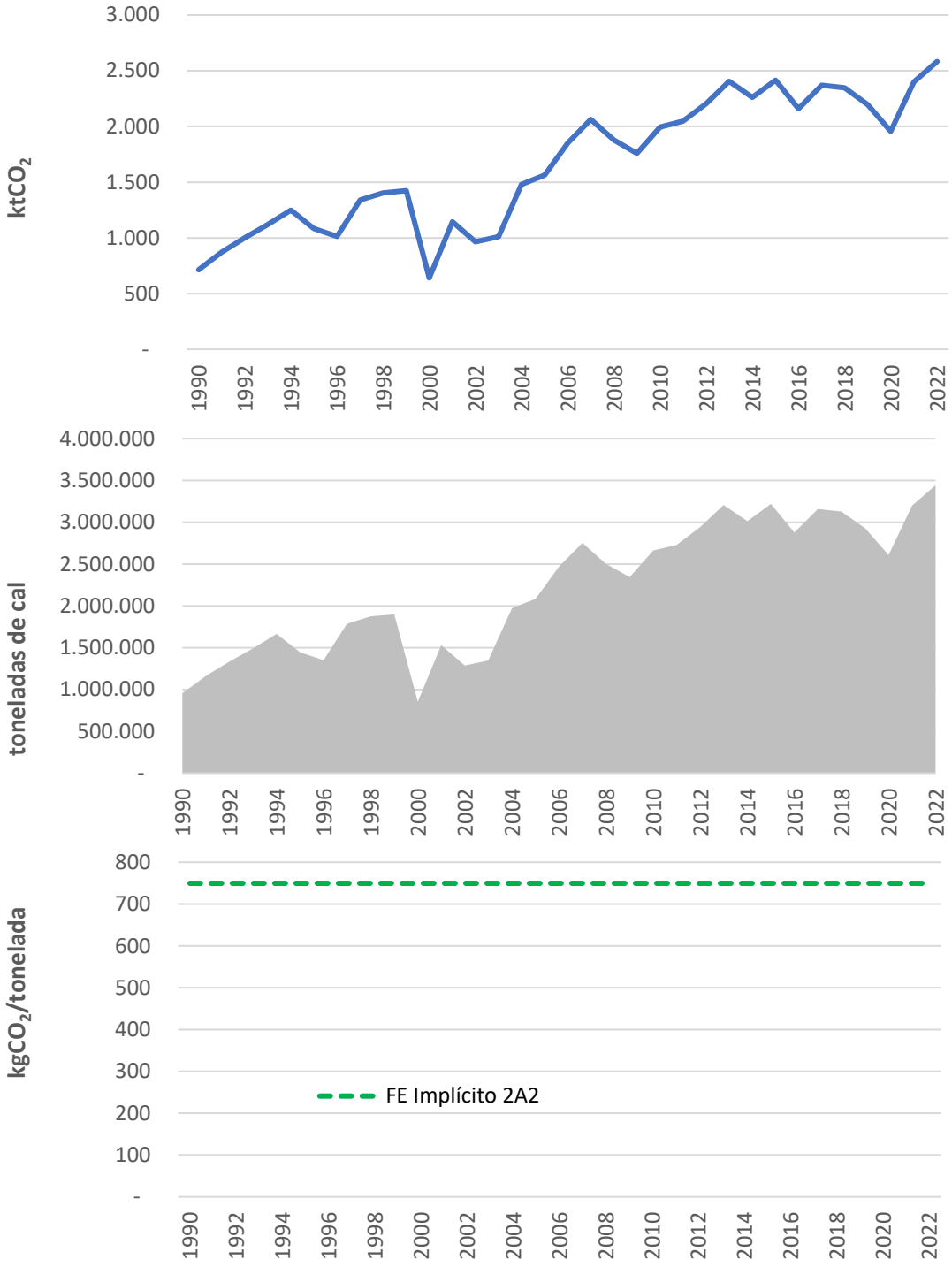
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

Se observa una tendencia creciente de las emisiones de CO_2 con algunas caídas en los valores, asociadas principalmente a la baja de producción de la industria, producto de la crisis económica de los años 2000-2001. Asimismo, al igual que en el caso del cemento, se observa una caída de la producción durante el año 2020 debido al impacto de la pandemia de COVID-19. Dichos efectos fueron más leves durante el año 2021, por lo que a partir de ese año se observa una recuperación en las actividades y un aumento de las emisiones. Dado que el factor de emisión se mantiene constante, las variaciones de las emisiones se asocian directamente a la producción de cal.

Figura 158. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2A2 (1990-2022)

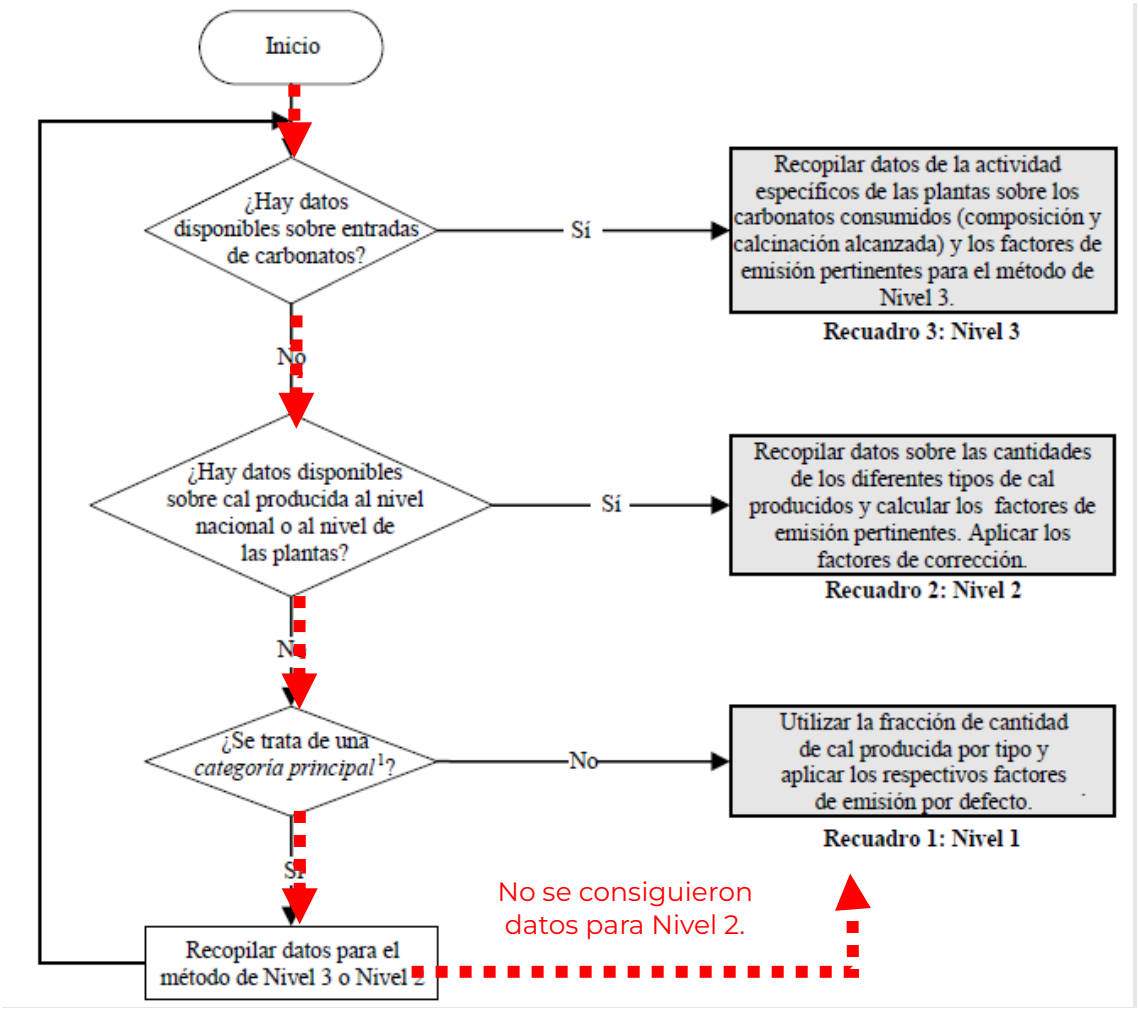


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 33. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de cal



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

El país no cuenta con información respecto a la producción por tipo de cal. No hay estadísticas detalladas de la actividad, por lo cual se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utiliza un factor de emisión por defecto expresado en la ecuación 2.8 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 190. Factor de emisión para la categoría 2A2 – Producción de cal

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE $_{CO2, cal}$	Factor de emisión de CO_2 para la producción de cal.	t CO_2/tonelada de cal	0,75	IPCC 2006 – Ecuación 2.8	Valor por defecto

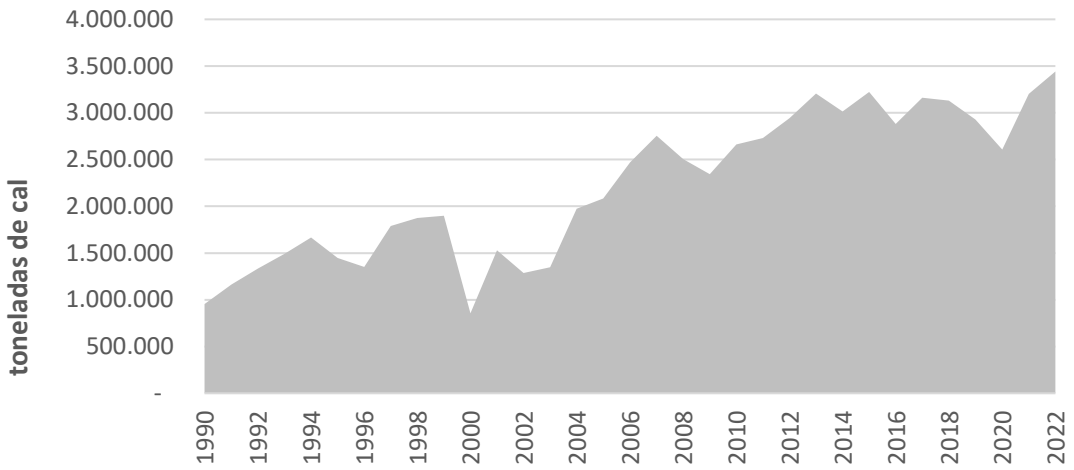
Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Los datos de producción de cal fueron provistos por el ex-MDP para los años 2000-2013. Para la serie 1990-1999 y 2014-2022 no se cuenta con valores de producción de cal, por lo que se calculan en función de la relación cal/cemento, y la producción de cemento provista por la AFCP ya que se observa una alta correlación entre dichas actividades. Se calcula la relación cal/cemento para el período 2000-2013, obteniendo 26,42% de valor promedio.

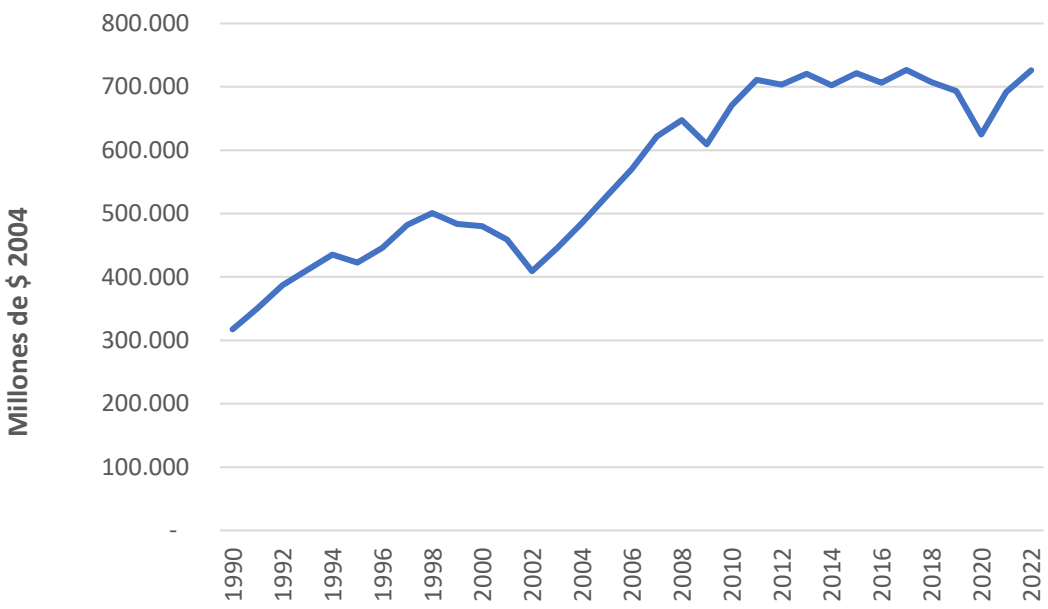
El dato de actividad de esta categoría está muy asociado al nivel de actividad del país. Puede verse en las siguientes figuras que la variación de la producción de cal responde a las variaciones del PIB.

Figura 159. Evolución de la producción de cal



Fuente: Elaboración propia

Figura 160. Evolución del Producto Interno Bruto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 191. Datos de actividad para la categoría 2A2 – Producción de cal (2022)

Dato de actividad	Producción de cal (tonelada)
Total 2022	3.442.230

Fuente: Elaboración propia

2A3 – Producción de vidrio

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 192. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2A3 – Producción de vidrio

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2A3	Producción de vidrio	Emisiones vinculadas a la producción de vidrio.	NE		

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de esta categoría no se estiman dado que no existen estadísticas de producción de vidrio en el país.

2A4 – Otros usos de carbonatos en los procesos

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 193. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2A4 – Otros usos de carbonatos en los procesos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2A4a	Producción de cerámicas	Emisiones vinculadas a procesos de la producción de ladrillos y tejas, tuberías de arcilla vitrificada, productos refractarios, productos de arcilla expandida, azulejos y pavimentos, vajillas y ornamentos cerámicos, sanitarios, cerámicas técnicas y abrasivos inorgánicos.	Nivel 1		
2A4b	Otros usos de la ceniza de sosa	Emisiones vinculadas al uso de cenizas de sosa que no se incluyeron en ningún otro lugar.	Nivel 1		
2A4c	Producción de magnesia no metalúrgica	Emisiones vinculadas a la producción de magnesia que no están incluidas en otras categorías.	NE		
2A4d	Otros usos de carbonatos	Emisiones vinculadas a todos los demás usos de piedra caliza, dolomita y otros carbonatos, excepto los usos ya enumerados en las categorías mencionadas, y los usos como agentes fundentes o de escorificación en las industrias de la metalurgia y la química, o la alcalinización de suelos y humedales en agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.	Nivel 1	NA	NA

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de la categoría “2A4c – Producción de magnesia no metalúrgica” no se estiman dado que no existen estadísticas de producción en el país.

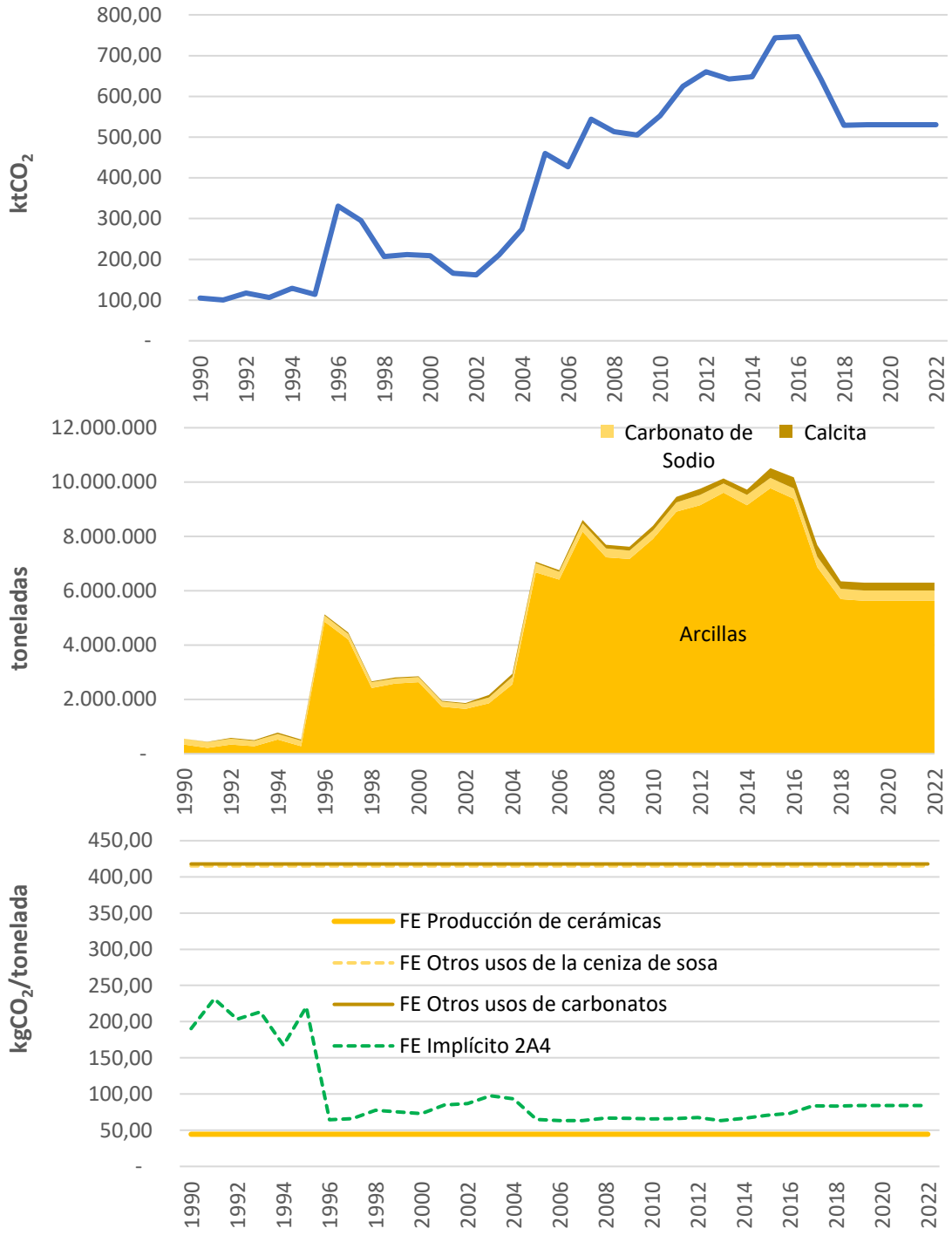
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

Se observa una tendencia creciente de las emisiones de CO_2 con algunas caídas en los valores, asociadas principalmente a la baja de producción de la industria, producto de la crisis económica de los años 2000-2001. A partir de los años 2004 y 2005 se produce un crecimiento de la actividad, retomando la tendencia previa a la crisis mencionada. A su vez, se observa una caída de la producción en el año 2017 y una estabilización a partir del año 2018. Dado que los factores de emisión se mantienen constantes, las variaciones de las emisiones se asocian directamente a la producción de cada producto.

Figura 161. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2A4 (1990-2022)

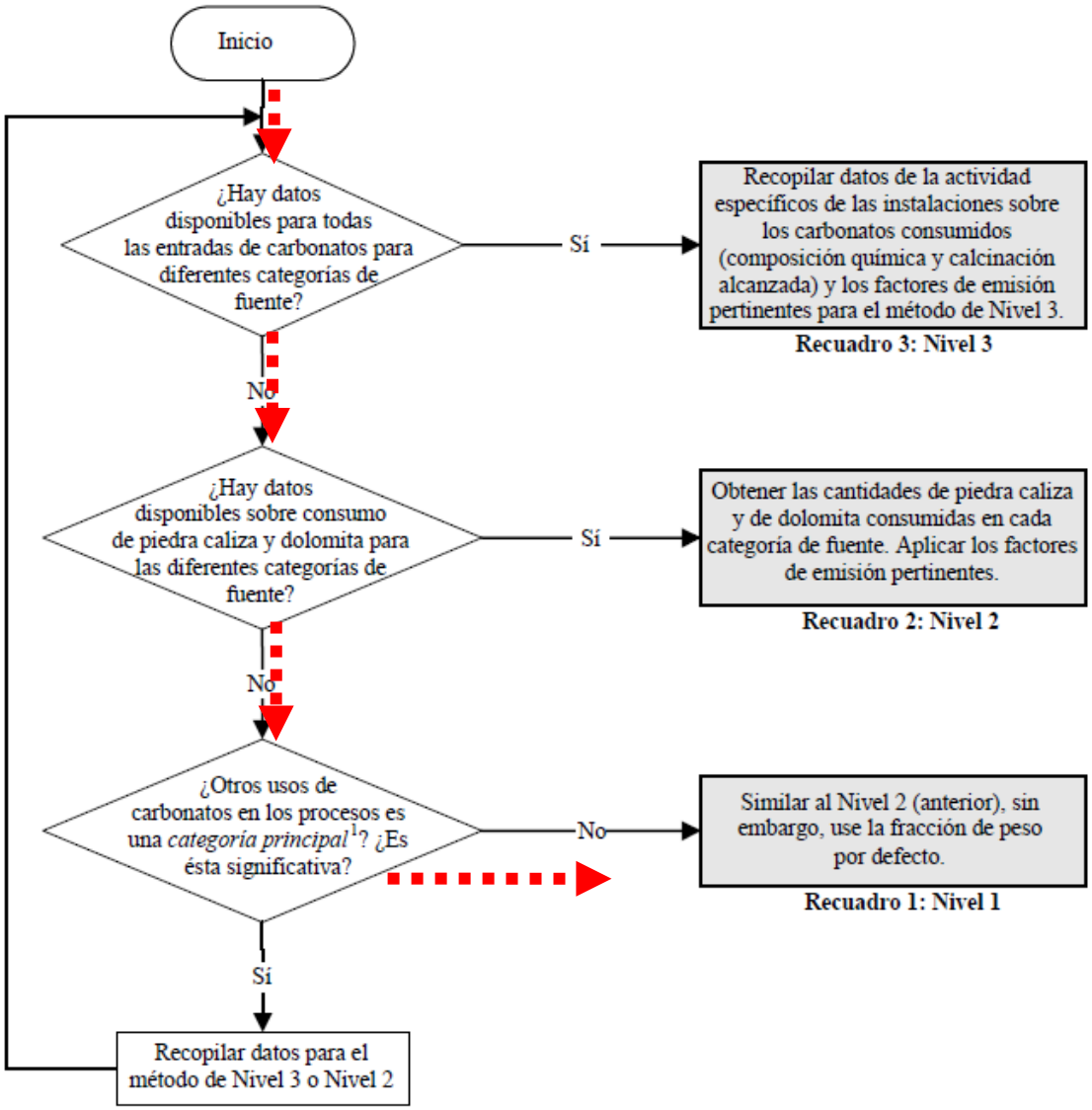


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 34. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes del uso de los carbonatos en los procesos



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

El país no cuenta con información respecto al uso de caliza y dolomita para cada categoría de fuente por lo que se calculan las emisiones con el método de cálculo Nivel 1.

Para el cálculo de las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de cerámica, se multiplica la producción de arcilla (M_c) por un factor de emisión de CO_2 de arcilla calculado en base a factores de emisión por defecto de la calcinación de la piedra caliza y de la dolomita.

Para el cálculo de las emisiones provenientes de otros usos de la ceniza de sosa se multiplica la producción de carbonato de sodio (M_c) por un factor de emisión de

CO_2 de carbonatos ($FE_{CO2\ carbonato}$). Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 2.14 de las Directrices del IPCC de 2006.

Las emisiones de CO_2 provenientes de otros usos de carbonatos se calculan multiplicando la producción de calcita (M_c) por un factor de emisión de CO_2 por defecto (FE_{ls}). Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 2.15 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utiliza un factor de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 194. Parámetros y factor de emisión para la categoría 2A4 – Otros usos de carbonatos en los procesos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_{ls}	Factor de emisión de CO_2 para la calcinación de la piedra caliza.	tCO_2/tonelada de carbonato	0,43971	IPCC 2006 – Cuadro 2.1	$CaCO_3$ – Calcita o Aragonita
FE_d	Factor de emisión de CO_2 para la calcinación de la dolomita.	tCO_2/tonelada de carbonato	0,47732	IPCC 2006 – Cuadro 2.1	$CaCO_3$ – Dolomita
	Pureza de la roca.	%	95	IPCC 2006	Por defecto
	Factor de emisión de CO_2 para la calcinación de la piedra caliza ajustada por pureza.	tCO_2/tonelada de caliza	0,41772	Calculado	Asume 95% de pureza de la roca
	Factor de emisión de CO_2 para la calcinación de la dolomita ajustada por pureza.	tCO_2/tonelada de dolomita	0,45345	Calculado	Asume 95% de pureza de la roca
	Proporción calcita.	adimensional	0,85	IPCC 2006	Por defecto
	Proporción dolomita.	adimensional	0,15	IPCC 2006	Por defecto
FE_a	Factor de emisión de CO_2 para la arcilla.	tCO_2/tonelada de arcilla	0,04454	IPCC 2006 – Ecuación 2.14	Se asume un contenido de carbonato por defecto del 10%

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CO2\ carbonato}$	Factor de emisión de CO_2 para el carbonato.	tCO_2/tonelada de carbonato de sodio	0,41492	IPCC 2006 – Cuadro 2.1	Na_2CO_3 Carbonato de sodio o ceniza de sosa

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

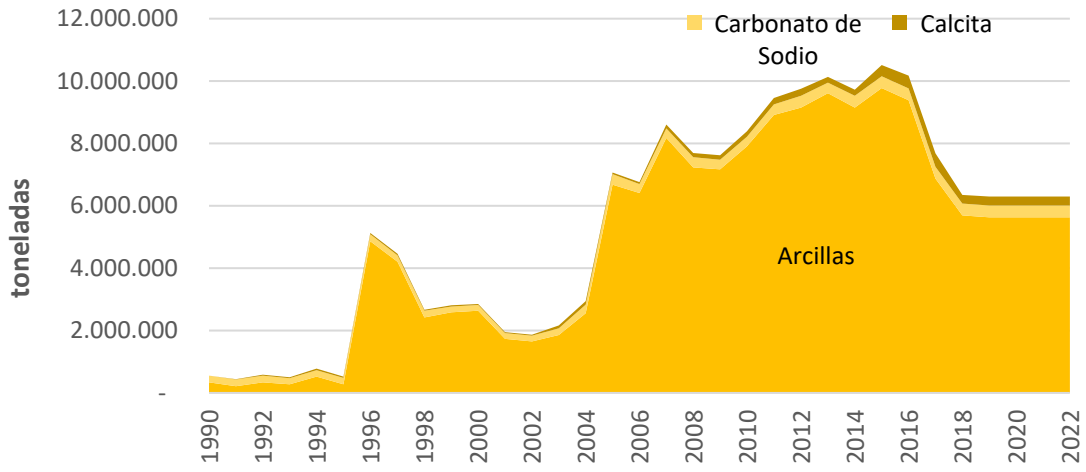
Los datos de actividad de la producción de cerámicas, otros usos de la ceniza de sosa y de otros usos de carbonatos se obtienen a partir de la producción de calcita y arcilla, y mediante una estimación para la producción de carbonato de sodio. Los datos son anuales y de escala nacional.

Los valores de los datos de actividad de arcilla y calcita son provistos para la serie temporal 1990-2019 por la DNPMS del Ministerio de Economía de la Nación. Para los años 2020, 2021 y 2022 se asume el mismo valor de 2019 por falta de datos de actividad.

Para el caso del carbonato de sodio se utilizan valores del dato de actividad provistos por el IPA, de 1991 a 1992 en el reporte "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (21 Edición - Agosto 2001) y de 1993 a 2014 en el reporte "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (41 Edición – Mayo 2021)". Para 1990 se asume constante el valor de 1991. Para 2007 no hay datos en el reporte del IPA, por lo cual se realiza una interpolación lineal entre los datos de 2006 y 2008 para completar la serie. A partir de 2014 se asume constante el valor de dicho año ya que en el reporte "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (43 Edición - Junio 2023)" no hay dato de la producción.

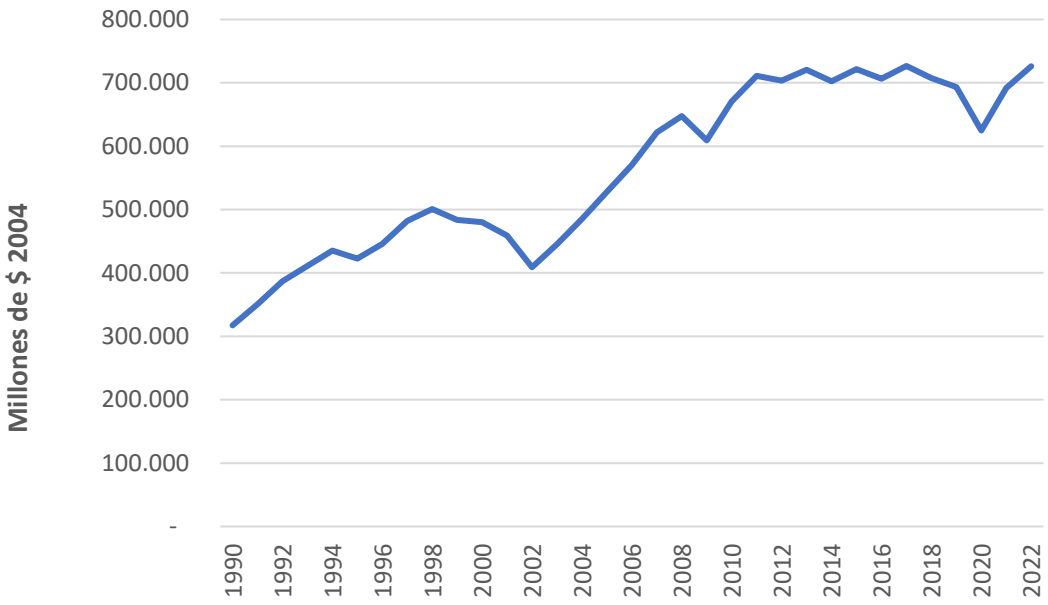
Esta categoría está muy asociada al nivel de actividad del país. Puede verse en las siguientes figuras que la variación de la producción responde a las variaciones del PIB.

Figura 162. Evolución de la producción para la categoría 2A4 – Otros usos de carbonatos en los procesos



Fuente: Elaboración propia

Figura 163. Evolución del Producto Interno Bruto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 195. Datos de actividad para la categoría 2A4 – Otros usos de carbonatos en los procesos (2022)

Dato de actividad	Valor (tonelada)
Producción de arcilla	5.625.243
Producción de carbonato de sodio	382.487
Producción de calcita	290.000

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 196. Incertidumbres de la categoría 2A – Industria de los minerales (2022)

Código Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CO_2	Incertidumbre combinada			Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia CO_2
			CO_2	CH_4	N_2O			
2A1	2%	2,1%	2,9%			1,47E-07%	1,9%	6,29E-07%
2A2	30%	2%	30,1%			3,75E-06%	0,9%	0,002%
2A4a	10%	2%	10,2%			4,06E-09%	0,1%	1,74E-08%
2A4b	10%	2%	10,2%			1,63E-09%	0,1%	6,99E-09%
2A4d	10%	2%	10,2%			9,49E-10%	0,04%	4,07E-09%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realiza utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplican las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006. En el caso del factor de emisión del Clinker, se calcula mediante el método de simulación de Monte Carlo utilizando distribuciones normales para el contenido de óxido de calcio y para la corrección por CKD. La incertidumbre de este factor se calcula también por PLE arribando a resultados similares.

Tabla 197. Variables e incertidumbre asociada para la Simulación de Monte Carlo 2A (2022)

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente de información / Criterio de elección
	Contenido de óxido de calcio	Normal	1%	IPCC 2006
CF_{ckd}	Corrección por CKD	Normal	15%	IPCC 2006

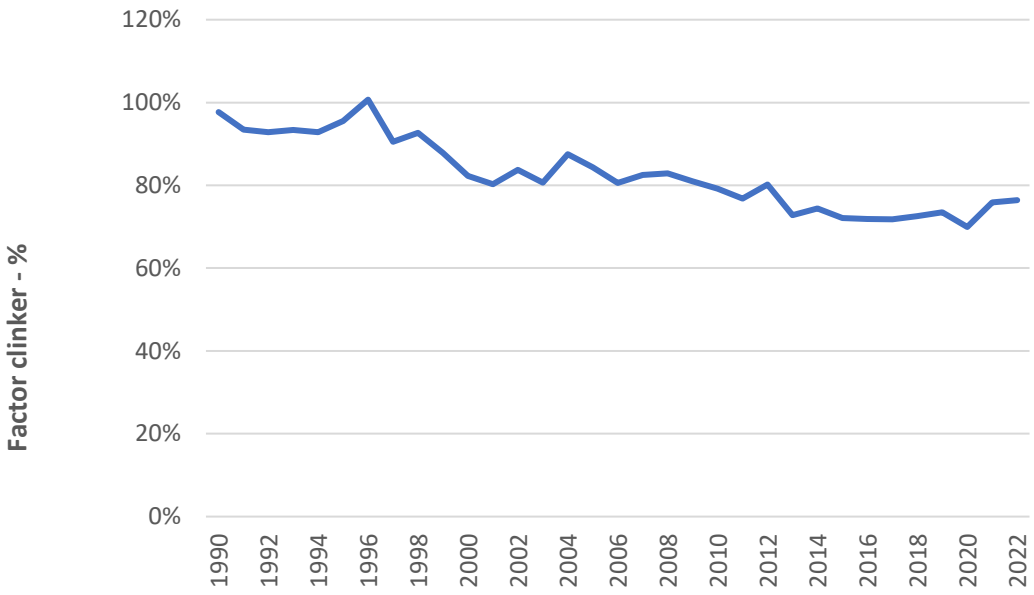
Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[162], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores de emisión y de los parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Controlar que las producciones totales de Clinker, cemento, cal, carbonato de sodio, calcita y arcilla empleadas en los cálculos de cada año sean iguales a los totales reportados en las fuentes originales del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.
- Indicador: se construyen indicadores con el objetivo de identificar anomalías o singularidades en la serie temporal de emisiones. La siguiente figura muestra un indicador utilizado para controlar los valores de producción de cemento y Clinker.

Figura 164. Evolución de la relación Clinker/cemento (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Comparativa con valores internacionales

En la siguiente tabla se puede apreciar la comparación entre los factores de emisión locales y por defecto de la producción de cemento.

[162] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Tabla 198. Comparativa del factor de emisión de CO_2 en producción de Clinker

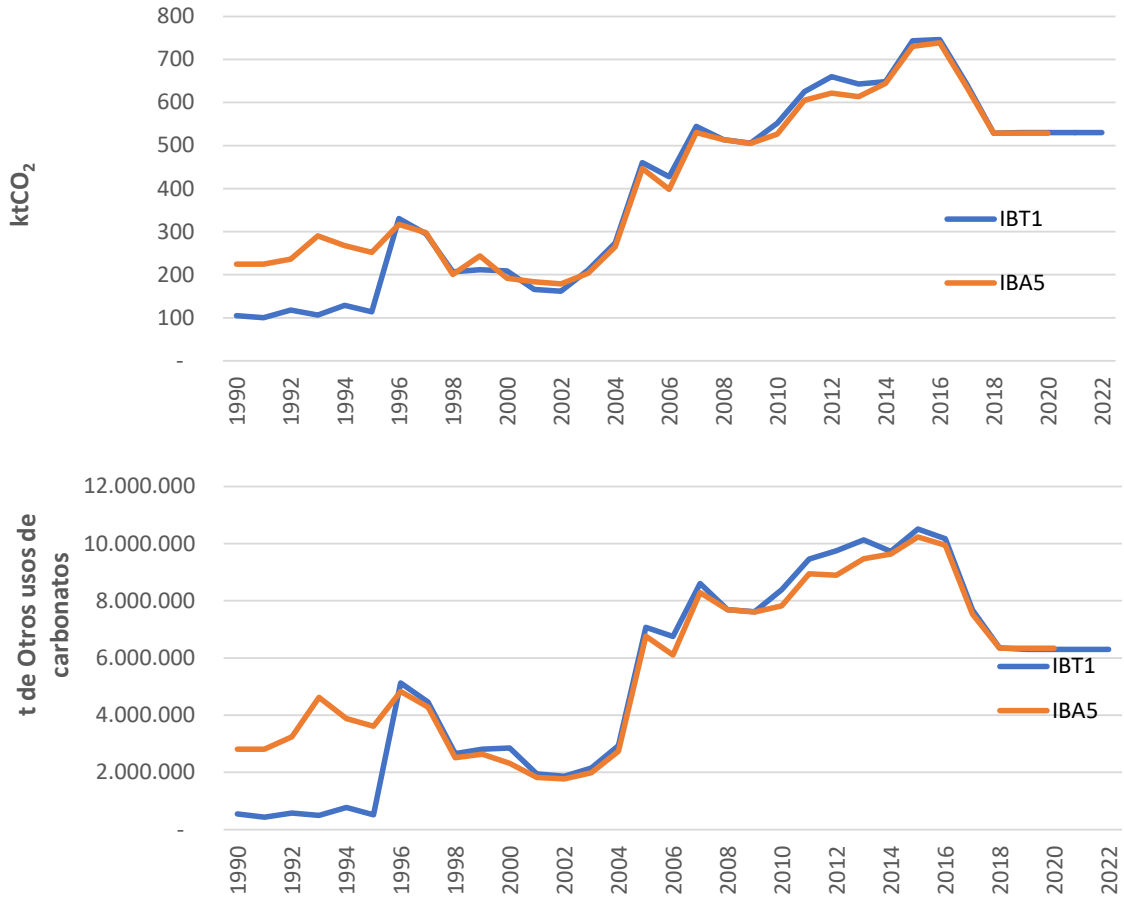
Categoría	Valor según datos locales	Valor por defecto IPCC 2006	Referencia IPCC 2006	Explicación diferencias
	tCO_2/t Clinker	tCO_2/t Clinker		
2A1 – Producción de cemento	0,528	0,520	Ecuación 2.4	El contenido de CaO para el Clinker producido en Argentina es de 65,9% con respecto al valor por defecto de 65%.

Fuente: Elaboración propia

Recálculo y mejoras

Con respecto a la categoría 2A4 - Otros usos de carbonatos en los procesos, se actualizaron los datos de actividad a nivel nacional para la serie histórica 1990-2022 de la producción de cerámicas y de otros usos de carbonatos, específicamente la producción de arcilla y calcita.

Figura 165. Comparativa de emisiones y datos de actividad para la categoría 2A4 entre el IBA5 y el IBT1



Fuente: Elaboración propia

Industria química (2B)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría “2B – Industria química”, se detalla a continuación.

Tabla 199. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2B – Industria química

Sistema de archivo	
Procedimiento	2B_P_00
Ruta de acceso	01_INGEI/2_PIUP
Hoja de trabajo	2B_HT_1990-2022_00
Incertidumbres	2B_IN_2022_00
Datos de actividad	2B_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

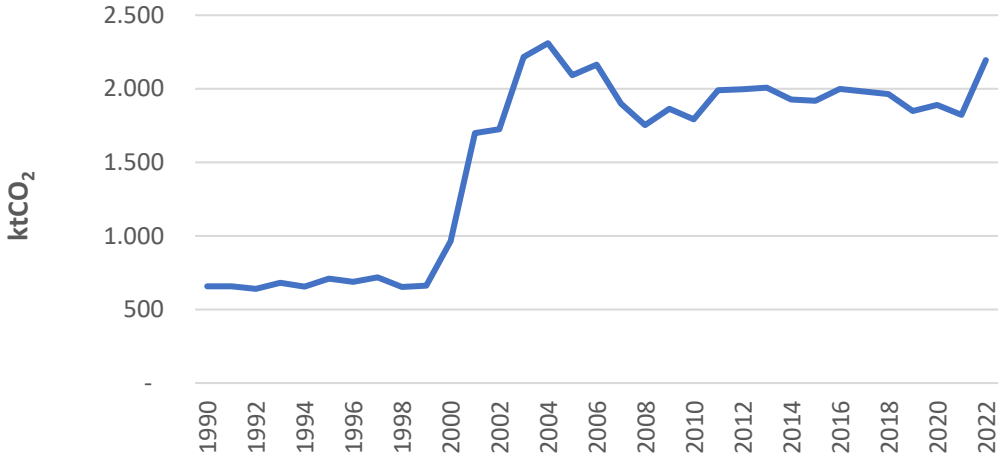
Descripción

En esta categoría se incluyen las emisiones de CO_2, CH_4, N_2O y HFC-23, vinculadas al proceso de producción de diferentes productos químicos inorgánicos y orgánicos.

Tendencia de las emisiones de GEI

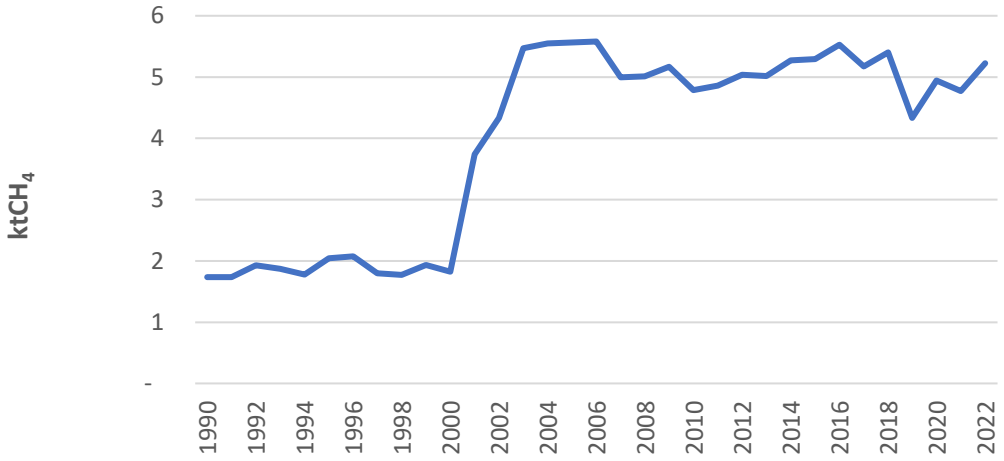
Para las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O se observa una tendencia con oscilaciones propias de la economía. También se observa una variación brusca en las emisiones de CO_2 y CH_4 a partir del año 2000 debido al ingreso de una nueva planta de producción de urea y de varias plantas de producción petroquímica. Las emisiones de N_2O tienen una caída en el año 2016 por la baja de producción de ácido nítrico a nivel nacional. Para las emisiones de HFC-23 se observa una tendencia decreciente entre los años 2005-2012 debido a la implementación de sistemas de destrucción de HFC-23 en proyectos MDL desde 2007. Desde el año 2013 en adelante la destrucción cesa hasta el año 2022 que comienza a destruirse nuevamente. Durante el año 2020 se observa una caída de las emisiones de la categoría en cuestión, vinculada principalmente con el impacto de la pandemia de COVID-19, mostrando una recuperación en las actividades y un aumento de las emisiones a partir del año 2021.

Figura 166. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2 - 2B (1990-2022)



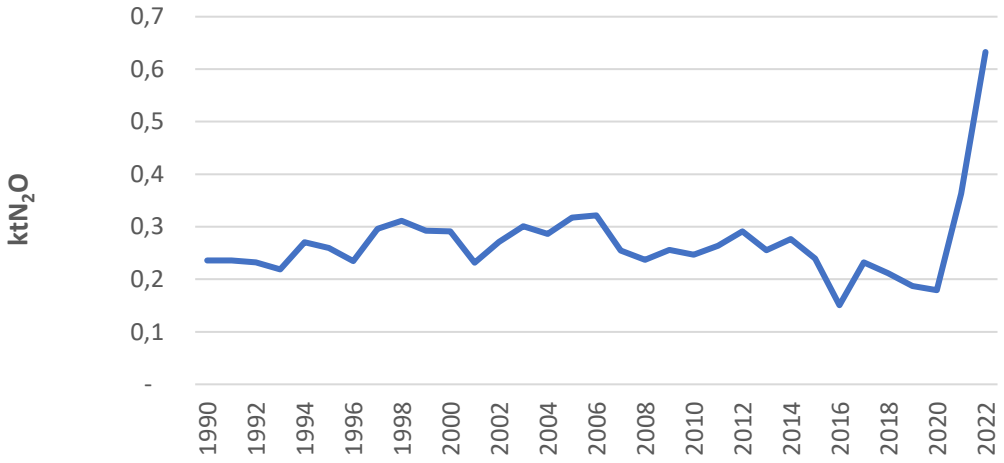
Fuente: Elaboración propia

Figura 167. Evolución de la tendencia de emisiones para CH_4 - 2B (1990-2022)



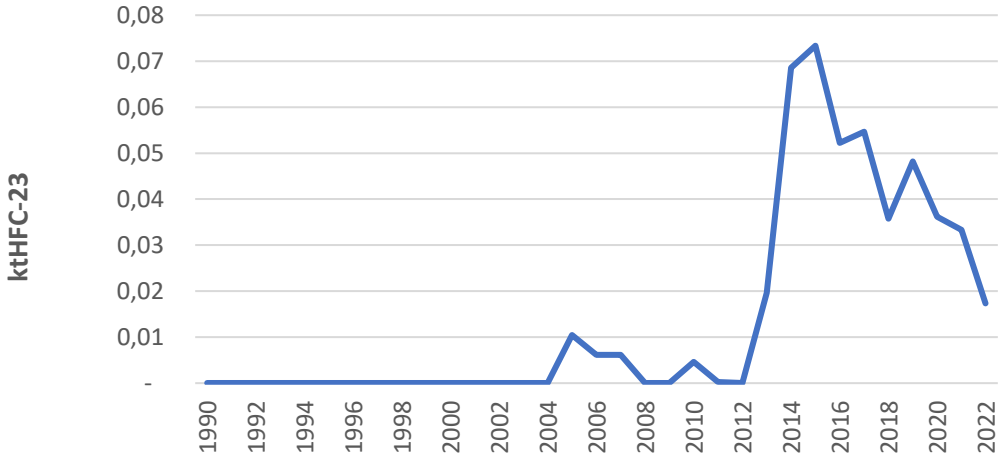
Fuente: Elaboración propia

Figura 168. Evolución de la tendencia de emisiones para N_2O - 2B (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 169. Evolución de la tendencia de emisiones para HFC-23 - 2B (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Se calculan las emisiones de CO_2, CH_4, N_2O y HFC-23 empleando el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 3.1, 3.5, 3.11, 3.14, 3.15 y 3.30 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 200. Información sectorial para la categoría 2B (CO_2, CH_4 y N_2O)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Cantidad de producción/consumo		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	Descripción	(kt)	(t/t)			(kt)		
2.B. Industria química						2.194,92	5,23	0,63
2.B.1. Producción de amoníaco	Producción de amoníaco	886,24	0,96	NA,NO	NA,NO	854,70	NA	NA
2.B.2. Producción de ácido nítrico	Producción de ácido nítrico	70,28			0,01			0,63
2.B.3. Producción de ácido adípico	Producción de ácido adípico	NO	NO		NO	NO		NO
2.B.4. Producción de caprolactama, glyoxal y ácido glyoxílico						NO		NO
2.B.4.a. Caprolactama	Producción de caprolactama	NO	NO		NO	NO		NO
2.B.4.b. Glioxal	Producción de glioxal	NO	NO		NO	NO		NO
2.B.4.c. Ácido glioxílico	Producción de ácido glioxílico	NO	NO		NO	NO		NO
2.B.5. Producción de carburo						72,27	NA,NE	
2.B.5.a. Carburo de silicio	Producción de carburo	NE	NE,NO	NE,NO		NE	NE	
2.B.5.b. Carburo de calcio	Producción de carburo	33,00	2,19	NA,NO		72,27	NA	
2.B.6. Producción de dióxido de titanio	Producción de dióxido de titanio	NO	NO			NO		
2.B.7. Producción de carbonato de sodio	Producción de carbonato de sodio	235,92	0,25			58,98		
2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo						1.208,98	5,23	
2.B.8.a. Metanol	Producción de metanol	422,39	0,67	0,00		283,00	0,97	
2.B.8.b. Etileno	Producción de etileno	707,68	1,03	0,01		726,07	4,25	
2.B.8.c. Dicloruro de etileno y monómero de cloruro de vinilo	Producción de dicloruro de etileno y monómero de vinilo	377,95	0,004	0,00001		1,68	0,005	
2.B.8.d. Óxido de etileno	Producción de óxido de etileno	NO	NO	NO		NO	NO	
2.B.8.e. Acrilonitrilo	Producción de acrilonitrilo	NO	NO	NO		NO	NO	
2.B.8.f. Negro de humo	Producción de negro de humo	75,66	2,62	0,0001		198,22	0,005	
2.B.8.g. Otros						NA	NA	
2.B.10. Otros						NA,NE	NA	NA
2.B.10.a. Producción de hidrógeno	Producción de hidrógeno	NE	NE,NO	NA,NO	NA,NO	NE	NA	NA
2.B.10.b. Otros (sírvase especificar)						NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[163].

[163] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra la recuperación ya que no ocurre en estas categorías. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 201. Información sectorial para la categoría 2B (Gases F)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS	EMISIONES	RECUPERACIÓN
	Descripción	(t)	(kg/t)	(t)	(t)
2.B. Industria química					
2.B.9. Producción fluoroquímica					
2.B.9.a. Emisiones de productos derivados					
2.B.9.a.i. Producción de HCFC-22					
HFC-23	Producción de HCFC-22	1.401,67	30,00	17,31	-24,74
2.B.9.a.ii. Otros (sírvase especificar)					
2.B.9.b. Emisiones fugitivas					
2.B.9.b.i. Producción de HFC-134a					
2.B.9.b.ii. Producción de SF_6					
2.B.9.b.iii. Producción de NF_3					
2.B.9.b.iv. Otros (sírvase especificar)					
2.B.10. Otros					
2.B.10.b. Otros (sírvase especificar)					

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[164].

Factores de emisión

Se emplean valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para los factores de emisión de CO_2, CH_4, N_2O y HFC-23.

Datos de Actividad

A continuación, se resumen las principales fuentes de información utilizadas:

IPA: es una asociación civil sin fines de lucro, fundada en 1976 por iniciativa de la Asociación Argentina de Ingenieros Químicos, la Asociación Química Argentina y el Instituto Argentino del Petróleo y del Gas. De los informes estadísticos de esta fuente se obtienen datos de producción de amoníaco, urea, ácido nítrico, carbonato de sodio, metanol, etileno, policloruro de vinilo, cloruro de vinilo, dicloruro de etileno y negro de humo en forma anual y a nivel nacional.

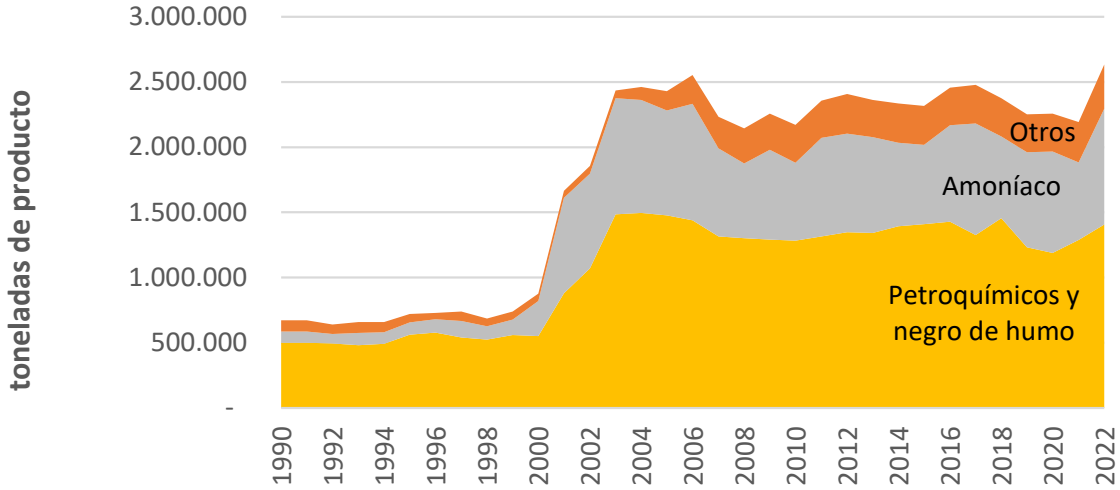
Ministerio de Minería de la provincia de San Juan: de esta fuente se obtienen datos de producción de carburo de calcio de forma anual.

OPROZ: este organismo se encuentra dentro de la SSAmb y provee los datos de producción de HCFC-22 en forma anual y a nivel nacional para la estimación de emisiones de HFC-23.

Los datos de actividad de esta categoría presentan una tendencia con oscilaciones propias de la economía, destacando un crecimiento abrupto en la producción a partir del año 2000, debido a la creación de una nueva planta de urea y de varias plantas de producción petroquímica.

[164] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra aquellos gases que no ocurren en estas categorías. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Figura 170. Evolución de la producción de la industria química



Fuente: Elaboración propia

2B1 – Producción de amoníaco

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 202. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B1 – Producción de amoníaco

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2B1	Producción de amoníaco	Emisiones provenientes de la producción de amoníaco. Se restan las emisiones vinculadas al uso de CO_2 en un proceso secundario, que consiste en la producción de urea. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	NA	NA

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de CH_4 y N_2O no se estiman ya que no se presenta un factor de emisión por defecto para realizar la estimación.

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

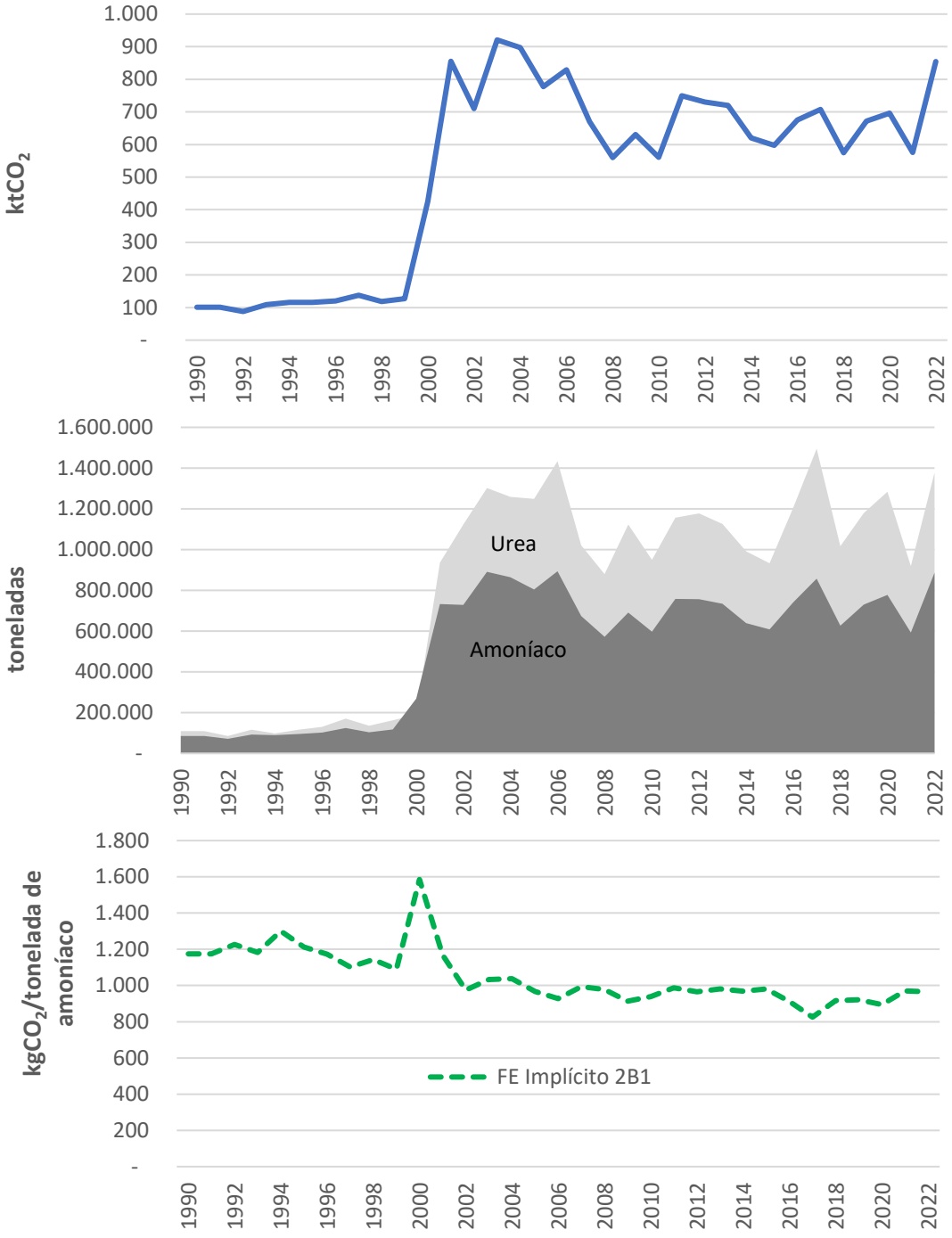
Tendencia de las emisiones de GEI

Se observa una tendencia con oscilaciones propias de la economía y un crecimiento brusco a partir del año 2000 debido a la creación de una nueva planta de producción de urea.

La tendencia de las emisiones se debe a los datos de actividad ya que los factores de emisión son constantes. Las emisiones se calculan en función de la producción de amoníaco descontando el contenido de CO_2 que se recupera para producir urea. Al variar la relación amoníaco/urea (por ejemplo, con la entrada en funcionamiento de la planta mencionada anteriormente en el año 2000), el factor de emisión

implícito también varía, a pesar de que el factor de emisión del amoníaco y el contenido de CO_2 en la urea se mantienen constantes para toda la serie.

Figura 171. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2B1 (1990-2022)

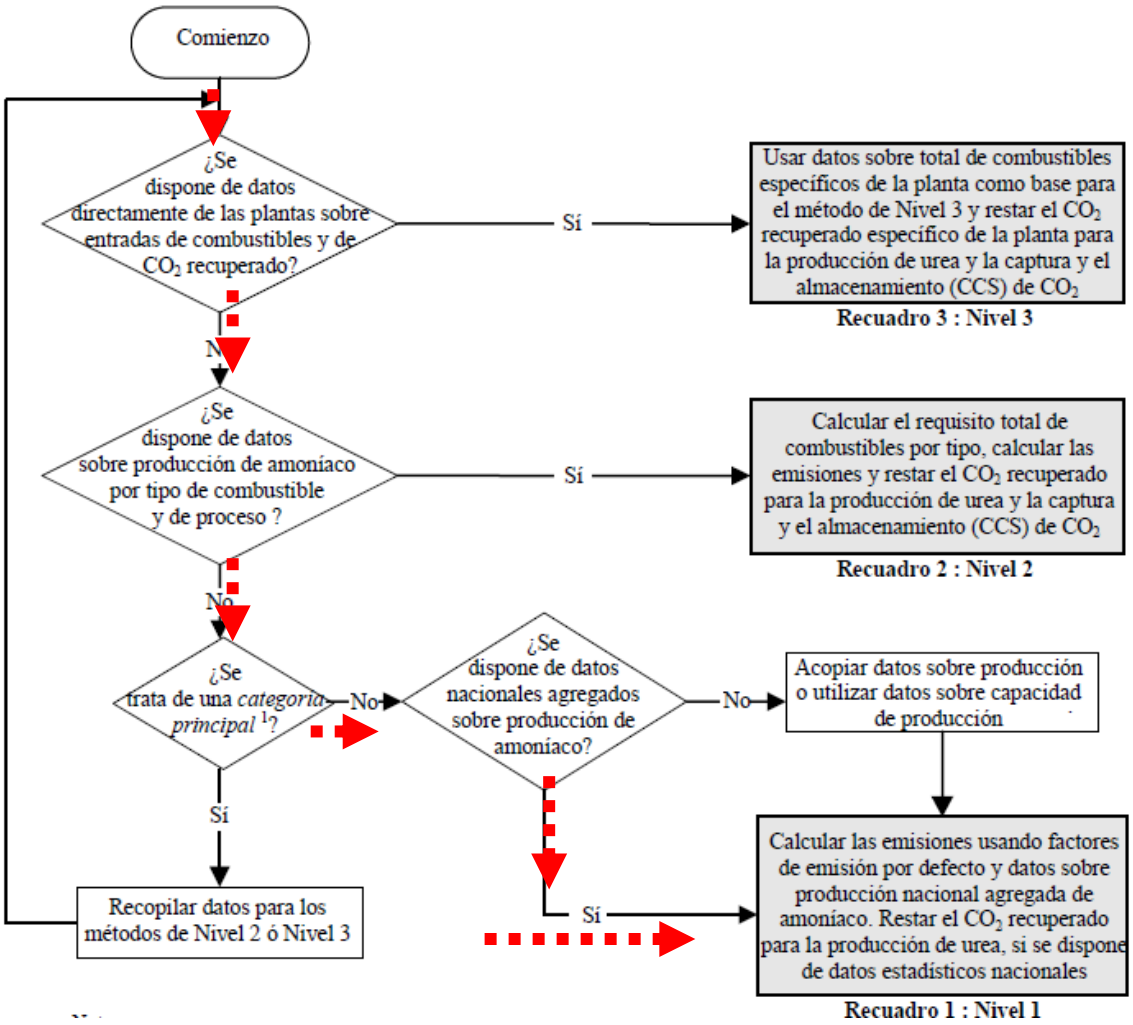


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 35. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de amoníaco



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con estadísticas de producción de amoníaco y urea, pero no detalladas por planta, combustible ni tecnología, por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de amoníaco se calculan multiplicando la producción de amoníaco por su correspondiente factor de emisión ($FE_{CO2\ amoníaco}$), restando las emisiones vinculadas al uso de CO_2 recuperado como gas industrial para producir urea, siguiendo la ecuación 3.1 de las Directrices del IPCC de 2006 y calculando el CO_2 recuperado para producir urea como la producción de urea multiplicada por su contenido de CO_2 según estequiometría. Se utilizan valores por defecto del factor de emisión y del contenido de CO_2 en la urea.

En el marco del proyecto CBIT Argentina, se evaluaron las categorías que podrían estar afectadas por doble conteo u omisiones en los Sectores Energía y PIUP. La categoría “2B1 - Producción de amoníaco” fue una de las identificadas con doble

conteo de emisiones en el IBA5, por ello en el IBT1 se deducen de la categoría 1A2c-Productos Químicos (sector Energía) las emisiones de CO_2 asociadas al consumo total de gas natural (para la combustión y para el proceso) de la producción de amoníaco, ya que ésta se reporta en el Sector PIUP. Cabe aclarar que desde 1990 a 1994 las estadísticas no discriminan los valores de gas distribuido por redes entregado a grandes usuarios por código de Clasificación Industrial Internacional Estándar (CIIU) (versión en español de ISIC), por lo cual para dicho periodo temporal, las emisiones estimadas se descuentan de la categoría "1A2gviii – Industria no especificada". En ese sentido, se realizó un tratamiento de los datos de actividad para asignar la producción de amoníaco por provincia, de acuerdo con la capacidad instalada de cada planta.

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utilizan parámetros y factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 203. Parámetro y factor de emisión para la categoría 2B1 – Producción de amoníaco

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CO2\ amoníaco}$	Factor de emisión de CO_2 para la producción de amoníaco.	t CO_2/t NH_3	2,104	IPCC 2006 – Cuadro 3.1	Derivado de los valores promedio europeos para consumos de energía específicos (mezcla de plantas modernas y más antiguas). Valor promedio – gas natural
$FR_{CO2,\ amoníaco}$	Factor de recuperación de CO_2 en la producción de urea.	t CO_2/t urea	0,733	IPCC 2006 – Recuadro 3.3	Estequiometria

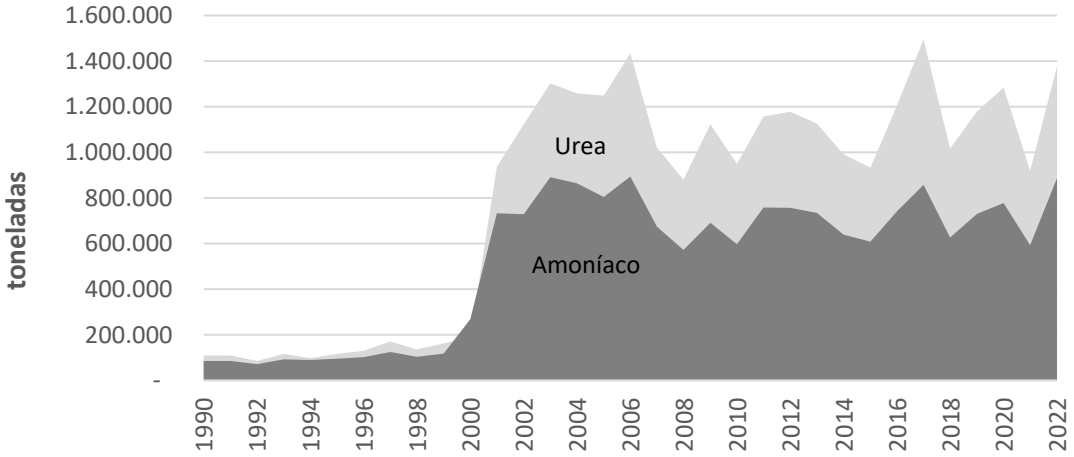
Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Para el año 1990 no hay datos, se asume el mismo valor de 1991. Para los años 1991 y 1992 se tomaron los valores de producción de amoníaco y producción de urea informados por el IPA en el reporte "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (21 Edición - agosto 2001)". Para el periodo 1993 a 2022 se tomaron los valores del reporte "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (43 Edición - 2023)".

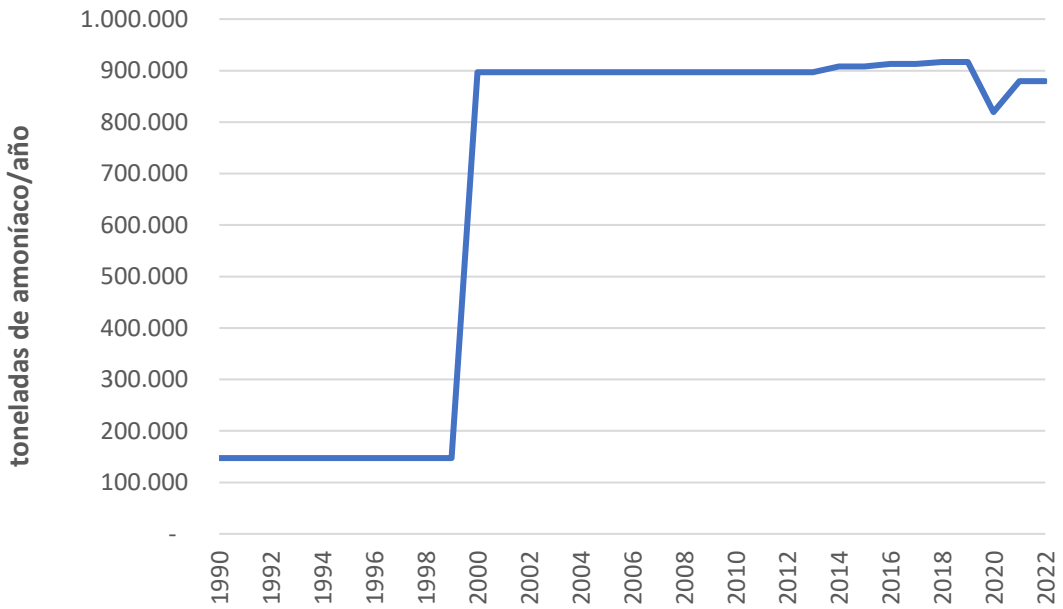
Se realiza un tratamiento de los datos de actividad, para asignar la producción de amoníaco por provincia, de acuerdo con la capacidad instalada de las plantas de producción de amoníaco reportadas en el informe "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina" (versiones 39, 41 y 43). Este abordaje se aplica a partir del año 2010.

Figura 172. Evolución de la producción de amoníaco y urea



Fuente: Elaboración propia

Figura 173. Evolución de la capacidad instalada de producción de amoníaco



Fuente: Elaboración propia

Tabla 204. Datos de actividad para la categoría 2B1 – Producción de amoníaco (2022)

Dato de actividad	Valor (tonelada)
Producción de amoníaco	886.236
Producción de urea	1.377.821

Fuente: Elaboración propia

2B2 – Producción de ácido nítrico

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 205. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B2 – Producción de ácido nítrico

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2B2	Producción de ácido nítrico	Emisiones provenientes de la producción de ácido nítrico. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.			Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de CO_2 y CH_4 no se estiman ya que no se presenta un factor de emisión por defecto para realizar la estimación.

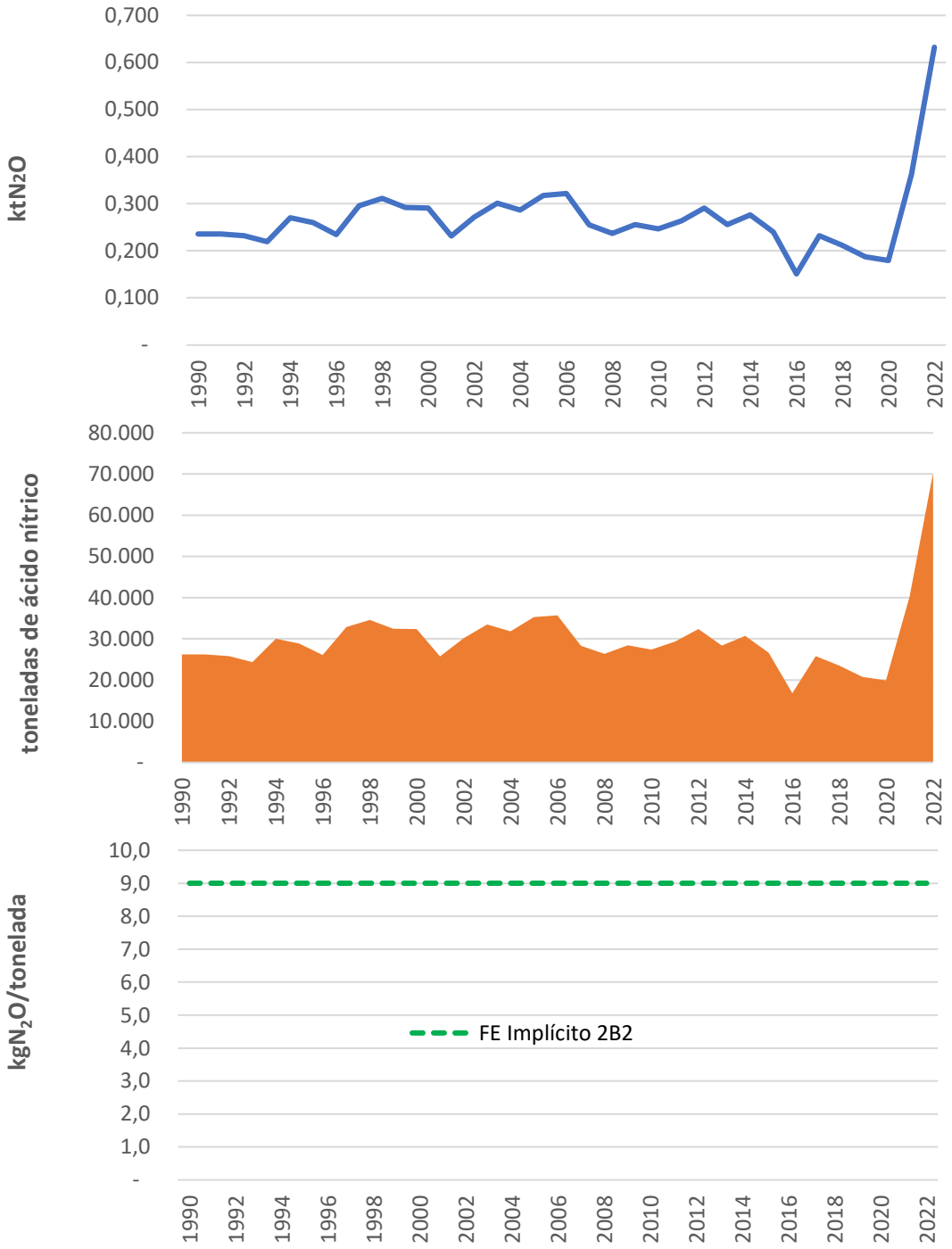
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

Se observa una tendencia estable con oscilaciones propias de la economía, con descensos en los años 2001 y 2008 y una caída más pronunciada en el año 2016 debido a una baja de producción a nivel nacional. A partir del año 2020 se observa un marcado crecimiento de las emisiones debido a la incorporación de una nueva planta de producción de ácido nítrico en 2021. Las emisiones responden a la variación de los datos de actividad ya que se presenta un factor de emisión constante.

Figura 174. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2B2 (1990-2022)

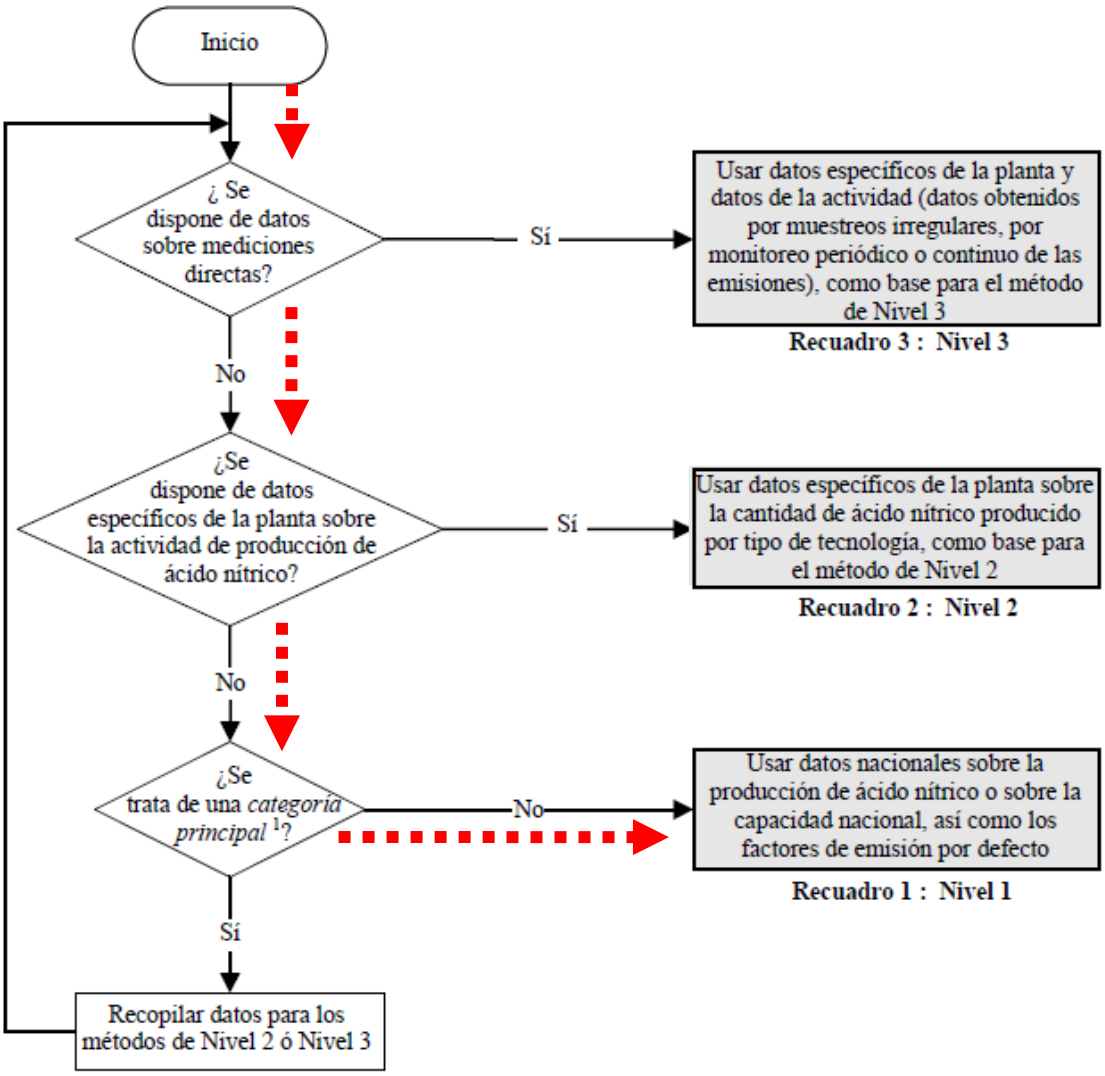


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 36. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de N_2O procedentes de la producción de ácido nítrico



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con estadísticas de producción de ácido nítrico, pero no se encuentra detallada por planta y tecnología, por lo que las emisiones se calculan utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las emisiones de N_2O provenientes de la producción de ácido nítrico se calculan a partir de la producción de ácido nítrico (NAP, por sus siglas en inglés), la cual se multiplica por el factor de emisión correspondiente ($FE_{N2O\ \text{ácido nítrico}}$). Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 3.5 mediante la aplicación de las plantillas de cálculo de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se utilizan factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 206. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 2B2 – Producción de ácido nítrico

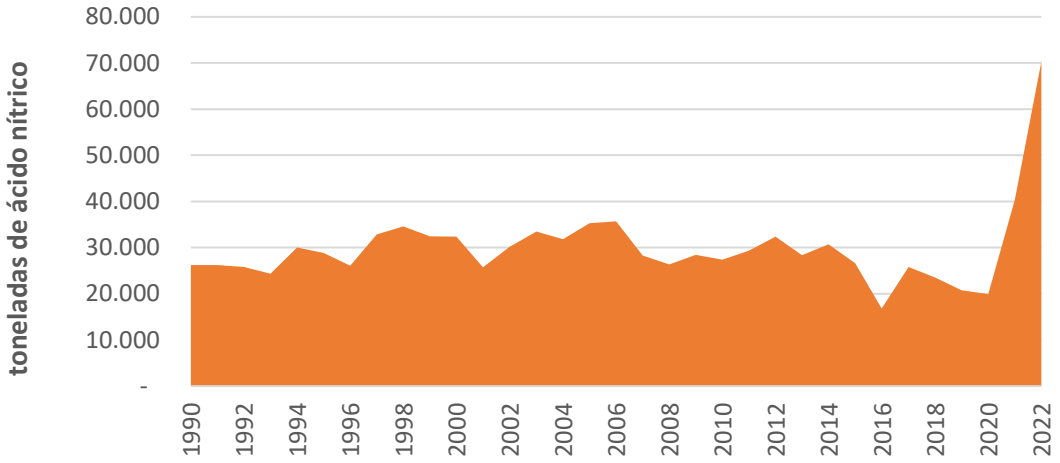
Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{N2O\ ácido\ nítrico}$	Factor de emisión de N_2O de la producción de ácido nítrico.	kg N_2O/t ácido nítrico	9	IPCC 2006 – Cuadro 3.3	Factor de emisión para plantas de alta presión

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Para el año 1990 no hay datos, se asume el mismo valor de 1991. Para los años 1991 y 1992 se toman los valores de producción de amoníaco y producción de urea informados por el IPA en el reporte "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (21 Edición - Agosto 2001)". Para el periodo 1993 a 2022 se tomaron los valores del reporte "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (43 Edición - 2023)".

Figura 175. Evolución de la producción de ácido nítrico



Fuente: Elaboración propia

Tabla 207. Datos de actividad para la categoría 2B2 – Producción de ácido nítrico (2022)

Dato de actividad	Producción de ácido nítrico (toneladas)
Total 2022	70.283

Fuente: Elaboración propia

2B3 – Producción de ácido adípico

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 208. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B3 – Producción de ácido adípico

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2B3	Producción de ácido adípico	Emisiones provenientes de la producción de ácido adípico. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	NO		NO

Fuente: Elaboración propia

No existe producción nacional de ácido adípico.

2B4 – Producción de caprolactama, glioxal y ácido glioxílico

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 209. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B4 – Producción de caprolactama, glioxal y ácido glioxílico

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2B4a	Producción de caprolactama	Emisiones provenientes de la producción de caprolactama. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	NO		NO
2B4b	Producción de glioxal	Emisiones provenientes de la producción de glioxal. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	NO		NO
2B4c	Producción de ácido glioxílico	Emisiones provenientes de la producción de ácido glioxílico. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	NO		NO

Fuente: Elaboración propia

No existe producción nacional de caprolactama, glioxal y ácido glioxílico.

2B5 – Producción de carburo

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 210. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B5 – Producción de carburo

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2B5a	Producción de carburo de silicio	Emisiones provenientes de la producción de carburo de silicio. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	NE	NE	
2B5b	Producción de carburo de calcio	Emisiones provenientes de la producción de carburo de calcio. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	NA	

Fuente: Elaboración propia

La categoría "2B5 – Producción de carburo de silicio" no se estima ya que no se dispone de información consistente y representativa que se pueda emplear como dato de actividad.

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

Se observa un descenso de las emisiones con oscilaciones propias de la economía hasta el año 2000, donde se mantiene una tendencia estable hasta el año 2003 y un crecimiento brusco y puntual en el año 2004. Las emisiones responden a la variación de los datos de actividad ya que se presenta un factor de emisión constante.

Figura 176. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2B5b (1990-2022)

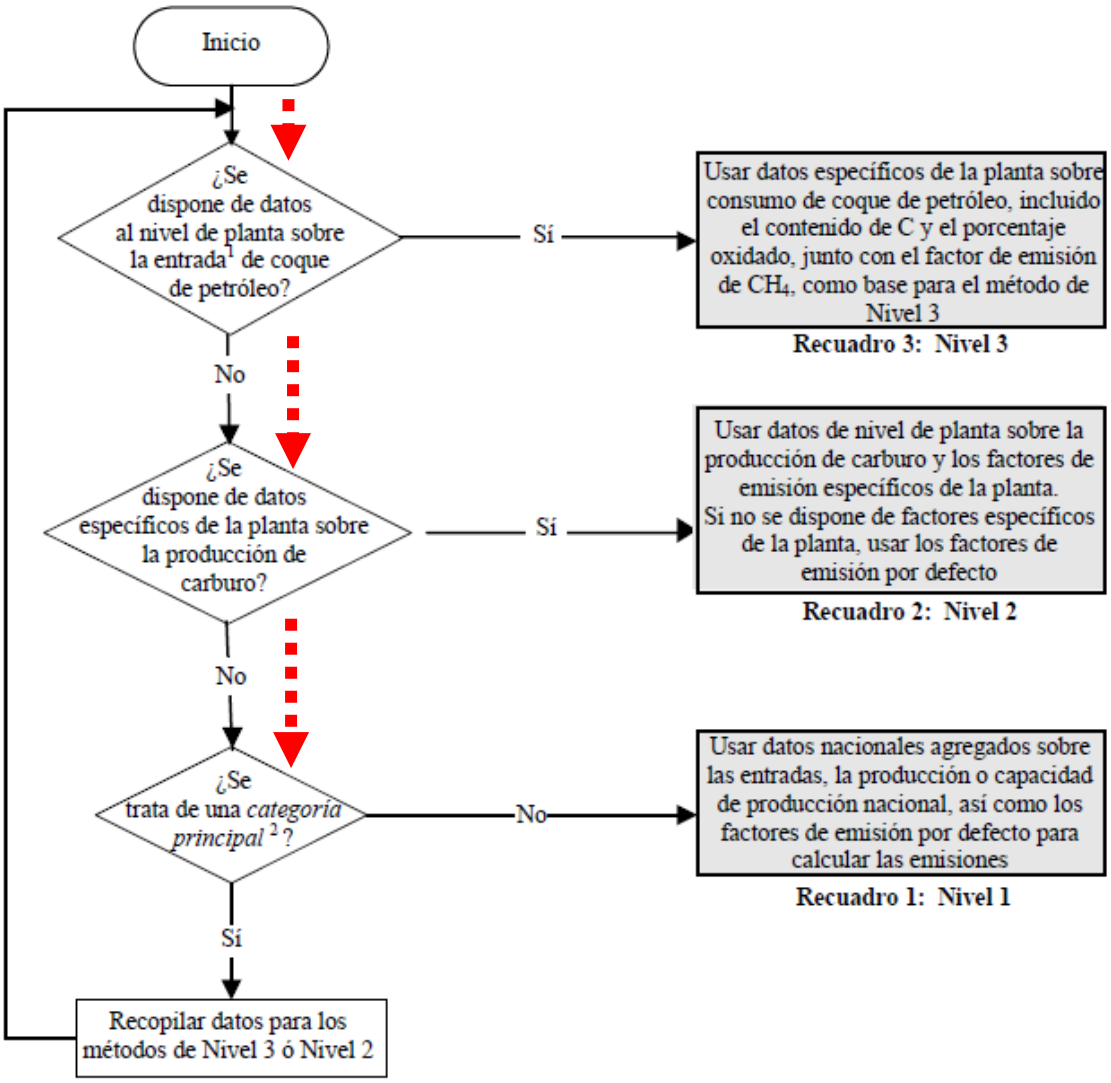


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 37. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de carburo de calcio



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con estadísticas de producción de carburo de calcio, pero no se encuentra detallada por planta, por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 3.11 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Los factores de emisión se utilizan por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. El factor de emisión corresponde a la suma de los factores de emisión asociados a la producción y al uso.

Tabla 211. Parámetros y factor de emisión para la categoría 2B5b – Producción de carburo de calcio

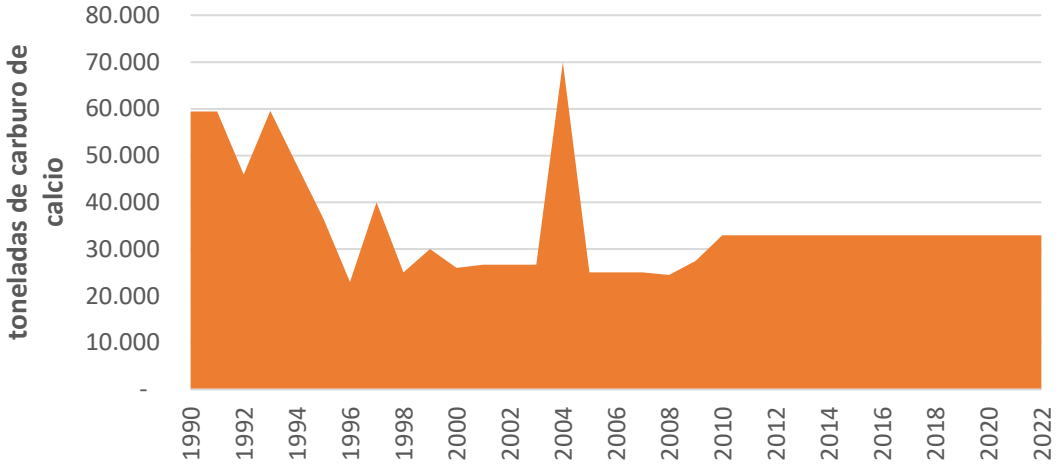
Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CO2\ p\ carburo\ de\ calcio}$	Factor de emisión de CO_2 de la producción de carburo de calcio.	tCO_2/t carburo de calcio	1,090	IPCC 2006 – Cuadro 3.8	Único
$FE_{CO2\ u\ carburo\ de\ calcio}$	Factor de emisión de CO_2 del uso de carburo de calcio.	tCO_2/t carburo de calcio	1,100	IPCC 2006 – Cuadro 3.8	Único
$FE_{CO2\ carburo\ de\ calcio}$	Factor de emisión de CO_2 de la producción y uso de carburo de calcio.	tCO_2/t carburo de calcio	2,190	Calculado	Se calcula como la suma del factor de emisión para la producción y el factor de emisión para el uso. Se asume que el 100% se utiliza en la producción de acetileno y da lugar a emisiones de CO_2.

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Los datos de producción de carburo de calcio han sido reportados por el IPA desde 1991 al 2000 en el reporte “Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (21 Edición - agosto 2001)”. Para el año 1990 se asume el mismo valor que para el año 1991 Para el año 1994 no se reportó valor de producción, por lo que se estima con una interpolación lineal entre los años 1993 y 1995. Para los años 2001-2003 no hay valores de producción reportados, por lo que se utiliza el promedio de los años 2005-2010. Para los años 2004-2010 los datos provienen del Ministerio de Minería de la provincia de San Juan de forma anual. A partir del año 2011 no hay estadísticas de producción, por lo que se asume constante la producción del 2010.

Figura 177. Evolución de la producción de carburo de calcio



Fuente: Elaboración propia

Tabla 212. Datos de actividad para la categoría 2B5b – Producción de carburo de calcio (2022)

Dato de actividad	Producción de carburo de calcio
Total 2022	33.000

Fuente: Elaboración propia

2B6 – Producción de dióxido de titanio

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 213. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B6 – Producción de dióxido de titanio

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2B6	Producción de dióxido de titanio	Emisiones provenientes de la producción de dióxido de titanio. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	NO		

Fuente: Elaboración propia

No existe producción nacional de dióxido de titanio.

2B7 – Producción de carbonato de sodio

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 214. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B7 – Producción de carbonato de sodio

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2B7	Producción de Carbonato de Sodio	Emisiones provenientes de la producción de carbonato de sodio. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1		

Fuente: Elaboración propia

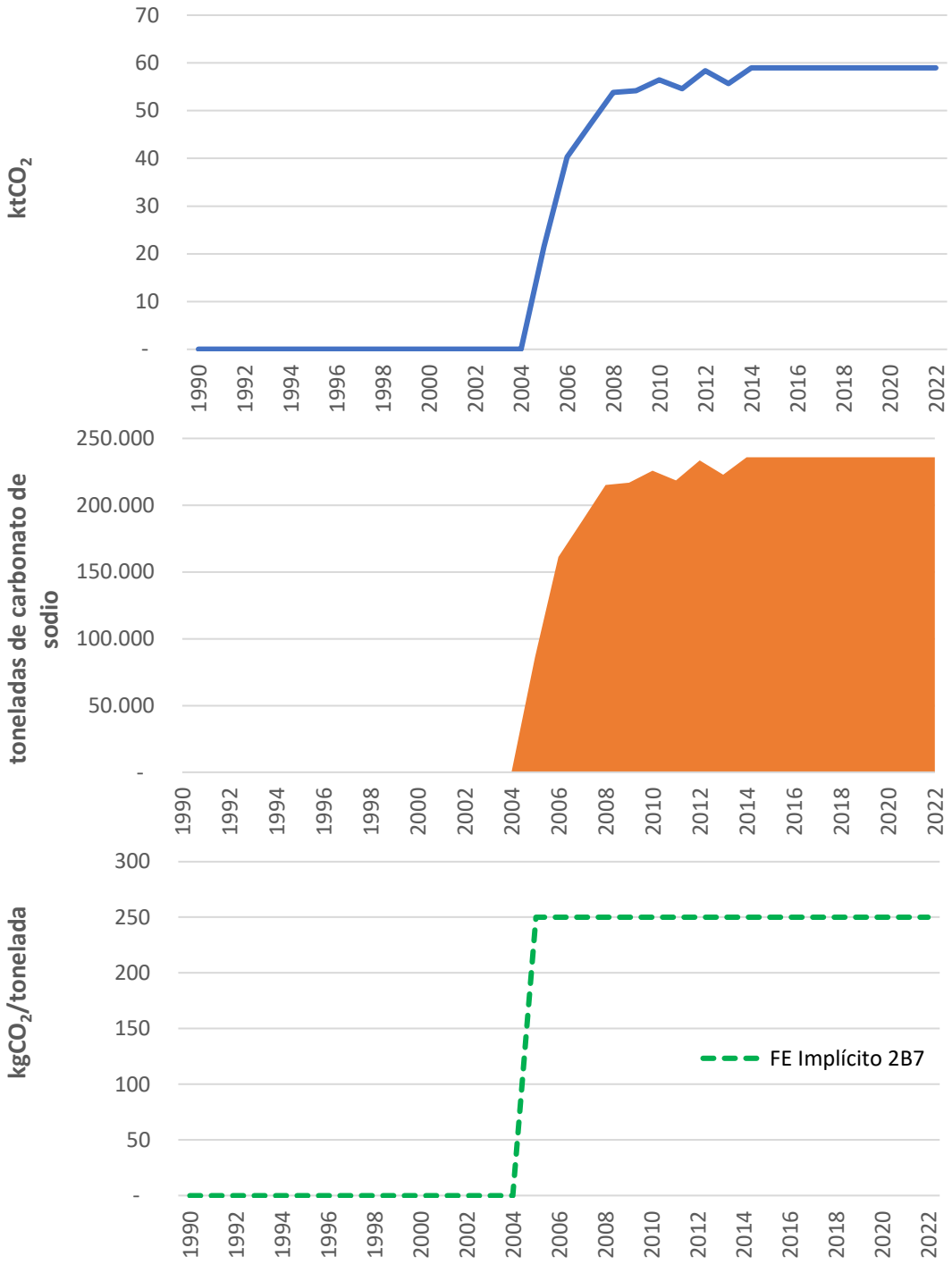
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

La producción de carbonato de sodio inició en el país en el año 2005; a partir de allí se observa una tendencia estable. Las emisiones responden a la variación de los datos de actividad ya que se presenta un factor de emisión constante.

Figura 178. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión 2B7 (1990-2022)

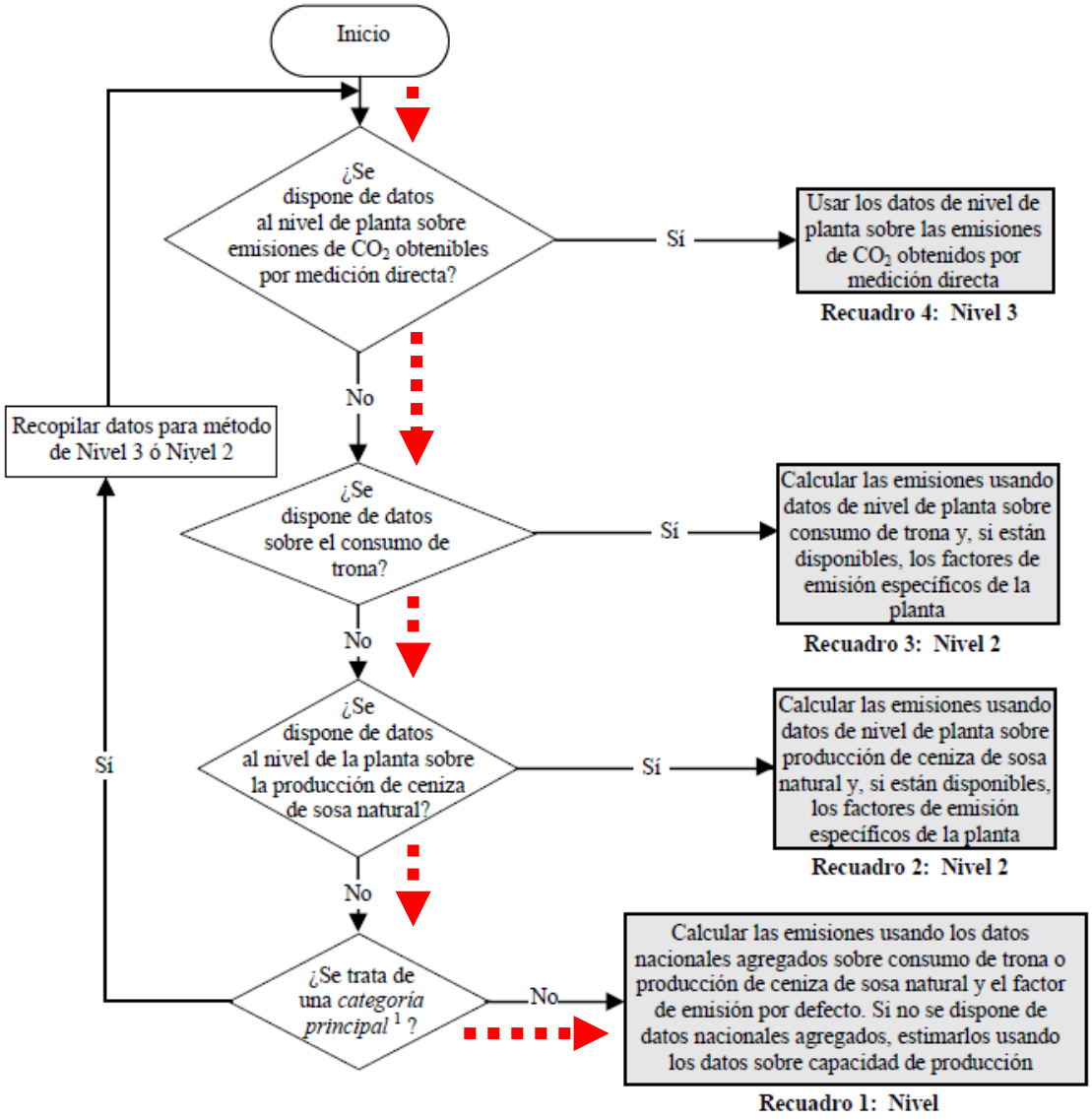


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 38. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de carbonato de sodio



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con estadísticas de producción de carbonato de sodio, pero no se encuentra detallada por planta, combustible y tecnología, por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de carbonato de sodio se calculan a partir de la producción de carbonato de sodio como dato de actividad, la cual se multiplica por el factor de emisión correspondiente ($FE_{CO2\ p\ carbonato\ de\ sodio}$). Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 3.14 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Los factores de emisión se utilizan por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 215. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 2B7 – Producción de carbonato de sodio

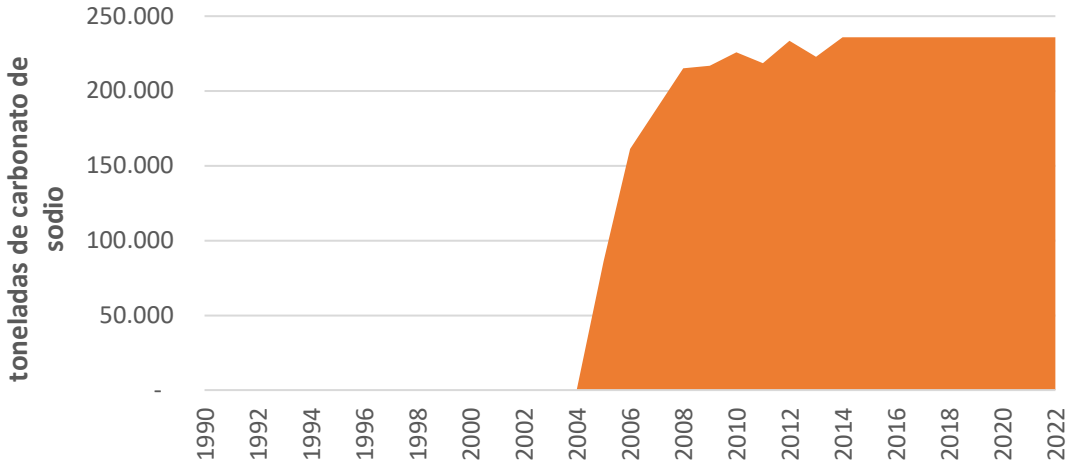
Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CO2\ p}$ carbonato de sodio	Factor de emisión de CO_2 para la producción de carbonato de sodio.	tCO_2/t carbonato de sodio	0,25	European soda ash producers association (ESAPA). Soda Ash Process Breve resumen (BREF) - Issue n° 3 – March 2004, pag. 39	Se considera proceso Solvay.

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

La actividad de producción de carbonato de sodio comenzó en el año 2005. Los datos se obtuvieron del reporte "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina" del IPA (21-Edición para los años 1991 y 1992, y 41- Edición para los años 1993 a 2014). Para los años 2015 a 2022 no se cuenta con información, por lo que se asume constante el valor del 2014.

Figura 179. Evolución de la producción de carbonato de sodio



Fuente: Elaboración propia

Tabla 216. Datos de actividad para la categoría 2B7 – Producción de carbonato de sodio (2022)

Dato de actividad	Producción de carbonato de sodio (tonelada)
Total 2022	235.920

Fuente: Elaboración propia

2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 217. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2B8a	Producción de metanol	Emisiones provenientes de la producción de metanol. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	Nivel 1	
2B8b	Producción de etileno	Emisiones provenientes de la producción de etileno. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	Nivel 1	
2B8c	Producción de dicloruro de etileno y monómero de cloruro de vinilo	Emisiones provenientes de la producción integrada de dicloruro de etileno y monómero de cloruro de vinilo. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	Nivel 1	
2B8d	Producción de óxido de etileno	Emisiones provenientes de la producción de óxido de etileno, cubre la producción de óxido de etileno por la reacción de etileno y oxígeno mediante oxidación catalítica.	NO	NO	
2B8e	Producción de acrilonitrilo	Emisiones provenientes de la producción de acrilonitrilo. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	NO	NO	
2B8f	Producción de negro de humo	Emisiones provenientes de la producción de negro de humo. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	Nivel 1	

Fuente: Elaboración propia

No existe producción nacional de acrilonitrilo ni de óxido de etileno.

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

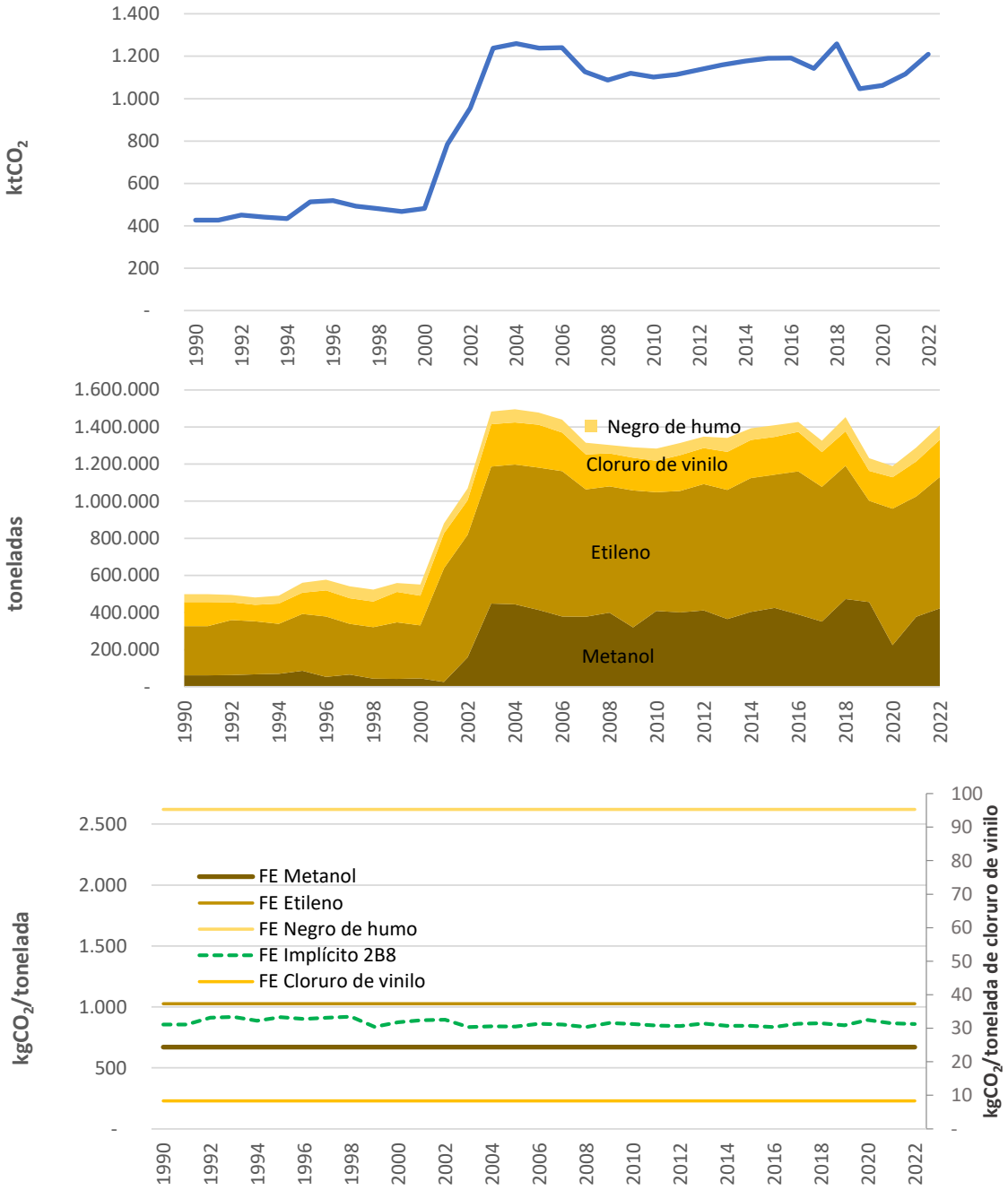
No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

Se observa una tendencia relativamente estable con algunas oscilaciones propias de la economía, y un crecimiento brusco en el período 2000-2003 debido a la incorporación de varias plantas de producción petroquímica. Se destaca una disminución de la producción durante el año 2020 debido al impacto de la pandemia de COVID-19, donde a partir de allí, se recuperan las actividades y comienzan a incrementarse las emisiones. La tendencia de las emisiones se debe a

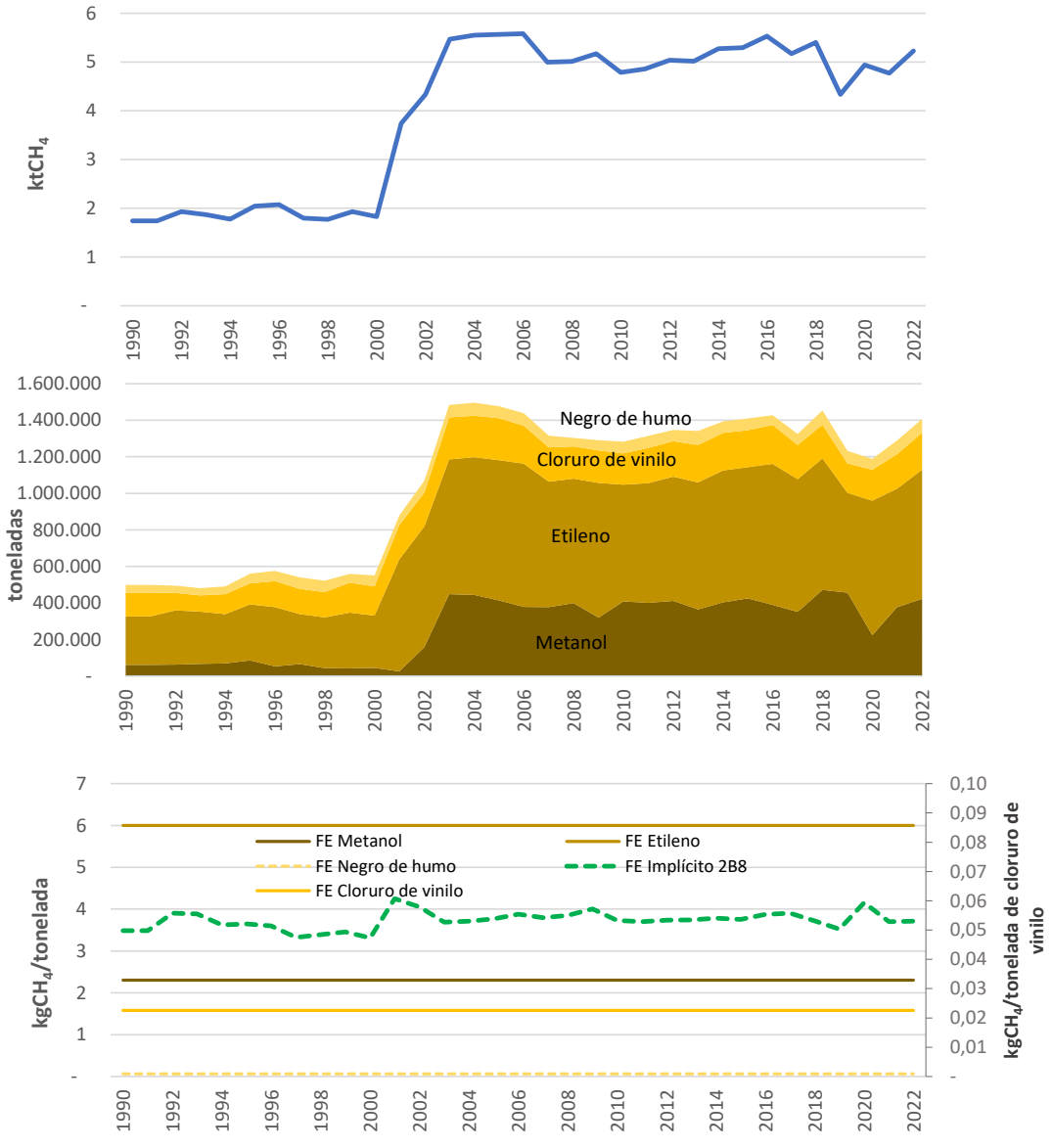
los datos de actividad ya que los factores de emisión son constantes. Cabe señalar que el factor de emisión implícito presenta variaciones debidas a los cambios de la participación relativa de cada producto.

Figura 180. Evolución de la tendencia de emisiones de CO_2, dato de actividad y factor de emisión 2B8 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 181. Evolución de la tendencia de emisiones de CH_4, dato de actividad y factor de emisión implícito 2B8 (1990-2022)

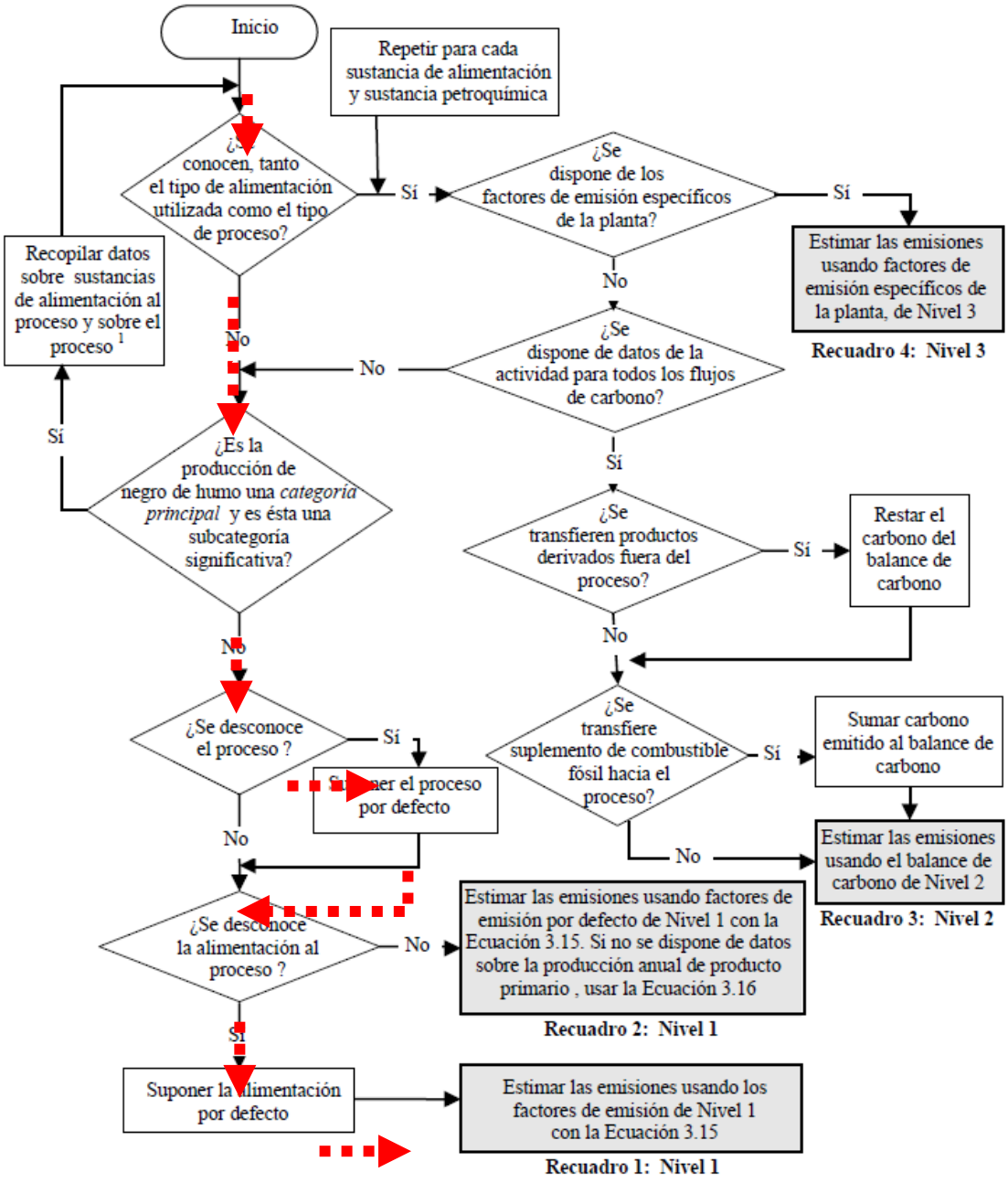


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

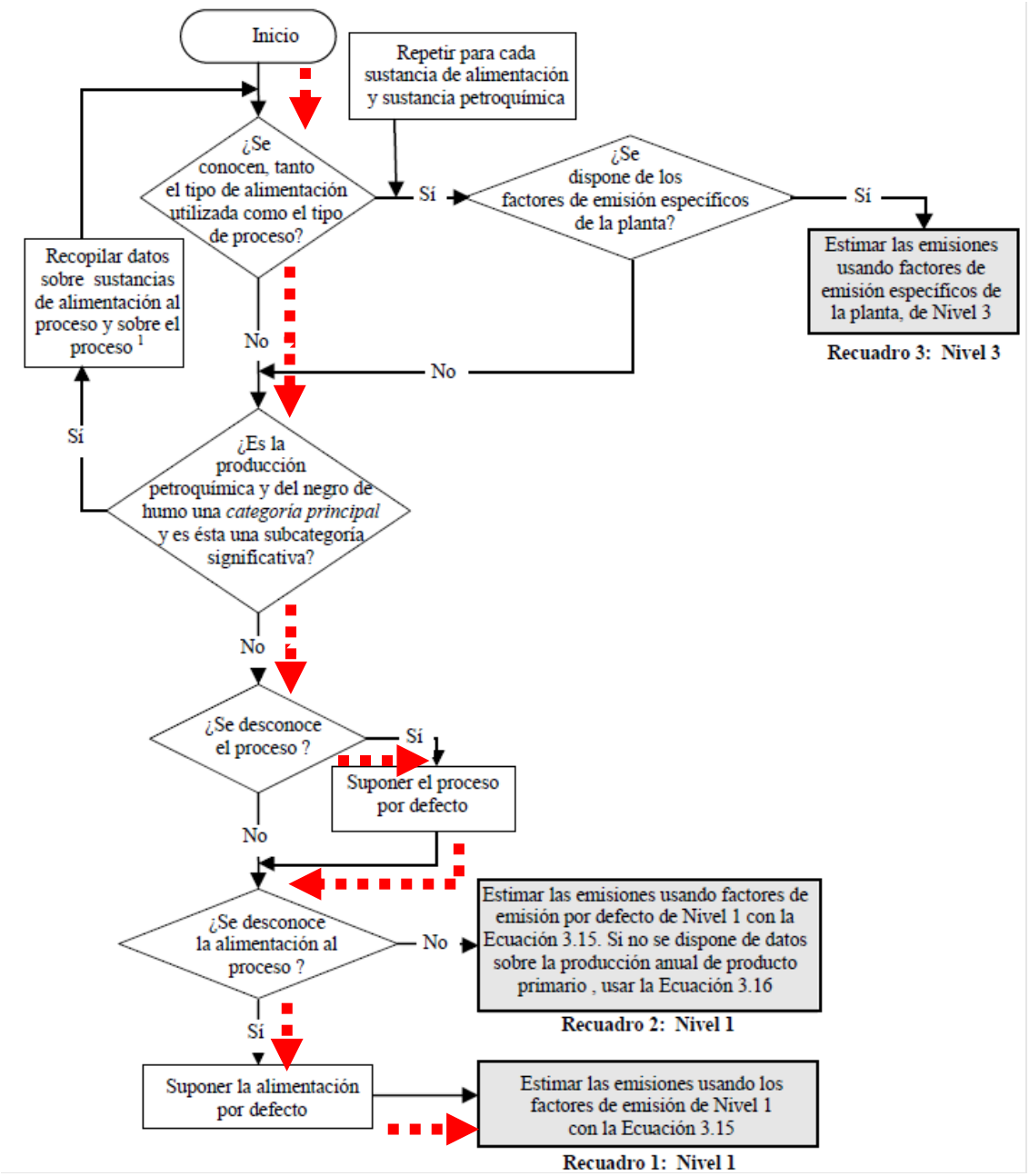
Ilustración 39. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción petroquímica y de negro de humo



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con estadísticas de producción, pero no se encuentra detallada por planta, combustible y tecnología, por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 3.15 de las Directrices del IPCC de 2006.

Ilustración 40. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 procedentes de la producción petroquímica y de negro de humo



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Las emisiones de CH_4 provenientes de la industria petroquímica y de negro de humo se calculan a partir de la producción nacional de los productos; se utiliza el método de cálculo Nivel 1.

En el marco del proyecto CBIT Argentina, se evaluaron las categorías que podrían estar afectadas por doble conteo u omisiones en los Sectores Energía y Procesos Industriales y Uso de Productos. La categoría "2B8a – Producción de Metanol" fue una de las identificadas con doble conteo de emisiones en el IBA5, por ello en el IBT1 se deducen de la categoría "1A2c - Productos Químicos" (sector Energía) las emisiones de CO_2 asociadas al consumo total de gas natural (para la combustión y para el proceso) de la producción de metanol, ya que ésta se reporta en el Sector

PIUP. Cabe aclarar que desde 1990 a 1994 las estadísticas no discriminan los valores de gas distribuido por redes entregado a grandes usuarios por código CIIU, por lo cual para los años desde 1990 a 1994 dichas emisiones se descuentan de la categoría "1A2gviii – Industria no especificada". En ese sentido, se realizó un tratamiento de los datos de actividad para asignar la producción de metanol por provincia, de acuerdo con la capacidad instalada de cada planta.

Factor de emisión

Se utilizan factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 218. Parámetros y factores de emisión para la categoría 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CO2\ metanol}$	Factor de emisión de CO_2 de la producción de metanol.	tCO_2/t metanol	0,67	IPCC 2006 – Cuadro 3.12	Proceso por defecto y alimentación en gas natural por defecto
$FE_{CH4\ metanol}$	Factor de emisión de CH_4 de la producción de metanol.	kg CH_4/t metanol	2,3	IPCC 2006 – Página 3.76	Único
$FE_{CO2\ etileno}$	Factor de emisión de CO_2 para la producción de etileno.	tCO_2/t etileno	0,76	IPCC 2006 – Cuadro 3.14	Factor de emisión por uso de la alimentación al proceso. Se considera etano como sustancia de alimentación al proceso (principal producción en el país).
$FE_{CO2\ etileno}$	Factor de emisión de CO_2 para el uso de etileno como combustible.	tCO_2/t etileno	0,19	IPCC 2006 – Cuadro 3.14	Factor de emisión por uso de etileno como combustible para alimentación energética.
GAF	Factor de ajuste geográfico para el factor de emisión de CO_2 del etileno.	%	110	IPCC 2006 – Cuadro 3.15	Para plantas en Sudamérica
$FE_{CO2\ etileno\ ajustado}$	Factor de emisión de CO_2 para la producción de etileno con ajuste geográfico.	tCO_2/t etileno	0,836	Calculado	Para plantas en Sudamérica

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CH4\ etileno}$	Factor de emisión de CH_4 para la producción de etileno.	tCH_4/t etileno	0,006	IPCC 2006 – Cuadro 3.16	Se considera etano como sustancia de alimentación al proceso (principal producción en el país)
$FE_{CO2\ cloruro\ de\ vinilo}$	Factor de emisión de CO_2 para la producción de cloruro de vinilo	tCO_2/t cloruro de vinilo	0,0083	IPCC 2006 – Cuadro 3.17	Proceso equilibrado (por defecto). Factor de emisión por venteo
$FE_{CH4\ cloruro\ de\ vinilo}$	Factor de emisión de CH_4 para la producción de cloruro de vinilo.	kg CH_4/t cloruro de vinilo	0,0226	IPCC 2006 – Cuadro 3.19	Planta de producción integrada de 1,2 etilen dicloruro/Cloruro de Vinilo Monómero (EDC/VCM) (por defecto)
$FE_{CO2\ negro\ de\ humo}$	Factor de emisión de CO_2 para la producción de negro de humo.	tCO_2/t negro de humo	2,62	IPCC 2006 – Cuadro 3.23	Proceso del negro de horno (por defecto)
$FE_{CH4\ negro\ de\ humo}$	Factor de emisión de CH_4 para la producción de negro de humo.	kg CH_4/t negro de humo	0,06	IPCC 2006 – Cuadro 3.24	Con tratamiento térmico (por defecto)

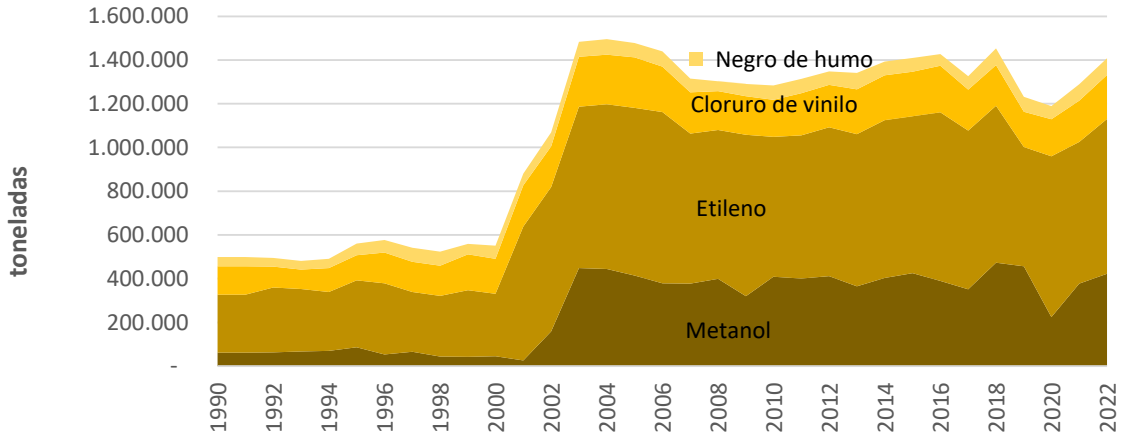
Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Para el año 1990 no hay datos, se estima el mismo valor de 1991. Para los años 1991 y 1992 se utilizan las producciones informadas en el reporte “Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (21 Edición - Agosto 2001)” del IPA. Para el resto de los años se utilizan las producciones informadas en el reporte “Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (43 Edición - 2023)” del IPA. Se observa el gran crecimiento del sector entre los años 2000 y 2003.

Particularmente para la producción de metanol se realiza un tratamiento de los datos de actividad, para asignar la producción por provincia de acuerdo con la capacidad instalada de las plantas de producción de metanol reportadas en el informe “Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina” (versiones 39, 41 y 43). Este abordaje se aplica a partir del año 2010.

Figura 182. Evolución de la producción petroquímica y de negro de humo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 219. Datos de actividad para la categoría 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo (2022)

Nombre	Valor (tonelada)
Producción de metanol	422.389
Producción de etileno	707.675
Producción de cloruro de vinilo	201.954
Producción de negro de humo	75.658

Fuente: Elaboración propia

2B9 – Producción fluoroquímica

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 220. Fuentes nacionales de emisión de HFC-23 y SF_6 – 2B9 – Producción fluoroquímica

Código Categoría	Categoría	Definición	HFC-23	SF_6
2B9ai	Producción de HCFC-22	Emisiones provenientes de la producción de HCFC-22. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	NO
2B9b	Emisiones fugitivas de la producción fluoroquímica	Emisiones del producto principal del proceso para fabricarlo. La producción fluoroquímica en este contexto se limita a HFC, PFC, SF_6 y a otros gases halogenados con potencial de calentamiento atmosférico que se enumeran en los informes de evaluación del IPCC.	NO	NO

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de la categoría "2B9b – Emisiones fugitivas de la producción fluoroquímica" no se calculan ya que el país no cuenta con producción local.

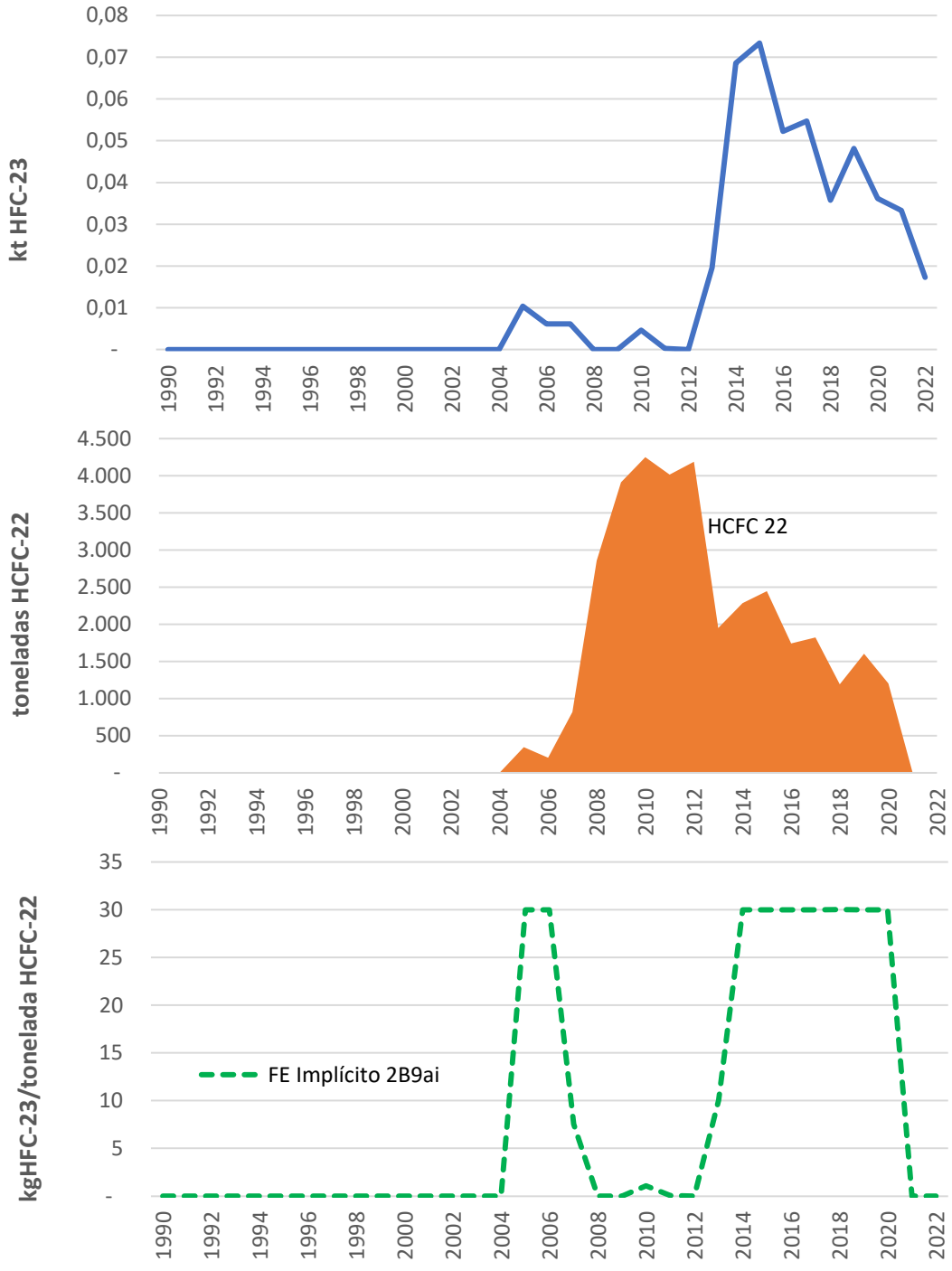
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

Se observa una tendencia decreciente entre los años 2005-2012. A partir del año 2007 se implementa un sistema de destrucción de HFC-23 en la única planta productora del país, como parte de un proyecto MDL. Desde el año 2013 en adelante la destrucción cesa hasta el año 2022 que comienza a destruirse nuevamente. La tendencia de las emisiones se debe a la evolución de los datos de actividad que varía en función de la producción de HCFC-22 cuando no hay destrucción de HFC-23. En ese sentido, se destaca una disminución de las emisiones a partir del año 2014, debido al decrecimiento de la producción del HCFC-22. En el período durante el cual se destruyó HFC-23, las emisiones se redujeron considerablemente.

Figura 183. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2B9ai (1990-2022)

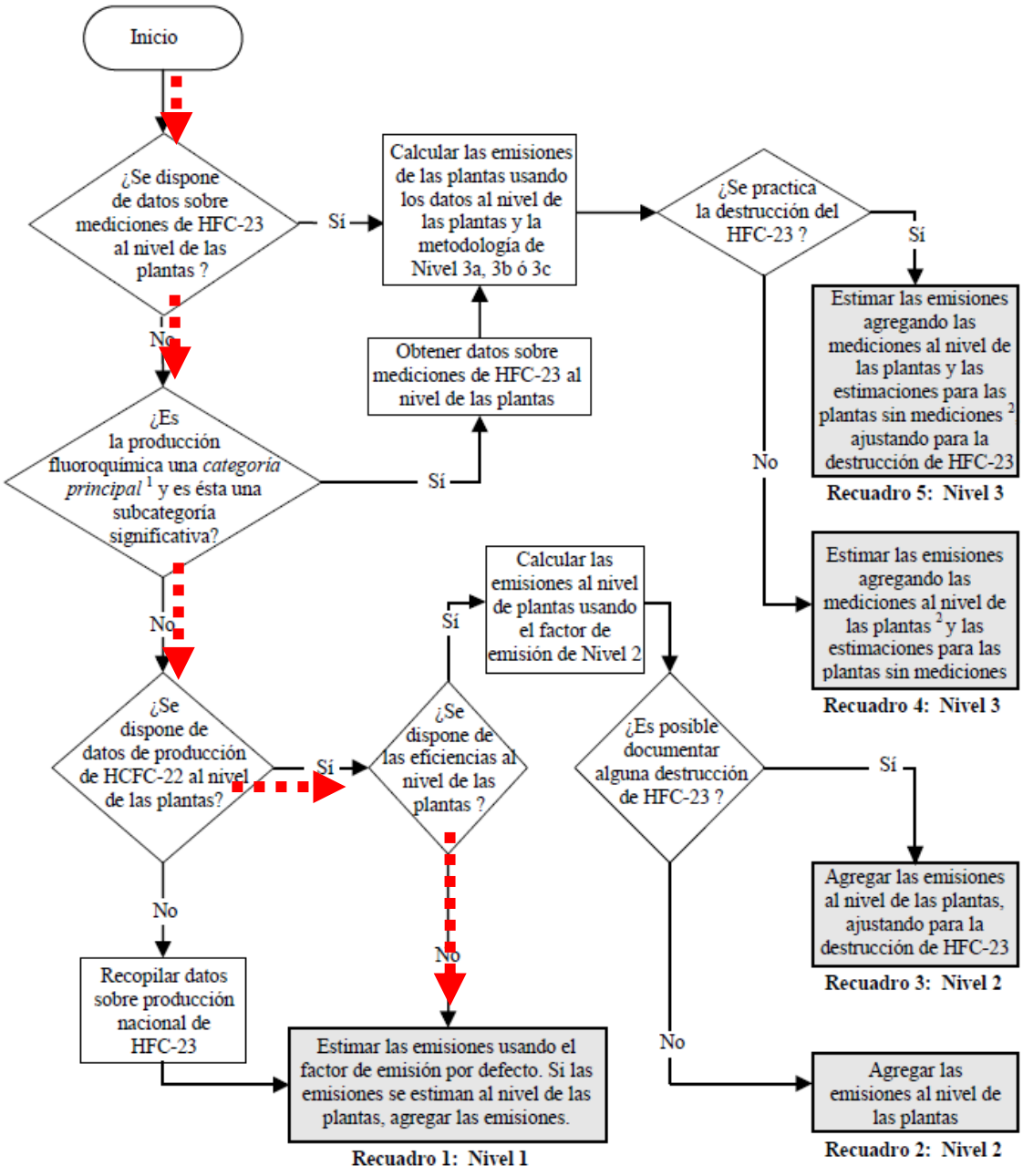


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 41. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de HFC-23 procedentes de la producción de HCFC



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con estadísticas de producción de HCFC-22 pero no se cuenta con información de eficiencias ni mediciones de HFC-23, por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las emisiones de HFC-23 provenientes de los productos derivados de la producción fluoroquímica se calculan a partir de la producción de HCFC-22, la cual se multiplica por el factor de emisión correspondiente (FE_{HFC-23}) según la ecuación 3.30 de las

Directrices del IPCC de 2006, descontando la cantidad de HFC-23 destruida, en los casos donde se cuenta con dicha información.

Factor de emisión

Los factores de emisión se utilizan por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 221. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 2B9ai – Producción de HCFC-22

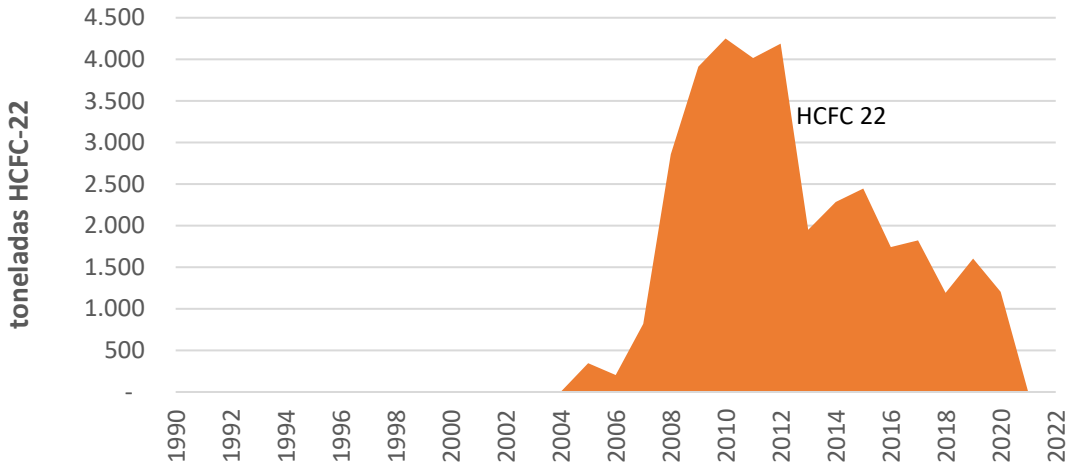
Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_{HFC-23}	Factor de emisión de HFC-23 para la producción de HCFC-22.	kg HFC-23/kg HCFC-22	0,03	IPCC 2006 – Cuadro 3.28	Plantas de diseño reciente, no optimizadas específicamente.

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Para el período 1990-2020 los datos de actividad de productos derivados de la producción fluoroquímica son provistos por la OPROZ, al igual que los datos de destrucción de HFC-23 que se basan en los informes de monitoreo presentados por el proyecto MDL a la CMNUCC. A su vez, en este ciclo de reporte, se obtuvieron datos específicos de producción de HFC-23 para 2021, y de producción y destrucción de HFC-23 para el año 2022 de dicha fuente de información.

Figura 184. Evolución de la producción de HCFC-22



Fuente: Elaboración propia

Tabla 222. Datos de actividad para la categoría 2B9ai – Producción de HCFC-22 (2022)

Dato de actividad	Producción de HCFC-22 (toneladas)
Total 2022	0

Fuente: Elaboración propia

2B10 – Otros

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 223. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B10 – Otros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2B10a	Producción de hidrógeno	Emisiones provenientes de la producción de hidrógeno.	NE	NA	NA
2B10b	Otros	Emisiones provenientes de la producción de otros productos.	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia

La categoría “2B10a – Producción de hidrógeno” no se estima debido a que no se dispone de información consistente y representativa que se pueda emplear como dato de actividad.

Análisis de incertidumbre

Tabla 224. Incertidumbres de la categoría 2B – Industria química (2022)

Código Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE				Incertidumbre combinada				Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
		CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	CO_2	CH_4	N_2O	HFC-23			
2B1	5%	7%				8,6%				3,36E-08%	0,3%	1,44E-07%
2B2	2%			40%				40%		2,80E-08%	0,01%	1,20E-07%
2B5	5%	10%				11,2%				4,06E-10%	0,03%	1,74E-09%
2B7	5%	20%				20,6%				9,20E-10%	0,02%	3,94E-09%
2B8a	5%	30%	50%			30,4%	50,2%			4,72E-08%	0,1%	0,0001%
2B8b	5%	30%	10%			30,4%	11,2%			3,04E-07%	0,3%	0,0002%
2B8c	5%	15%	10%			15,8%	11,2%			4,38E-13%	0,001%	3,26E-12%
2B8f	5%	15%	85%			15,8%	85,1%			6,11E-09%	0,1%	0,0001%
2B9a	5%				50%				50,2%	7,24E-08%	0,1%	3,10E-07%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realiza utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplican las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[165], se deben realizar controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Controlar que las producciones totales de amoníaco, urea, ácido nítrico, carburo de calcio, carbonato de sodio, metanol, etileno, cloruro de vinilo, negro de humo y HCFC-22 empleadas en los cálculos de cada año sean iguales a los totales reportados en las fuentes originales del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

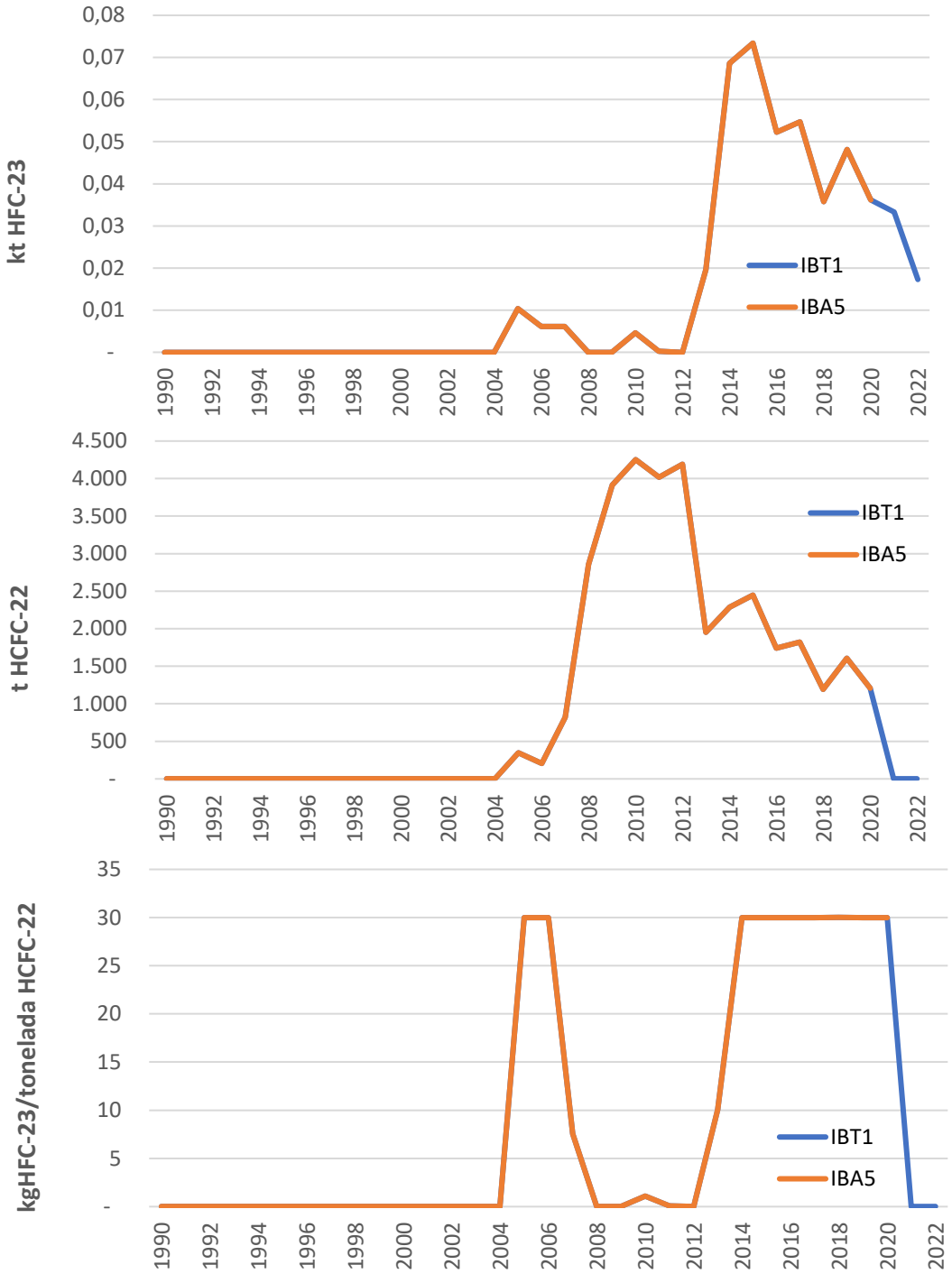
En el marco del proyecto CBIT Argentina se evaluaron las categorías afectadas por doble conteo u omisiones en los Sectores Energía y Procesos industriales y uso de productos. Se detallan a continuación las mejoras realizadas:

- Categoría “2B1 - Producción de amoníaco” y “2B8a – Producción de Metanol”: se identificaron dos casos de doble conteo de emisiones en el sector PIUP del IBA5. En el IBT1, dichas emisiones de CO_2 se dedujeron de la categoría 1A2c (sector Energía). Para ello se realizó un tratamiento de los datos de actividad, asignando la producción de amoníaco y metanol por provincia de acuerdo con la capacidad instalada de cada planta.
- Categoría “2B8b – Producción de Etileno”: se identificó un caso de omisión de emisiones en el IBA5. Dichas emisiones de CO_2 (originadas de la combustión del etileno asociadas al uso de combustible para la alimentación energética) fueron estimadas en el IBT1 aplicando el factor de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 y reportadas en la categoría “2B8b – Producción de Etileno”.

A su vez se ajustaron los valores de los GWP acorde al AR5 para la estimación de las emisiones de la categoría “2B – Industria química”.

[165] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 185. Comparativa tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para HFC-23- 2B9ai (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Industria de los metales (2C)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría “2C – Industria de los metales” se detalla a continuación.

Tabla 225. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2C – Industria de los metales

Sistema de archivo	
Procedimiento	2C_P_00
Ruta de acceso	01_INGEI/2_PIUP
Hoja de trabajo	2C_HT_1990-2022_00
Incertidumbres	2C_IN_2022_00
Datos de actividad	2C_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

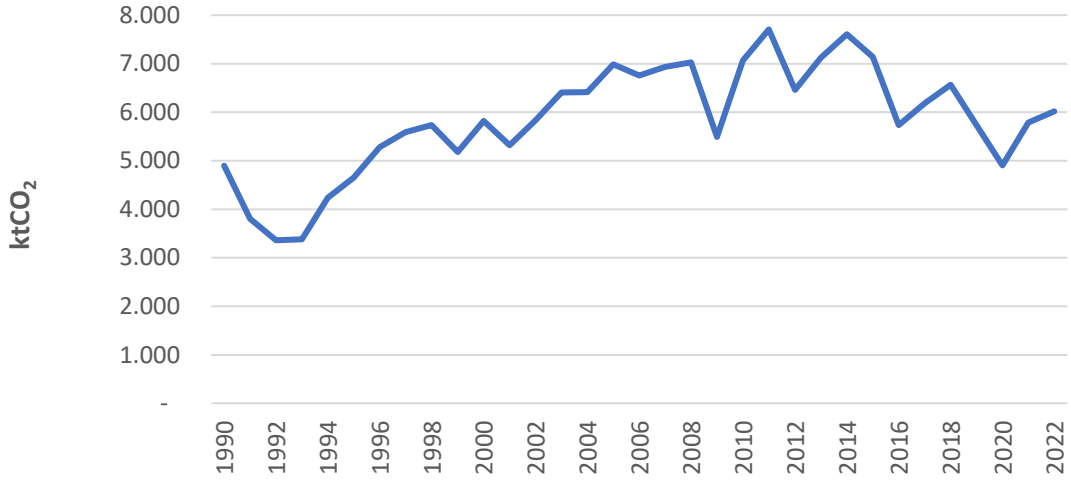
Descripción

En esta categoría se incluyen las emisiones correspondientes a los procesos de producción de los metales a partir del mineral correspondiente. En la mayoría de los casos, los minerales contienen el metal asociado con otros elementos. Para poder obtener el metal, se debe realizar un proceso de reducción durante el cual se generan las emisiones de GEI.

Tendencia de las emisiones de GEI

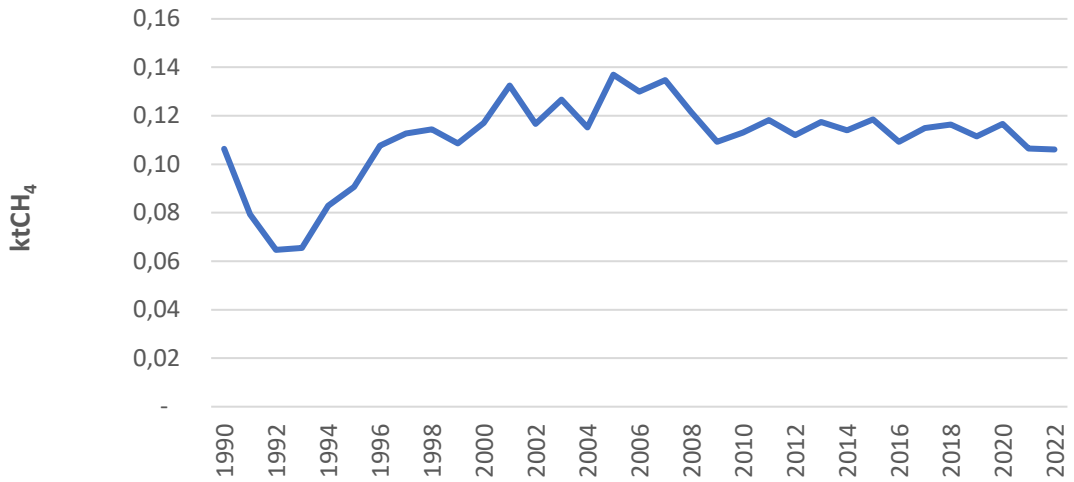
Las emisiones de CO_2, CH_4, CF_4 y C_2F_6 siguen la tendencia del nivel de producción de las industrias. En el caso de la tendencia de las emisiones de CF_4 y C_2F_6, el comportamiento se ve notoriamente afectado por la disminución de los valores de los factores de emisión de ambos gases. Esto se debe a que, en el año 2006, se llevó a cabo un proceso de optimización de la tecnología de producción de aluminio.

Figura 186. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2 2C (1990-2022)



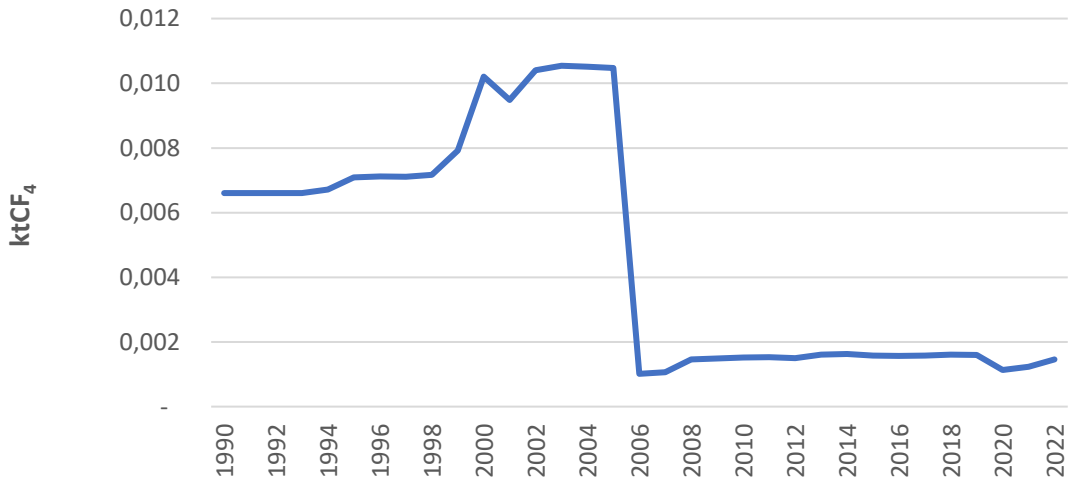
Fuente: Elaboración propia

Figura 187. Evolución de la tendencia de emisiones para CH_4 2C (1990-2022)



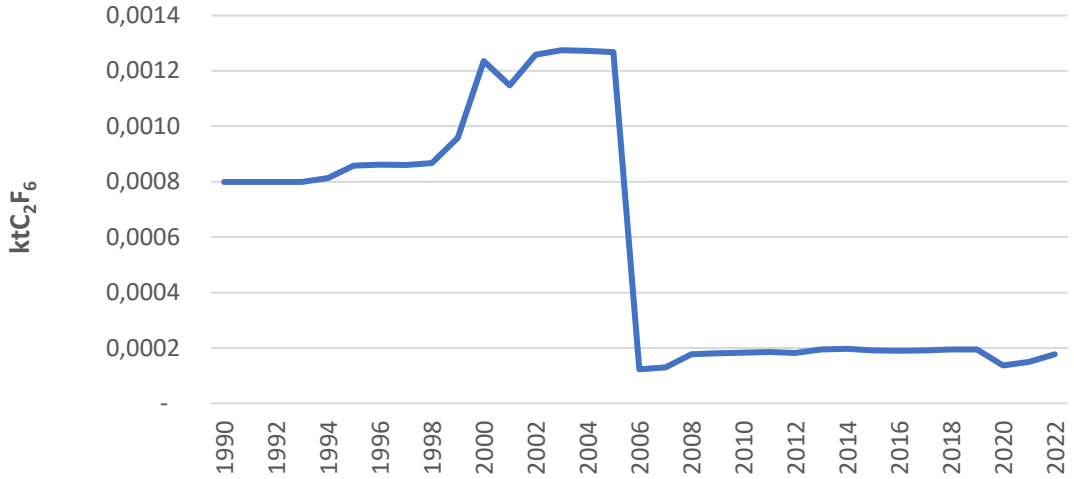
Fuente: Elaboración propia

Figura 188. Evolución de la tendencia de emisiones para CF_4 2C (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 189. Evolución de la tendencia de emisiones para C_2F_6 2C (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Se calculan las emisiones de CO_2 y CH_4 empleando el método de cálculo Nivel 1 y utilizando las ecuaciones 4.15, 4.18, 4.20 y 4.33 de las Directrices del IPCC de 2006 y las ecuaciones 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Se calculan las emisiones de CF_4 y C_2F_6 de la categoría "2C3 – Producción de aluminio" empleando el método de cálculo Nivel 3 y utilizando la ecuación 4.27 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 226. Información sectorial para la categoría 2C (CO_2, CH_4 y N_2O)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Cantidad de producción/consumo		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	Descripción	(kt)	(t/t)			(kt)		
2.C. Industria de los metales						6.020,70	0,11	NA
2.C.1. Producción de hierro y acero						5.284,89	0,09	
2.C.1.a. Acero	Producción de acero	4.555,28	0,86	NA,NO		3.910,02	NA	
2.C.1.b. Arrabio	Producción de arrabio	14,27	1,43	NA,NO		20,41	NA	
2.C.1.c. Hierro reducido directo	Producción de hierro reducido directo	1.541,98	0,7	IE,NO		1.079,39	IE	
2.C.1.d. Sinterizado	Producción de sinterizado	1.309,88	0,21	0,07		275,07	0,09	
2.C.1.e. Pellet	Producción de pellets	NO	NO	NO		NO	NO	
2.C.1.f. Otros (sírvase especificar)						NA	NA	
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	Producción de ferroaleaciones	13,10	3,49	0,001		45,66	0,01	
2.C.3. Producción de aluminio	Producción de aluminio	400,04	1,60			640,06		
2.C.4. Producción de magnesio	Producción de magnesio	NE	NE,NO			NE		
2.C.5. Producción de plomo	Producción de plomo	NE	NE,NO			NE		
2.C.6. Producción de zinc	Producción de zinc	29,12	1,72			50,09		
2.C.7. Otros						NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[166].

[166] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra la recuperación ya que no ocurre en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 227. Información sectorial para la categoría 2C (Gases F)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS	EMISIONES
	Descripción	(t)	(kg/t)	(t)
2.C. Industria de los metales				
2.C.3. Producción de aluminio				
2.C.3.a. Emisiones de subproductos				
CF_4	Producción de aluminio primario	400,04	3,66	1,47
C_2F_6	Producción de aluminio primario	400,04	0,44	0,18
2.C.3.b. Gases F utilizados en fundiciones				

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[167].

Factores de emisión

Para la categoría "2C1 – Producción de hierro y acero" se emplean los valores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019.

Para la categoría "2C2 – Producción de ferroaleaciones" se emplean factores de emisión de CO_2 y CH_4 para la producción de ferroaleaciones calculados en base a valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Para la categoría "2C3 – Producción de aluminio", los factores de emisión de CF_4 y C_2F_6 para la producción de aluminio primario se construyen empleando el Método de Sobretensión de las Directrices del IPCC de 2006.

Para el resto de las fuentes de emisión se emplean valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para los factores de emisión de CO_2 y CH_4.

Datos de Actividad

A continuación, se resumen las principales fuentes de información utilizadas:

CAA: comenzó sus actividades en 1945 y reúne a todas las empresas siderúrgicas que producen acero en el país. De esta fuente se obtienen datos de producción de acero por tipo de tecnología: acero por horno de arco eléctrico (EAF, por su siglas en inglés) y por horno básico de oxígeno (BOF, por su siglas en inglés), producción de sinterizado, hierro esponja y arrabio no procesado a nivel nacional para el período 2008-2022. Se actualizó la serie histórica de producción para el período 1990-2007, para la cual se desarrolló una técnica de empalme a fin de mantener la coherencia en la serie temporal de emisiones.

Ministerio de Minería de la provincia de San Juan: de esta fuente se obtienen datos de producción de ferroaleaciones y metal silicio de forma anual. El último año informado respecto de la producción de ferroaleaciones fue el 2010. En el caso de la producción de metal silicio, se consideran los datos para el período 2004-2008 publicados por esta fuente.

CAIAMA: fue fundada en 1949 y representa y agrupa a los empresarios de todo el espectro industrial del aluminio, desde la producción de la materia prima hasta la producción y comercialización de productos semielaborados y elaborados. De esta

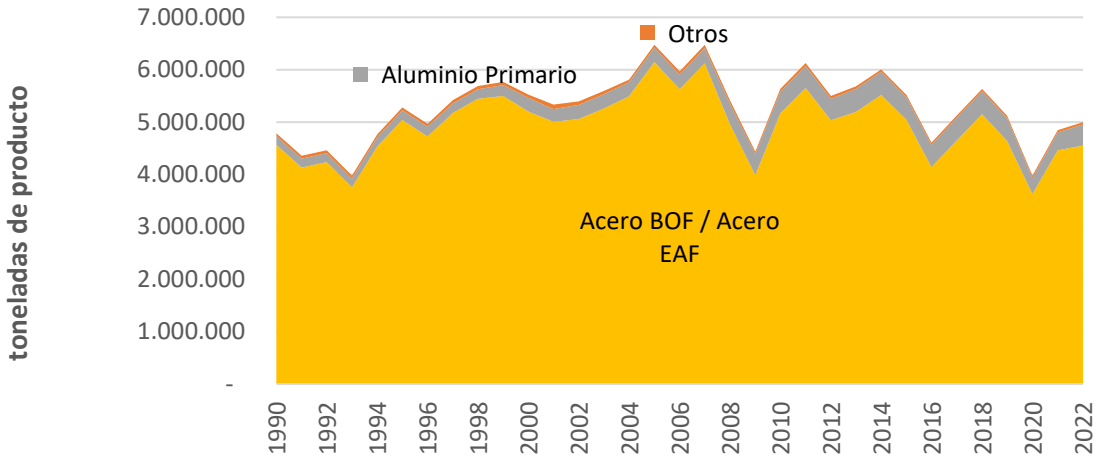
[167] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra la recuperación y aquellos gases que no ocurren en estas categorías. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

fuente se obtienen datos de producción de aluminio primario en forma anual y a nivel nacional.

INDEC: es un organismo público descentralizado de carácter técnico, dentro de la órbita del Ministerio de Economía de la Nación, que ejerce la dirección superior de todas las actividades estadísticas oficiales que se realizan en la República Argentina. De esta fuente se obtienen datos de producción de zinc electrolítico en forma anual y a nivel nacional. Sin embargo, el último año informado fue el 2014, desde entonces se asume ese valor de manera constante.

Los datos de actividad de esta categoría siguen la tendencia propia del sector y la situación económica del país a lo largo de la serie temporal. Se observa la influencia de la producción de acero crudo con algunas caídas en la producción a lo largo de toda la serie temporal. En el año 1992 se registra una baja debido a la reestructuración del sector, en el año 2012 debido a reparaciones programadas en plantas y en los años 1999, 2001, 2009 y 2016 debido a la baja de demanda resultante de la situación económica, así como en el año 2020 debido al impacto de la pandemia de COVID-19, mostrando una recuperación en las actividades a partir del año 2021.

Figura 190. Evolución de la producción de la industria de los metales



Fuente: Elaboración propia

2C1 – Producción de hierro y acero

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 228. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C1 – Producción de hierro y acero

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2C1a	Producción de acero	Emisiones provenientes de la producción de acero. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	NA	
2C1b	Producción de arrabio	Emisiones provenientes de la producción de arrabio por alto horno y arrabio no procesado. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	NA	
2C1c	Producción de hierro reducido directo	Emisiones provenientes de la producción de hierro de reducción directa. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	IE	
2C1d	Producción de sinterizado	Emisiones provenientes de la producción de sinterizado. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	Nivel 1	
2C1e	Producción de pellet	Emisiones provenientes de la producción de pellets. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	NO	NO	
2C1f	Otros	Emisiones provenientes de otras producciones diferentes a las mencionadas en la categoría 2C1.	NA	NA	

Fuente: Elaboración propia

La categoría 2C1e no ocurre debido a que no existe la producción de pellets en el país. Las emisiones de CH_4 de la categoría "2C1c - Producción de hierro reducido directo" se incluyen dentro de la categoría "1A2a – Industrias manufactureras y de la construcción: Hierro y Acero" del sector Energía, ya que no se cuenta con los datos de actividad de los consumos de gas natural, tanto como agente reductor en el alto horno como para la reducción directa del hierro en la ruta del horno de arco eléctrico.

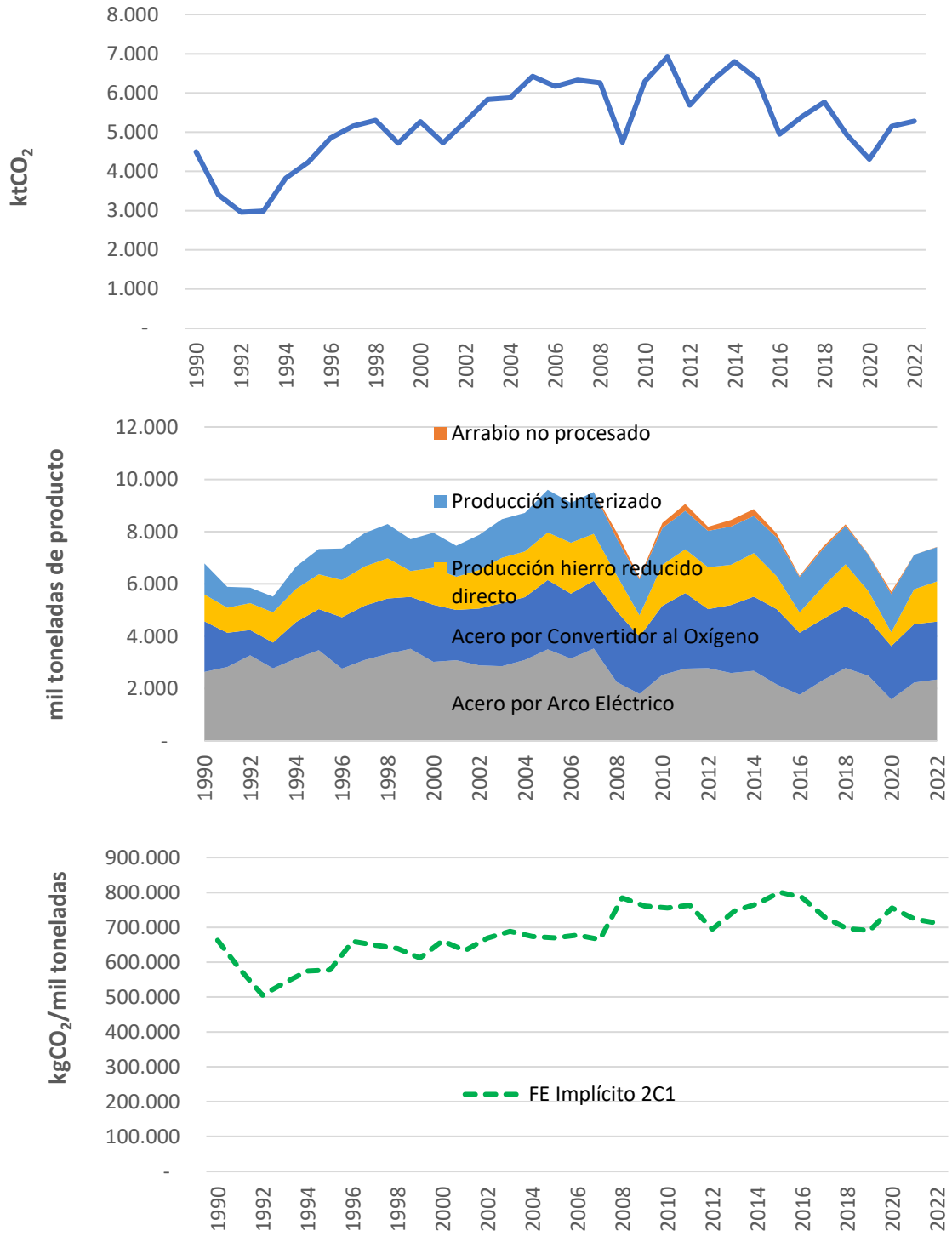
Es categoría principal por nivel para el año 2022 para CO_2 (1,3%).

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

Las emisiones de CO_2 siguen la tendencia del nivel de producción de hierro por reducción directa (hierro esponja), y acero producido (tanto por BOF, como por EAF), los cuales son los principales datos de actividad empleados en la estimación de emisiones. Por este motivo, el factor de emisión implícito se mantiene prácticamente constante a lo largo de toda la serie temporal. Las pequeñas fluctuaciones del factor de emisión implícito se deben a los cambios de la participación relativa de cada producto.

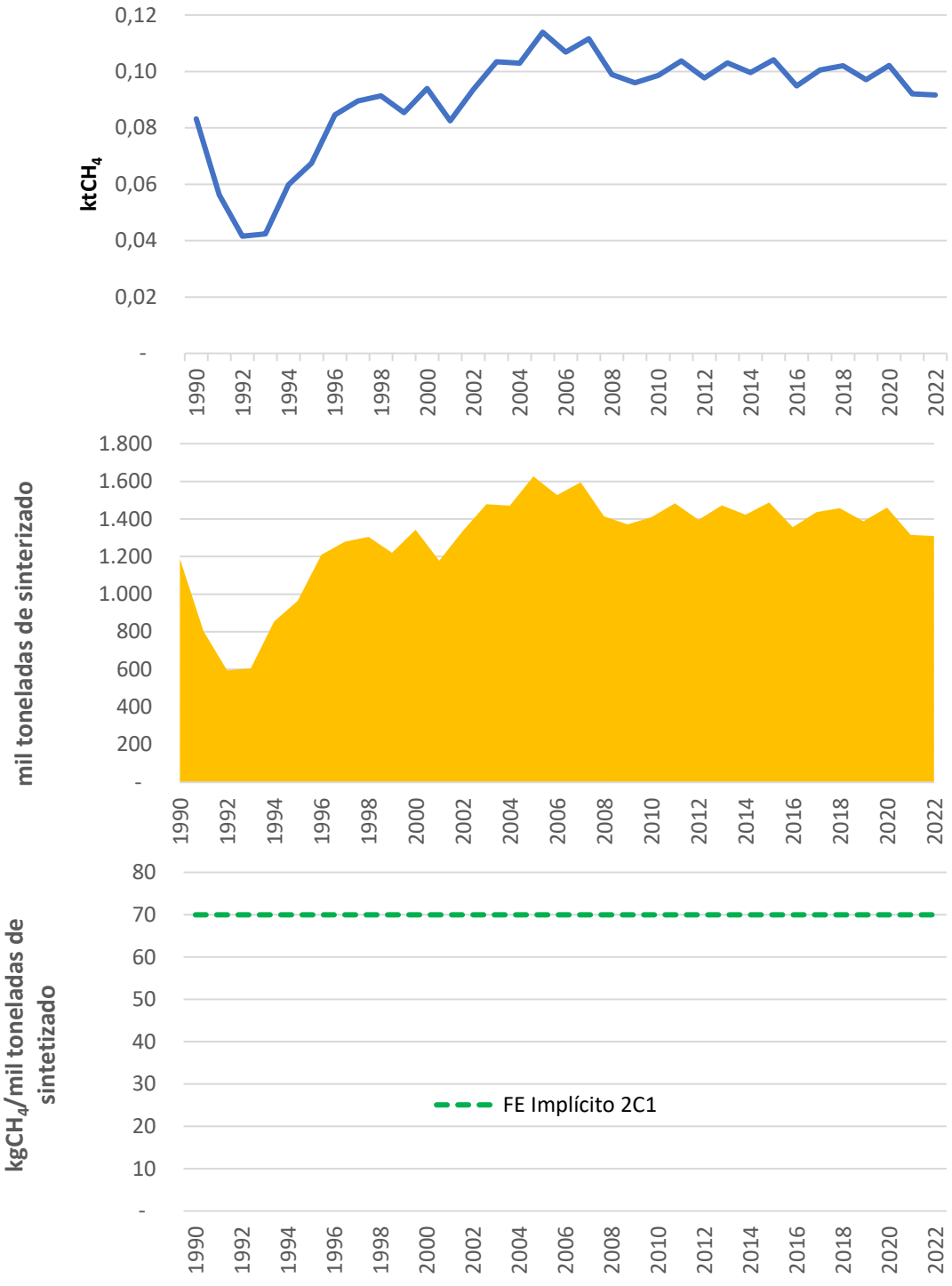
Figura 191. Evolución de la tendencia de emisiones de CO_2, dato de actividad y factor de emisión implícito 2C1 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

La tendencia de las emisiones de CH_4 responde directamente a la producción de sinterizado, el cual es el dato de actividad empleado en la estimación de emisiones. Por este motivo, el factor de emisión implícito se mantiene constante a lo largo de toda la serie temporal.

Figura 192. Evolución de la tendencia de emisiones de CH_4, dato de actividad y factor de emisión implícito 2C1 (1990-2022)

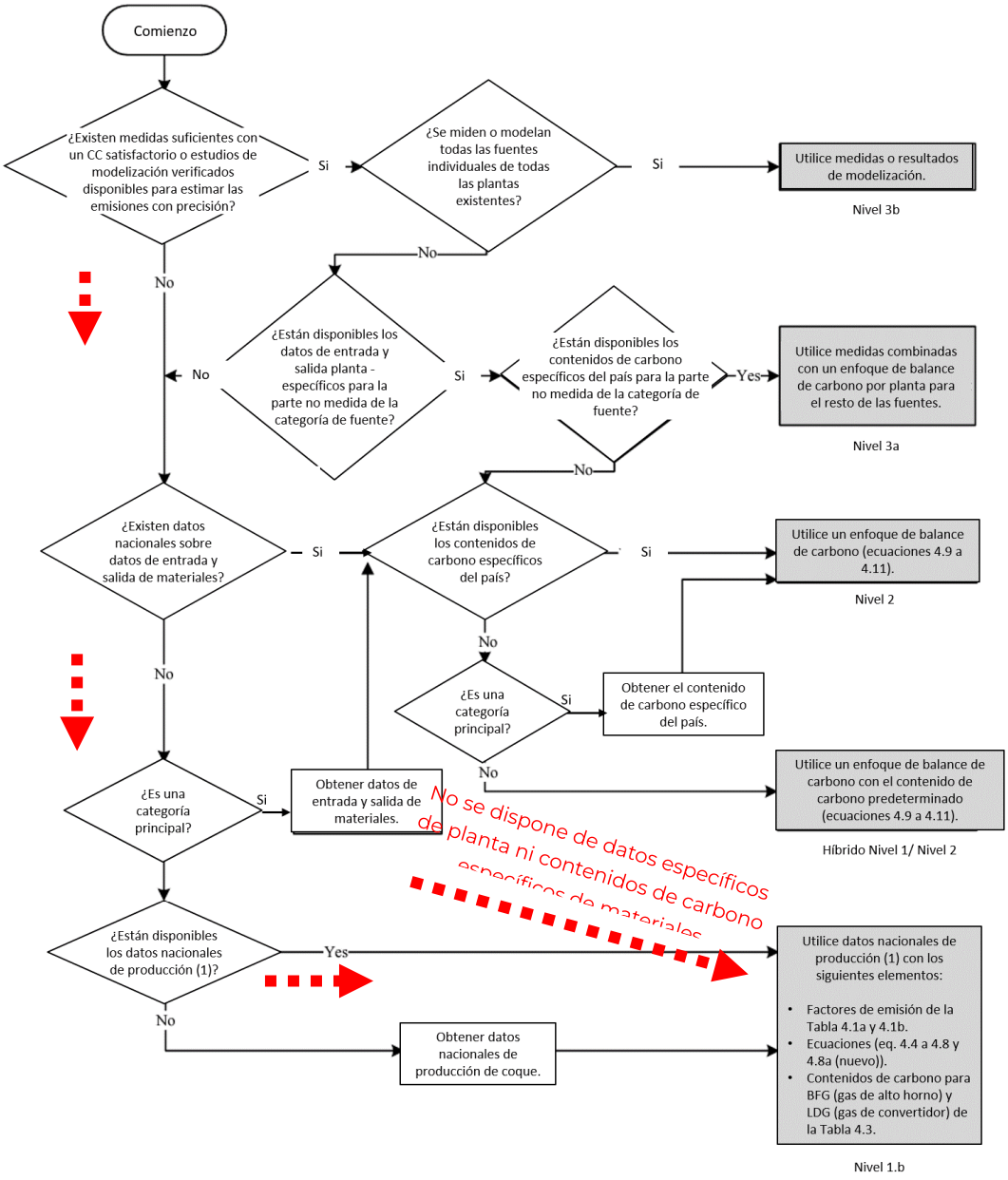


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

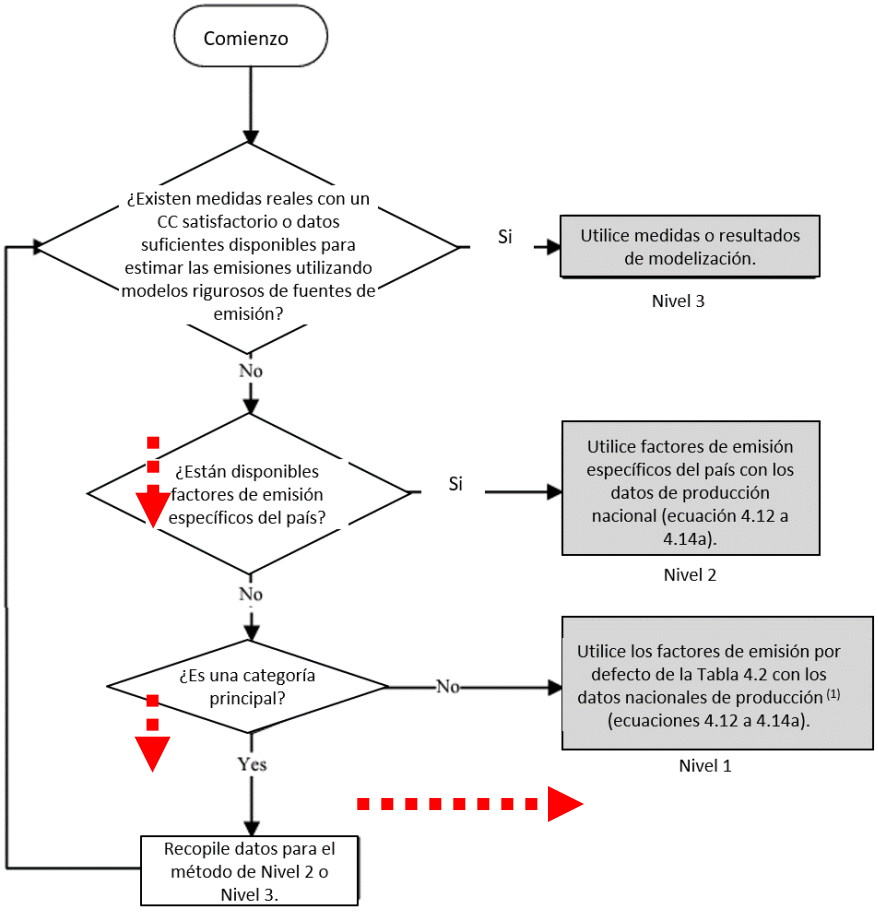
Ilustración 42. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de hierro y acero



Nota: (1) Los datos nacionales de producción se refieren a la producción de (1) acero; (2) arrabio no procesado; (3) hierro reducido directo; (4) sinterizado; (5) pellet; (6) gas de alto horno y (7) gas de convertidor.

Fuente: Refinamiento del IPCC de 2019

Ilustración 43. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 provenientes de la producción de hierro y acero



Nota: (1) Los datos nacionales de producción se refieren a la producción de (1) sinterizado; (2) hierro de alto horno; (3) hierro reducido directo; (4) gas de alto horno y (5) gas de convertidor.

Fuente: Refinamiento del IPCC de 2019

No se dispone de datos específicos de planta ni datos nacionales sobre materiales de proceso por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo de Nivel 1. La estimación de la categoría se realizó utilizando las ecuaciones 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7. del Refinamiento de 2019 a las Directrices del IPCC de 2006.

Las emisiones de CO_2 de la producción de hierro y acero se calculan multiplicando los factores de emisión por defecto por los datos de producción nacionales, aplicando la ecuación 4.4. Dado que las emisiones por unidad de producción de acero pueden variar según la tecnología de producción utilizada, se calculan las emisiones de la producción de acero por BOF y EAF. También se calculan las emisiones de CO_2 del arrabio que no se convierte en acero, mediante la ecuación 4.5.

La ecuación 4.6 se utiliza para calcular las emisiones de CO_2 de la producción de Hierro Reducido Directo (DRI, por sus siglas en inglés) o hierro esponja utilizando el factor de emisión por defecto.

Las emisiones de CO_2 de la producción nacional de sinterizado se estiman utilizando la ecuación 4.7. En la República Argentina no se fabrican pellets por lo

que no se aplica la ecuación 4.8. Las emisiones de CH_4 se estimaron aplicando la ecuación 4.12. multiplicando la producción de sinterizado por el factor de emisión por defecto.

El Refinamiento del IPCC del 2019 brinda un procedimiento de método de Nivel 1 que cubre las emisiones de N_2O de la quema de gases en antorcha. Sin embargo, en la República Argentina no hay antorchas de quemado de gases en la industria siderúrgica, por lo tanto, la ecuación 4.14a no se aplica.

Tabla 229. Parámetros y factores de emisión para la categoría 2C1 – Producción de hierro y acero

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CO2,BOF}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de acero crudo en hornos básicos de oxígeno	tCO_2/mil toneladas de acero crudo	1.580	IPCC 2019 - Cuadro 4.1B	BOF
$FE_{CO2,EAF}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de acero crudo en hornos de arco eléctrico	tCO_2/mil toneladas de acero crudo	180	IPCC 2019 - Cuadro 4.1B	EAF
$FE_{CO2,IP}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de arrabio	tCO_2/mil t arrabio	1.430	IPCC 2019 - Cuadro 4.1B	Arrabio no procesado en alto horno
$FE_{CO2,DRI}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de hierro reducido directo	tCO_2/mil toneladas de hierro reducido directo	700	IPCC 2019 - Cuadro 4.1B	Hierro reducido directo
$FE_{CO2,SI}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de sinterizado	tCO_2/mil toneladas de sinterizado	210	IPCC 2019 - Cuadro 4.1A	Producción de sinterizado
$FE_{CH4,SI}$	Factor de emisión de CH_4 para producción de sinterizado	tCH_4/mil toneladas de sinterizado	0,07	IPCC 2019 - Cuadro 4.2	Producción de sinterizado

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Los datos de actividad se proporcionan a nivel nacional, incluyen la producción de acero por tipo de tecnología (BOF/EAF), producción de sinterizado, DRI y arrabio no procesado, para el período 2008-2022.

Para la serie temporal anterior al año 2008 no se cuenta con datos de actividad desagregados por tipo de tecnología de producción de acero ni de la cantidad de arrabio no procesado. A fin de actualizar la serie histórica de producción para el período 1990-2007, se desarrolló una técnica de empalme en base a los datos de producción nacional publicados por la CAA en sus informes anuales de Producción Siderúrgica Argentina, asumiendo los siguientes criterios de acuerdo con dictamen experto:

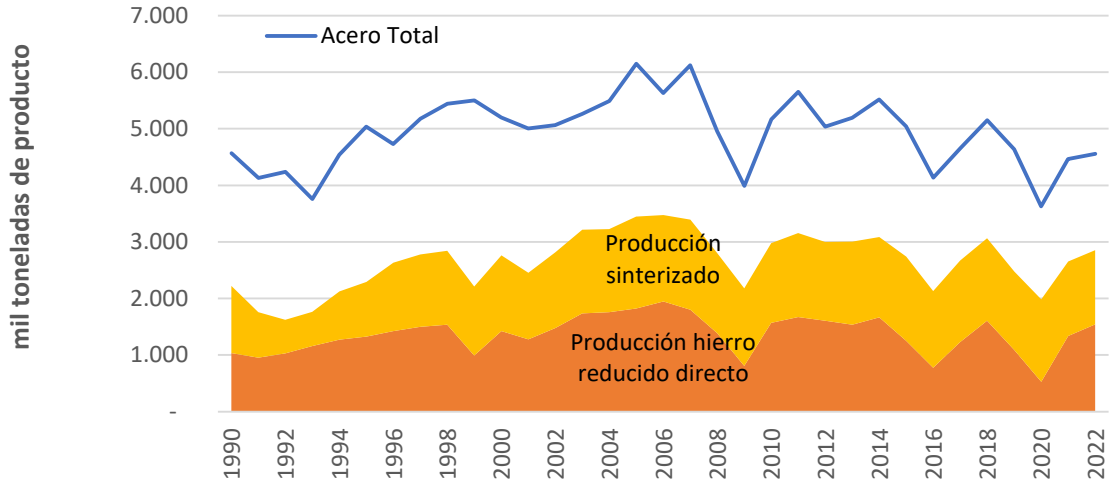
1. Producción de sinterizado: se realizó un promedio de la relación sinterizado/arrabio en base a la producción informada para el período 2008-2020 de ambos productos. Se aplicó un factor de 61% para estimar la serie 1990-2007 en base a la producción conocida de arrabio.

2. Producción de acero por EAF: se estimó asumiendo que la diferencia entre "Acero Total" y "Acero Crudo" es chatarra y se procesa en el Horno de Arco Eléctrico junto con la producción de "Hierro Esponja".

3. Producción de acero por BOF: para la serie 1990-2007 se asume que toda la producción de arrabio pasa por el convertidor al oxígeno. Se asume que el arrabio no procesado es cero.

La evolución del nivel de producción de las industrias de hierro y acero sigue la tendencia propia del sector y la situación económica del país a lo largo de la serie temporal. Se observan caídas de producción en el año 1992 debido a la reestructuración del sector, en el año 2012 debido a reparaciones programadas en plantas y en los años 1999, 2001, 2009 y 2016 debido a la baja de demanda resultante de la situación económica. Durante el año 2020 se observan los efectos de la pandemia de COVD-19, mostrando una recuperación en las actividades a partir del año 2021.

Figura 193. Evolución de la producción de las industrias de hierro y acero



Fuente: Elaboración propia

Tabla 230. Datos de actividad para la categoría 2C1 – Producción de hierro y acero (2022)

Dato de actividad	Valor (miles de toneladas)
Producción de arrabio no procesado	14
Producción de hierro reducido directo	1.542
Producción de acero BOF	2.207
Producción de acero EAF	2.348
Producción de sinterizado	1.310

Fuente: Elaboración propia

2C2 – Producción de ferroaleaciones

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 231. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C2 – Producción de ferroaleaciones

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2C2	Producción de ferroaleaciones	Emisiones provenientes de la reducción metalúrgica primaria de las ferroaleaciones más comunes (ferro-silicio, metal de silicio, ferromanganeso, manganeso de sílice y ferrocromo). Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1	Nivel 1	

Fuente: Elaboración propia

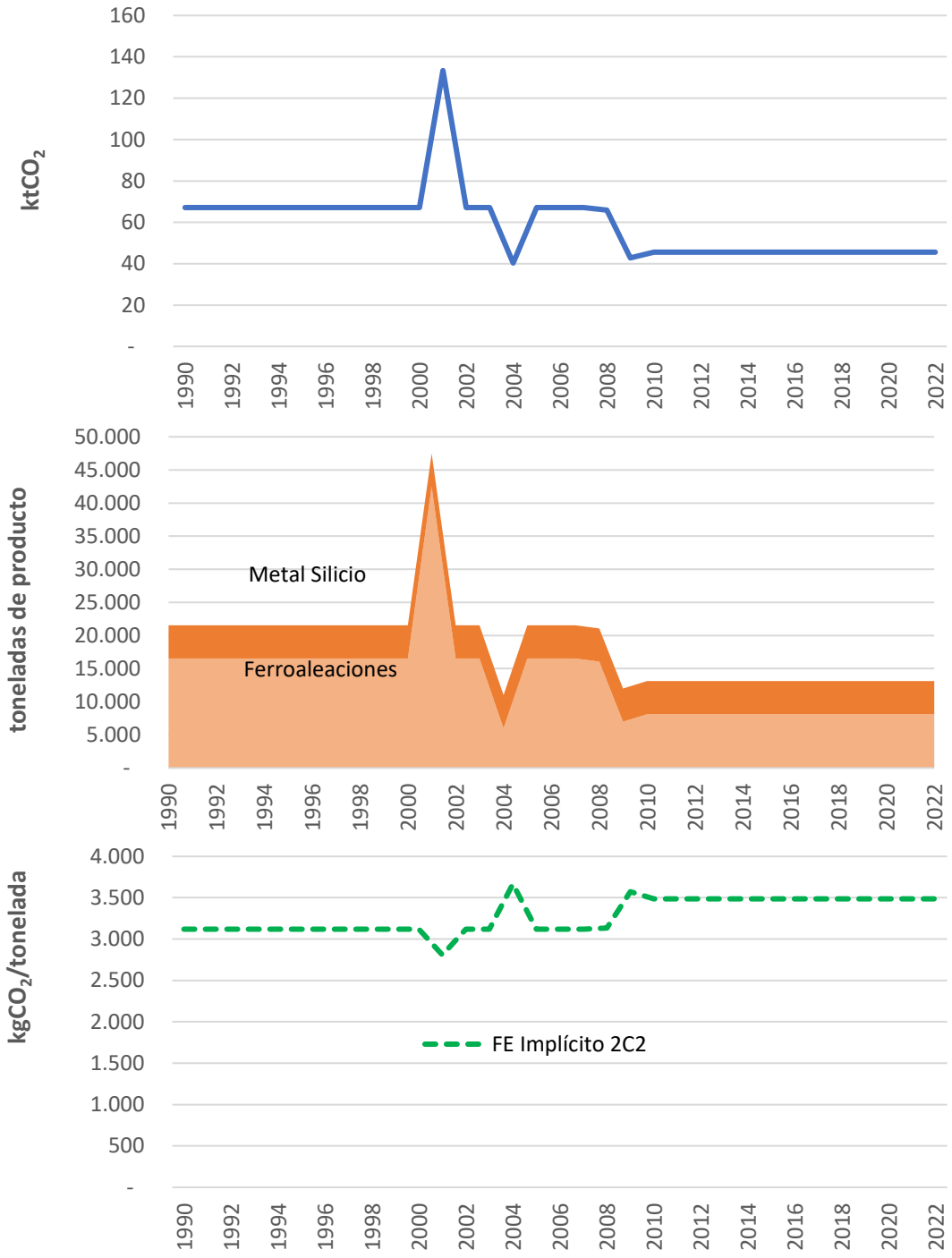
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

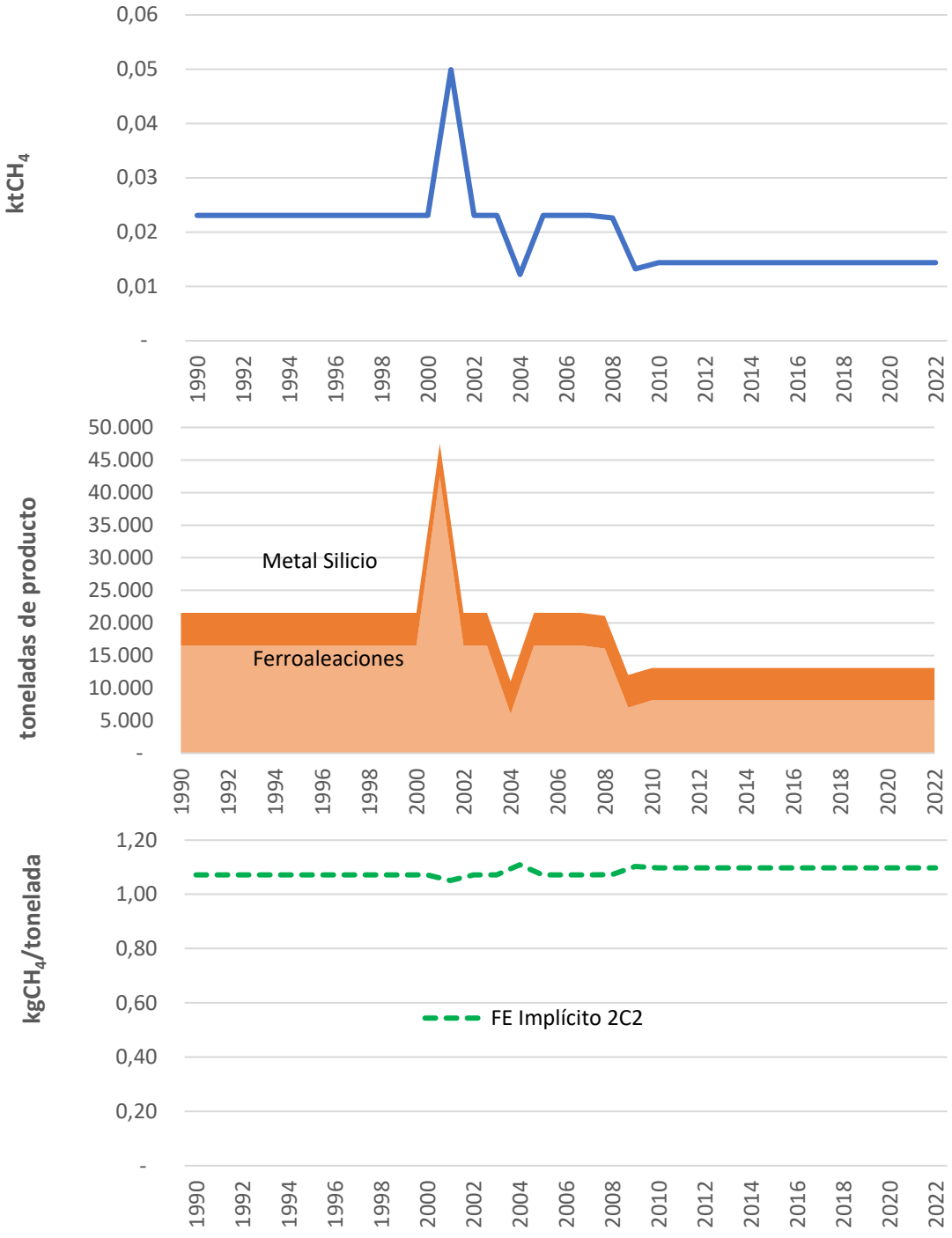
Las emisiones de CO_2 y CH_4 siguen la tendencia del nivel de producción de las industrias de ferroaleaciones del país, el cual es el dato de actividad empleado en la estimación de emisiones. Por este motivo, los factores de emisión implícitos se mantienen prácticamente constantes a lo largo de toda la serie temporal. Las pequeñas fluctuaciones de los factores de emisión implícitos se deben a los cambios de la participación relativa de cada producto. En este sentido, se observa una tendencia de las emisiones relativamente estable a lo largo de la serie histórica con excepción de un valor anómalo, fuera de rango, en el año 2001 y caídas en los años 2004 y 2009.

Figura 194. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 2C2 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 195. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 2C2 (1990-2022)

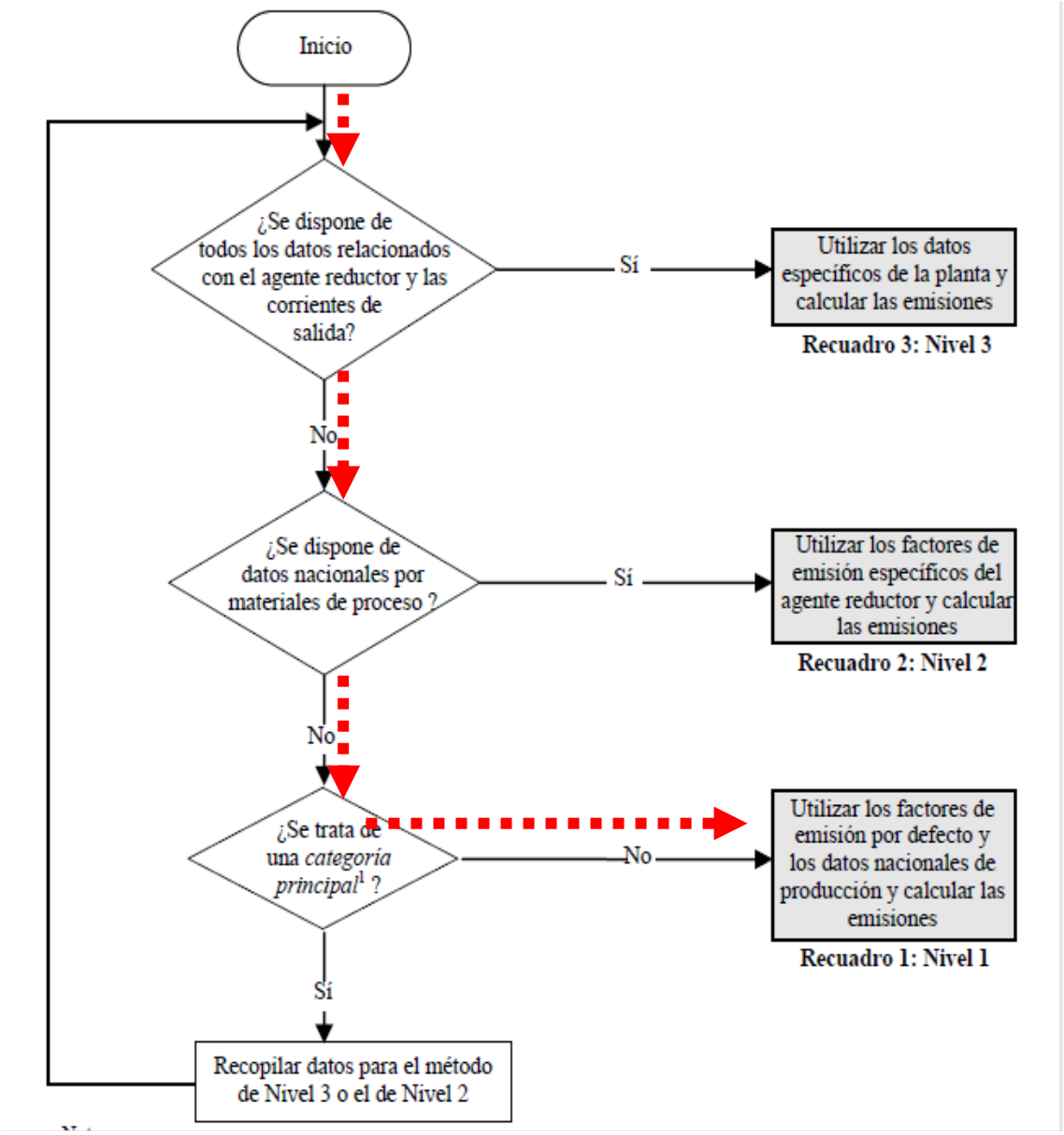


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

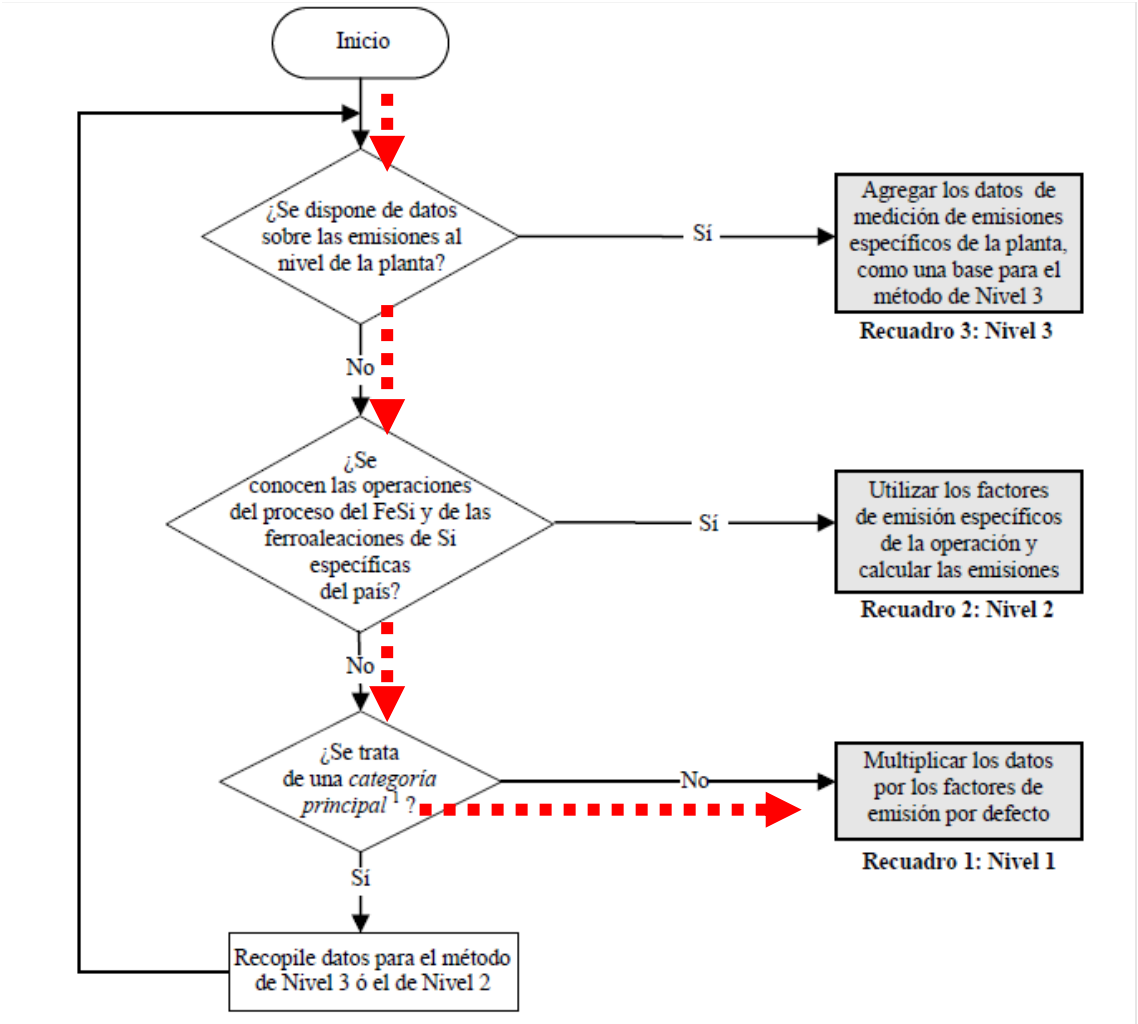
Ilustración 44. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de ferroaleaciones



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

No se dispone de datos de planta relacionados con el agente reductor y las corrientes de salida, ni datos nacionales sobre materiales de proceso por lo cual se calculan las emisiones de CO_2 utilizando el método de cálculo de Nivel 1.

Ilustración 45. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 provenientes de la producción de aleaciones de FeSi y Si



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

No se disponen datos de emisiones de planta, ni se conocen las operaciones de los procesos por lo cual se calculan las emisiones de CH_4 utilizando el método de cálculo de Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 4.15 y 4.18 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

El factor de emisión de CO_2 para producción de ferroaleaciones se calcula como el promedio aritmético de los valores por defecto provistos por las Directrices del IPCC de 2006 para Ferrosilicio (45%), Ferrosilicio (65%), Ferrosilicio (75%), Ferrosilicio (90%), Ferromanganesos (7% C), Ferromanganesos (1% C), Silicomanganeso y Ferrocromo (1,3%). Asimismo, el factor de emisión de CH_4 para producción de ferroaleaciones se calcula como el promedio aritmético de los valores por defecto provistos por las Directrices del IPCC de 2006 para Ferrosilicio (90%), Ferrosilicio (75%) y Ferrosilicio (65%).

Tabla 232. Factores de emisión para la categoría 2C2 – Producción de ferroaleaciones

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CO2,FE}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de ferroaleaciones.	tCO_2/t producto	2,55	Promedio aritmético	-
$FE_{CO2,FeSi\ 45\%}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de Ferrosilicio 45% Si.	tCO_2/t producto	2,5	IPCC 2006 - Cuadro 4.5	Ferrosilicio (FeSi) 45% Si
$FE_{CO2,FeSi\ 65\%}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de Ferrosilicio 65% Si.	tCO_2/t producto	3,6	IPCC 2006 - Cuadro 4.5	Ferrosilicio 65% Si
$FE_{CO2,FeSi\ 75\%}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de Ferrosilicio 75% Si.	tCO_2/t producto	4,0	IPCC 2006 - Cuadro 4.5	Ferrosilicio 75% Si
$FE_{CO2,FeSi\ 90\%}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de Ferrosilicio 90% Si.	tCO_2/t producto	4,8	IPCC 2006 - Cuadro 4.5	Ferrosilicio 90% Si
$FE_{CO2,FeMn\ (7\%\ C)}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de Ferromanganesos (7% C).	tCO_2/t producto	1,3	IPCC 2006 - Cuadro 4.5	Ferro-manganesos (7% C)
$FE_{CO2,FeMn\ (1\%\ C)}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de Ferromanganesos (1% C).	tCO_2/t producto	1,5	IPCC 2006 - Cuadro 4.5	Ferro-manganesos (1% C)
$FE_{CO2,SiMn}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de Silicomanganeso.	tCO_2/t producto	1,4	IPCC 2006 - Cuadro 4.5	Silico-manganeso
$FE_{CO2,FeCr}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de Ferrocromo.	tCO_2/t producto	1,3	IPCC 2006 - Cuadro 4.5	Ferro-cromo
$FE_{CH4,FE}$	Factor de emisión de CH_4 para producción de ferroaleaciones.	tCH_4/t producto	0,00103	Promedio aritmético	-
$FE_{CH4,FeSi\ 90\%}$	Factor de emisión de CH_4 para producción de Ferrosilicio 90% Si.	tCH_4/t producto	0,0011	IPCC 2006 - Cuadro 4.7	FeSi 90
$FE_{CH4,FeSi\ 75\%}$	Factor de emisión de CH_4 para producción de Ferrosilicio 75% Si.	tCH_4/t producto	0,0010	IPCC 2006 - Cuadro 4.7	FeSi 75
$FE_{CH4,FeSi\ 65\%}$	Factor de emisión de CH_4 para producción de Ferrosilicio 65% Si.	tCH_4/t producto	0,0010	IPCC 2006 - Cuadro 4.7	FeSi 65
$FE_{CO2,SIL}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de metal silicio.	tCO_2/t producto	5	IPCC 2006 - Cuadro 4.7	Metal silicio

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CH4,SIL}$	Factor de emisión de CH_4 para producción de metal silicio.	tCH_4/t producto	0,0012	IPCC 2006 - Cuadro 4.7	Metal silicio

Fuente: Elaboración propia

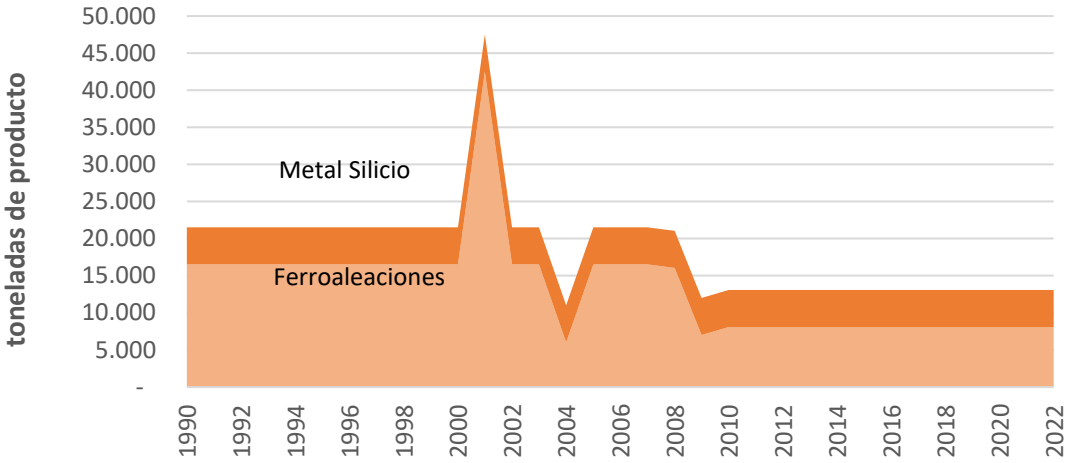
Datos de actividad

Ferroaleaciones: Para el año 2001 y el período 2004-2010 se toman los valores de producción de ferroaleaciones informados por el Ministerio de Minería de San Juan. Para los períodos 1990-2000 y 2002-2003 se toma el valor del año 2005, que es el valor máximo del período 2004-2010. Para el período 2011-2022 se toma el valor del año 2010, ya que no se cuenta con valores informados.

Metal silicio: Para el período 2004-2008 se toman los valores de producción de metal silicio informados por el Ministerio de Minería de San Juan. Para los períodos 1990-2003 y 2009-2022 se toma el valor promedio del período 2004-2008.

En la medida de lo posible, los datos de actividad se desagregan a nivel provincial.

Figura 196. Evolución de la producción de las industrias de ferroaleaciones



Fuente: Elaboración propia

Tabla 233. Datos de actividad para la categoría 2C2 – Producción de ferroaleaciones (2022)

Dato de actividad	Valor (tonelada)
Producción de ferroaleaciones	8.100
Producción de Metal Silicio	5.000

Fuente: Elaboración propia

2C3 – Producción de aluminio

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 234. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C3 – Producción de aluminio

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2C3	Producción de Aluminio	Emisiones provenientes de la producción primaria de aluminio. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1		
2C3a	Emisiones de subproductos	Emisiones de PFC provenientes de la producción primaria de aluminio. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 235. Fuentes nacionales de emisión de CF_4, C_2F_6 y SF_6 – 2C3a – Emisiones de subproductos

Código Categoría	Categoría	Definición	CF_4	C_2F_6	SF_6
2C3a	Emisiones de subproductos	Emisiones de PFC provenientes de la producción primaria de aluminio. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles	Nivel 3	Nivel 3	NO

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

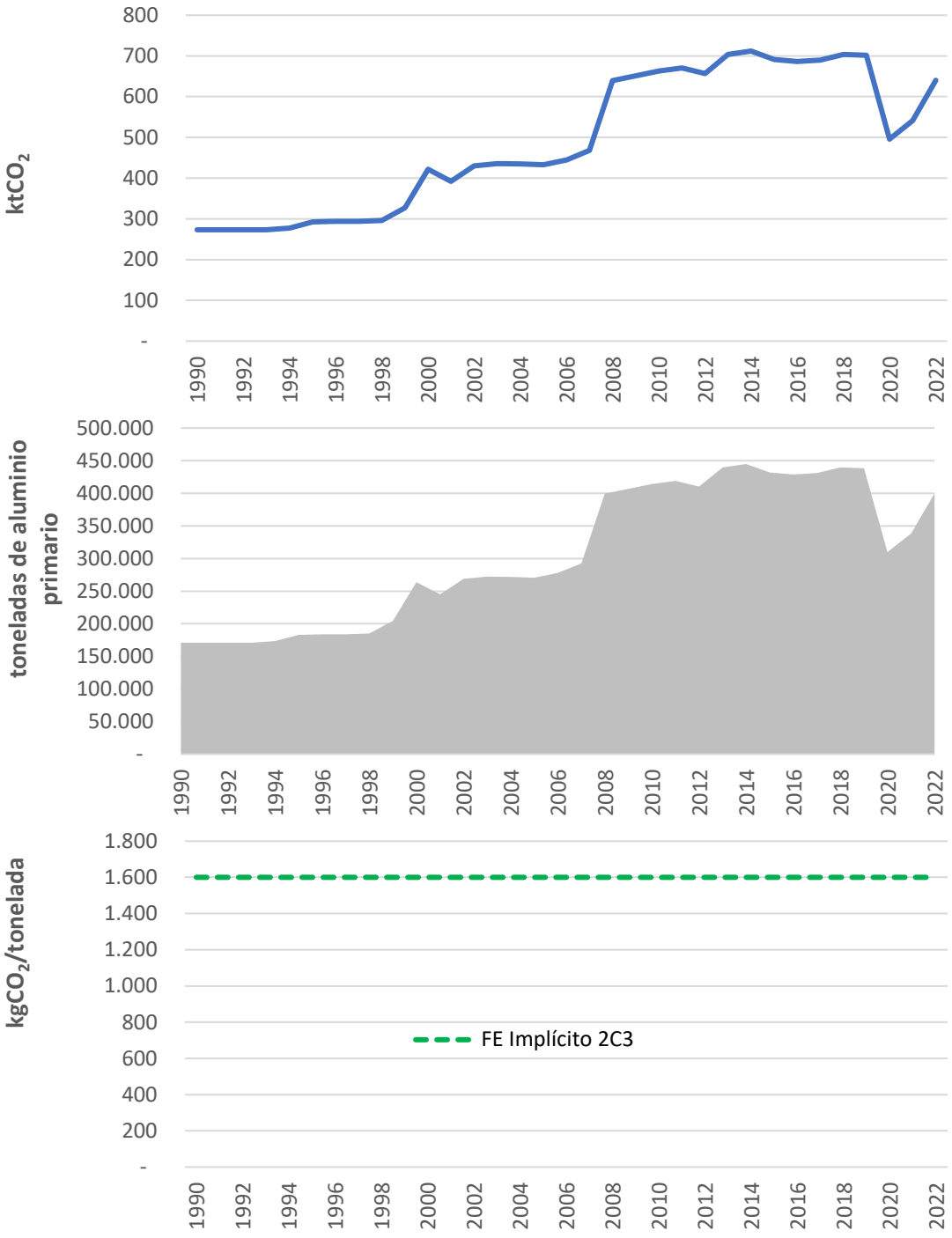
No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones de CO_2 responde directamente a la producción de aluminio primario, el cual es el dato de actividad empleado en la estimación de emisiones. Por este motivo, el factor de emisión implícito se mantiene constante a lo largo de toda la serie temporal. En este sentido, se observa una tendencia creciente en la serie histórica, con un marcado aumento a partir del año 2007 debido al incremento de la capacidad de producción de aluminio en el país. Cabe destacar que durante el año 2020 se observan los efectos de la pandemia de COVID-19, mostrando una recuperación en las actividades a partir del año 2021.

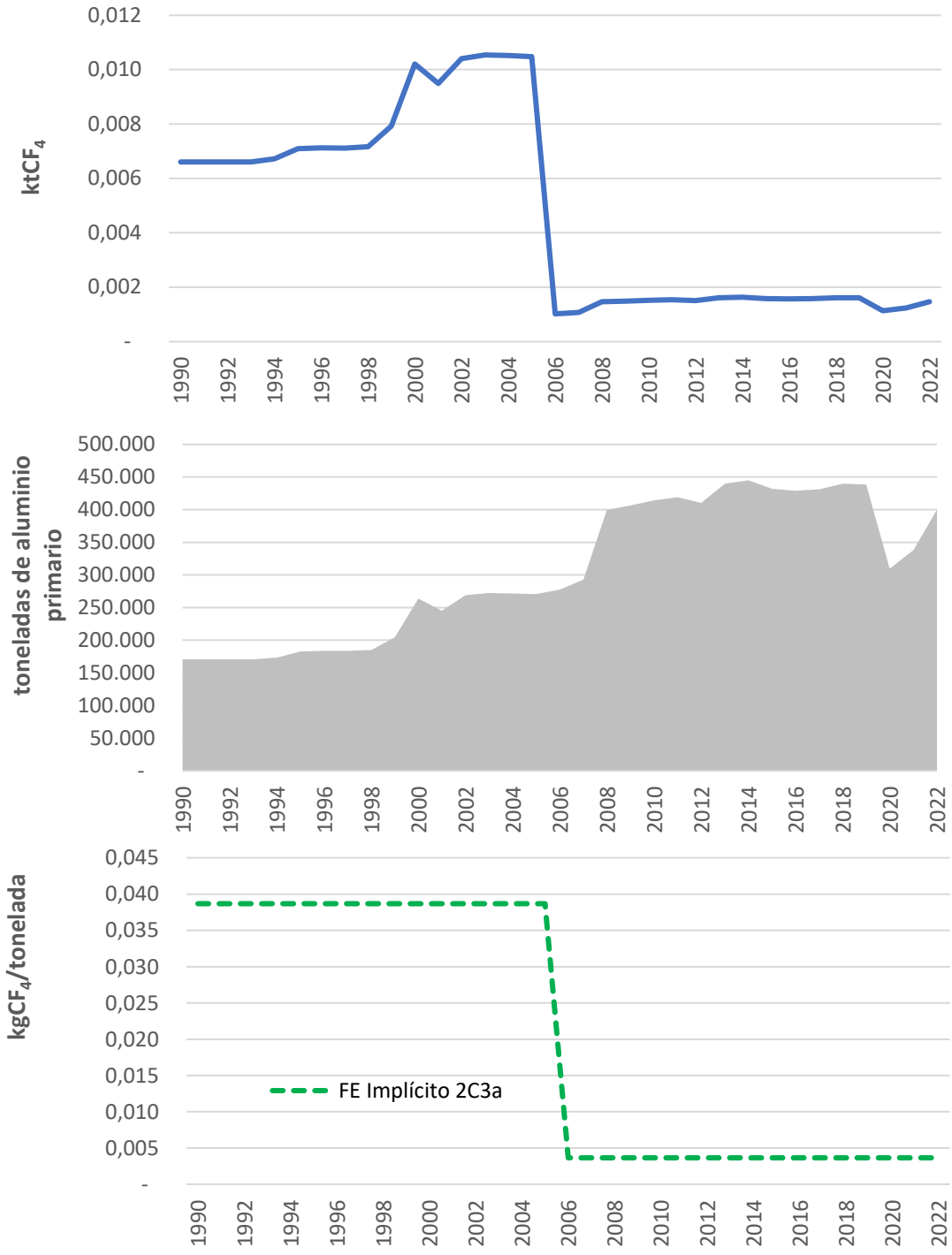
La tendencia de las emisiones de CF_4 y C_2F_6 también responde directamente a la producción de aluminio primario, pero se ve notoriamente afectado por la disminución de los valores de los factores de emisión de ambos gases, debido a un proceso de optimización de la tecnología de producción de aluminio en el año 2006.

Figura 197. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 2C3 (1990-2022)



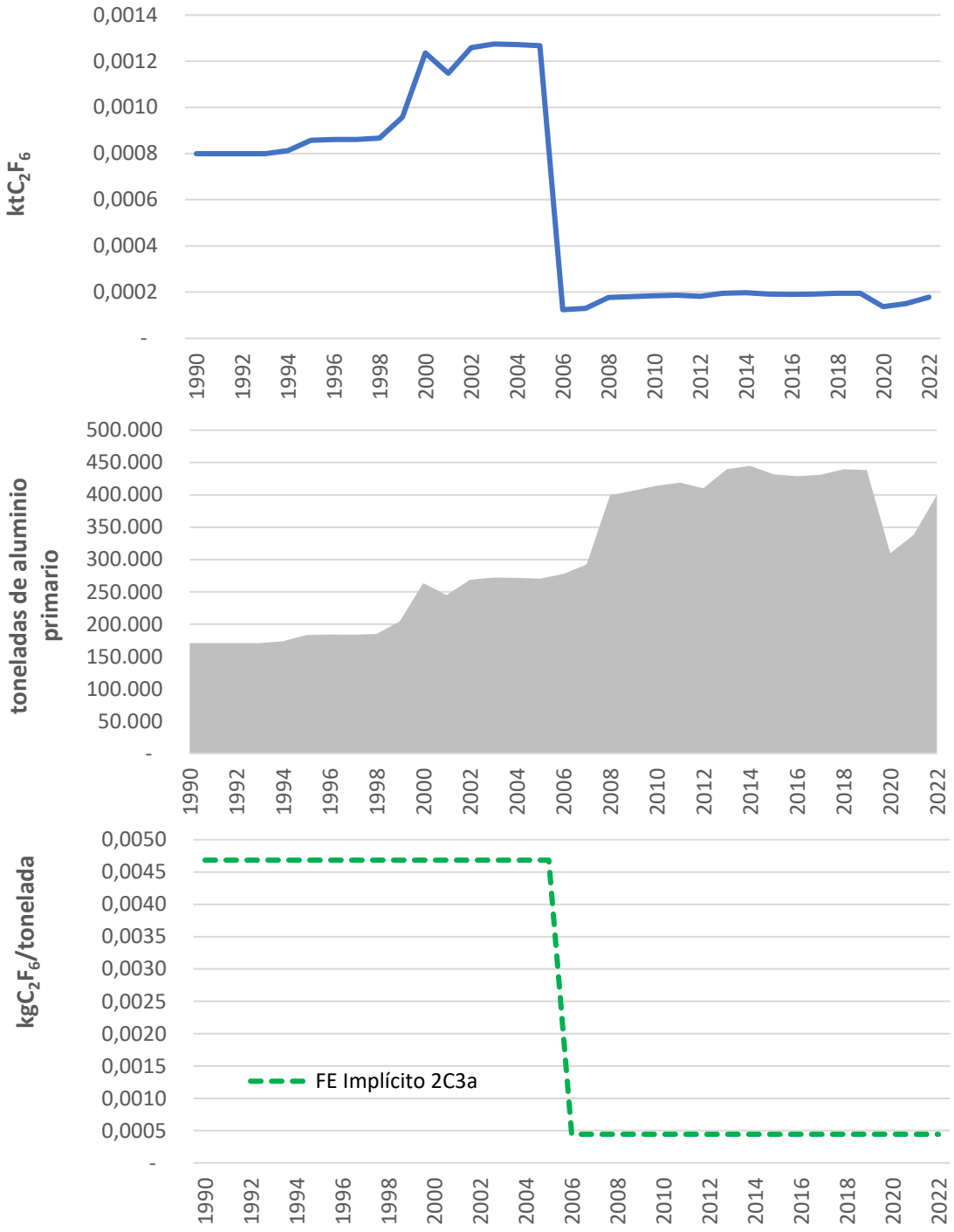
Fuente: Elaboración propia

Figura 198. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CF_4 2C3a (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 199. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para C_2F_6 2C3a (1990-2022)

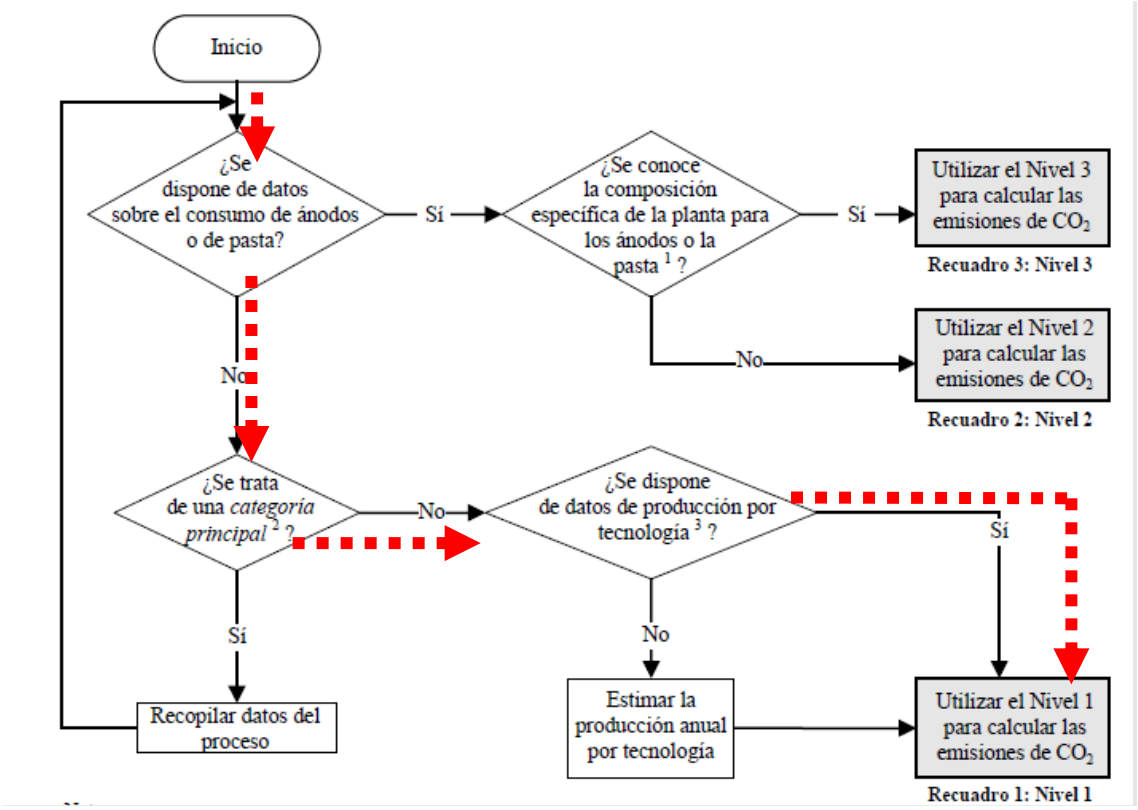


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

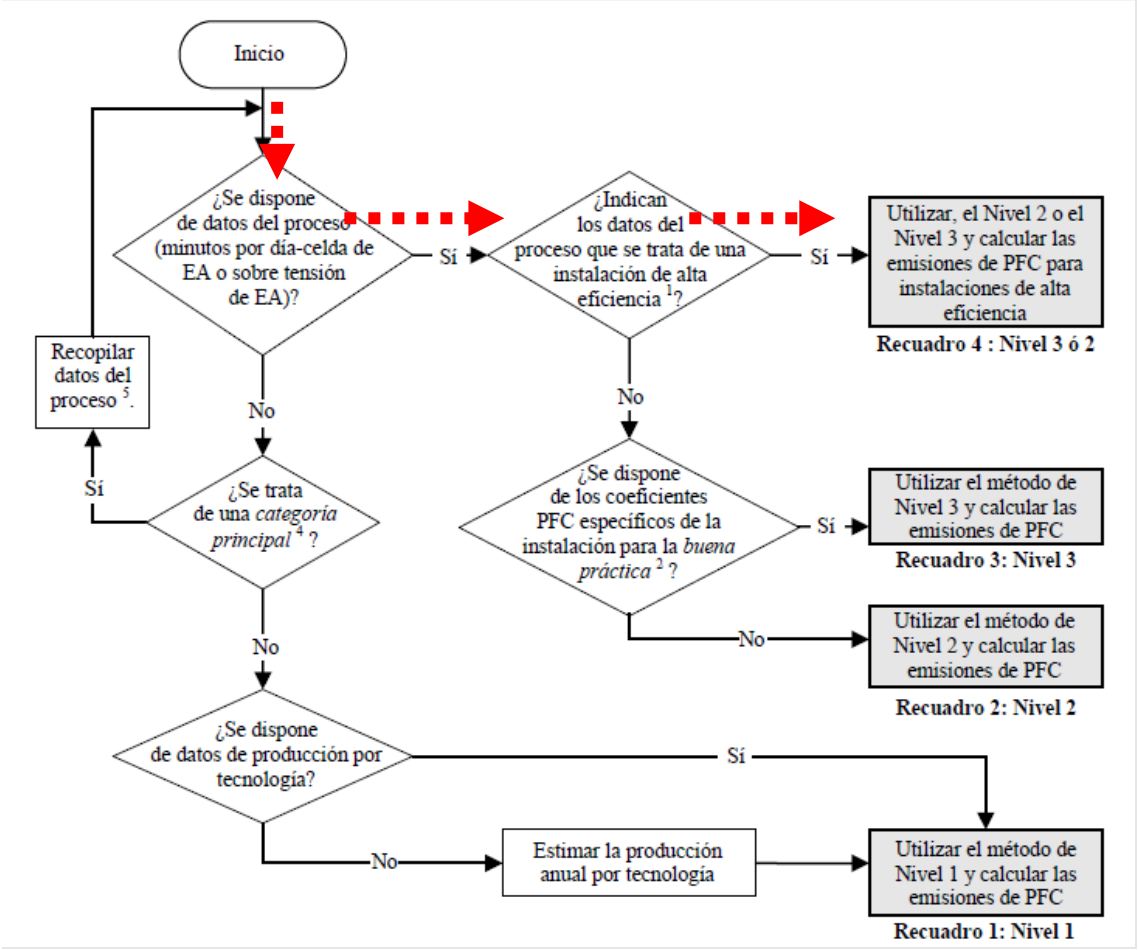
Ilustración 46. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de aluminio primario



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

No se dispone de datos sobre el consumo de ánodos o de pasta, y la producción de aluminio no es una categoría principal, por lo cual el cálculo de emisiones se realiza con el método de cálculo Nivel 1. La producción de aluminio del país se realiza mediante el proceso de ánodos precocidos, de cuyos datos se dispone.

Ilustración 47. Árbol de decisión para el cálculo de las emisiones de PFC provenientes de la producción de aluminio primario



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se dispone de datos del proceso, que indican que la instalación es de alta eficiencia a partir del año 2006, por lo cual se calculan las emisiones con un método de cálculo Nivel 3. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 4.20 y 4.27 mediante la aplicación de las plantillas de cálculo de las Directrices del IPCC de 2006.

Las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de aluminio se calculan multiplicando las producciones de aluminio primario del proceso de ánodos precocidos y del proceso Søderberg por su correspondiente factor de emisión. Dado que la producción de aluminio del país se realiza exclusivamente mediante el proceso de ánodos precocidos, el valor de producción del proceso Søderberg es igual a cero.

Las emisiones de CF_4 y C_2F_6 provenientes de la producción de aluminio se calculan empleando el Método de Sobretensión. Las emisiones de CF_4 se calculan multiplicando la producción de aluminio primario por un factor de emisión calculado como el producto entre el coeficiente de sobretensión para el CF_4 y la sobretensión de efecto anódico, dividido por la eficiencia del proceso de producción de aluminio. Por su parte, las emisiones de C_2F_6 se calculan multiplicando las emisiones de CF_4 por la fracción de peso del C_2F_6 respecto del CF_4. Por lo tanto, las emisiones de C_2F_6 resultan de multiplicar la producción de aluminio primario por

un factor de emisión calculado como el producto entre el coeficiente de sobretensión para el CF_4 y la sobretensión de efecto anódico, dividido por la eficiencia del proceso de producción de aluminio y multiplicado por la fracción de peso del C_2F_6 respecto del CF_4.

Factor de emisión

Los factores de emisión empleados para el cálculo de emisiones de CF_4 y C_2F_6 provenientes de la producción de aluminio se construyen empleando el Método de Sobretensión. Se utilizan las siguientes ecuaciones.

Tabla 236. Ecuaciones para el cálculo de los factores de emisión de CF_4 y C_2F_6 para la categoría 2C3 producción de aluminio

Variable	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$FE_{CF4,AL}$	Factor de emisión de CF_4 para producción de aluminio primario.	Ecuación 3	tCF_4/t aluminio primario
$FE_{C2F6,AL}$	Factor de emisión de C_2F_6 para producción de aluminio primario.	Ecuación 4	tC_2F_6/t aluminio primario

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 3. Fórmula utilizada para el cálculo del factor de emisión de CF_4 para producción de aluminio primario

$$FE_{CF_4,AL} = \frac{OVC \times AEO \times 100}{CE}$$

$FE_{CF4,AL}$: factor de emisión de CF_4 para producción de aluminio primario [t CF_4/t aluminio primario];

OVC: coeficiente de sobretensión para el CF_4 [(t CF_4/t aluminio primario) /mV];

AEO: sobretensión de efecto anódico [mV];

CE: eficiencia del proceso de producción de aluminio [%].

Ecuación 4. Fórmula utilizada para el cálculo del factor de emisión de C_2F_6 para producción de aluminio primario

$$FE_{C_2F_6,AL} = \frac{OVC \times AEO \times F_{C_2F_6/CF_4} \times 100}{CE}$$

$FE_{C2F6,AL}$: factor de emisión de C_2F_6 para producción de aluminio primario [t C_2F_6/t aluminio primario];

OVC: coeficiente de sobretensión para el CF_4 [(t CF_4/t aluminio primario)/mV];

AEO: sobretensión de efecto anódico [mV];

CE: eficiencia del proceso de producción de aluminio [%];

$F_{C2F6/CF4}$: fracción de peso del C_2F_6 respecto del CF_4 [t C_2F_6/t CF_4].

En la tabla a continuación se encuentran los parámetros utilizados para el cálculo de los factores de emisión de CF_4, C_2F_4 y CO_2, y sus valores resultantes.

Tabla 237. Parámetros y factores de emisión para la categoría 2C3 – Producción de aluminio

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CO2,P}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de aluminio primario.	t CO_2/miles t aluminio primario	1,6	Cuadro 4.10 – IPCC 2006	Ánodos pre-cocidos
$FE_{CF4,AL}$	Factor de emisión de CF_4 para producción de aluminio primario.	t CF_4/miles t aluminio primario	0,0000037	Ecuación 3	
$FE_{C2F6,AL}$	Factor de emisión de C_2F_6 para producción de aluminio primario.	t C_2F_6/miles t aluminio primario	0,00000044	Ecuación 4	
OVC	Coeficiente de sobretensión para el CF_4.	(t CF_4/t aluminio primario)/mV	0,00116	IPCC 2006 - Cuadro 4.16	CWPB
AEO	Sobretensión de efecto anódico.	mV	0,3	Documento de Diseño de Proyecto del Mecanismo del Desarrollo Limpio (PDD, por sus siglas en inglés) Proyecto Aluar (CMNUCC) Anexo 3	-
CE	Eficiencia del proceso de producción de aluminio.	%	95,0	PDD Proyecto Aluar (CMNUCC) Anexo 3	-
$F_{C2F6/CF4}$	Fracción de peso del C_2F_6 respecto del CF_4.	t C_2F_6/t CF_4	0,121	IPCC 2006 - Cuadro 4.16	CWPB

Fuente: Elaboración propia

Para el período 1990-2005, antes de la optimización, dichos factores de emisión resultan mayores debido, fundamentalmente, al mayor valor de sobretensión de efecto anódico. Para el período 2006-2022, los factores de emisión de CF_4 y C_2F_6 corresponden a la versión optimizada de la tecnología de ánodo precocido central (CWPB, por sus siglas en inglés) y sus valores son los indicados en la tabla anterior.

Tabla 238. Factores de emisión de CF_4 y C_2F_6 antes y después de la optimización de la tecnología de producción de aluminio

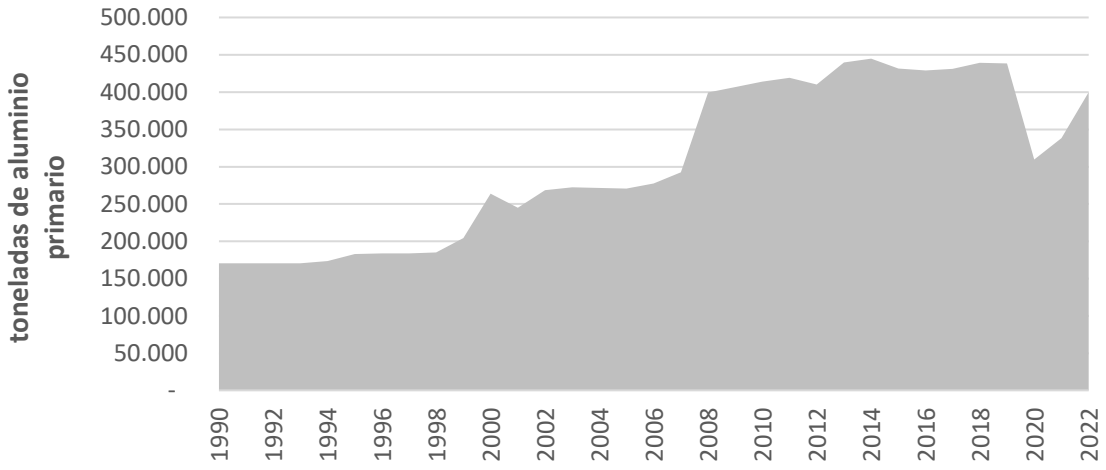
Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor con tecnología CWPB	Valor con tecnología CWPB optimizada	Fuente de información
AEO	Sobretensión de efecto anódico.	mV	3,1	0,3	PDD Proyecto Aluar (CMNUCC)
CE	Eficiencia del proceso de producción de aluminio.	%	94,4	95,0	PDD Proyecto Aluar (CMNUCC)
$FE_{CF4,AL}$	Factor de emisión de CF_4 para producción de aluminio primario.	kg CF_4/t aluminio primario	0,039	0,0037	Ecuación 3
$FE_{C2F6,AL}$	Factor de emisión de C_2F_6 para producción de aluminio primario.	kg C_2F_6/t aluminio primario	0,0047	0,00044	Ecuación 4

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Para el período 1993-2022 se toman los valores de producción de aluminio primario informados en los anuarios estadísticos de CAIAMA. Para el período 1990-1992, ante la ausencia de datos, se emplea el valor del año 1993. La evolución del nivel de producción de la industria del aluminio sigue la tendencia propia del sector. Durante el año 2020 se observan los efectos de la pandemia de COVD-19, mostrando una recuperación en las actividades a partir del año 2021.

Figura 200. Evolución de la producción de la industria del aluminio



Fuente: Elaboración propia

Tabla 239. Datos de actividad para la categoría 2C3 – Producción de aluminio (2022)

Dato de actividad	Producción de aluminio primario (tonelada)
Total 2022	400.038

Fuente: Elaboración propia

2C4 – Producción de magnesio

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 240. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C4– Producción de magnesio

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2C4	Producción de magnesio	Emisiones vinculadas a la producción primaria de magnesio y a la protección por oxidación de metal de magnesio durante el procesamiento (reciclado y colada). Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	NE		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 241. Fuentes nacionales de emisión de CF_4, C_2F_6 y SF_6 – 2C4– Producción de magnesio

Código Categoría	Categoría	Definición	CF_4	C_2F_6	SF_6
2C4	Producción de magnesio	Emisiones vinculadas a la producción primaria de magnesio y a la protección por oxidación de metal de magnesio durante el procesamiento (reciclado y colada). Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	NO	NO	NE

Fuente: Elaboración propia

No se estiman las emisiones de CO_2 y SF_6 ya que no se dispone de información consistente y representativa que se pueda emplear como dato de actividad.

2C5 – Producción de plomo

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 242. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C5 – Producción de plomo

Código Categoría	Categoría	Definición	CO2	CH4	N2O
2C5	Producción de plomo	Emisiones vinculadas a la producción de plomo mediante el proceso de aglomeración/fundición y mediante la fundición directa. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	NE		

Fuente: Elaboración propia

No se estiman las emisiones de CO_2 ya que no se dispone de información consistente y representativa que se pueda emplear como dato de actividad.

2C6 – Producción de zinc

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 243. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C6 – Producción de zinc

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2C6	Producción de zinc	Emisiones provenientes de la producción primaria de zinc a partir de mineral y de la recuperación de zinc a partir de chatarra metálica. Se excluyen las emisiones vinculadas al uso de combustibles.	Nivel 1		

Fuente: Elaboración propia

Se calculan emisiones de CO_2 provenientes de la producción de zinc.

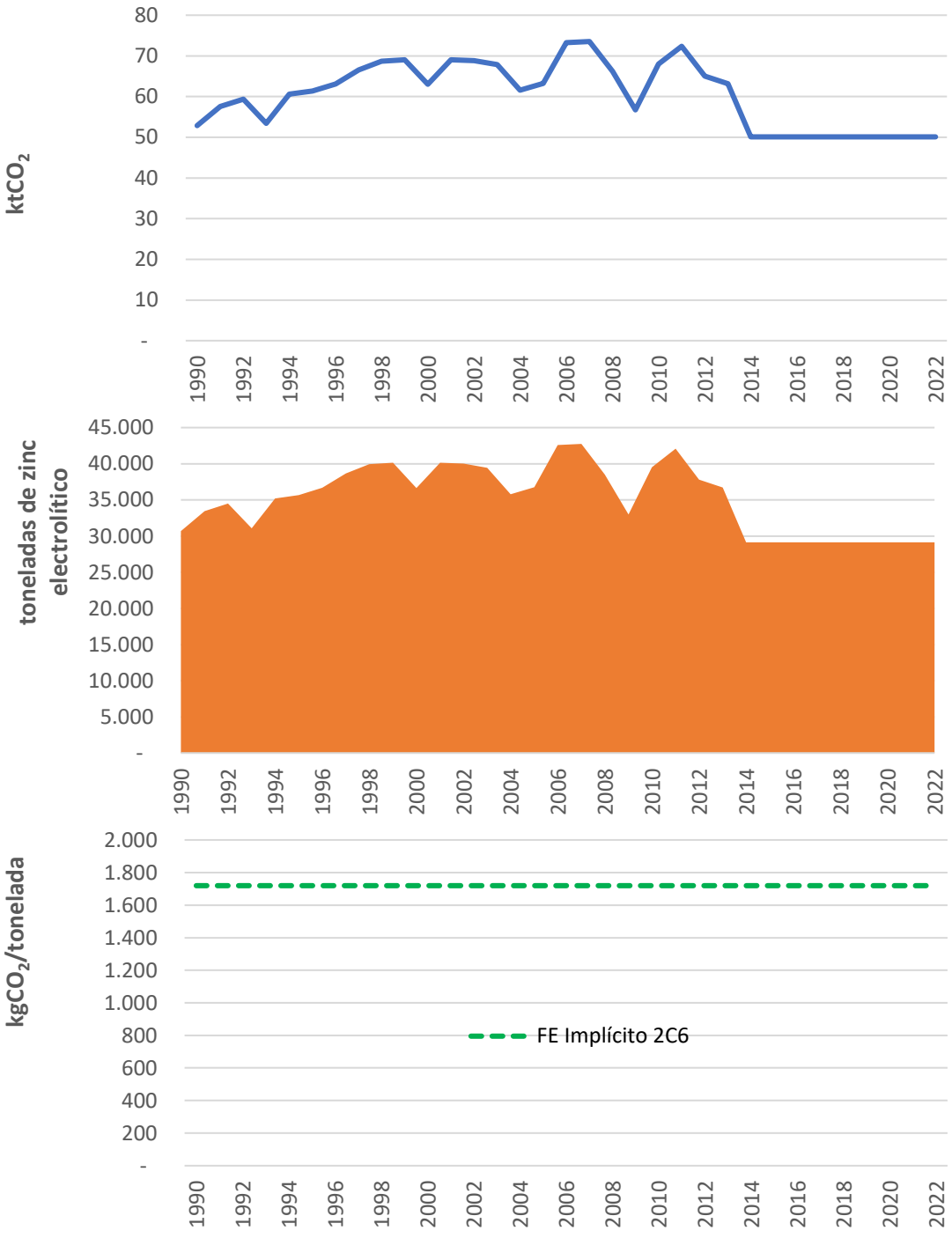
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones de CO_2 responde directamente a la producción de zinc electrolítico, el cual es el dato de actividad empleado en la estimación de emisiones. Por este motivo, el factor de emisión implícito se mantiene constante a lo largo de toda la serie temporal.

Figura 201. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 2C6 (1990-2022)

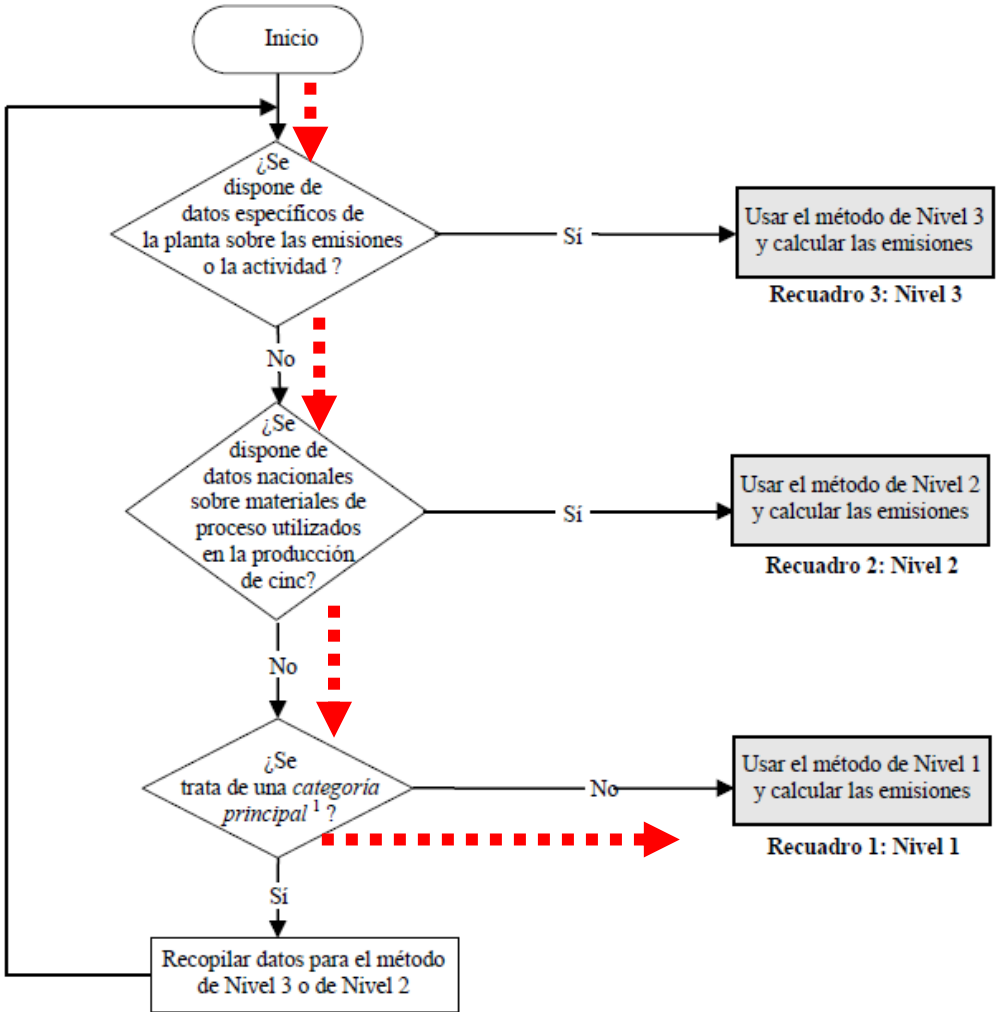


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 48. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de zinc



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

No se dispone de datos específicos de planta sobre las emisiones o la actividad, ni datos nacionales sobre materiales de proceso empleados, por lo cual el cálculo de emisiones se realiza con el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 4.33 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Tabla 244. Parámetros y Factores de emisión para la categoría 2C6 – Producción de zinc

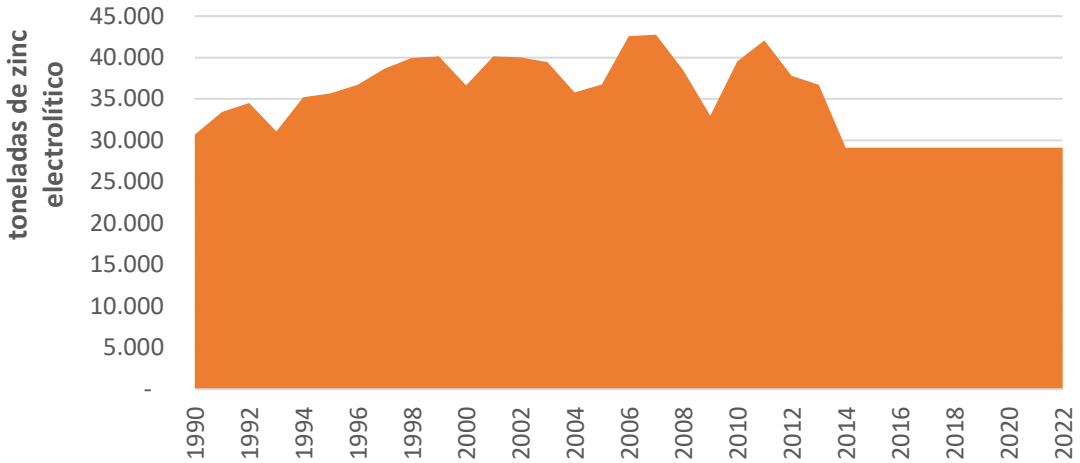
Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CO2,ZN}$	Factor de emisión de CO_2 para producción de zinc.	t CO_2/t zinc	1,72	IPCC 2006 - Cuadro 4.24	Factor por defecto

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Los datos de actividad se proporcionan a nivel nacional. Para el período 1990-2014 se toman los valores de producción de zinc electrolítico informados en la estadística de la industria manufacturera de los productos metálicos básicos del INDEC. Para el período 2015-2022 se emplea el valor del año 2014, ya que no se disponible de datos actualizados. La evolución del nivel de producción de la industria del zinc sigue la tendencia propia del sector.

Figura 202. Evolución de la producción de la industria del zinc



Fuente: Elaboración propia

Tabla 245. Datos de actividad para la categoría 2C6 – Producción de zinc (2022)

Dato de actividad	Producción de zinc electrolítico (toneladas)
Total 2022	29.122

Fuente: Elaboración propia

2C7 – Otros

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 246. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C7 – Otros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2C7	Otros	Emisiones vinculadas a la producción de metales no incluidos en las otras categorías.	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 247. Fuentes nacionales de emisión de CF_4, C_2F_6 y SF_6 – 2C7– Otros

Código Categoría	Categoría	Definición	CF_4	C_2F_6	SF_6
2C7	Otros	Emisiones vinculadas a la producción de metales no incluidos en las otras categorías.	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de CF_4, C_2F_6 y SF_6 no se estiman ya que no se dispone de FE por defecto.

Análisis de incertidumbre

Tabla 248. Incertidumbres de la categoría 2C – Industria de los metales (2022)

Código Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CO_2	Incertidumbre FE CH_4	Incertidumbre combinada				Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
				CO_2	CH_4	PFC	SF_6			
2C1	10%	10%	400%	9,9%	400,1%			1,69E-06%	1,9%	1,2%
2C2	50%	25%	25%	39,7%	40,1%			2,04E-09%	0,02%	1,80E-08%
2C3	1%	10%		10,0%		22,3%		2,58E-08%	0,2%	0,0001%
2C6	25%	50%		55,9%				4,88E-09%	0,02%	2,09E-08%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realiza utilizando la metodología establecida en las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplican las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006 y del Refinamiento del IPCC de 2019 para el caso de la categoría 2C1, excepto para los factores de emisión de CF_4 y C_2F_6 de la producción de aluminio. Para estos factores, la incertidumbre se calcula mediante el método de SMC utilizando distribuciones normales para caracterizar los parámetros. La incertidumbre de estos factores se calcula por PLE, arribando a resultados similares.

Tabla 249. Variables e incertidumbres asociadas a la simulación de Monte Carlo 2C1 (2022)

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente de información/ Criterio de elección
OVC	Coeficiente de sobretensión para el CF_4.	Normal	12%	IPCC 2006
AEO	Sobretensión de efecto anódico.	Normal	2%	Supuesto nacional
CE	Eficiencia del proceso de producción de aluminio.	Normal	2%	Supuesto nacional
$F_{C2F6/CF4}$	Fracción de peso del C_2F_6 respecto del CF_4.	Normal	5,5%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[168], se deben realizar controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 y del Refinamiento del IPCC de 2019 utilizados en el cálculo.

- Controlar que las producciones totales de hierro reducido directo, arrabio no procesado, acero producido por tipo de tecnología (BOF/EAF), ferroaleaciones, metal silicio, aluminio primario y zinc electrolítico empleadas en los cálculos de cada año sean iguales a los totales reportados en las fuentes originales del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Comparativa con valores internacionales

En la siguiente tabla se puede apreciar la comparación entre los factores de emisión locales y por defecto para la producción de aluminio primario. Los factores de emisión calculados con datos locales presentan valores menores a los que se encuentran en las Directrices del IPCC del 2006.

[168] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Tabla 250. Comparativa de los factores de emisión de CF_4 y C_2F_6 en producción de aluminio

Acrónimo	Descripción	Unidades	Factor de emisión local	Factor de emisión por defecto IPCC 2006	Fuente de información	Explicación diferencias
$FE_{CF4,AL}$	Factor de emisión de CF_4 para producción de aluminio primario.	kg CF_4/t aluminio primario	0,0037	0,4	IPCC 2006 Cuadro 4.15	Los valores locales son menores que los valores por defecto debido a la optimización de la tecnología CWPB realizada en el país. Los valores locales se encuentran dentro del límite inferior del intervalo de incertidumbre de los valores por defecto (-99%/+380%).
$FE_{C2F6,AL}$	Factor de emisión de C_2F_6 para producción de aluminio primario.	kg C_2F_6/t aluminio primario	0,00044	0,04		

Fuente: Elaboración propia

Recálculo y mejoras

Se ajustaron los valores de los GWP acorde al AR5 para la estimación de las emisiones de la categoría "2C – Industria de los metales". No se realizaron otras mejoras ni recálculos en la categoría.

Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (2D)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "2D – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente" se detalla a continuación.

Tabla 251. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2D – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente

Sistema de archivo	
Procedimiento	2D_P_00
Ruta de acceso	01_INGEI/2_PIUP
Hoja de trabajo	2D_HT_1990-2022_00
Incertidumbres	2D_IN_2022_00

Fuente: Elaboración propia

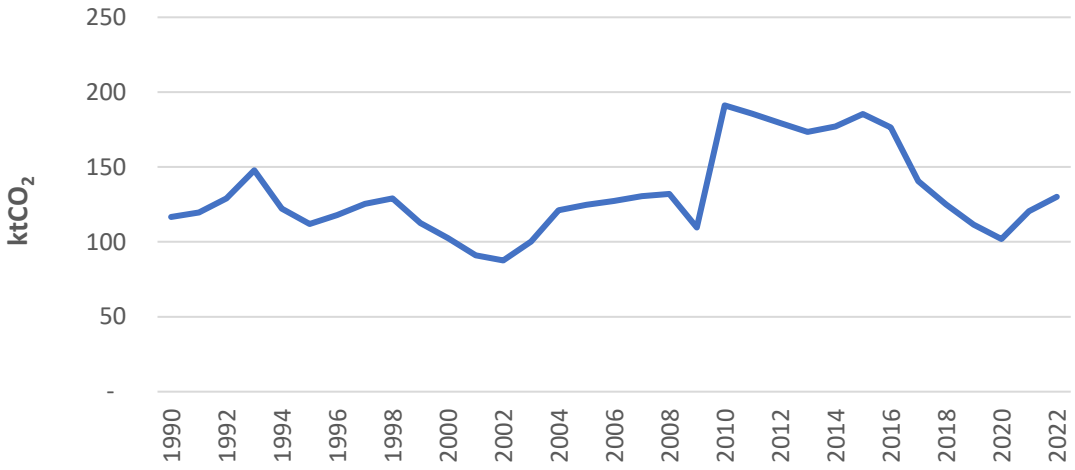
Descripción

En esta categoría se incluyen las emisiones por uso no energético de lubricantes, cera de parafina, solventes y otros productos.

Tendencia de las emisiones de GEI

El sector presenta una tendencia de emisiones de CO_2 con oscilaciones propias de la economía. Se observa una caída durante el año 2020 debido al impacto de la pandemia de COVID-19. Dichos efectos fueron más leves durante el año 2021, por lo que a partir de ese año se observa una recuperación en las actividades y un aumento de las emisiones.

Figura 203. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2 (1990-2022) – 2D – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Se calculan las emisiones de CO_2 empleando el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 5.2 y 5.4 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 252. Información sectorial para la categoría 2D

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Cantidad de producción/consumo		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	Descripción	(kt)	(t/t)			(kt)		
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente						129,99	NA	NA
2.D.1. Uso de lubricante	Consumo de lubricantes	238,26	0,52	NA,NO	NA,NO	124,94	NA	NA
2.D.2. Uso de la cera de parafina	Uso de la cera de parafina	8,22	0,61	NA,NO	NA,NO	5,05	NA	NA
2.D.3. Otros						NA	NA	NA
2.D.3.a. Uso de solvente	Uso de solventes	30,43	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D.3.b. Pavimentación de caminos con asfalto	Consumo de asfalto para pavimentación de carreteras	423,13	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA	NA	NA
2.D.3.c. Techos de asfalto	Consumo de asfalto para techos	IE	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA	NA	NA
2.D.3.d. Otros (sírvase especificar)						NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[169].

Factores de emisión

Se emplean valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para los contenidos de carbono.

Datos de Actividad

A continuación, se resumen las principales fuentes de información utilizadas:

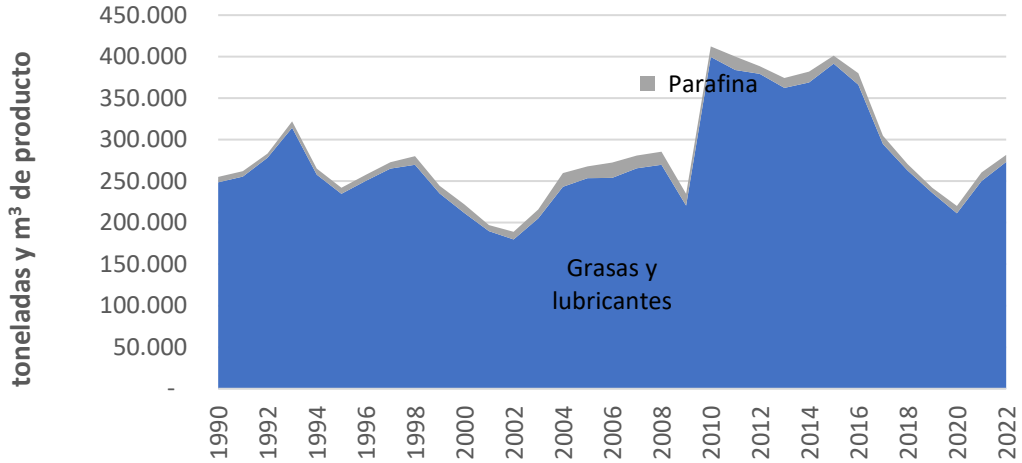
SESCO-DS: el SESCO es el Sistema de declaraciones juradas de operadores de combustibles derivados del petróleo (Modulo Dowstream). El concepto general del sistema se basa en el cierre de balances de proceso y producción (en masa) y el balance comercial por producto (cada uno en sus unidades físicas). Las tablas publicadas son de acceso público y de actualización mensual. De esta fuente se obtiene el consumo (ventas) de bases lubricantes, grasas, y lubricantes automotrices, industriales y marinos, en forma anual y a nivel provincial.

IPA: es una asociación civil sin fines de lucro, fundada en 1976 por iniciativa de la Asociación Argentina de Ingenieros Químicos, la Asociación Química Argentina y el Instituto Argentino del Petróleo y del Gas. De esta fuente se obtienen datos de consumo de parafina en forma anual y a nivel nacional.

La tendencia de los datos de actividad de esta categoría se explica con el movimiento de la economía, a través del PIB, con caídas en el 2001-2002 y 2008-2009 y aumentos entre los años 2010 y 2016. Durante el año 2020 se observan los efectos de la pandemia de COVD-19, mostrando una recuperación en las actividades a partir del año 2021.

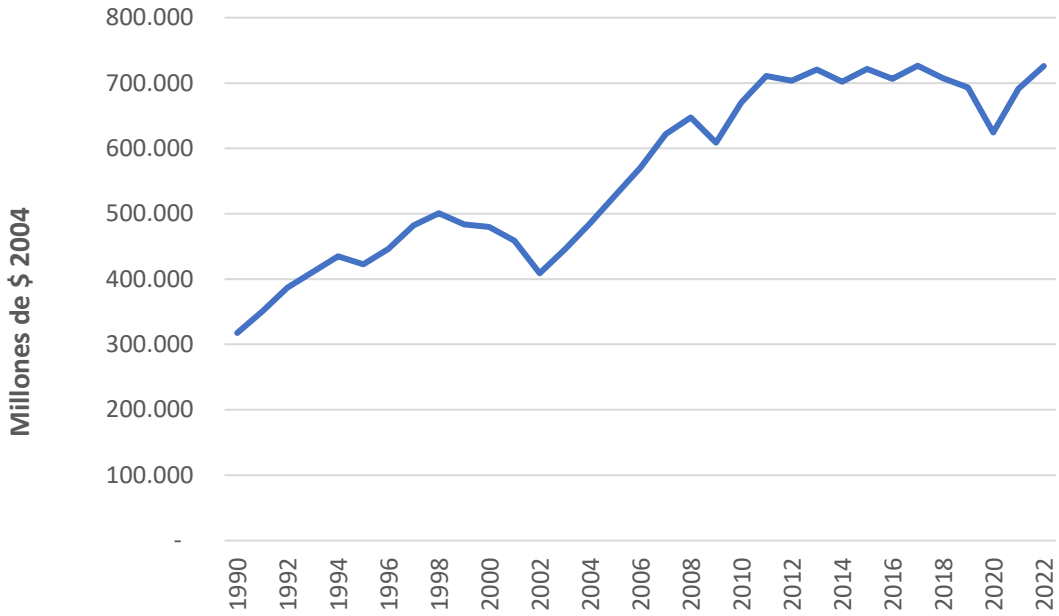
[169] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra la recuperación ya que no ocurre en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Figura 204. Evolución del consumo de productos no energéticos



Fuente: Elaboración propia

Figura 205. Evolución del Producto Interno Bruto



Fuente: Elaboración propia

2D1 – Uso de lubricantes

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 253. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2D1 – Uso de lubricantes

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2D1	Uso de lubricantes	Emisiones provenientes del consumo de aceites lubricantes, aceites para radiación, lubricantes para cuchillas y grasas.	Nivel 1	NA	NA

Fuente: Elaboración propia

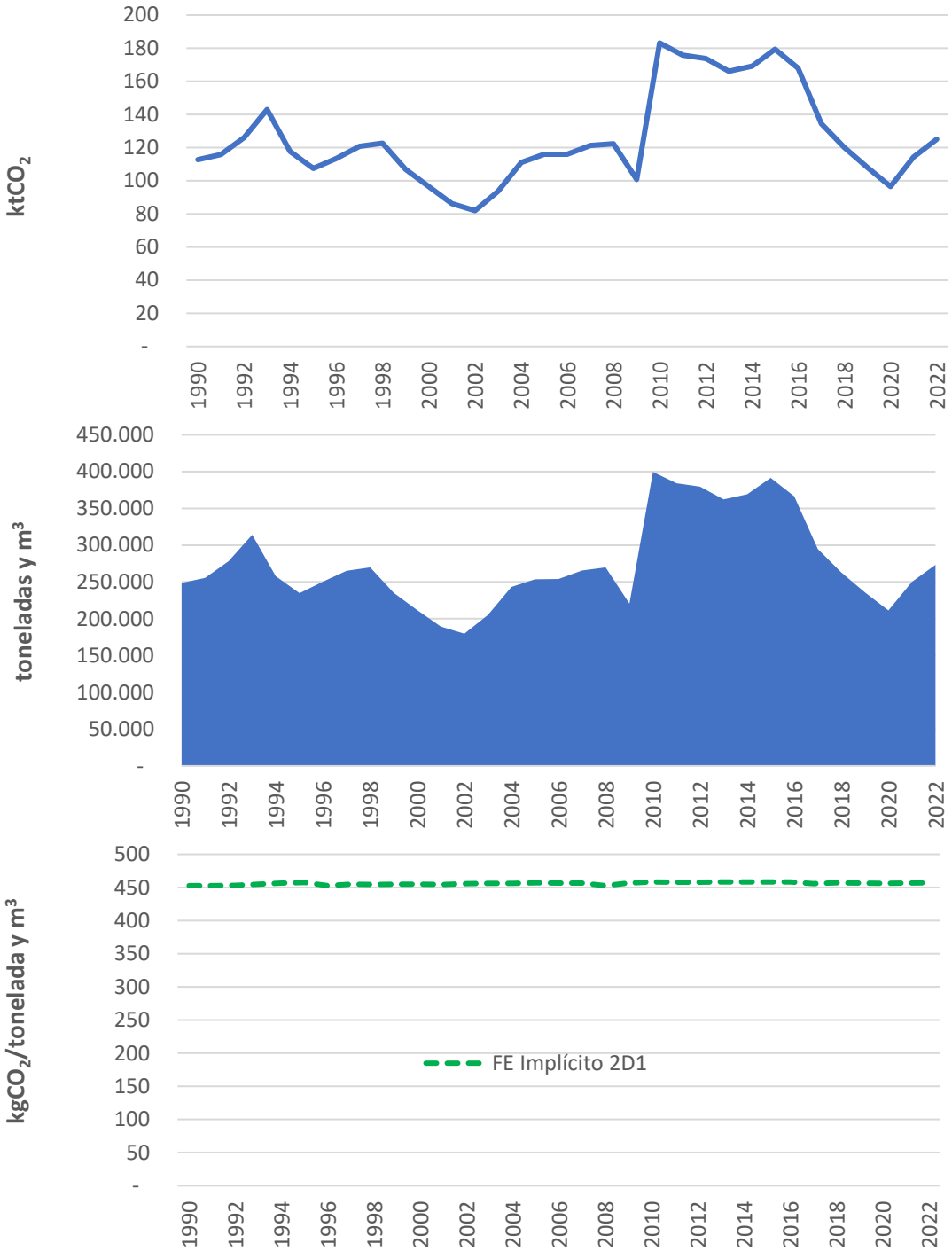
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones se encuentra relacionada a los datos de actividad, cuya variación se debe a las oscilaciones propias de la economía. Puede verse que el factor de emisión implícito se mantiene prácticamente constante, con leves oscilaciones debidas a los cambios de la participación relativa de cada producto.

Figura 206. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2D1 (1990-2022)

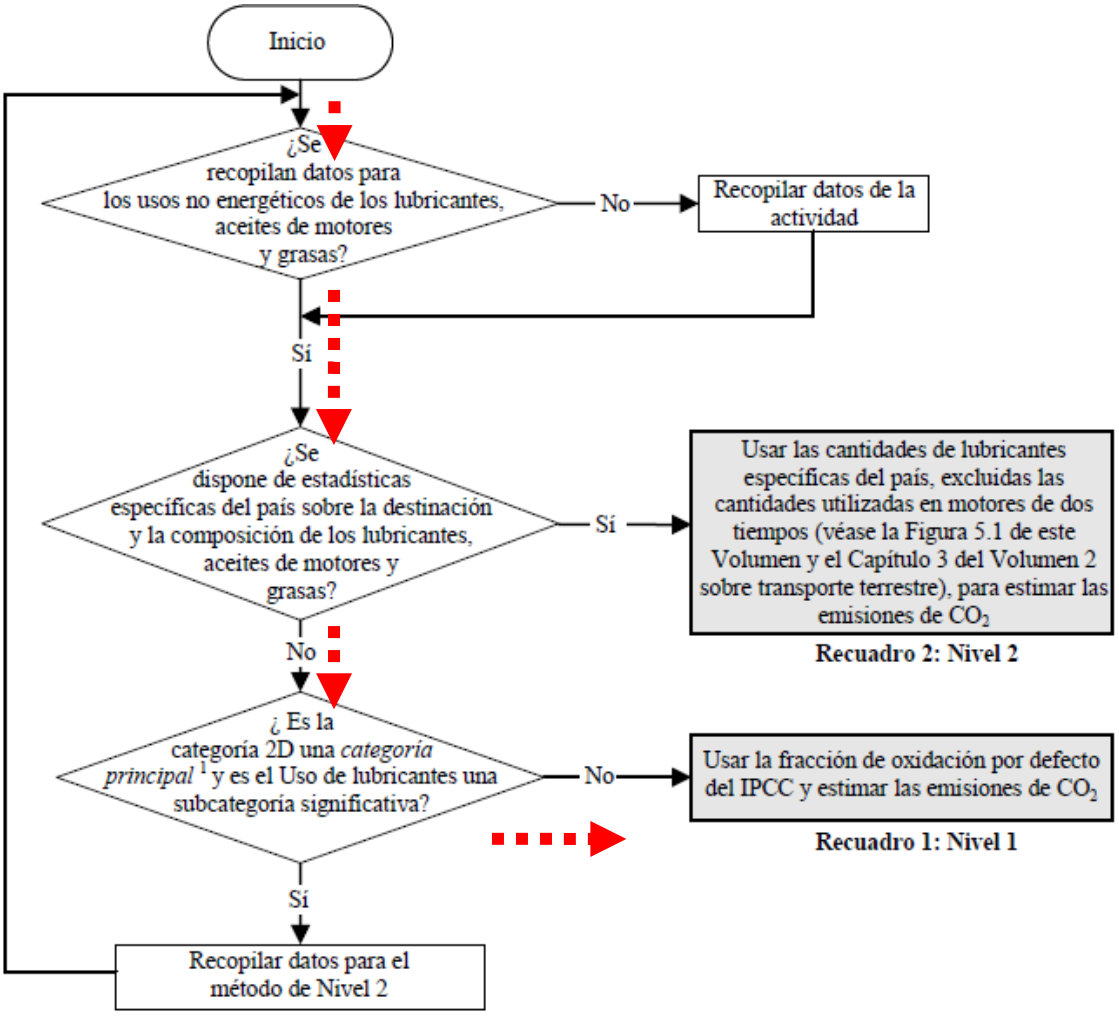


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 49. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes del uso de lubricantes



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con información respecto a la comercialización de lubricantes, pero no se cuenta con información del destino de uso y composición, por lo que se estiman las emisiones con el método de cálculo Nivel 1.

Las emisiones de CO_2 proveniente del uso de lubricantes se calculan multiplicando el consumo del producto por el contenido de carbono y el factor de oxidación durante el uso "Oxidised During Use" (ODU, por sus siglas en inglés) que correspondan a cada producto, según la ecuación 5.2 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se construye un factor de emisión de CO_2 según el producto. Primero se multiplica el contenido de carbono, el factor ODU, y un factor de 44/12 que corresponde al cociente de pesos moleculares. Con esta multiplicación parcial de la ecuación 5.2,

se obtiene un factor de emisión de CO_2. Para pasar el FE_{CO2} de unidad de energía a unidad de volumen o tonelada se multiplica por el Potencial Calorífico Inferior (PCI), que depende de cada tipo de producto. Los valores de los parámetros se encuentran en la tabla a continuación.

Tabla 254. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 2D1 – Uso de lubricantes

Producto	Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
Grasas	$CC_{lubricantes}$	Contenido de carbono por defecto.	kg C/GJ	20	IPCC 2006 – Cuadro 1.3	Otros productos del petróleo
Lubricantes automotrices, lubricantes industriales, lubricantes marinos	$CC_{lubricantes}$	Contenido de carbono por defecto.	kg C/GJ	20	IPCC 2006 – Cuadro 1.3	Lubricantes
Lubricantes automotrices, lubricantes industriales, lubricantes marinos	$ODU_{lubricantes}$	*Oxidised During Use*.	Adimensional	0,2	IPCC 2006 – Cuadro 5.2	Aceite lubricante
Grasas	$ODU_{lubricantes}$	*Oxidised During Use*.	Adimensional	0,05	IPCC 2006 – Cuadro 5.2	Grasas
Bases lubricantes	PCI	Poder Calorífico Inferior.	tep/m^3	0,7560	BEN 2015	Lubricantes
Grasas	PCI	Poder Calorífico Inferior.	tep/t	1,00	BEN 2015	Grasa
Lubricantes automotrices	PCI	Poder Calorífico Inferior.	tep/m^3	0,756	BEN 2015	Lubricantes
Lubricantes industriales	PCI	Poder Calorífico Inferior.	tep/m^3	0,756	BEN 2015	Lubricantes
Lubricantes marinos	PCI	Poder Calorífico Inferior.	tep/m^3	0,756	BEN 2015	Lubricantes

Fuente: Elaboración propia

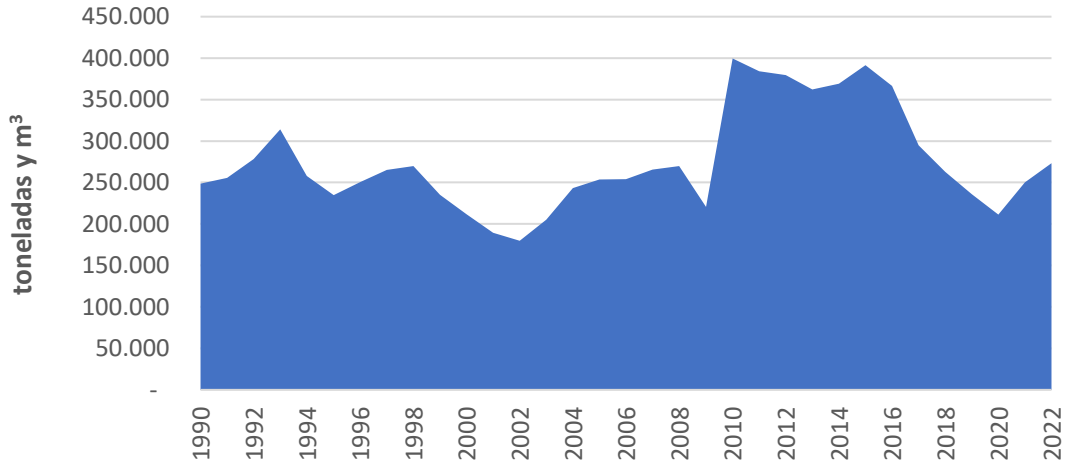
Datos de actividad

De 1990 a 1993 los datos de actividad provienen del Anuario de Combustibles publicado por la SE. En dicho anuario los valores se publican a nivel nacional y por los siguientes productos: grasas, aceites bases y lubricantes. De 1994 a 2000 los datos de actividad provienen de las Tablas SESCO. En las mismas, la información se encuentra a nivel nacional y desagregado en grasas y lubricantes. De 2001 a 2009 se utiliza la misma fuente y proveedor de información, pero los valores se encuentran desagregados en grasas y bases lubricantes.

A partir de 2010 se utiliza la misma fuente de información, pero los datos de actividad se encuentran desagregados a nivel provincial y en los siguientes productos: bases lubricantes, grasas, lubricantes automotrices, lubricantes industriales y lubricantes marinos.

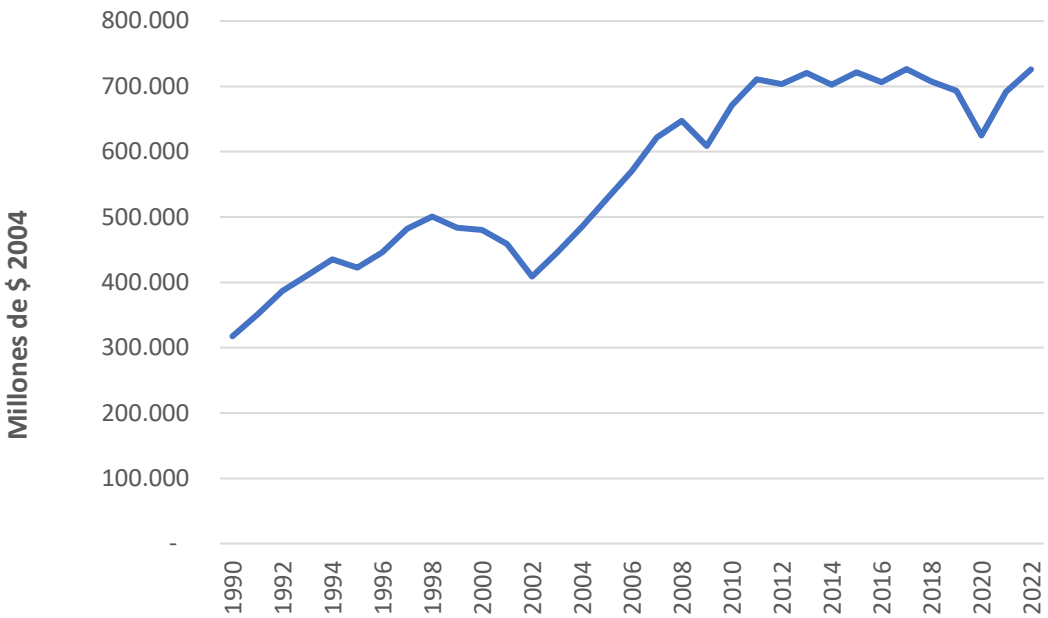
Puede verse que las variaciones del consumo de lubricantes se explican con el movimiento de la economía, a través del PIB, con caídas en el 2001-2002 y 2008-2009. También se presenta una caída en el consumo durante el año 2020 debido al impacto de la pandemia de COVID-19. A partir del año 2021 se genera una recuperación en las actividades y un aumento de dichos consumos.

Figura 207. Evolución del uso de lubricantes



Fuente: Elaboración propia

Figura 208. Evolución del Producto Interno Bruto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 255. Datos de actividad para la categoría 2D1 – Uso de lubricantes (2022)

Nombre	Valor	Unidad
Consumo de grasas	6.181	toneladas
Consumo de bases lubricantes	7.403	m^3
Consumo de lubricantes automotrices	175.753	m^3
Consumo de lubricantes industriales	81.364	m^3
Consumo de lubricantes marinos	2.574	m^3

Fuente: Elaboración propia

2D2 – Uso de la cera de parafina

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 256. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2D2 – Uso de la cera de parafina

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2D2	Uso de la cera de parafina	Emisiones provenientes del consumo de ceras derivadas del petróleo, tales como la vaselina (petrolato), ceras de parafina y otras ceras.	Nivel 1	NA	NA

Fuente: Elaboración propia

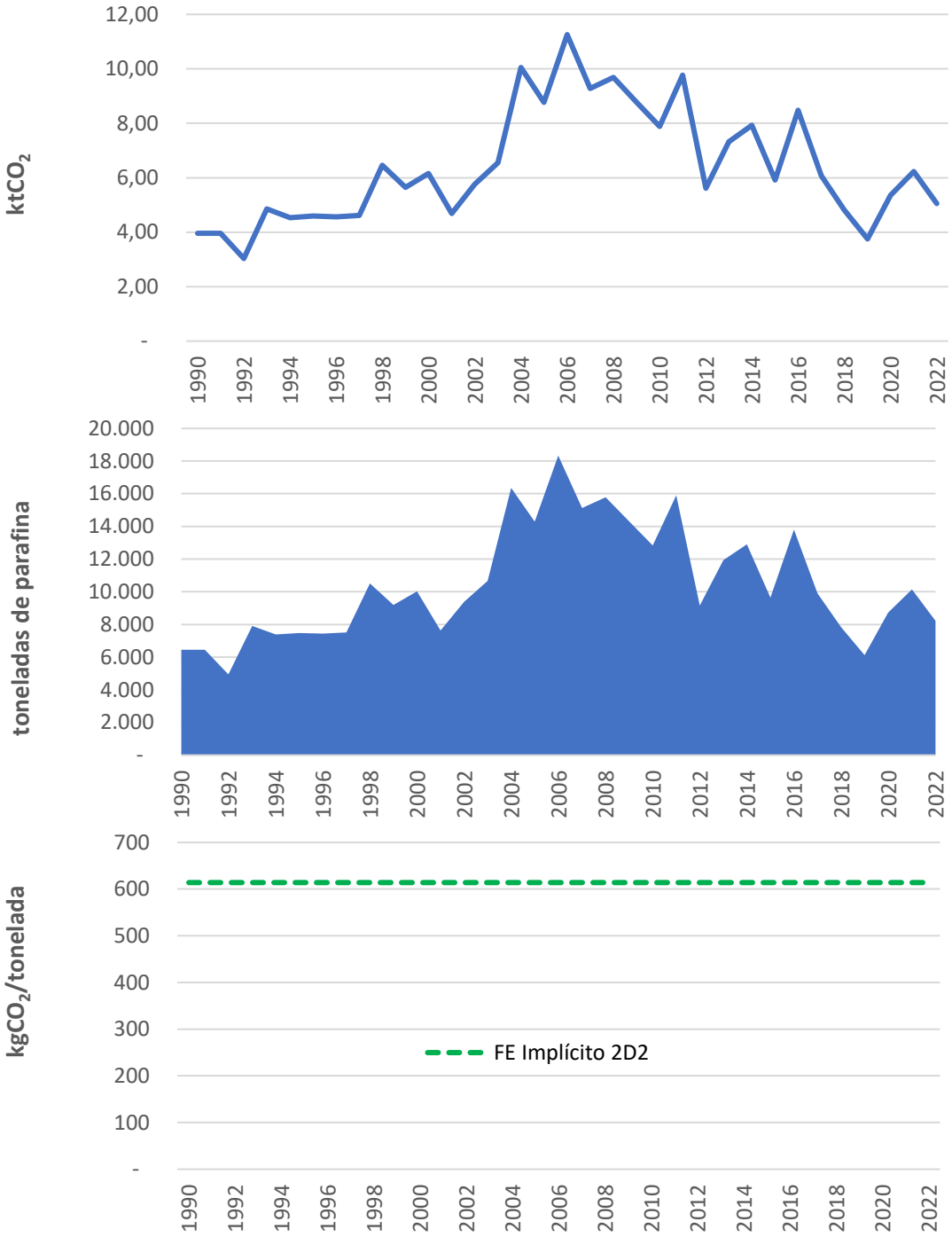
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones se debe a la variación de los datos de actividad que, a su vez responden a las oscilaciones propias de la economía.

Figura 209. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2D2 (1990-2022)

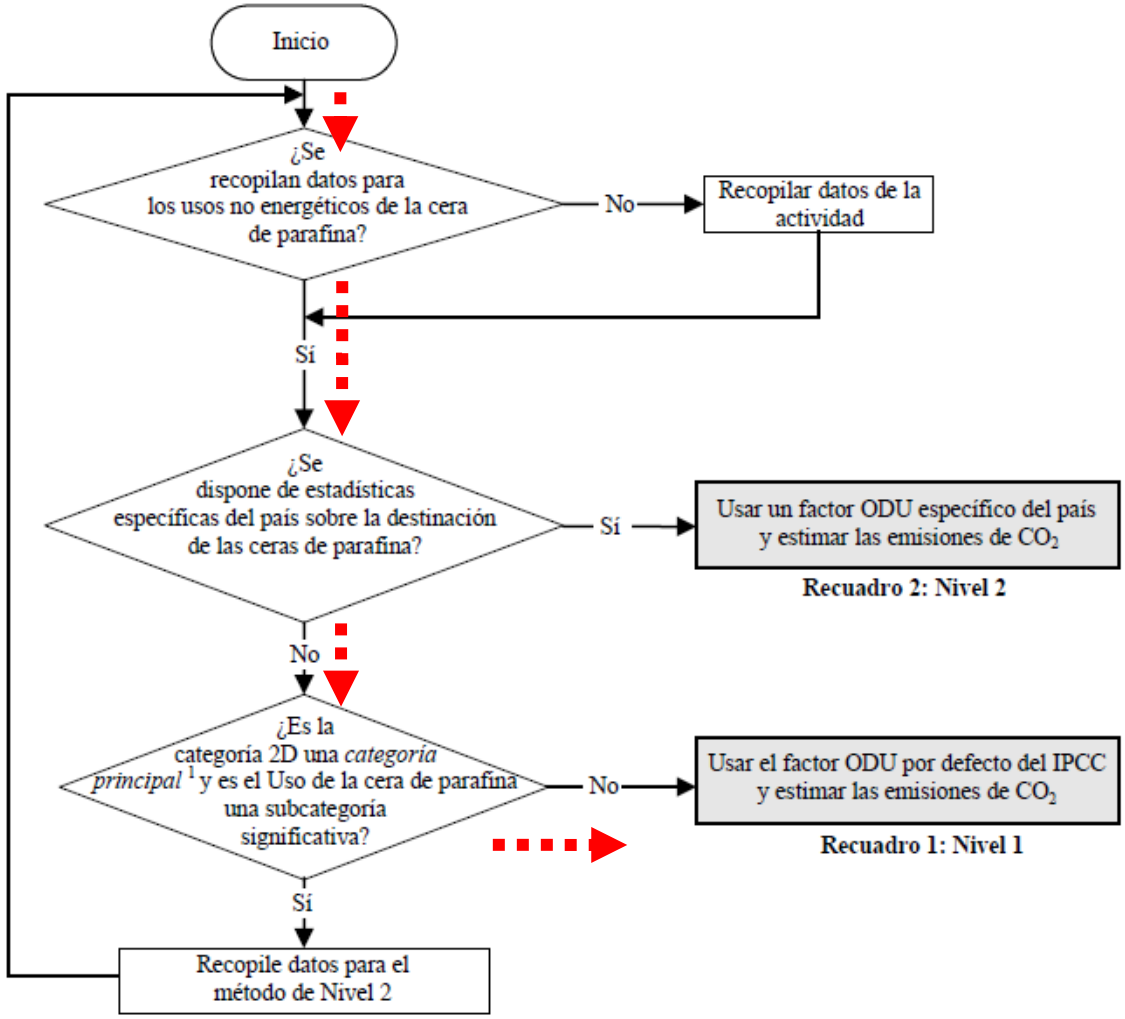


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 50. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes del uso de la cera de parafina



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con información respecto a la comercialización de cera de parafina, pero no se cuenta con información del destino de uso, por lo que se estiman las emisiones con el método de cálculo Nivel 1.

Las emisiones de CO_2 se calculan multiplicando el consumo del producto por el contenido de carbono y el factor ODU según la ecuación 5.4 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Se construye un factor de emisión de CO_2. Primero se multiplica el contenido de carbono, el factor ODU, y un factor de 44/12 que corresponde al cociente de pesos moleculares. Con esta multiplicación parcial de la ecuación 5.2, se obtiene factor de emisión de CO_2. Para pasar el FE_{CO2} de unidad de energía a unidad de volumen o

tonelada se multiplica por el PCI. Los valores de los parámetros se encuentran en la tabla a continuación.

Los parámetros necesarios para el cálculo de emisiones se encuentran en la tabla a continuación.

Tabla 257. Parámetros para la categoría 2D2 – Uso de la cera de parafina

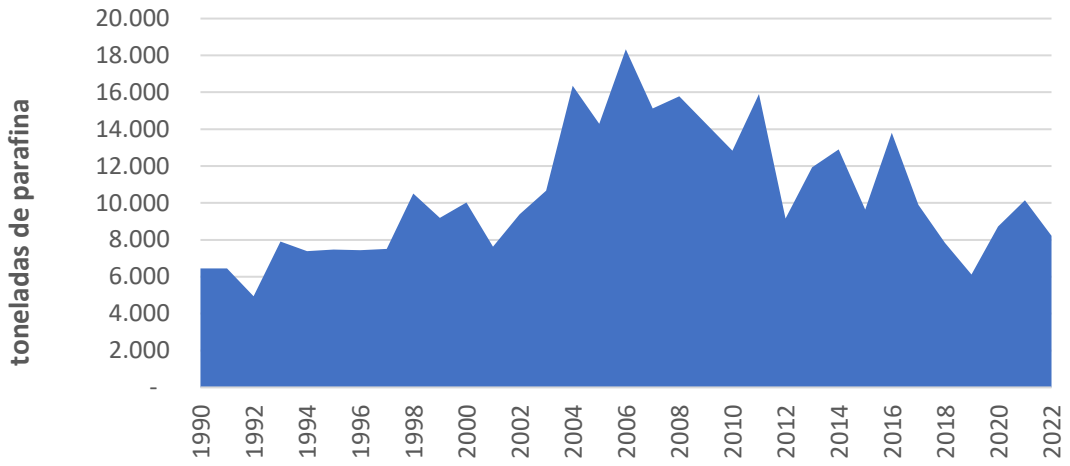
Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
CC_{ceras}	Contenido de carbono por defecto.	kg C/GJ	20	IPCC 2006 – Cuadro 1.3	Ceras de parafina
ODU_{ceras}	*Oxidised During Use.*	adimensional	0,2	IPCC 2006 – Cuadro 5.2	Aceite lubricante
PCI	Poder Calorífico Inferior.	tep/t	1	BEN 2015	No hay datos. Se considera 1 tep/t como valor de referencia.

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Los valores son brindados por el IPA en sus reportes "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina". Para el año 1990 no se cuenta con información, por lo que se asume constante el valor del año 1991. Para el año 2009 tampoco hay información, por lo que se toma un promedio entre los años 2008 y 2010.

Figura 210. Evolución del uso de la cera de parafina



Fuente: Elaboración propia

Tabla 258. Datos de actividad para la categoría 2D2 – Uso de la cera de parafina (2022)

Dato de actividad	Consumo de parafina (tonelada)
Total 2022	8.224

Fuente: Elaboración propia

2D3 – Otros

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 259. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2D3 – Otros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2D3a	Uso de solvente	Emisiones de COVDM por uso de solventes (aplicación de pinturas, eliminación de grasas y lavado a seco). Las emisiones provenientes del uso de HFC y PFC como solventes deben declararse en la categoría 2F5.	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 260. Incertidumbres de la categoría 2D – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (2022)

Código Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CO_2	Incertidumbre combinada			Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
			CO_2	CH_4	N_2O			
2D1	15%	50,1%	9,1%			8,12E-10%	0,05%	3,48E-09%
2D2	15%	50,1%	52,3%			4,34E-11%	0,002%	1,86E-10%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realiza utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplican las incertidumbres por defecto establecidas en la Directrices del IPCC de 2006.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[170], se deben realizar controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Controlar que los consumos totales de bases lubricantes, grasas, lubricantes automotrices, lubricantes industriales, lubricantes marinos y parafina empleados en los cálculos de cada año sean iguales a los totales reportados en las fuentes originales del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

Se ajustaron los valores de los GWP acorde al AR5 para la estimación de las emisiones de la categoría "2D – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente". No se realizaron otras mejoras ni recálculos en la categoría.

Industria electrónica (2E)

Tabla 261. Información sectorial para la categoría 2E (CO_2, CH_4 y N_2O)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Cantidad de producción/consumo		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	Descripción	(kt)	(t/t)			(kt)		
2.E. Industria electrónica								NO
2.E.1. Circuito integrado o semiconductor	Consumo de gas	NO			NO			NO
2.E.2. Pantalla plana tipo TFT	Consumo de gas	NO			NO			NO
2.E.5. Otros								NO

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[171].

[170] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.
[171] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra los gases y la recuperación ya que no ocurren en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 262. Información sectorial para la categoría 2E (Gases F)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS	EMISIONES	RECUPERACIÓN
	Descripción	(t)	(kg/t)	(t)	(t)
2.E. Industria electrónica				NO	NO
2.E.1. Circuito integrado o semiconductor				NO	NO
2.E.2. Pantalla plana tipo TFT				NO	NO
2.E.3. Productos fotovoltaicos				NO	NO
2.E.4. Fluido de transferencia térmica				NO	NO
2.E.5. Otros					

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[172].

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 263. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2E – Industria electrónica

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2E	Industria electrónica	Emisiones vinculadas a la fabricación de semiconductores, pantallas planas a transistores de película delgada y dispositivos fotovoltaicos.			NO

Fuente: Elaboración propia

No se estiman las emisiones provenientes de esta categoría debido a que no se desarrolla la actividad en el país.

Uso de sustitutos de SAO (2F)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría “2F – Uso de productos como sustitutos de las SAO” se detalla a continuación.

[172] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra los gases ya que no ocurren en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 264. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2F – Uso de productos como sustitutos de las SAO

Sistema de archivo	
Procedimiento	2F_P_00
Ruta de acceso	01_INGEI/2_PIUP
Hoja de trabajo	2F_HT_1990-2022_00 2F1a_HT_1990-2022_00 2F1b_HT_1990-2022_00 2F2_HFC227ea-HT_1990-2022_00 2F2_HFC245fa-HT_1990-2022_00 2F2_HFC365-HT_1990-2022_00 2F3_HT_1990-2022_00
Incertidumbres	2F_IN_2022_00
Datos de actividad	2F_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

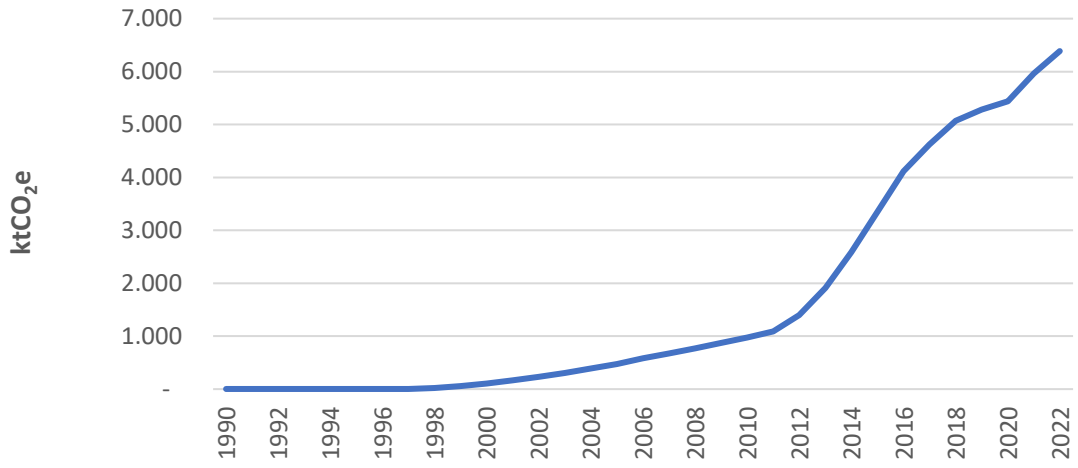
Descripción

En esta categoría se incluyen las emisiones de gases halogenados de efecto invernadero que no están contemplados en el Protocolo de Montreal. Se consideran las emisiones de agentes espumantes, productos contra incendios, aerosoles, y refrigeración y aire acondicionado estacionario y móvil.

Tendencia de las emisiones de GEI

El sector presenta una tendencia creciente de emisiones de CO_2e a lo largo de toda la serie temporal 1990-2022, debido a la variación de los consumos de HFC y a su participación relativa, dado que los GWP se mantienen constantes a lo largo del tiempo.

Figura 211. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2e (1990-2022) – 2F – Uso de productos como sustitutos de las SAO



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Para la categoría "2F1 - Refrigeración y aire acondicionado", se calculan las emisiones de HFC empleando el método de cálculo Nivel 2a (ecuaciones 7.10 a 7.14) del Refinamiento del IPCC de 2019. Para el resto de las aplicaciones se calculan las emisiones de HFC empleando el método de cálculo Nivel 1, utilizando las ecuaciones 7.1, 7.2A, 7.6 y 7.7 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 265. Información sectorial para la categoría 2F

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Cantidad			FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Llenado en nuevos productos fabricados	En sistemas operativos (stocks anuales promedio)	Cantidad restante en productos en el desmantelamiento	Factor de fabricación del producto	Factor de vida del producto	Factor de pérdida en la eliminación	De la fabricación	Del stock	De la eliminación
	(t)			%			(t)		
2.F. Usos de productos como sustitutos de las SAO									
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado									
2.F.1.a. Refrigeración comercial	IE	IE	IE	IE	IE	IE,NO	IE	IE	IE
2.F.1.b. Refrigeración doméstica	IE	IE	IE	IE	IE	IE,NO	IE	IE	IE
2.F.1.c. Refrigeración industrial	IE	IE	IE	IE	IE	IE,NO	IE	IE	IE
2.F.1.d. Refrigeración en transporte	IE	IE	IE	IE	IE	IE,NO	IE	IE	IE
2.F.1.e. Aire acondicionado móvil									
HFC-134a	384,84	IE	3.579,93	0,50	IE	9,19	1,92	715,99	329,03
HFC-152a	NO	IE	72,14	NO	IE	NO	NO	14,43	NO
2.F.1.f. Refrigeración y aire acondicionado estacionario									
HFC-23	0,05	IE	0,14	1,00	IE	NO	0,0005	0,01	NO
HFC-32	546,10	IE	5.963,47	1,00	IE	NO	5,46	596,35	NO
HFC-125	903,74	IE	7.992,63	1,00	IE	NO	9,04	799,26	NO
HFC-134a	450,86	IE	4.885,63	1,00	IE	2,62	4,51	488,56	128,17
HFC-143a	208,00	IE	1.269,90	1,00	IE	NO	2,08	126,99	NO
HFC-152a	NO	IE	85,75	NO	IE	NO	NO	8,58	NO
2.F.2. Agentes espumantes									
2.F.2.a. Agentes espumantes de celda cerrada									
HFC-227ea	5,65	8,73	NE	10,00	5,81	IE,NO	0,57	0,51	IE
HFC-245fa	9,47	11,51	NE	10,00	6,13	IE,NO	0,95	0,71	IE
HFC-365mfc	71,04	90,39	NE	10,00	5,46	IE,NO	7,10	4,94	IE
2.F.2.b. Agentes espumantes de celda abierta									
2.F.3. Productos contra incendios									
HFC-125	NO	38,69	NE	NO	4,00	IE,NO	NO	1,55	IE
HFC-227ea	35,00	183,54	NE	20,98	IE	IE,NO	7,34	IE	IE
HFC-236fa	NO	48,64	NE	NO	4,00	IE,NO	NO	1,95	IE
2.F.4. Aerosoles									
2.F.4.a. Inhaladores de dosis medidas									
HFC-134a	IE	IE		IE	IE		IE	IE	
HFC-227ea	IE	IE		IE	IE		IE	IE	
HFC-365mfc	IE	IE		IE	IE		IE	IE	
2.F.4.b. Otros (sírvase especificar)									
Todos los aerosoles									
HFC-134a	545,31	272,66		50,00	57,90		272,66	157,87	
HFC-227ea	1,28	0,64		50,00	47,81		0,64	0,31	
HFC-365mfc	4,46	2,23		50,00	127,64		2,23	2,85	
2.F.5. Solventes									
HFC-245fa	IE	IE	NE	IE	IE	IE,NO	IE	IE	IE
HFC-365mfc	IE	IE	NE	IE	IE	IE,NO	IE	IE	IE
2.F.6. Otras aplicaciones									

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[173].

[173] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra la recuperación y ciertos gases que no ocurren en estas categorías. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Factores de emisión

Para la categoría "2F1 - Refrigeración y aire acondicionado", se utilizan valores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019 para los distintos parámetros empleados en el cálculo de las emisiones de HFC. Para el resto de las aplicaciones se utilizan los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Para la fracción de gas destruida al fin de la vida útil del equipamiento se emplea dictamen de experto.

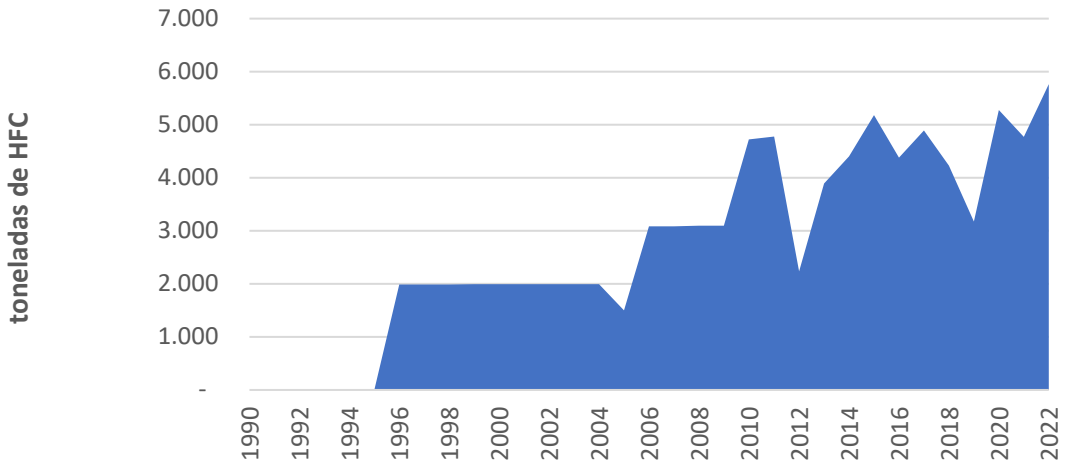
Datos de Actividad

A continuación, se resumen las principales fuentes de información utilizadas:

OPROZ: este organismo se encuentra dentro de la SSAmb y provee los datos de consumos de los HFC en forma anual y a nivel nacional.

Los datos de actividad de esta categoría siguen una tendencia general creciente desde 1997, como año de introducción de los gases, hasta el año 2015 debido al incremento en la cantidad de HFC importados, especialmente desde el año 2012. Sin embargo, se observan caídas puntuales pronunciadas para los años 2012, 2016, 2019 y 2021. debido principalmente a la categoría "2F1f – Refrigeración y Aire Acondicionado Estacionario".

Figura 212. Evolución del consumo de HFC



Fuente: Elaboración propia

2F1 – Refrigeración y aire acondicionado

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 266. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F1 – Refrigeración y aire acondicionado

Código Categoría	Subcategoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2F1a	Refrigeración comercial	Emisiones provenientes de sistemas de refrigeración comercial, incluyendo diferentes tipos de equipos, desde máquinas expendedoras hasta sistemas de refrigeración centralizados en supermercados.			
2F1b	Refrigeración doméstica	Emisiones provenientes de sistemas de refrigeración y aire acondicionado domésticos (es decir, del hogar).			
2F1c	Refrigeración industrial	Emisiones provenientes de sistemas de refrigeración y aire acondicionado en procesos industriales, incluyendo enfriadores, almacenamiento en frío y bombas de calor industriales utilizados en la industria alimentaria, petroquímica y otras industrias.			
2F1d	Refrigeración en el transporte	Emisiones provenientes de la refrigeración para transporte, incluyendo equipos y sistemas utilizados en camiones refrigerados, contenedores, *reefers* y vagones.			
2F1e	Aire acondicionado móvil	Emisiones provenientes de sistemas de aire acondicionado móvil utilizados en automóviles de pasajeros, cabinas de camiones, autobuses y trenes.			
2F1f	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	Emisiones provenientes de sistemas de aire acondicionado estacionario, incluidos sistemas aire-aire, bombas de calor y enfriadores para aplicaciones residenciales y en edificios.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 267. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F1 – Refrigeración y aire acondicionado

Código Categoría	Subcategoría	Definición	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a
2F1a	Refrigeración comercial	Emisiones provenientes de sistemas de refrigeración comercial, incluyendo diferentes tipos de equipos, desde máquinas expendedoras hasta sistemas de refrigeración centralizados en supermercados.	IE	IE	IE	IE	IE
2F1b	Refrigeración doméstica	Emisiones provenientes de sistemas de refrigeración y aire acondicionado domésticos (es decir, del hogar).	IE	IE	IE	IE	IE
2F1c	Refrigeración industrial	Emisiones provenientes de sistemas de refrigeración y aire acondicionado en procesos industriales, incluyendo enfriadores, almacenamiento en frío y bombas de calor industriales utilizados en la industria alimentaria, petroquímica y otras industrias.	IE	IE	IE	IE	IE
2F1d	Refrigeración en el transporte	Emisiones provenientes de la refrigeración para transporte, incluyendo equipos y sistemas utilizados en camiones refrigerados, contenedores, *reefers* y vagones.	IE	IE	IE	IE	IE
2F1e	Aire acondicionado móvil	Emisiones provenientes de sistemas de aire acondicionado móvil utilizados en automóviles de pasajeros, cabinas de camiones, autobuses y trenes.	NO	NO	NO	Nivel 2a	NO
2F1f	Refrigeración y aire acondicionado estaciona-rio	Emisiones provenientes de sistemas de aire acondicionado estacionario, incluidos sistemas aire-aire, bombas de calor y enfriadores para aplicaciones residenciales y en edificios.	Nivel 2a	Nivel 2a	Nivel 2a	Nivel 2a	Nivel 2a

Fuente: Elaboración propia

Tabla 268. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F1 – Refrigeración y aire acondicionadon (Cont.)

Código Categoría	Subcategoría	Definición	HFC-152a	HFC-227ea	HFC-236fa	HFC-245fa	HFC-365mfc
2F1a	Refrigera-ción comercial	Emisiones provenientes de sistemas de refrigeración comercial, incluyendo diferentes tipos de equipos, desde máquinas expendedoras hasta sistemas de refrigeración centralizados en supermercados.	IE	NO	NO	NO	NO
2F1b	Refrigera-ción doméstica	Emisiones provenientes de sistemas de refrigeración y aire acondicionado domésticos (es decir, del hogar).	IE	NO	NO	NO	NO
2F1c	Refrigera-ción industrial	Emisiones provenientes de sistemas de refrigeración y aire acondicionado en procesos industriales, incluyendo enfriadores, almacena-miento en frío y bombas de calor industriales utilizados en la industria alimentaria, petroquímica y otras industrias.	IE	NO	NO	NO	NO
2F1d	Refrigera-ción en el transporte	Emisiones provenientes de la refrigeración para transporte, incluyendo equipos y sistemas utilizados en camiones refrigerados, contenedores, *reefers* y vagones.	IE	NO	NO	NO	NO

Código Categoría	Subcategoría	Definición	HFC-152a	HFC-227ea	HFC-236fa	HFC-245fa	HFC-365mfc
2F1e	Aire acondicio-nado móvil	Emisiones provenientes de sistemas de aire acondicionado móvil utilizados en automóviles de pasajeros, cabinas de camiones, autobuses y trenes.	Nivel 2a	NO	NO	NO	NO
2F1f	Refrigera-ción y aire acondicionad o estaciona-rio	Emisiones provenientes de sistemas de aire acondicionado estacionario, incluidos sistemas aire-aire, bombas de calor y enfriadores para aplicaciones residenciales y en edificios.	Nivel 2a	NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de HFC-125, HFC-143a, HFC-32 y HFC-23, consumidos en servicios se consideraron dentro de la subcategoría “2F1f – Refrigeración y aire acondicionado estacionario”. Las emisiones de HFC-134a y HFC-152a consumidos en servicios, se consideran dentro de las subcategorías “2F1f – Refrigeración y aire acondicionado estacionario” y “2F1e – Aire acondicionado móvil”. Las emisiones de las categorías 2F1a, 2F1b, 2F1c y 2F1d se incluyen dentro de las categorías 2F1e y 2F1f.

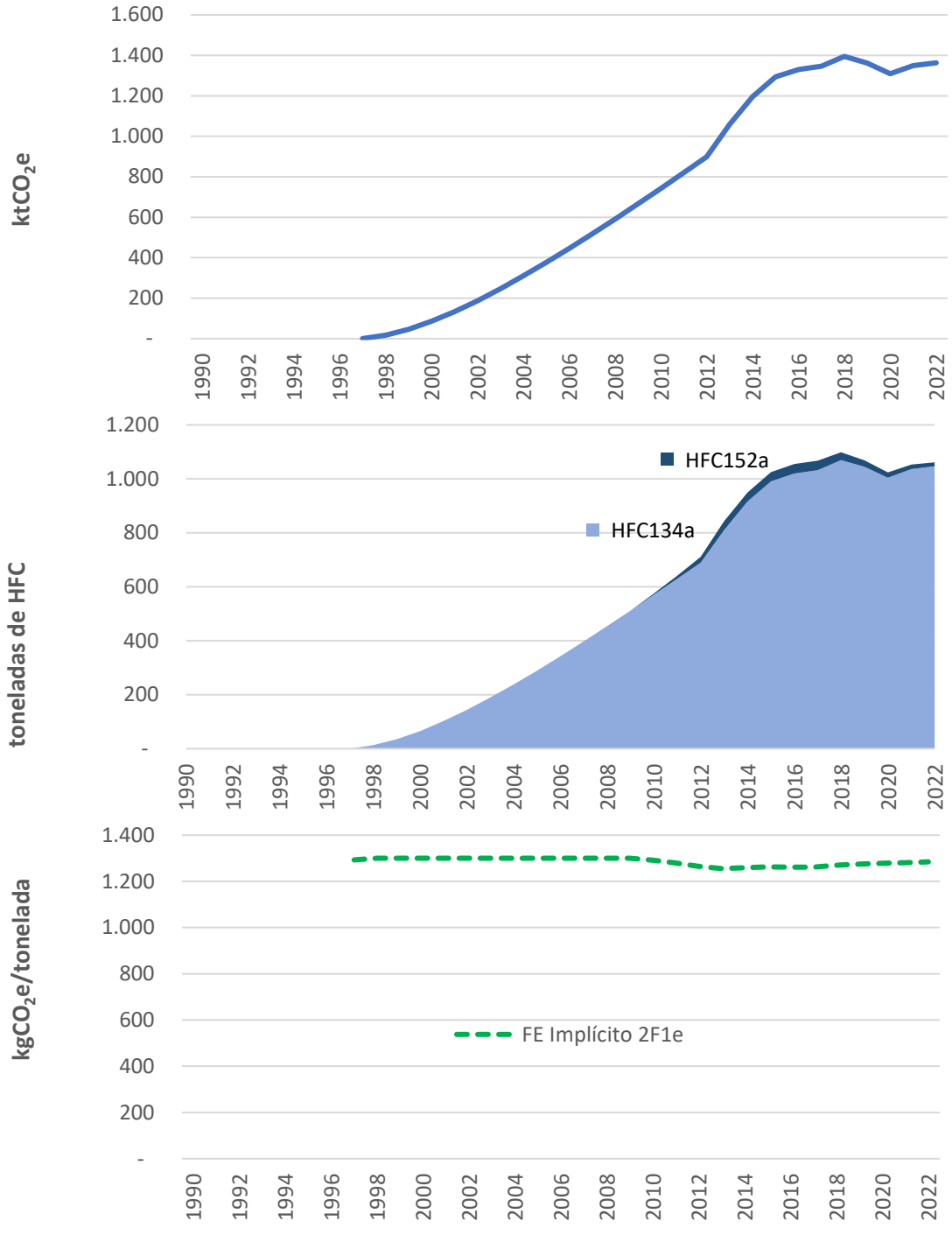
Es categoría principal por nivel para el año 2022 (1,4%).

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

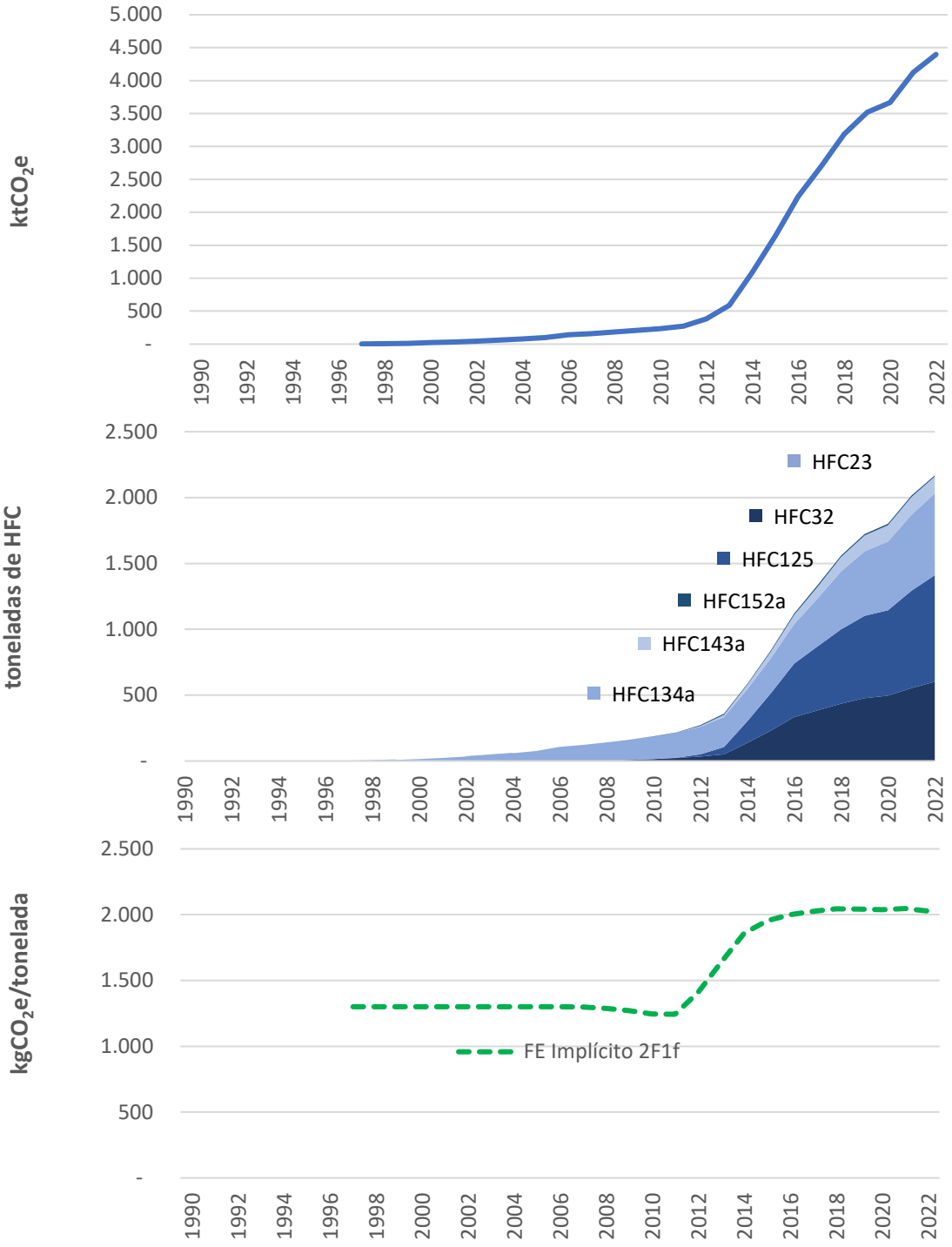
A partir del año 2007 se introdujeron los respectivos gases, además del HFC-134a introducido en el año 1997. Las emisiones en CO_2e y en toneladas de HFC, para 2F1e y 2F1f presentan una tendencia creciente debido a la variación de los consumos de HFC y a la participación relativa de cada HFC, dado que los GWP se mantienen constantes a lo largo del tiempo. Las variaciones en el factor de emisión implícito se deben a los cambios de la participación relativa de cada HFC y a las variaciones en el consumo para 2F1e y 2F1f.

Figura 213. Evolución de la tendencia de emisiones y factor de emisión implícito 2F1e (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 214. Evolución de la tendencia de emisiones y factor de emisión implícito 2F1f (1990-2022)

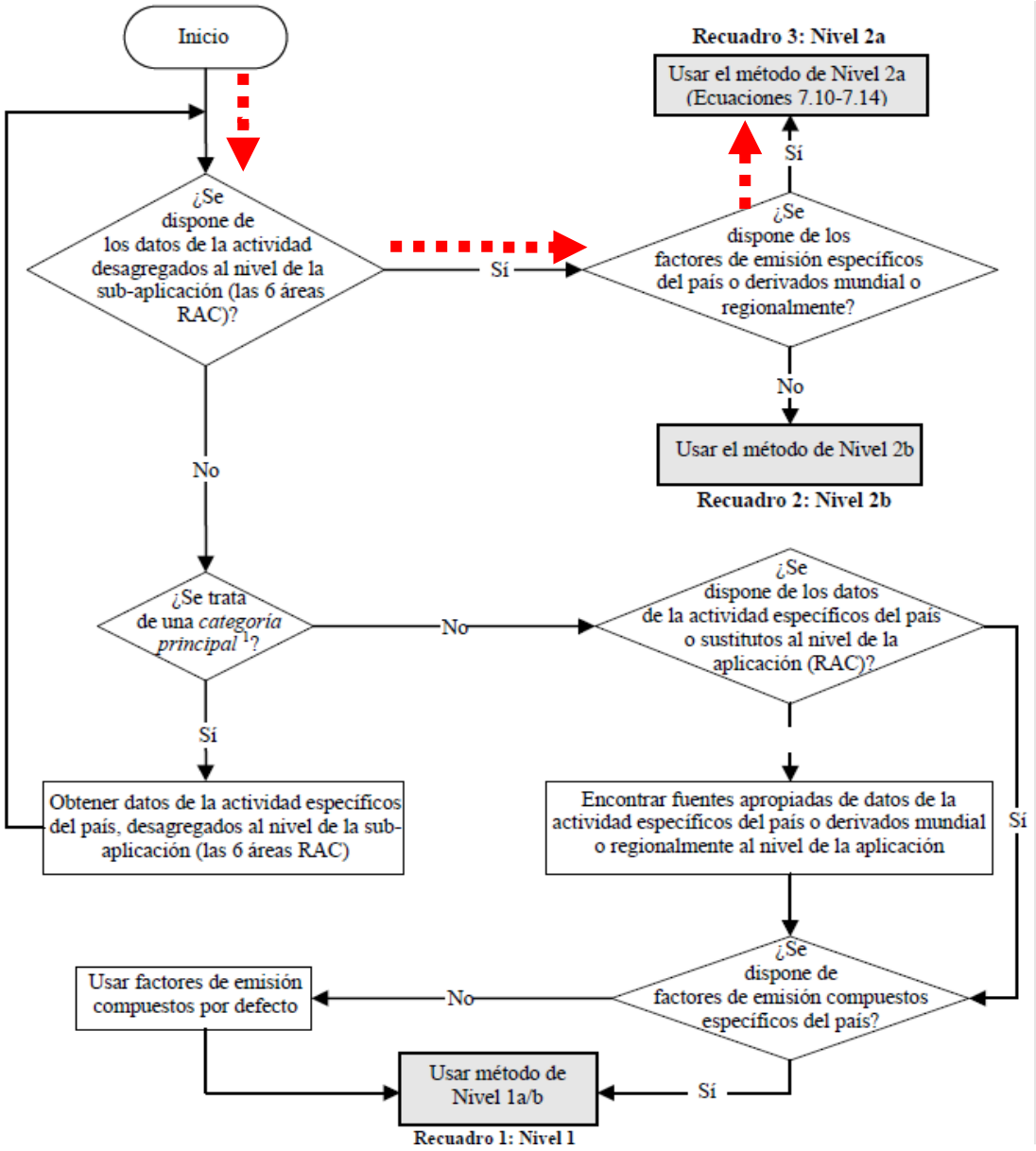


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 51. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de HFC procedentes del uso de SAO en refrigeración y aire acondicionado



Fuente: Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006

El país cuenta con información específica desagregada por subaplicación para los años 2012 a 2015. Para los años 2016 a 2020 el nivel de desagregación es menor, pudiendo discriminarse entre subaplicaciones de refrigeración y aire acondicionado estacionario (F1f) y móvil (F1e), mientras que para el período 2021 y 2022 se asignaron las mismas subaplicaciones para cada gas respecto del ciclo anterior. Por ello, se calculan las emisiones con método de cálculo Nivel 2a, utilizando las ecuaciones 7.10 - 7.14 mediante la aplicación de las plantillas de cálculo del Refinamiento del IPCC de 2019. La plantilla estima la cantidad de gas nuevo en

equipamiento y a granel utilizando los datos de producción, exportación e importación. En el caso de Argentina, todo proviene de importación y no se incluyen las importaciones y exportaciones de equipos precargados por falta de datos en la estadística. También se estima la cantidad de gas en equipamiento retirado, la cantidad de gas destruido en equipamiento retirado, la cantidad de gas liberado por los equipamientos retirados, la cantidad de gas confinado y las emisiones. Estas estimaciones se realizan para cada tipo de gas.

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utiliza, para países en desarrollo, el extremo superior de cada intervalo de la vida útil y de los factores de emisión por defecto del cuadro 7.9 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Para las subaplicaciones agrupadas en “2F1e - Aire acondicionado móvil” se utilizaron los parámetros de la subaplicación “Aire acondicionado móvil“ ya que es considerada la subaplicación principal de aire acondicionado móvil. Para el factor de emisión durante la operación se consideró a “Otros (Aire acondicionado móvil)”.

Por su parte, para las subaplicaciones agrupadas en “2F1f - Refrigeración y aire acondicionado estacionario” se utilizaron los parámetros de la subaplicación “Aire acondicionado residencial y comercial, incluidas las bombas térmicas” ya que es considerada la subaplicación principal de refrigeración y aire acondicionado estacionario.

Tabla 269. Parámetros para la categoría 2F1 –Refrigeración y aire acondicionado

Subcategoría	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
2F1f – Refrigeración y aire acondicionado estacionario	Vida útil de los equipos	años	20	IPCC 2019 - Página 7.32	Límite superior
	Factor de emisión (inicial)	%	1	IPCC 2019 - Página 7.32	Límite superior
	Factor de emisión (durante la operación)	%	10	IPCC 2019 - Página 7.32	Límite superior
	Fracción del gas destruida al fin de la vida útil	%	0	Dictamen de experto (área técnica)	
2F1e – Aire acondicionado móvil	Vida útil de los equipos	años	16	IPCC 2019 - Página 7.32	Límite superior
	Factor de emisión (inicial)	%	0,5	IPCC 2019 - Página 7.32	Límite superior
	Factor de emisión (durante la operación). Otros (Aire acondicionado Móvil)	%	20	IPCC 2019 - Página 7.32	Límite superior
	Fracción del gas destruida al fin de la vida útil	%	0	Dictamen de experto (área técnica)	

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

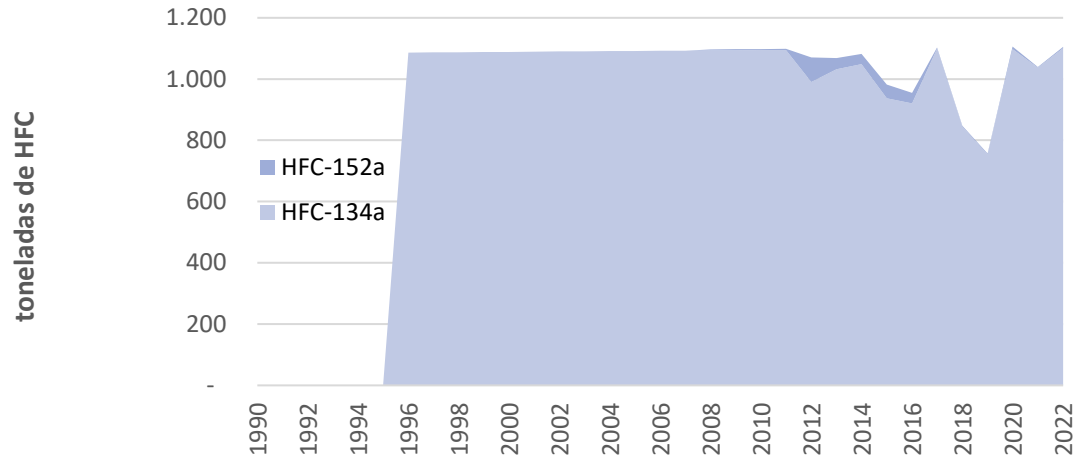
El dato de actividad es el consumo de las distintas sustancias. El mismo surge de suponer que las importaciones son iguales a las ventas y que las ventas son iguales a los consumos. Los datos son provistos por la OPROZ. Los datos se encuentran agregados a nivel nacional. La estadística nacional distingue lo que se utiliza en equipos nuevos y lo que se utiliza en consumo para servicios.

Los consumos de HFC para las subaplicaciones móviles se agruparon en la subcategoría "2F1e - Aire acondicionado móvil", y los consumos para subaplicaciones estacionarias se agruparon en la subcategoría "2F1f - Refrigeración y aire acondicionado estacionario".

Por su parte, los consumos para servicios de los gases HFC-23, HFC-32, HFC-125 y HFC-143a se incluyeron en su totalidad en la subcategoría 2F1f. Los consumos para servicios de los gases HFC-134a y HFC-152a se distribuyeron entre las categorías 2F1e y 2F1f, utilizando un porcentaje de distribución, el cual se calculó con la proporción de consumo anual del gas HFC-134a en las subcategorías 2F1e y 2F1f.

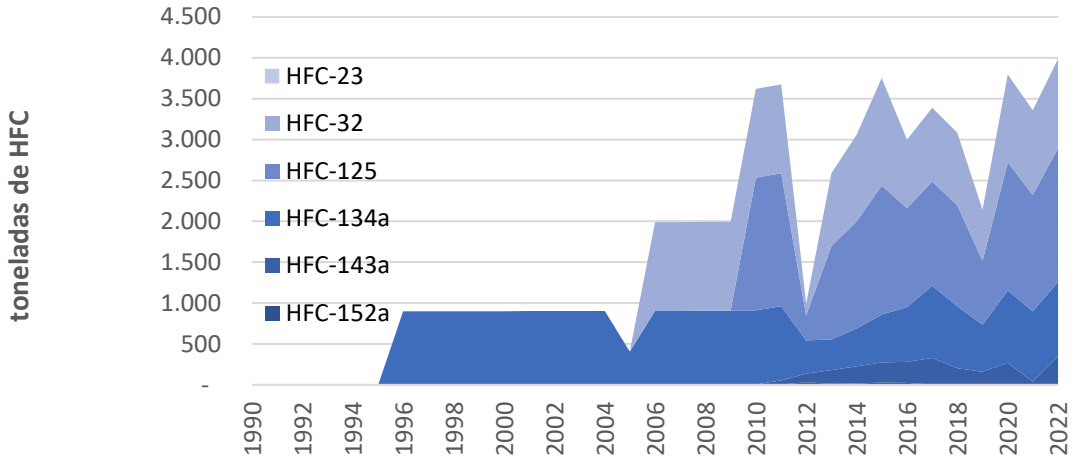
Se asume que no hay liberación de HFC en equipos nuevos. La información se presenta desagregada de acuerdo a lo requerido por el Protocolo de Montreal. Dicha desagregación no coincide con lo establecido en las Directrices del IPCC de 2006, por lo que es necesario realizar una homologación de subsectores (ver el Anexo Homologación de subsectores para el uso de sustitutos de SAO). Los datos de actividad se obtienen a partir de 2012 por lo tanto, los datos de años precedentes hasta el año de introducción de cada gas en el mercado, fueron estimados a partir de una extrapolación lineal adoptando un valor cero en el año previo a la introducción del gas y creciendo linealmente hasta el 2012 (dato provisto por la estadística).

Figura 215. Evolución del uso de HFC en aire acondicionado móvil (2F1e)



Fuente: Elaboración propia

Figura 216. Evolución del uso de HFC en refrigeración y aire acondicionado estacionario (2F1f)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 270. Datos de actividad para las subcategorías "2F1e y 2F1f – Refrigeración y aire acondicionado móvil y estacionario" (2022)

Dato de actividad	2F1e (tonelada)	2F1f (tonelada)
Consumo de HFC-23	-	0,05
Consumo de HFC-32	-	1.094,0
Consumo de HFC-125	-	1.634,8
Consumo de HFC-134a	1.100,7	911,1
Consumo de HFC-143a	-	344,8
Consumo de HFC-152a	3,9	3,5

Fuente: Elaboración propia

2F2 – Agentes espumantes

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 271. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F2 – Agentes espumantes

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2F2	Agentes espumantes	Emisiones provenientes de los procesos y las aplicaciones para los que se usan HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-227ea, HFC-134a y HFC-152a, incluyendo placas y paneles aislantes, secciones de tubos, sistemas nebulizados y espumas para relleno de un único componente.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 272. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F2 – Agentes espumantes

Código Categoría	Categoría	Definición	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	
2F2	Agentes espu-mantes	Emisiones provenientes de los procesos y las aplicaciones de agentes espumantes, incluyendo placas y paneles aislantes, secciones de tubos, sistemas nebulizados y espumas para relleno de un único componente.	NO	NO	NO	NO	NO	
Código Categoría	**Categoría**	**Definición**	**HFC-152a**		**HFC-227ea**	**HFC-236fa**	**HFC-245fa**	**HFC-365mfc**
2F2	Agentes espu-mantes	Emisiones provenientes de los procesos y las aplicaciones de agentes espumantes, incluyendo placas y paneles aislantes, secciones de tubos, sistemas nebulizados y espumas para relleno de un único componente.	NO		Nivel 1	NO	Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

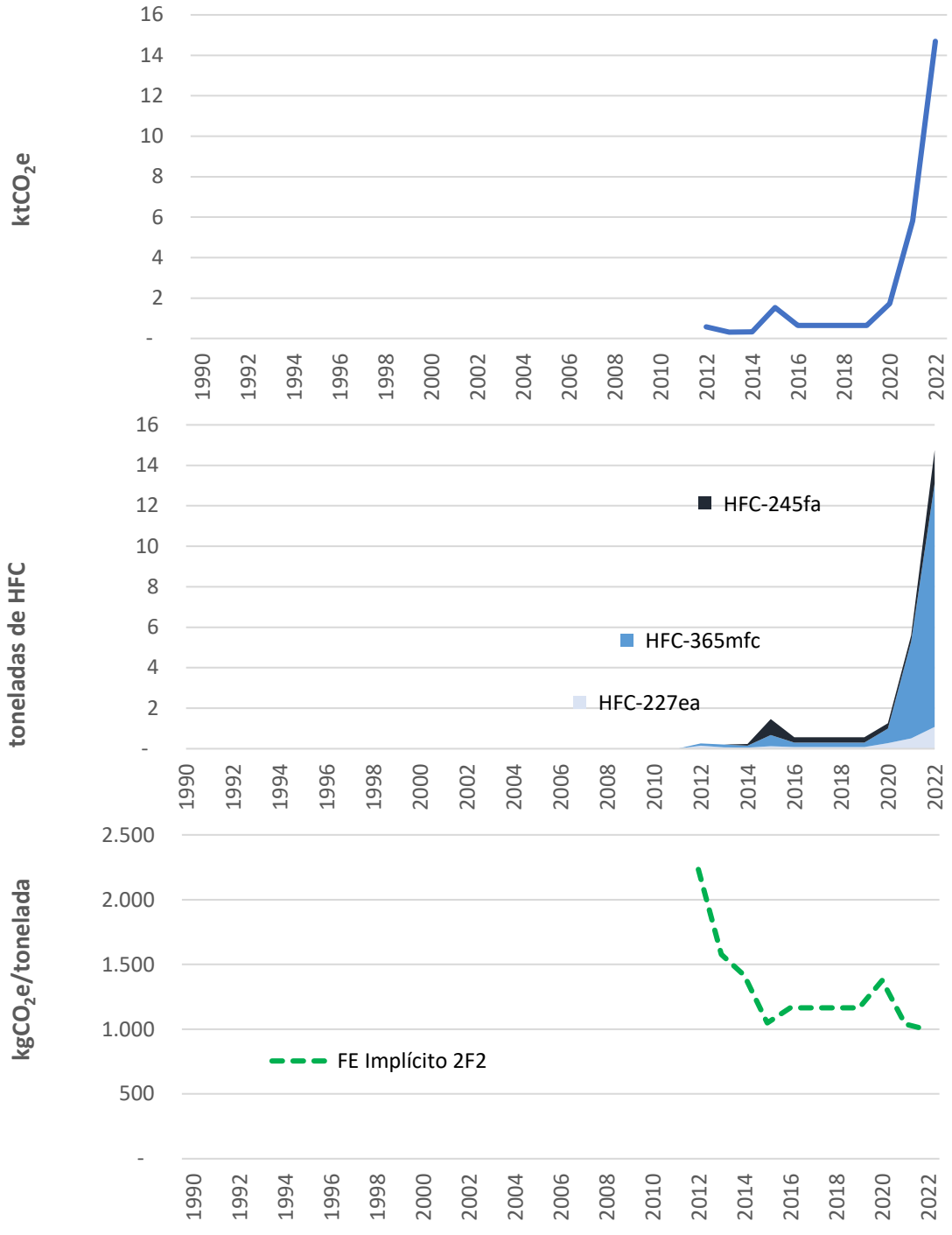
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

A partir del año 2012 se introdujeron los respectivos gases. Las emisiones en CO_2e presentan oscilaciones debido a la variación de los consumos HFC y a la participación relativa de cada HFC, dado que los GWP se mantienen constantes a lo largo del tiempo. Las emisiones de HFC presentan oscilaciones debido únicamente a la variación de los consumos de HFC, siendo que los FE se consideran constantes a lo largo del tiempo. Las variaciones en el FE implícito se deben a los cambios de la participación relativa de cada HFC y a variaciones en el consumo.

Figura 217. Evolución de la tendencia de emisiones y factor de emisión implícito 2F2 (1990-2022)

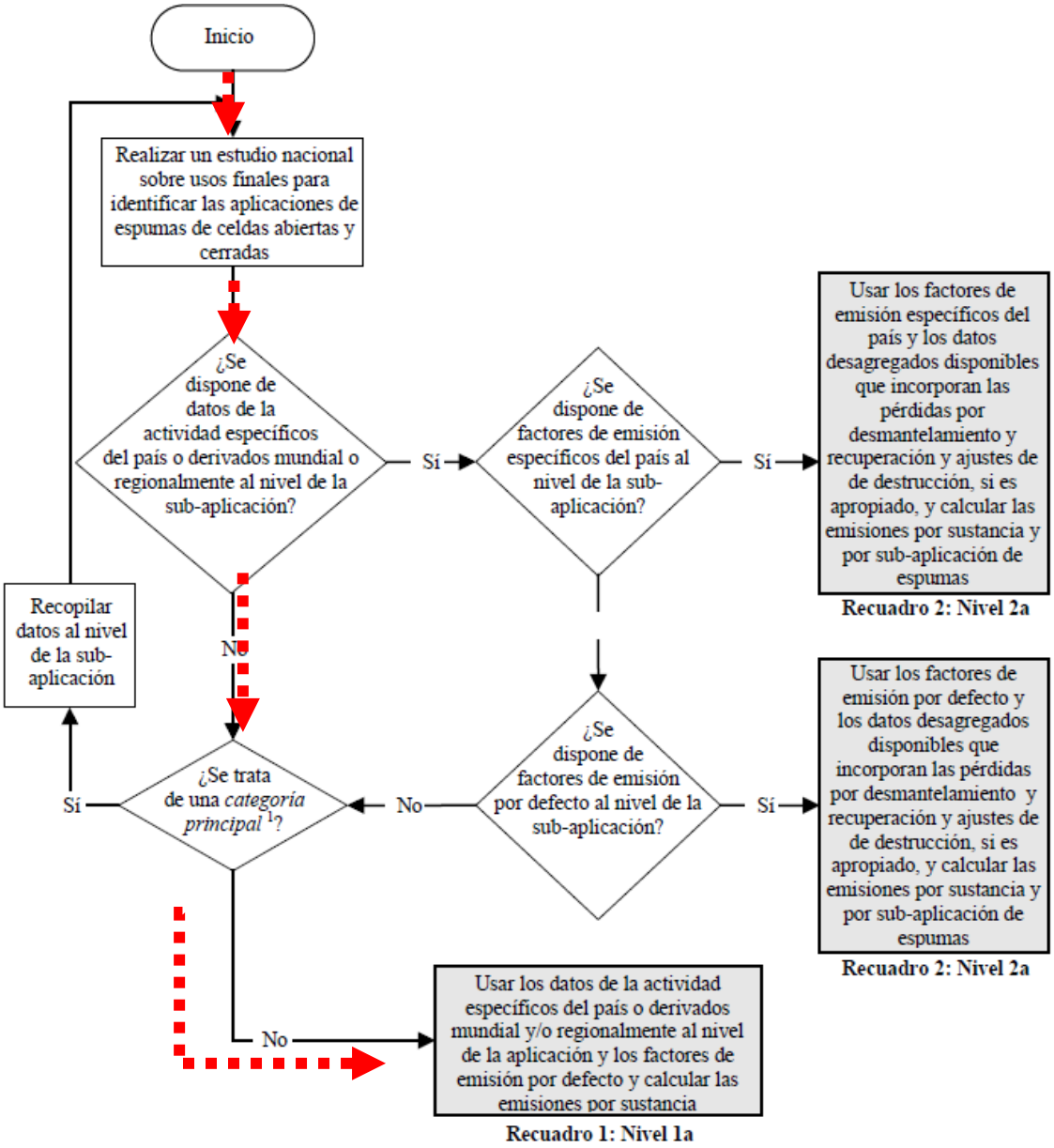


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 52. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de HFC procedentes del uso de SAO en agentes espumantes



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con datos de actividad, pero no de la subaplicación ni de factores de emisión específicos, por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 7.7 mediante la aplicación de las plantillas de cálculo de las Directrices del IPCC de 2006.

Para las espumas de celda cerrada, la plantilla calcula la emisión en el primer año, las emisiones de lo que permanece confinado en el año de cálculo, el banco (gas confinado) y las emisiones. Para las espumas de celda abierta, la plantilla calcula solamente la emisión. Como a nivel nacional no existen este tipo de espumas, las emisiones de estas son cero.

El banco se calcula restándole, al consumo de gas, la emisión del primer año y la emisión del banco, y sumándole el banco del año anterior. Para el cálculo se utilizan valores por defecto del factor de emisión para las pérdidas del primer año y del factor de emisión para las pérdidas anuales. Las variables de pérdidas durante el desmantelamiento en el año t (DL_t) y las emisiones de HFC evitadas por recuperación y destrucción de las espumas y de sus agentes espumantes en el año t (RD_t) se asumen cero.

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utiliza un factor de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 273. Factor de emisión para la categoría 2F2 – Agentes espumantes

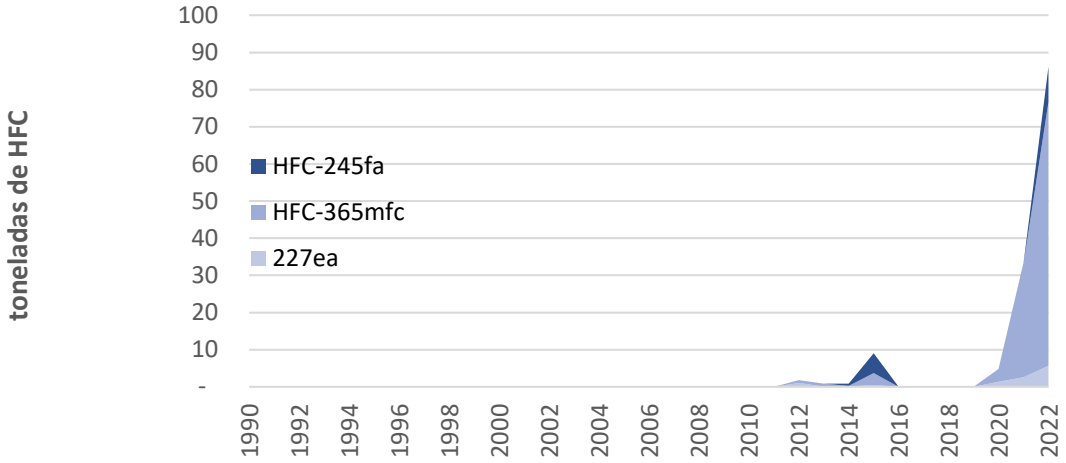
Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_{FYL}	Factor de emisión para las pérdidas del primer año.	%	10	IPCC 2006 – Cuadro 7.5	Único
FE_{AL}	Factor de emisión para las pérdidas anuales.	%	4,5	IPCC 2006 – Cuadro 7.5	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Los datos de actividad de las distintas sustancias son provistos por la OPROZ y se encuentran a nivel nacional. Los gases incluidos en esta categoría fueron introducidos en los siguientes años: HFC-227ea y HFC-365mfc en 2012 y HFC-245fa en 2014. La información se presenta desagregada de acuerdo a lo requerido por el Protocolo de Montreal. Dicha desagregación no coincide con lo establecido en las Directrices del IPCC de 2006, por lo que es necesario realizar una homologación de subsectores (ver el Anexo Homologación de subsectores para el uso de sustitutos de SAO).

Figura 218. Evolución del uso de HFC como agentes espumantes



Fuente: Elaboración propia

Tabla 274. Datos de actividad para la categoría 2F2 – Agentes espumantes (2022)

Dato de actividad	Valor (tonelada)
Consumo de HFC-227ea	5,7
Consumo de HFC-365mfc	71,0
Consumo de HFC-245fa	9,5

Fuente: Elaboración propia

2F3 – Productos contra incendios

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 275. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F3 – Productos contra incendios

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2F3	Productos contra incendios	Emisiones de dos tipos generales de equipos contra incendios (extinción) que usan gases de efecto invernadero como reemplazo parcial de los halones: equipos portátiles (chorro corriente) y equipos fijos (anegación).			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 276. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F3 – Productos contra incendios

Código Categoría	Categoría	Definición	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	
2F3	Productos contra incendios	Emisiones de dos tipos generales de equipos contra incendios (extinción) que usan gases de efecto invernadero como reemplazo parcial de los halones: equipos portátiles (chorro corriente) y equipos fijos (anegación).	NO	NO	Nivel 1	NO	NO	
Código Categoría	**Categoría**	**Definición**	**HFC-152a**		**HFC-227ea**	**HFC-236fa**	**HFC-245fa**	**HFC-365mfc**
2F3	Productos contra incendios	Emisiones de dos tipos generales de equipos contra incendios (extinción) que usan gases de efecto invernadero como reemplazo parcial de los halones: equipos portátiles (chorro corriente) y equipos fijos (anegación).	NO		Nivel 1	Nivel 1	NO	NO

Fuente: Elaboración propia

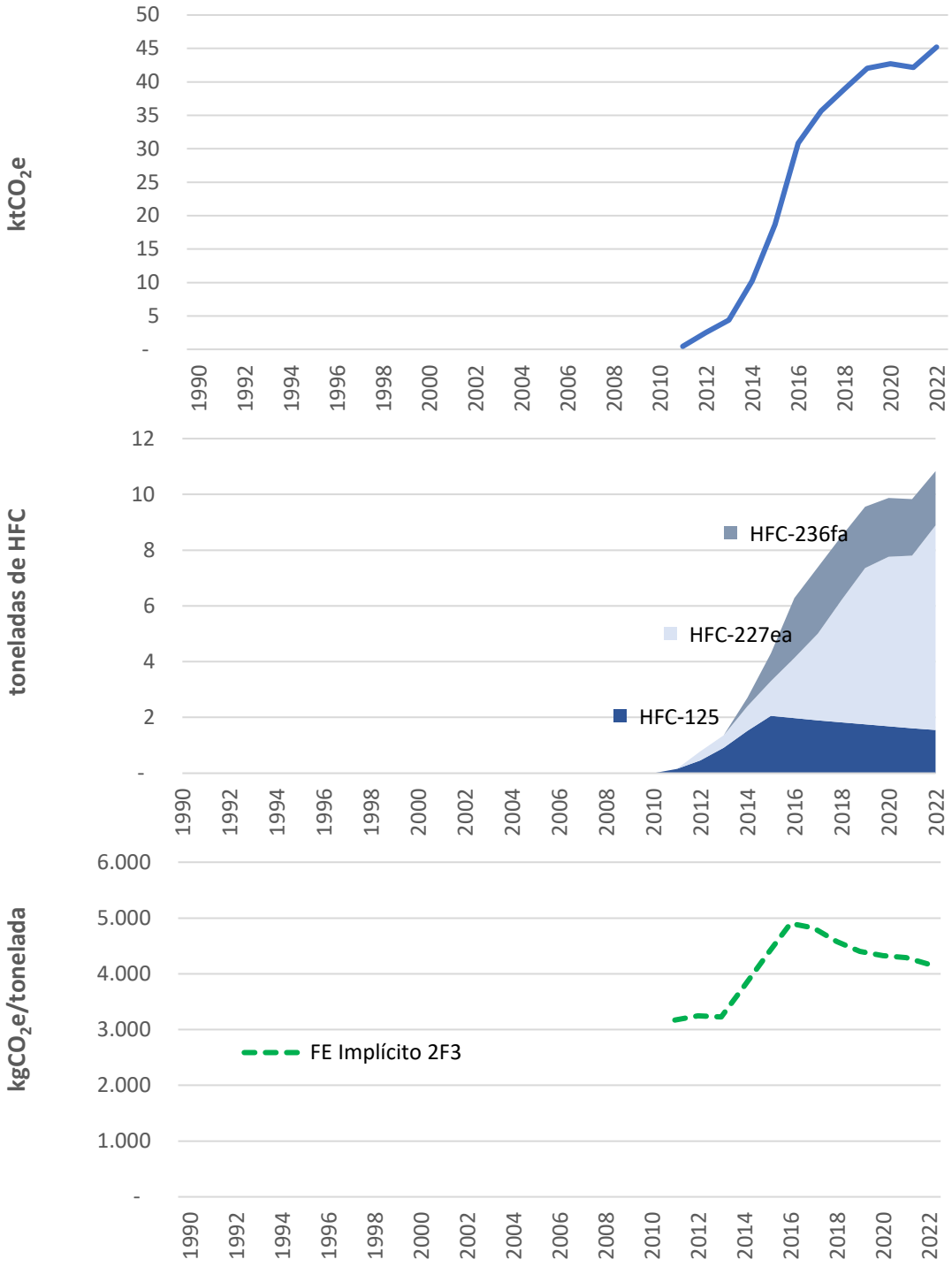
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

A partir del año 2011 se introdujeron los respectivos gases. Las emisiones en CO_2e presentan una tendencia creciente debido a la variación de los consumos de HFC y a la participación relativa de cada HFC, dado que los GWP se mantienen constantes a lo largo del tiempo. Las emisiones de HFC presentan una tendencia creciente debido únicamente a la variación de los consumos de HFC, siendo que los FE se consideran constantes a lo largo del tiempo. Las variaciones en el FE implícito se deben a los cambios de la participación relativa de cada HFC y a variaciones en el consumo.

Figura 219. Evolución de la tendencia de emisiones y factor de emisión implícito 2F3 (1990-2022)

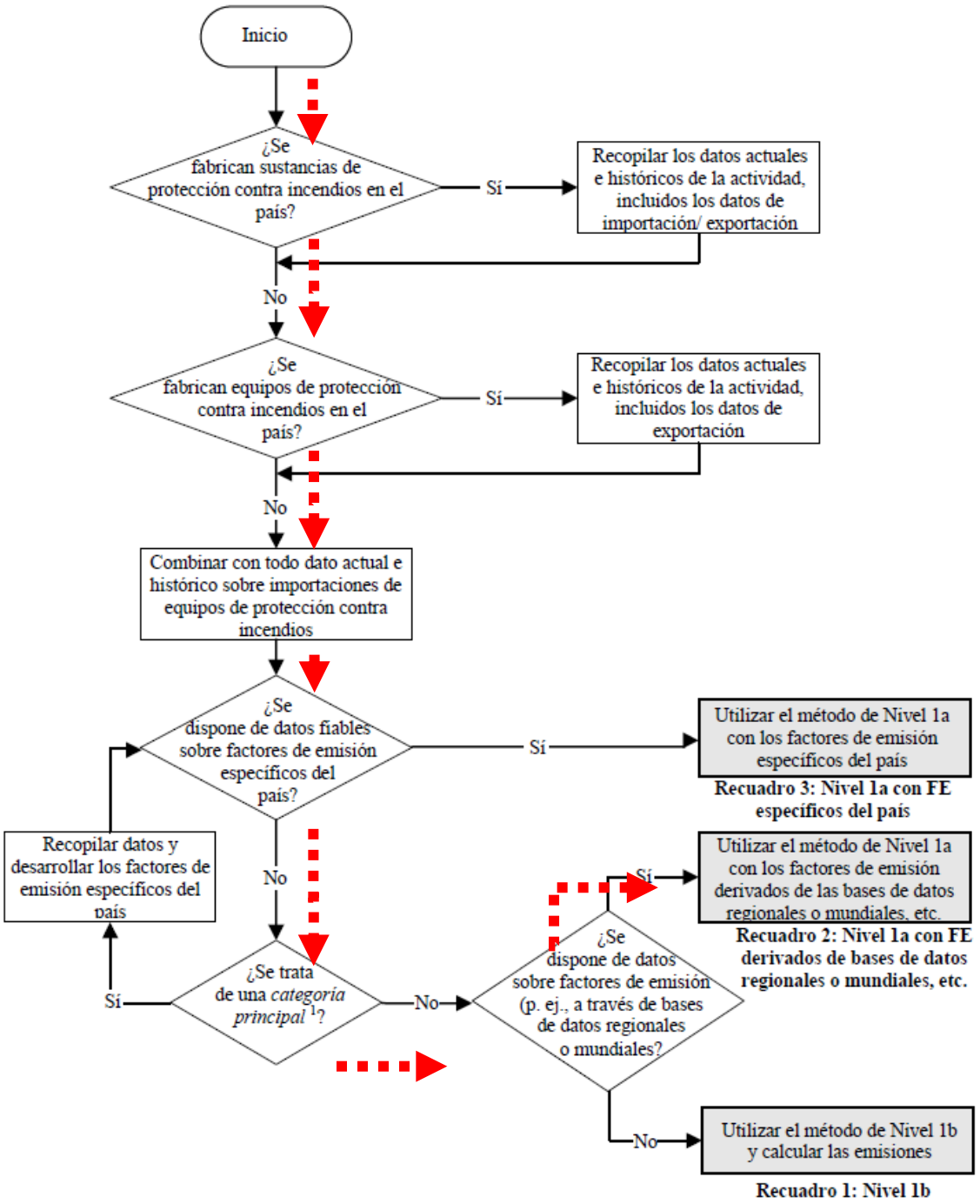


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 53. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de HFC procedentes del uso de SAO en productos contra incendios



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

El país cuenta con información específica sobre importaciones, pero no tiene datos nacionales para determinar los FE, por lo que se estiman las emisiones utilizando el

método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando la ecuación 7.7 mediante la aplicación de las plantillas de cálculo de las Directrices del IPCC de 2006. La plantilla estima la cantidad de gas nuevo en equipamiento utilizando los datos de producción, exportación e importación. En el caso de la República Argentina, todo proviene de importación y no se incluyen las importaciones y exportaciones de equipos precargados por falta de datos en la estadística. También estima la cantidad de gas en equipamiento retirado, la cantidad de gas destruido en equipamiento retirado, la cantidad de gas liberado por los equipamientos retirados, la cantidad de gas confinado y las emisiones. Estas estimaciones se realizan para cada tipo de gas.

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utilizan parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 e información de dictamen de experto.

Tabla 277. Parámetros para la categoría 2F3 – Productos contra incendios

Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
Vida útil de los equipos.	años	5	Valor por defecto informado en la planilla de cálculo	
Fracción del gas en los equipos.	%	4	Valor por defecto informado en la planilla de cálculo	
Tasa de crecimiento de las ventas de nuevos equipos.	%	2,5	Valor por defecto informado en la planilla de cálculo	
Fracción del gas destruida al fin de la vida útil.	%	0	Dictamen de experto (área técnica)	

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

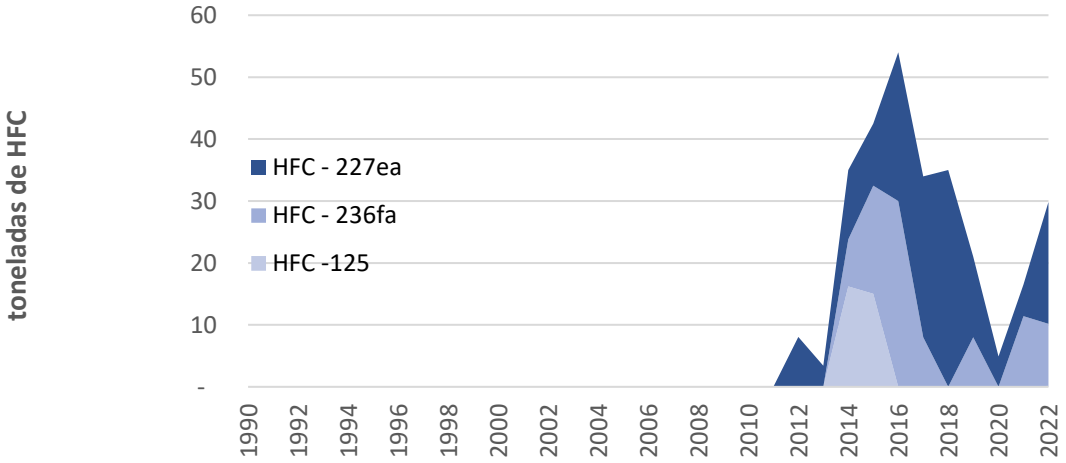
Los datos de actividad de las distintas sustancias son provistos por la OPROZ. Los datos se encuentran a nivel nacional. Se emplea el consumo de sustancias como dato de actividad, utilizando los datos de importación.

Los gases incluidos en esta categoría fueron introducidos en los siguientes años: HFC-125 en 2011, HFC-227ea en 2012 y HFC-236fa en 2014.

La información se presenta desagregada de acuerdo a lo requerido por el Protocolo de Montreal. Dicha desagregación no coincide con lo establecido en las Directrices del IPCC de 2006, por lo que es necesario realizar una homologación de subsectores (ver el Anexo Homologación de subsectores para el uso de sustitutos de SAO).

Los datos de actividad para los años anteriores al 2012 hasta el año de introducción de cada gas en el mercado, fueron estimados a partir de una extrapolación asumiendo un crecimiento exponencial en el mercado para equipos y un crecimiento lineal para la proporción asociada a gases fluorados, partiendo de un valor de cero en el año previo a la introducción del gas y evolucionando hasta el 2012 (dato provisto por la estadística).

Figura 220. Evolución del uso de HFC en productos contra incendios



Fuente: Elaboración propia

Tabla 278. Datos de actividad para la categoría 2F3 – Productos contra incendios (2022)

Dato de actividad	Valor (tonelada)
Consumo de HFC-125	0,1
Consumo de HFC-227ea	19,7
Consumo de HFC-236fa	10,0

Fuente: Elaboración propia

2F4 – Aerosoles

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 279. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F4 – Aerosoles

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2F4	Aerosoles	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC como propulsores o solventes en aerosoles. Las emisiones de los aerosoles ocurren generalmente poco después de la producción, en promedio seis meses después de su venta.			
2F4a	Inhaladores de dosis medidas	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC como propulsores en los inhaladores de dosis medidas (MDIs, por sus siglas en inglés).			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 280. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F4 – Aerosoles

Código Categoría	Categoría	Definición	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	
2F4a	Inhaladores de dosis medidas	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC como propulsores en MDIs.	NO	NO	NO	IE	NO	
2F4b	Otros	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC como propulsores o solventes en aerosoles. Las emisiones de los aerosoles ocurren generalmente poco después de la producción, en promedio seis meses después de su venta.	NO	NO	NO	Nivel 1	NO	

Código Categoría	Categoría	Definición	HFC-152a	HFC-227ea	HFC-236fa	HFC-245fa	HFC-365mfc
2F4a	Inhaladores de dosis medidas	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC como propulsores en los MDIs.	NO	IE	NO	NO	IE
2F4b	Otros	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC como propulsores o solventes en aerosoles. Las emisiones de los aerosoles ocurren generalmente poco después de la producción, en promedio seis meses después de su venta.	NO	Nivel 1	NO	NO	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de los gases HFC-134a, HFC-227ea y HFC-365mfc de la categoría 2F4a se incluyen en la categoría 2F4b.

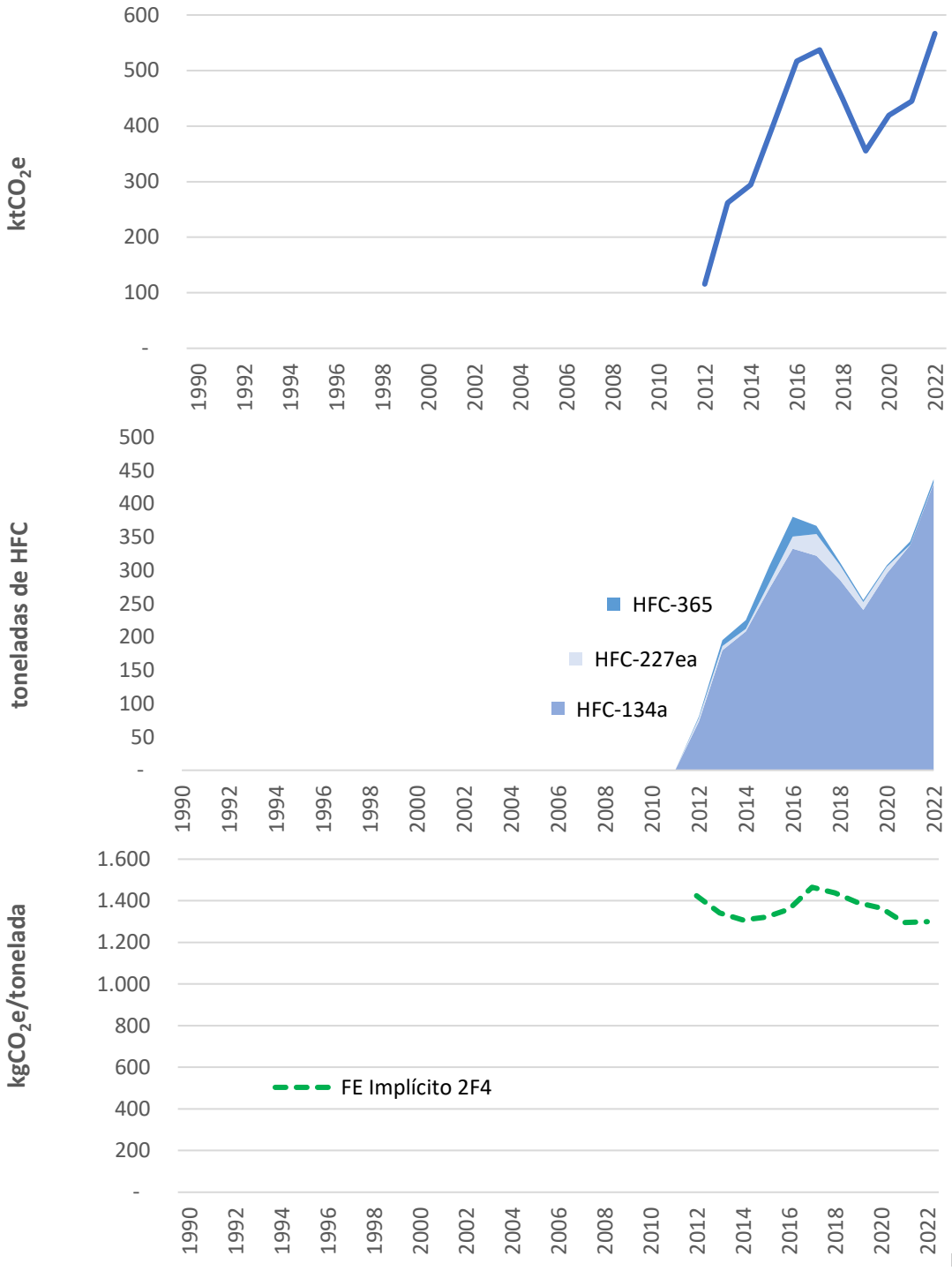
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

A partir del año 2012 se introdujeron los respectivos gases. Las emisiones en CO_2e presentan una tendencia creciente hasta el año 2017 en donde se observa una leve caída de las emisiones. Estas emisiones, son debidas a la variación de los consumos HFC y a la participación relativa de cada HFC, dado que los GWP se mantienen constantes a lo largo del tiempo. En cambio, las emisiones de HFC presentan oscilaciones únicamente debidas a la variación de los consumos de HFC siendo que los FE se consideran constantes a lo largo del tiempo. Las variaciones en el FE implícito se deben a los cambios de la participación relativa de cada HFC y a variaciones en el consumo.

Figura 221. Evolución de la tendencia de emisiones y factor de emisión implícito 2F4 (1990-2022)

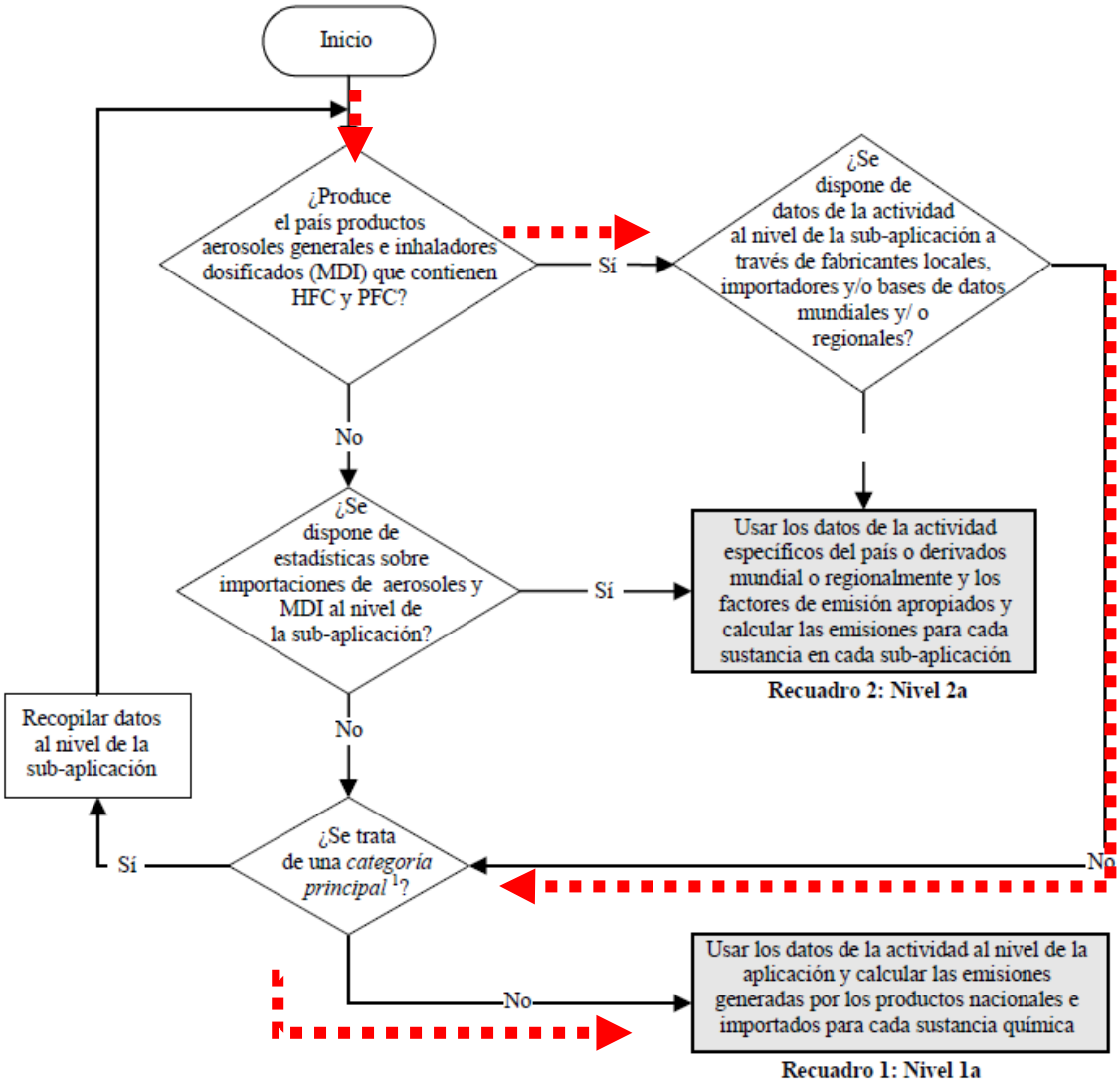


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 54. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de HFC procedentes del uso de SAO en aerosoles



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

El país cuenta con información específica pero no se encuentra desagregada por subaplicación, por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1 y la ecuación 7.6 mediante la aplicación de las plantillas de cálculo de las Directrices del IPCC de 2006. Se asume que el año de inventario se libera a la atmósfera la mitad de la carga inicial y que la otra mitad se libera al año siguiente.

Factor de emisión

Las emisiones provenientes de aerosoles se estiman utilizando la cantidad importada de HFC asignada a los productos "aerosol" en el año *t* (S_t, siendo *t* el año del inventario), un factor de emisión (FE) y la cantidad de HFC en los productos "aerosol" en el año *t-1* (S_{t-1}, siendo *t-1* el año anterior al inventario).

Tabla 281. Factor de emisión para la categoría 2F4 –Aerosoles

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE	Factor de emisión para aerosoles.	%	50	IPCC 2006 – Sección 7.3.2.2	Único

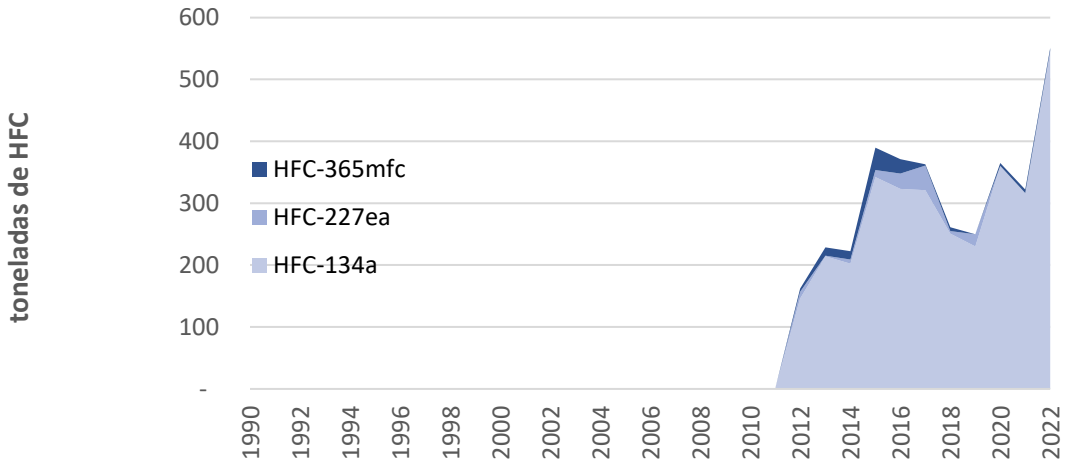
Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Los datos de actividad de las distintas sustancias son provistos por la OPROZ. Los datos se encuentran a nivel nacional. Se utiliza el consumo de sustancias como dato de actividad.

La información se presenta desagregada de acuerdo a lo requerido por el Protocolo de Montreal. Dicha desagregación no coincide con lo establecido en las Directrices del IPCC de 2006, por lo que es necesario realizar una homologación de subsectores (ver el Anexo Homologación de subsectores para el uso de sustitutos de SAO).

Figura 222. Evolución del uso de HFC en aerosoles



Fuente: Elaboración propia

Tabla 282. Datos de actividad para la categoría 2F4 – Aerosoles (2022)

Dato de actividad	Valor (toneladas)
Consumo de HFC-134a	545,3
Consumo de HFC-227ea	1,3
Consumo de HFC-365mfc	4,5

Fuente: Elaboración propia

2F5 – Solventes

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 283. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F5 – Solventes

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2F5	Solventes	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC para limpieza de precisión, limpieza de componentes electrónicos, limpieza de metales y aplicaciones para la deposición.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 284. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F5 – Solventes

Código Categoría	Categoría	Definición	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	
2F5	Solventes	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC para limpieza de precisión, limpieza de componentes electrónicos, limpieza de metales y aplicaciones para la deposición.	NO	NO	NO	NO	NO	
Código Categoría	**Categoría**	**Definición**	**HFC-152a**		**HFC-227ea**	**HFC-236fa**	**HFC-245fa**	**HFC-365mfc**
2F5	Solventes	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC para limpieza de precisión, limpieza de componentes electrónicos, limpieza de metales y aplicaciones para la deposición.	NO		NO	NO	IE	IE

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de los gases HFC-245fa y HFC-365mfc se incluyen dentro de la categoría “2F2a - Celdas cerradas”.

2F6 – Otras aplicaciones

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 285. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F6 – Otras aplicaciones

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2F6	Otras aplicaciones	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC en pruebas de electrónica, transferencia de calor, fluido dieléctrico y aplicaciones médicas.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 286. Fuentes de emisión de HFC – 2F6 – Otras aplicaciones

Código Categoría	Categoría	Definición	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	
2F6	Otras aplicaciones	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC en pruebas de electrónica, transferencia de calor, fluido dieléctrico y aplicaciones médicas.	NO	NO	NO	NO	NO	
Código Categoría	**Categoría**	**Definición**	**HFC-152a**		**HFC-227ea**	**HFC-236fa**	**HFC-245fa**	**HFC-365mfc**
2F6	Otras aplicaciones	Emisiones provenientes del uso de HFC y PFC en pruebas de electrónica, transferencia de calor, fluido dieléctrico y aplicaciones médicas.	NO		NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 287. Incertidumbres de la categoría 2F – Uso de sustitutos de SAO (2022)

Código Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre combinada HFC	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
2F1e	50%	59,8%	4,13E-06%	0,5%	0,002%
2F1f	50%	32,3%	1,25E-05%	1,6%	0,01%
2F2	50%	42,5%	2,42E-10%	0,01%	1,04E-09%
2F3	50%	45,4%	2,62E-09%	0,02%	1,12E-08%
2F4	50%	70,7%	1,00E-06%	0,2%	0,0004%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realiza utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplican las incertidumbres por defecto establecidas en la Directrices del IPCC de 2006.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[174], se deben realizar controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 y de su Refinamiento de 2019, utilizados en el cálculo.

- Controlar que los consumos totales de los distintos HFC empleados en los cálculos de cada año sean iguales a los totales reportados en las fuentes originales del mismo año.
- Controlar que la sumatoria de datos de actividad de servicios de los gases HFC-134a y HFC-152a repartidos, con el factor de distribución, en las subcategorías 2F1e y 2F1f sea igual que los datos de consumo original brindados por la OPROZ.
- Verificar que la distribución de los servicios en las distintas categorías corresponda con el uso del gas para esa actividad.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

Se ajustaron los valores de los GWP acorde al AR5.

[174] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Anexo Homologación de subsectores para el uso de sustitutos de SAO

En la tabla a continuación se encuentra la homologación entre el nombre de los subsectores en el documento de origen y los subsectores utilizados en el INGEI.

Tabla 288. Homologación de los subsectores para la categoría 2F - Uso de productos como sustitutos de las SAO

Subsector del documento de origen	Subsector homologado para INGEI	Observaciones
Aerosol	Aerosoles	
Aerosols	Aerosoles	
After sale Cargo and Commercial Passengers Vehicle Manufacturing	Aire acondicionado móvil	
Agricultural machinery	Aire acondicionado móvil	
Car Manufacturing	Aire acondicionado móvil	
Cargo and Commercial Passengers Vehicle Manufacturing	Aire acondicionado móvil	
Chillers	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	
Commercial Refrigeration, plug in	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	
Condensing units and central refrig systems*	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	
Domestic air conditioning	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	
Domestic refrigerators and display cabinets	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	
Fire extinguisher	Productos contra incendios	
Foams	Agentes espumantes	
Foams (13% blend)	Agentes espumantes	
Foams 87% blend	Agentes espumantes	
MDI	Aerosoles	Aplicaciones médicas (aerosoles)
Service	Servicios	Se consideró: HFC-23, HFC-32, HFC 125, HFC 143a en 2F1a; HFC 134a y HFC 152a en 2F1a y 2F1b y HFC 227ea en 2F3.
Unidades condensadoras	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	
Utility Vehicle Manufacturing	Aire acondicionado móvil	
Water cooler and dispensers	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	

Fuente: Elaboración propia

Manufactura y utilización de otros productos (2G)

Tabla 289. Información sectorial para la categoría 2G (CO_2, CH_4 y N_2O)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Cantidad de producción/consumo		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	Descripción	(kt)	(t/t)			(kt)		
2.G. Manufactura y utilización de otros productos						NA	NA	NA,NE
2.G.3. N_2O del uso de productos								NA,NE
2.G.3.a. Aplicaciones médicas	Uso de N_2O para aplicaciones médicas	NE			NE,NO			NE
2.G.3.b. Otros								NA,NE
2.G.3.b.i. Propulsor para productos presurizados y aerosoles	Uso de N_2O como propulsor para productos presurizados y aerosoles	NE			NE,NO			NE
2.G.3.b.ii. Otros (sírvase especificar)								NA
2.G.4. Otros (sírvase especificar)						NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[175].

Tabla 290. Información sectorial para la categoría 2G (Gases F)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Cantidad			FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Llenado en nuevos productos fabricados	En sistemas operativos (stocks anuales promedio)	Cantidad restante en productos en el desmantelamiento	Factor de fabricación del producto	Factor de vida del producto	Factor de pérdida en la eliminación	De la fabricación	Del stock	De la eliminación
	(t)			%			(t)		
2.G. Manufactura y utilización de otros productos									
2.G.1. Equipos eléctricos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.G.2. SF_6 y PFC del uso de otros productos									
2.G.2.a. Aplicaciones militares									
SF_6	NE	NE	NE	NE	NE	NE,NO	NE	NE	NE
2.G.2.b. Aceleradores									
SF_6	NE	NE	NE	NE	NE	NE,NO	NE	NE	NE
2.G.2.c. Aislación acústica de ventanas									
SF_6	NE	NE	NE	NE	NE	NE,NO	NE	NE	NE
2.G.2.d. Propiedades adiabáticas: calzado y cubiertas									
SF_6	NE	NE	NE	NE	NE	NE,NO	NE	NE	NE
2.G.2.e. Otros									
2.G.2.e.i. Impermeabilización de circuitos electrónicos									
SF_6	NE	NE	NE	NE	NE	NE,NO	NE	NE	NE
2.G.2.e.ii. Otros (sírvase especificar)									
2.G.4. Otros									

Fuente: Elaboración propia propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[176].

[175] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra los gases y la recuperación ya que no ocurren en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.
[176] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra ciertos gases y la recuperación ya que no ocurren en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y de absorción y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 291. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2G – Manufactura y utilización de otros productos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
2G	Manufactura y utilización de otros productos	Emisiones vinculadas a la producción y uso de productos no incluidos en las otras categorías.	NA	NA	NE

Fuente: Elaboración propia

No se estiman las emisiones provenientes de esta categoría debido a que no se dispone de información consistente y representativa que se pueda emplear como dato de actividad.

Otras industrias (2H)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "2H – Otras industrias" se detalla a continuación.

Tabla 292. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2H – Otras industrias

Sistema de archivo	
Procedimiento	2H_P_00
Ruta de acceso	01_INGEI/2_PIUP
Hoja de trabajo	2H_HT_1990-2022_00
Incertidumbres	No se estiman
Datos de actividad	2H_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

En esta categoría se incluyen las emisiones de gases precursores vinculadas a la producción de pulpa y papel, la producción de alimentos y bebidas y a procesos de producción en industrias no incluidas en otras categorías. Para la industria de la alimentación y la bebida se calculan las emisiones de COVDM. Las emisiones de CO_2 y CH_4, provenientes de la categoría "2H1- Industria de la pulpa y el papel" y las emisiones de CO_2, CH_4, CO, NO_X y SO_2 provenientes de la categoría "2H2 – Industria de la alimentación y la bebida" no se estiman ya que no se presenta un factor de emisión para realizar la estimación.

Tendencia de las emisiones de GEI

El sector presenta una tendencia de emisiones de gases precursores asociada a la variación de los consumos de los productos de las mencionadas industrias. En este caso, no se estiman las emisiones de GEI, ya que no se cuenta con factores de emisión al respecto para efectuar las estimaciones de emisiones.

Metodología

El cálculo de emisiones correspondiente a la industria de la pulpa y papel, y a la industria de la alimentación y la bebida se realiza con el método de cálculo de Nivel 1, por lo cual los FE para el cálculo de emisiones son valores por defecto. Este cálculo requiere los datos de producción de pasta celulósica y producción de alimentos y bebidas, en combinación con los factores de emisión por defecto de las Directrices revisadas 1996 del IPCC.

Se calculan emisiones sólo de gases precursores tales como NO_X, CO, COVDM y SO_2.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones que la siguiente tabla demuestra para el cálculo de las emisiones. Como las Directrices IPCC no indican la ecuación a emplear, se utiliza una ecuación genérica que consiste en multiplicar el dato de actividad por el FE.

Tabla 293. Información sectorial para la categoría 2H

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Cantidad de producción/consumo		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	Descripción	(kt)	(t/t)			(kt)		
2.H. Otros						NA	NA	NA
2.H.1. Industria de la pulpa y del papel	Producción/consumo de pulpa y papel	649,54	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA	NA	NA
2.H.2. Industria de la alimentación y la bebida	Producción/consumo de alimentos y bebidas	10.315,12	NA,NO	NA,NO	NA,NO	NA	NA	NA
2.H.3. Otros (sírvase especificar)						NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[177].

Factores de emisión

Se calculan las emisiones vinculadas a la producción de pulpa y papel, a la producción de alimentos y bebidas y a procesos de producción en industrias no incluidas en otras categorías, sólo de los gases precursores tales como CO, NO_X, SO_2 y COVDM empleando el método de cálculo Nivel 1, debido a la falta de factores de emisión para las estimaciones de emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando los factores de emisión de las Directrices del IPCC de 1996, detallados a continuación:

[177] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra la recuperación ya que no ocurre en esta categoría. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 294. Factores de emisión para la categoría 2H1- Industria de la pulpa y el papel

Acrónimo	Descripción	Valor	Fuente de Información
$FE_{CO,PP,K}$	Factor de emisión de CO de la producción de pulpa y papel para el proceso Kraft	5,6 kg/ton pulpa seca	Cuadro 2.22 (IPCC 1996)
$FE_{NOx,PP,K}$	Factor de emisión de NOx de la producción de pulpa y papel para el proceso Kraft	1,5 kg/ton pulpa seca	Cuadro 2.22 (IPCC 1996)
$FE_{SO2,PP,K}$	Factor de emisión de SO2 de la producción de pulpa y papel para el proceso Kraft	7 kg/ton pulpa seca	Cuadro 2.22 (IPCC 1996)
$FE_{COVDM,PP,K}$	Factor de emisión de COVDM de la producción de pulpa y papel para el proceso Kraft	3,7 kg/ton pulpa seca	Cuadro 2.22 (IPCC 1996)
$FE_{SO2,PP,AS}$	Factor de emisión de SO_2 de la producción de pulpa y papel para el proceso de pulpado de ácido sulfito.	30 kg/ton pulpa seca	Cuadro 2.23 (IPCC 1996)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 295. Factores de emisión para la categoría 2H2 – Industria de la alimentación y la bebida

Acrónimo	Descripción	Valor	Fuente de Información
$FE_{COVDM,A,M}$	Carne vacuna	0,3000 tGas/miles tnReqH	Cuadro 2.25 (IPCC 1996)
$FE_{COVDM,A,M}$	Carne aviar	0,3000 tGas/miles tn	Cuadro 2.25 (IPCC 1996)
$FE_{COVDM,A,A}$	Azúcar	0,0100 tGas/tn	Cuadro 2.25 (IPCC 1996)
$FE_{COVDM,B,E}$	Amargos, bitters y fernets	0,0015 tGas/miles de l	Cuadro 2.24 (IPCC 1996)
$FE_{COVDM,B,E}$	Aperitivos, vermouths y quinados	0,0015 tGas/miles de l	Cuadro 2.24 (IPCC 1996)
$FE_{COVDM,B,C}$	Cerveza	0,0350 tGas/miles de hectolitros (Hl) bebida	Cuadro 2.24 (IPCC 1996)
$FE_{COVDM,B,E}$	Licores dulces	0,0015 tGas/miles de l	Cuadro 2.24 (IPCC 1996)
$FE_{COVDM,B,E}$	Otras bebidas espirituosas	0,0015 tGas/miles de l	Cuadro 2.24 (IPCC 1996)
$FE_{COVDM,B,V}$	Vino	0,0800 tGas/miles de Hl bebida	Cuadro 2.24 (IPCC 1996)
$FE_{COVDM,B,W}$	Whisky	0,0015 tGas/miles de l	Cuadro 2.24 (IPCC 1996)

Fuente: Elaboración propia

Datos de Actividad

La industria de la pulpa y el papel y la industria de la alimentación y la bebida presentan distintos tipos de productos. En ese sentido, se resumen a continuación, las principales fuentes de información utilizadas:

INDEC: Para el periodo 1990-2022 se utilizan los datos de producción de papel reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC. Los datos de actividad se construyen a partir de la suma de las siguientes producciones:

- Papel para embalaje.
- Papel para uso sanitario y otros usos.
- Papel para diarios e impresión.

De esta misma fuente, se utilizan los datos de producción de amargos, bitters y fernets, aperitivos vermouths y quinados, licores dulces, cerveza, otras bebidas espirituosas, vino y whisky reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC.

Centro Azucarero Argentino: Se utilizan los datos de producción de azúcar informados por el Centro Azucarero Argentino para el periodo 1990-2022. Esta fuente de información presenta los datos de azúcar desagregados por ingenio.

SAGyP: Se utilizan los datos de producción de carne vacuna y carne aviar para el periodo 1990-2022.

Federcitrus: Se utilizan los datos de producción de limón, mandarina, naranja y pomelo que reporta la Federación Argentina del Citrus (Federcitrus) para el periodo 1990-2022.

Recálculo y mejoras

- Se actualizaron los valores totales de pasta celulósica para los años 2019 y 2020 según el EPI correspondiente al año 2023 en la categoría “2H1 – Industria de la pulpa y del papel”.
- Se revisaron los datos de la serie histórica utilizada en el IBA5 realizando cambios en los valores de acuerdo con la información más recientemente disponible en la fuente de los datos de actividad. Con respecto a la producción de vino se modificaron sus valores de los años 2019 y 2020. En el caso de la producción de carne aviar se corrigieron los datos para el año 2018. Con respecto a los datos de carne vacuna, se actualizó su fuente de información para la serie histórica 1990-2022, en la categoría “2H2 – Industria de la alimentación y la bebida”.

Capítulo 5:
Agricultura y ganadería

Panorama general del sector

Descripción

La disponibilidad de grandes extensiones de tierra fértil, sumada a las condiciones climáticas excepcionalmente favorables para la agricultura, dio lugar a que la superficie sembrada, de tendencia general creciente, alcanzara casi 42,5 millones de hectáreas en la campaña 2021/2022[178]. La Argentina concentra su producción agrícola principalmente en los cultivos de maíz, soja y trigo, y mayormente en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe[179].

La agricultura se complementa con el sector ganadero. La actividad ganadera se desarrolla principalmente en las extensas praderas de la región Pampeana, el Espinal y el Chaco húmedo. El stock bovino totalizó unos 53 millones de cabezas en el año 2022[180];casi 50 millones corresponden a sistemas de producción de carne, que constituyen la principal fuente responsable de las emisiones de metano por fermentación entérica. El stock bovino creció durante los últimos años, luego de alcanzar un mínimo de 48 millones de cabezas en el año 2012, aunque persiste por debajo de su máximo histórico de 60 millones de cabezas en 2007. Para el año 2020 se observó una leve disminución respecto a los años previos, debida en gran parte a importantes sequías que redujeron la cantidad de alimento disponible para el ganado bovino; las existencias se mantuvieron estables para 2021 y 2022.

En el año 2022 se faenaron aproximadamente 13,5 millones de cabezas, lo que resultó en la producción de 3,1 millones de toneladas de carne (equivalente res con hueso), de las cuales se exportó un 25,4%, por lo que se estima que el consumo interno fue de 2,3 millones de toneladas[181].

Resultados INGEI

INGEI 2022

El sector Agricultura y ganadería[182] incluye las emisiones de la actividad ganadera, tanto por fermentación entérica como por la gestión del estiércol, y de la agricultura por la aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos, por la descomposición de residuos de cosecha y por algunas subactividades agrícolas como la quema de residuos a campo y el cultivo de arroz. El sector Agricultura y ganadería representó el 25,48% de las emisiones totales del país en el año 2022. La siguiente tabla resume los resultados del INGEI del sector.

---

[178] Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Estimaciones Agrícolas, 2024: http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones.
[179] *INDEC. Exportaciones por complejos exportadores. Serie histórica. Años 1993-2022.*
[180] Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, Serie Histórica - – Existencias de bovinos 2008-2022: https://www.argentina.gob.ar/senasa/mercados-y-estadisticas/estadisticas/animal-estadisticas/bovinos/bovinos-y-bubalinos-sector-primario
[181] IPCVA. Estadísticas: https://www.ipcva.com.ar/documentos/2649_1675428209_informemensualdeexportacionesdiciembre2022.pdf
[182] Para la elaboración del presente reporte se incorporaron cambios en los sectores y categorías del INGEI, de manera consistente con las tablas comunes de reporte (CRT) que se incluyen como anexo. Los sectores "Agricultura y ganadería" y "Usos de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura" abarcan las categorías incluidas en "Agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra" en los Informes Bienales de Actualización presentados con anterioridad.

Tabla 296. Informe sectorial para Agricultura y ganadería

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2	CH_4	N_2O	NOx	CO	COVDM	SOx	Emisiones totales de GEI
	(kt)							CO_2 equivalente (kt)
3. Total Agricultura y ganadería	1.613,13	2.807,46	82,90	1,58	58,26	IE,NA,NE,NO	IE,NA	102.191,19
3.A. Fermentación entérica		2.715,57						76.036,00
3.A.1. Ganado		2.570,59						72.166,13
Opción A:								
3.A.1.a. Vacas lecheras		255,08						7.142,23
3.A.1.b. Otro ganado		2.315,51						64.834,20
3.A.2. Ovejas		62,31						1.744,66
3.A.3. Cerdos		5,48						153,36
3.A.4. Otras ganaderías		77,20						2.161,54
3.B. Gestión del estiércol		69,15	2,92			NA		2.710,30
3.B.1. Ganado		59,75	0,72			NA		1.862,83
Opción A:								
3.B.1.a. Vacas lecheras		33,21	NO			NA		929,75
3.B.1.b. Otro ganado		26,55	0,72			NA		933,08
3.B.2. Ovejas		0,70	NO			NA		19,61
3.B.3. Cerdos		5,16	1,05			NA		423,15
3.B.4. Otras ganaderías		3,53	0,13			NA		133,14
3.B.5. Emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol			1,02					
3.C. Cultivo del arroz		21,03				NO		588,88
3.D. Suelos agrícolas		NE	79,94	NE	NE	NE		21.183,27
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados			56,45					6.321,77
3.D.1.a. Fertilizantes sinteticos			20,51					5.435,89
3.D.1.b. Aplicación de fertilizantes de N orgánicos			3,34					885,88
3.D.1.c. Excretas en pasturas			11,75					3.112,80
3.D.1.d. Residuos de cosecha			17,13					4.538,65
3.D.1.e. Mineralización/inmobilización asociada a la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo			3,72					985,70
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos			NE					NE
3.D.1.g. Otros			NA					NA
3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados			23,49					6.224,35
3.E. Quema prescrita de sabanas		IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas		1,71	0,04	1,58	58,26	NA	NA	59,62
3.G. Encalado	NE							NE
3.H. Aplicación de urea	1.613,13							1.613,13
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NE							NE
3.J. Otros (sírvase especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

La categoría Fermentación entérica (3A) representa el 74,40% de las emisiones del sector; le sigue en importancia la categoría Suelos agrícolas (3D), que representa un 20,73%. La Gestión del estiércol (3B) corresponde al 2,65%; finalmente, las categorías Aplicación de urea (3H), Cultivo de arroz (3C) y Quema a campo de residuos agrícolas (3F) tienen una participación menor en el sector, de 1,58%, 0,58% y 0,06%, respectivamente. En la siguiente figura se observa la distribución de las emisiones según las categorías que componen el sector de Agricultura y ganadería.

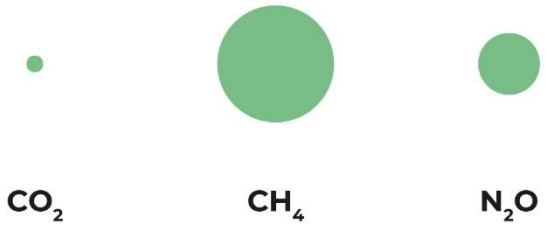
Figura 223. Emisiones del sector Agricultura y ganadería 2022[183]



Fuente: Elaboración propia

En términos de la distribución por gas, el CH_4 es el GEI con mayor participación del sector (76,92%), seguido por el N_2O (21,50%) y el CO_2 (1,58%), tal como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 224. Aporte de los GEI al sector Agricultura y ganadería 2022 (en CO_2e)



Fuente: Elaboración propia

La categoría Fermentación entérica (3A) incluye las emisiones de metano de herbívoros como producto secundario de la fermentación entérica, asociadas a la ganadería de bovinos de carne, bovinos de leche, porcinos, ovinos y otras ganaderías. La ganadería de carne representa la mayor parte de las emisiones,

[183] Los porcentajes presentados en la figura han sido redondeados con el propósito de mejorar su comprensión visual.

participando con el 85,27%, mientras que la ganadería de leche y las ganaderías no bovinas representan un 9,39% y un 5,34% de las emisiones de la categoría, respectivamente.

La categoría Gestión del estiércol (3B) incluye las emisiones de metano y óxido nitroso provenientes de los diferentes sistemas de gestión del estiércol[184]. Para el año 2022, el 34,30% correspondió a emisiones directas de ganado bovino de carne, 34,42% a emisiones directas de ganado bovino de leche, 15,61% a emisiones directas del ganado porcino, 5,64% a emisiones directas de otras ganaderías, y 10,02% a las emisiones indirectas agregadas de todas las ganaderías.

Las existencias ganaderas son utilizadas como DA para la estimación de las emisiones de las categorías 3A y 3B. En el año 2022, el 94,20% de las cabezas de ganado bovino correspondieron a la ganadería de carne.

Las emisiones de las categorías 3A y 3B provenientes de la ganadería bovina de carne y de leche se estiman mediante el método de cálculo de Nivel 2 y se calculan mediante Sistemas Modales (SM), los cuales son sistemas productivos homogéneos caracterizados en función de la calidad de la dieta, las características productivas, las circunstancias de gestación, y las diferencias regionales y climáticas. Los SM de bovinos de carne se desarrollaron gracias al "Proyecto Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Cadena de Valor de la Carne Bovina"[185]. Dicho estudio dividió el país en 8 regiones ganaderas que agrupan en total 51 SM de invernada y 24 SM de cría. Por otra parte, para los bovinos de leche los SM fueron desarrollados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP, actual SAGyP), en función de las cuencas lecheras del país.

La categoría Cultivo de arroz (3C) incluye únicamente a la subcategoría de Tierras permanentemente inundadas (3C1a) ya que este sistema es utilizado para la mayor parte de la superficie cultivada. Se estima con método de cálculo de Nivel 1.

La categoría Suelos agrícolas (3D) incluye las emisiones directas e indirectas por volatilización y lixiviación de óxido nitroso, provenientes de distintos aportes de nitrógeno al suelo. El 70,62% corresponde a emisiones directas, mientras que el 29,38% restante corresponde a emisiones indirectas. Dentro de las emisiones directas los principales aportes son los fertilizantes sintéticos (25,66% de la categoría 3D), residuos de cosecha (21,43%) y excretas en pasturas (14,69%). El resto de las emisiones corresponde a fertilizantes de N orgánico aplicado (4,18%) y mineralización de N de la materia orgánica del suelo (4,65%). Los aportes asociados a la ganadería bovina se estiman con metodologías de Nivel 2, mientras que las restantes subcategorías se estiman con métodos de Nivel 1.

La categoría Quema campo de residuos agrícolas (3F) incluye las emisiones provenientes de la quema de cultivos, que en el caso de la República Argentina solo es una actividad habitual para la caña de azúcar, y hasta el año 2012 para el cultivo de lino. Finalmente, la categoría Aplicación de urea (3H) incluye el CO_2 liberado por

[184] El óxido nitroso proveniente del estiércol que se deposita en praderas, prados y pasturas se incluye en la categoría 3D.
[185] Convenio MAGyP – Universidad Nacional de Tres de Febrero 238/2012, Información Programa Agricultura Inteligente

la hidrólisis de la urea al ser aplicada al suelo. Ambas se estiman con metodologías de Nivel 1.

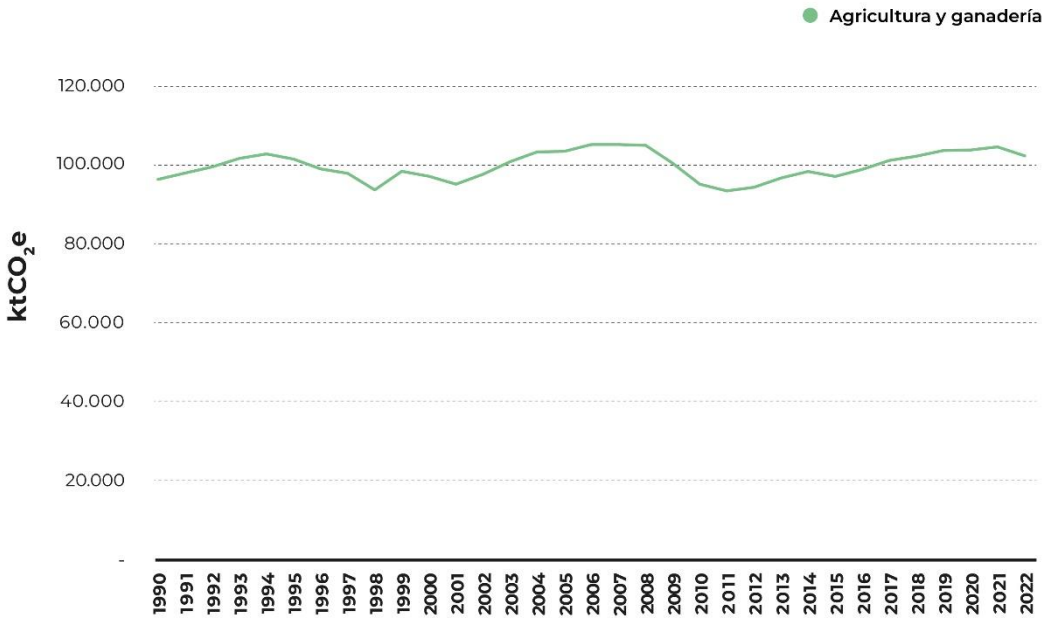
El sector Agricultura y ganadería utiliza los DA y parámetros que provienen de diferentes fuentes proveedoras de datos, tales como la SSAmb, la SAGyP, el SENASA, el INDEC y la Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos (CIAFA).

Tendencia Agricultura y ganadería

En la siguiente figura se puede observar la evolución de las emisiones del sector entre 1990 y 2022. Si bien se observa una tendencia levemente creciente, el sector presenta una dinámica fluctuante asociada a la variabilidad climática que influye en las actividades agrícolas y ganaderas. Las principales variables que explican la tendencia observada son la variación en las existencias ganaderas, particularmente de bovinos de carne, y el crecimiento de la actividad agrícola, que se observa en la tendencia creciente de las emisiones de residuos de cosecha y fertilizantes sintéticos.

Se puede observar un descenso en las emisiones durante el período 2009-2010, que se relaciona principalmente con la baja de las existencias ganaderas. Esa baja es debida a una fuerte sequía en los años 2008 y 2009 que generó una disminución en la disponibilidad de alimento y un consecuente aumento de faena de animales, afectando las emisiones de la categoría de ganado bovino de carne y leche. A partir del año 2011 se da una lenta recuperación de las existencias. Desde 2019 éstas se mantienen aproximadamente estables, pero se observa una caída de las emisiones en 2022 por la disminución en el uso de fertilizantes sintéticos, posiblemente vinculada con una nueva sequía y la consecuente perspectiva de menores rendimientos agrícolas.

Figura 225. Evolución de las emisiones del Sector Agricultura y ganadería



Fuente: Elaboración propia

Aspectos metodológicos

Se utiliza el método de cálculo Nivel 2 del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019 para estimar las emisiones provenientes de bovinos lecheros y bovinos de carne. Se utilizan metodologías de Nivel 1 del Refinamiento del IPCC de 2019 para las restantes categorías, con excepción de la ganadería porcina y la aplicación de fertilizantes sintéticos, donde se aplican las metodologías conforme a las Directrices del IPCC de 2006.

En las siguientes tablas se presentan los métodos de cálculo y los FE utilizados correspondientes al INGEI 2022 para estimar las emisiones del sector. Las claves de notación utilizadas son las establecidas en la Decisión 18/CMA.1 y adoptadas del cuadro 8.1 del Volumen 1–Capítulo 8 de las Directrices del IPCC 2006.

Tabla 297. Claves de notación

Clave de notación	Definición
NE	No estimado: Emisiones y/o absorciones que ocurren, pero que no fueron estimadas o declaradas.
IE	Incluido en otro lugar: Las emisiones y/o absorciones de esta actividad o categoría se han estimado e incluido en el inventario, pero no se presentan aparte en esta categoría. Debe indicarse la categoría en que se han incluido estas emisiones y absorciones (por ejemplo, en el recuadro de documentación del cuadro correspondiente).
NA	No aplica: La actividad o la categoría existen, pero se considera que las emisiones y absorciones pertinentes no ocurren jamás. Estas celdas suelen estar sombreadas en los cuadros para generación de informes.
NO	No ocurre: Una actividad o proceso que no existen dentro de un país.
T1, T2, T3	Nivel de método de cálculo empleado (IPCC tier 1, IPCC tier 2 y IPCC tier 3, respectivamente)
T1a, T1b, T1c T2a	Nivel de método de cálculo empleado (IPCC tier 1a, IPCC tier 1b, IPCC tier 1c e IPCC tier 2a respectivamente)
D	Por defecto
CR	CORINAIR[186]
CS	Específico del país
OTH	Otros
PS	Específico de la planta
C	Confidencial
FX	Flexibilidades

Fuente: Elaboración propia en base a la Decisión 18/CMA.1 y las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 298. Resumen de métodos de cálculo y factores de emisión utilizados – Sector Agricultura y ganadería

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2		CH_4		N_2O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3. Agricultura y ganadería	T1,NA	D,NA	T1,T2,NA	D,CS,NA	T1,T2,NA	D,CS,T2,NA
3.A. Fermentación entérica			T1,T2,NA	D,CS,NA		
3.B. Gestión del estiércol			T1,T2	D,CS	T1,T2,NA	D,T2,NA
3.C. Cultivo del arroz			T1,NA	D,NA		
3.D. Suelos agrícolas			NA	NA	T1,T2,NA	D,CS,NA
3.E. Quema prescrita de sabanas			NA	NA	NA	NA
3.F. Quema a campo de residuos agrícolas			T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA
3.G. Encalado	NA	NA				
3.H. Aplicación de urea	T1	D				
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NA	NA				
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a ETF GHG Reporting Tool.

[186] "EMEP/EEA Air pollutant emisión inventory guidebook 2019" para gases precursores.

Algunas categorías dentro del sector no han sido informadas debido a que fueron incluidas en otras categorías (IE), o por falta de información suficiente para realizar el cálculo (NE), como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 299. Completitud – Información sobre las claves de notación – Agricultura y ganadería – Fuentes y sumideros no estimados

Fuentes y sumideros no estimados ("NE")			
GEI	**Sector**	**Categoría de fuente/sumidero**	**Explicación**
N_2O	3. Agricultura y ganadería	3.D.1.b.ii. Barros cloacales aplicados a suelos	No se cuenta con información consistente y representativa para estimar esta categoría.
N_2O	3. Agricultura y ganadería	3.D.1.b.iii. Otros fertilizantes orgánicos aplicados a suelos	No se cuenta con información consistente y representativa para estimar esta categoría.
N_2O	3. Agricultura y ganadería	3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos	No se cuenta con información consistente y representativa para estimar esta categoría. Los mayor parte de los suelos del país son suelos minerales.
CO_2	3. Agricultura y ganadería	3.G.1. Cal	No se cuenta con información consistente y representativa para estimar esta categoría. La aplicación de cal y dolomita como enmienda o fertilizante es una práctica poco habitual en el país.
CO_2	3. Agricultura y ganadería	3.G.2. Dolomita	
CO_2	3. Agricultura y ganadería	3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	No se cuenta con información consistente y representativa para estimar esta categoría.

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Tabla 300. Completitud – Información sobre las claves de notación – Agricultura y ganadería - Fuentes y sumideros incluidos en otra categoría

Fuentes y sumideros incluidos en otro lugar ("IE")				
GEI	**Categoría de fuente/sumidero**	**Asignación según las Directrices del IPCC**	**Asignación utilizada por la Parte**	**Explicación**
CH_4	3.C.3.a. Aguas profundas 50–100 cm	3.C.7. - Cultivo de arroz. Estas categorías se incluyen como subítems.	3.C.1. Irrigación	No es posible desagregar el dato de actividad para diferentes sistemas de cultivo. La mayor parte del cultivo de arroz en el país ocurre en sistemas bajo irrigación permanente.
CH_4	3.C.3.b. Aguas profundas > 100 cm			
CH_4	3.E.1. Tierras forestales	3.C.1. - Emisiones de la quema de biomasa	4.(IV).A.	Todos los incendios y quemas en pastizales y tierras forestales se incluyen en la categoría 4(IV).
N_2O	3.E.1. Tierras forestales			
CH_4	3.E.2. Pastizales	3.C.1. - Emisiones de la quema de biomasa	4.(IV).C.	
N_2O	3.E.2. Pastizales			
CH_4	3.F.1. Cereales	3.C.1.b. - Quema de biomasa en tierras de cultivo	4.(IV).C.	Dada la estadística utilizada no es posible discriminar incendios entre pastizales, tierras de cultivo y humedales, por lo que se incluyen estas tres categorías dentro de la quema de pastizales.
N_2O	3.F.1. Cereales			
CH_4	3.F.2. Legumbres			
N_2O	3.F.2. Legumbres			
CH_4	3.F.3. Tubérculos y raíces			
N_2O	3.F.3. Tubérculos y raíces			

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Datos de actividad del sector

Se han utilizado las estadísticas oficiales del país. En la siguiente tabla se resumen las principales fuentes de información de los DA.

Tabla 301. Fuente de datos - Agricultura y ganadería

Sector - Categoría	Subcategoría 1er Orden	Subcategoría 2do Orden	Fuente información dato de actividad
3A - Fermentación entérica	3A1 - Fermentación Entérica Bovinos	3A1a - Fermentación Entérica Bovinos Lecheros	SENASA
		3A1b - Fermentación Entérica Bovinos de Carne	
	3A2 - Fermentación Entérica Ovinos		
	3A3 - Fermentación Entérica Porcinos		
	3A4 - Fermentación Entérica Otras Ganaderías		SENASA Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal (SAGyP)
3B - Gestión del estiércol	3B1 - Directas Gestión de Estiércol Bovinos	3B1a - Directas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros	SENASA
		3B1b - Directas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne	
	3B2 - Directas Gestión de Estiércol Ovinos		
	3B3 - Directas Gestión de Estiércol Porcinos		
	3B4 - Directas Gestión de Estiércol Otras Ganaderias		SENASA Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal (SAGyP)
	3B5 - Indirectas Gestión de Estiércol	3B5ai - Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros	SENASA
		3B5aii - Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne	
		3B5b-i - Indirectas Gestión de Estiércol Resto de Ganaderias	SENASA Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal (SAGyP)
3C - Cultivo de Arroz	3C1 - Irrigación		Área competente de Estimaciones Agrícolas (SAGyP)
3D - Suelos agrícolas	3D1a - Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados Fertilizantes sintéticos		Estadística mercado local (Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos)
	3D1b - Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados Aplicación de abono orgánico	3D1b1 - Directas Aplicación de abono orgánico Bovinos	SENASA
		3D1b2 - Directas Aplicación de abono orgánico Ovinos	
		3D1b3 - Directas Aplicación de abono orgánico Porcinos	
		3D1b4- Directas Aplicación de abono orgánico Otras Ganaderias	SENASA Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal (SAGyP)
	3D1c - Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados Excretas en pasturas	3D1c1 - Directas Excretas En pasturas Bovinos	SENASA
		3D1c2 - Directas Excretas En pasturas Ovinos	
		3D1c3 - Directas Excretas En pasturas Porcinos	
		3D1c4- Directas Excretas En pasturas Resto de Ganaderias	SENASA Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal (SAGyP)
	3D1d - Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados Residuos de Cosecha		Área competente de Estimaciones Agrícolas (SAGyP)
	3D1e - Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos		Monitoreo de pérdida de cobertura forestal (UMSEF- SSAmb) Área competente de Estimaciones Agrícolas (SAGyP)
	3D2a - Emisiones indirectas de N2O de los suelos gestionados Volatilización 3D2b - Emisiones indirectas de N2O de los suelos gestionados Lixiviación	3D2ai y 3D2bi - Indirectas Fertilizantes sintéticos	Estadística mercado local (Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos)
		3D2aii y 3D2bii - Indirectas aplicación de abono orgánico	SENASA Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal (SAGyP)
		3D2aiii y 3D2biii - Indirectas Excretas En pasturas	
		3D2biv - Indirectas Residuos de Cosecha	Área competente de Estimaciones Agrícolas (SAGyP)
		3D2av - Indirectas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos	Monitoreo de pérdida de cobertura forestal (UMSEF- SSAmb) Área competente de Estimaciones Agrícolas (SAGyP)
3F - Quema de residuos de cosecha	3F4 - Caña de azúcar		Estación Experimental Agrícola Obispo Colombes y Mapa Nacional de Cultivos (INTA)
3H - Aplicación de urea			Estadística mercado local (Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos)

Fuente: Elaboración propia.

Flexibilidades aplicadas

La República Argentina, a la luz de sus capacidades nacionales, aplica flexibilidades vinculadas a la identificación de categorías principales, a la estimación de la incertidumbre y con relación a la presentación y aplicación de planes de aseguramiento y control de calidad. Para más detalle dirigirse al capítulo 1: Circunstancias nacionales, arreglos institucionales e información transversal.

En particular se destaca que se aplica flexibilidad para la presentación y aplicación de planes de aseguramiento y control de calidad, dado que, para la elaboración del inventario, actualmente aplican acciones para el control de calidad, que no se encuentran sistematizadas y estructuradas en un plan según las Directrices del IPCC. Dichas acciones se especifican en el apartado de Control de calidad de cada categoría del INGEI.

Caracterización del ganado

Se cuenta con sistemas productivos bovinos separados entre la producción de carne y de leche, por lo que se caracterizaron de forma distinta y separada. A su vez, las estadísticas de las producciones también se reportan divididas.

La producción de carne incluye las actividades de cría y de engorde (invernada) de animales. La producción de leche se lleva a cabo en tambos utilizando razas especiales, y se encuentra en su mayoría en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos[187].

Caracterización de bovinos de carne

Las emisiones provenientes de la producción de bovinos de carne ("3A – Fermentación Entérica", "3B – Emisiones directas e indirectas de la gestión de Estiércol" y "3D – Emisiones directas e indirectas de N_2O de los suelos gestionados") se estiman utilizando una única caracterización del ganado, parámetros locales y DA. La actividad de producción de bovinos de carne representa aproximadamente el 17,81% de las emisiones totales del país, y contiene una categoría principal por nivel y tres categorías principales por tendencia, las cuales se pueden observar en las siguientes tablas.

[187] Secretaría de Agroindustria (2019). Estado de situación de la Industria Láctea Argentina.

Tabla 302. Categorías principales por nivel

Código de la categoría del IPCC	Categoría del IPCC	Tipo de Combustible	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año Ex,t [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación del último año $\|Ex,t\|$ [$ktCO_2e$]	Evaluación de nivel Lx,t [%]	Total acumulativo de la Evaluacion de [%]
3A1b	Fermentación entérica bovinos de carne	N/A	CH_4	64.834	64.834	16%	16%

Fuente: Elaboración propia

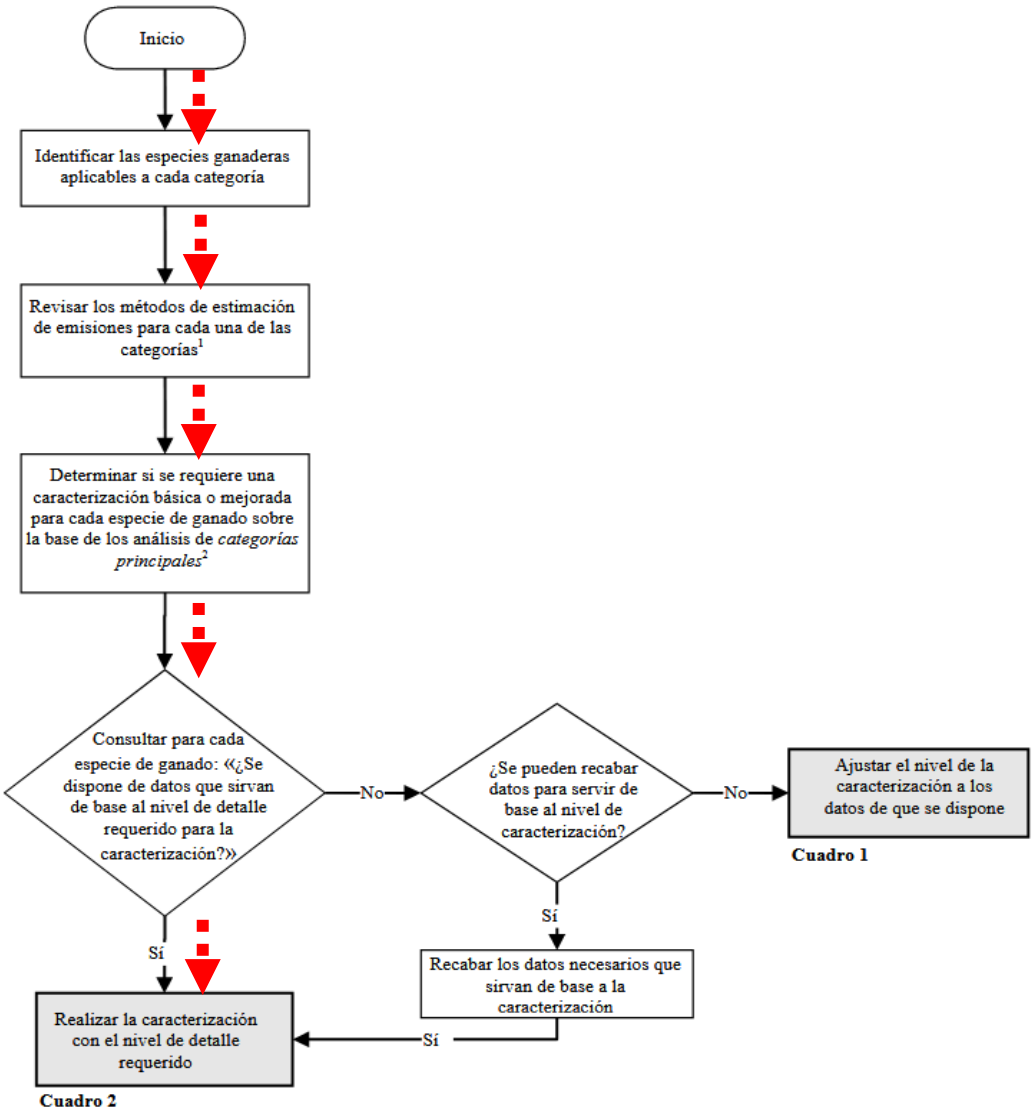
Tabla 303. Categorías principales por tendencia

Código de la categoría del IPCC	Categoría del IPCC	Tipo de combustible	Gas de efecto invernadero	Estimación del año de base Ex,0 [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación de base $\|Ex,0\|$ [$ktCO_2e$]	Estimación del último año Ex,t [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación del último año $\|Ex,t\|$ [$ktCO_2e$]	Evaluación de tendencia Tx,t	% de aporte a la tendencia	Total acumulativo de la columna	¿Es categoria por nivel?
3A1b	Fermentación entérica bovinos de carne	N/A	CH_4	70.006	70.006	64.834	64.834	0,11	24%	24%	Sí
3D2bc1b	Indirectas excretas en pasturas y abono orgánico bovinos de carne	N/A	N_2O	3.622	3.622	2.887	2.887	0,01	1%	85%	No
3D1c1b	Directas excretas en pasturas bovinos de carne	N/A	N_2O	3.039	3.039	2.247	2.247	0,00	1%	86%	No

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente ilustración se detalla el árbol de decisión utilizado para la caracterización de ganado bovino de carne.

Ilustración 55. Árbol de decisión para la caracterización de la población de ganado



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el INGEI se utiliza una caracterización de ganado bovino para producción de carne de método de cálculo Nivel 2.

Definiciones para subcategorías de ganado

Se ha realizado una categorización basada en las estadísticas disponibles. Debido a que previo al 2007 no se contaba con una fuente de información única, para el desarrollo de la serie temporal coherente se han homologado las definiciones de cada fuente de información para obtener subcategorías de ganado bovino homogéneas para toda la serie temporal (1990-2022). Dicha homologación ha sido validada por la actual SAGyP (ex MAGyP). De 1990 a 2001 se tomaron las definiciones existentes en la Encuesta Nacional Agropecuaria de 1992 (INDEC, 1992-2001). A partir del año 2002 hasta el 2013 se tomaron las definiciones de ganado bovino del

Censo Nacional Agropecuario (CNA) del 2002[188]. A partir del 2014 se toman las definiciones del Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios (RENSPA) (SENASA, 2015). Las definiciones y la homologación según el periodo se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 304. Definiciones de subcategorías de ganado bovino de carne

Categoría	Años	Definición
Vaca	1990-2022	Hembras que han tenido al menos una parición.
Vaquillona	1992-2013	Hembras mayores a un año que aún no han tenido ninguna parición.
	2014-2022	Hembras jóvenes que no han tenido parición alguna.
Ternera y ternero	1992-2001	Hembras y machos menores a un año, que hayan o no sido marcados.
	2002-2013	Hembras y machos menores de un año.
	2014-2022	Hembras y machos menores de 1 año, sin considerar si están o no al pie de la madre.
Novillo	1992-2013	Machos castrados mayores a 2 años.
	2014-2022	Machos castrados.
Novillito	1992-2013	Machos castrados de 1 a 2 años.
	2014-2022	Machos castrados.
Toro	1990-2022	Machos sin castrar, mayores a un año, que el productor se lo reserva para reproducción.
Buey	1990-2022	Macho adulto castrado que el productor se lo reserva para labores de tracción.
Torito	2002-2013	Machos de uno a dos años de edad, destinados a la reproducción.
	2014-2022	Toros jóvenes mayores de un año que aún no han entrado a servicio.

Fuente: Elaboración propia

Población de ganado por subcategoría de ganado

El número de cabezas de ganado de bovino de carne, por subcategoría de ganado y departamento, es provisto por el SENASA; se reporta el nivel de existencias de bovinos totales, que incluyen cabezas para carne y leche, y bovinos en

[188] INDEC, 2002.

establecimientos de producción lechera al mes de marzo de cada año[189]. Dicho valor es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una región a cada departamento (ver Anexo "Definición de sistemas modales de carne"). Para obtener el nivel de existencias de bovinos de carne se restan las existencias de ganadería de leche a las existencias de bovinos totales para cada una de las subcategorías de ganado. Esta sustracción entre existencias totales y existencias lecheras no se realiza para las subcategorías de novillo y novillito, ya que se asume que dichos animales pertenecen a las existencias de la producción de carne. Este supuesto surge de que en los tambos no hay producción de animales para faena, y tiene validez a partir del año 2008.

Debido a que previo al 2007 no existía una fuente de información única se combinaron fuentes para conformar una serie temporal coherente. La serie temporal de bovinos de leche para el período 1990 – 2007 se elabora a partir de la combinación de fuentes de información que presentan diversos grados de desagregación espacial y subcategoría de ganado.

Las fuentes de información y los proveedores de datos para la serie temporal se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 305. Fuente de los datos de existencias bovino total por año para el período 1990 – 2007

Año	Desagregación		Fuente	Disponibilidad	Proveedor de Datos	Nombre Archivo
	Subcategoría	Geográfica				
1990	SI	Nacional	PCN	–	SSamb	1CN - Cuadro 13.1
1990	NO	Nacional	Anuario 2010	pdf - Vía web	SAGyP	Anuario 2010 Ganados y Carnes
1991	SI	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
1991	NO	Nacional	Anuario 2010	pdf - Vía web	SGA	Anuario 2010 Ganados y Carnes
1992	SI	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
1992	NO	Nacional	ENA	Copia física	INDEC	ENA 1992 - Cuadro 25
1993	SI	Provincial	ENA	Copia física	INDEC	ENA 1993 - Cuadro Página 19

[189] Para los años 2021 y 2022 las existencias fueron informadas por SENASA al mes de diciembre, por lo que se ajustaron para ser comparables con el resto de la serie temporal como se detalla en el apartado siguiente.

Año	Desagregación		Fuente	Disponibilidad	Proveedor de Datos	Nombre Archivo
	Subcategoría	Geográfica				
1994	SI	Provincial	ENA	Copia física	INDEC	ENA 1994 - Cuadro 1
1995	SI	Provincial	ENA	Copia física	INDEC	ENA 1995- Cuadro 7
1996	SI	Provincial	ENA	Copia física	INDEC	ENA 1996- Cuadro 1
1997	SI	Provincial	ENA	Copia física	INDEC	ENA 1997- Cuadro 7
1998	NO	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
1998	NO	Provincial	ENA	Copia física	INDEC	ENA 1999- Cuadro 1
1999	SI	Provincial	ENA	Copia física	INDEC	ENA 1999 - Cuadro 7
2000	SI	Provincial	ENA	pdf - Vía web	INDEC	ENA 2000 - Cuadro 1 (Pág 3)
2001	NO	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
2001	NO	Nacional	ENA	pdf - Vía web	INDEC	ENA 2001 - Cuadro 1
2002	-	Nacional	Interpolación entre años 2001 y 2003	3ACa_DA_XXXX_XX	Equipo INGEI - SAGyP	-
2003	SI	Departamental (no incluye Patagonia)	Campaña de vacunación contra la aftosa	Excel - Vía mail - 1 solo archivo 2002-2016	SENASA	Campañas de vacunación 2002 - 2016 - hoja 01 de cada año
2004	SI	Departamental (no incluye Patagonia)	Campaña de vacunación contra la aftosa	Excel - Vía mail - 1 solo archivo 2002-2016	SENASA	Campañas de vacunación 2002 - 2016 - hoja 01 de cada año

Año	Desagregación		Fuente	Disponibilidad	Proveedor de Datos	Nombre Archivo
	Subcategoría	Geográfica				
2005	SI	Departamental (no incluye Patagonia)	Campaña de vacunación contra la aftosa	Excel - Vía mail - 1 solo archivo 2002-2016	SENASA	Campañas de vacunación 2002 - 2016 - hoja 01 de cada año
2006	SI	Departamental (no incluye Patagonia)	Campaña de vacunación contra la aftosa	Excel - Vía mail - 1 solo archivo 2002-2016	SENASA	Campañas de vacunación 2002 - 2016 - hoja 01 de cada año
2007	SI	Departamental (no incluye Patagonia)	Campaña de vacunación contra la aftosa	Excel - Vía mail - 1 solo archivo 2002-2016	SENASA	Campañas de vacunación 2002 - 2016 - hoja 01 de cada año

Fuente: Elaboración propia

Para los años 1990 y 1991 se utilizaron los datos de existencias total del Anuario 2010[190] y valores por subcategoría de ganado de la PCN y TCN, respectivamente. Para el año 1992 el valor de las existencias total se obtuvo de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)[191] y los valores de las subcategorías de la TCN. Para ninguno de los tres años se cuenta con valores a nivel provincial.

De 1993 al 2000 se utilizaron datos de las ENA, correspondientes a cada año, y se contó con datos con desagregación provincial y por subcategoría. La única excepción fue el año 1998 para el cual se utilizaron datos por subcategoría de la TCN; el dato de existencias total se obtiene de ENA 1999[192].

Para el año 2001 se utilizaron los valores de la TCN y se utilizó el valor de las existencias total de la ENA 2001[193]. No se cuenta con datos a nivel provincial.

Para el 2002 existen datos del CNA[194] y de la campaña de vacunación contra la aftosa[195]. Los datos de dichas fuentes difieren significativamente entre sí, y también con los valores de existencias correspondientes a los años previos y posteriores. Por lo tanto, a fin de mantener la coherencia de la serie temporal en las existencias se realizó un promedio entre los valores de cada una de las categorías de bovinos de los años 2001 y 2003. El valor de las existencias totales del 2002 corresponde a la sumatoria de las categorías calculadas.

Entre los años 2003 y 2007 se utilizaron los valores de la campaña de vacunación contra la aftosa[196]. Los mismos no cuentan con las existencias de la región Patagónica ya que no se realiza la vacunación en dicha región. Si bien existe una

[190] Ministerio de Agroindustria. (2010). Ganados y Carnes. Anuario 2010.
[191] INDEC (1992-2001).
[192] Ibid.
[193] Ibid.
[194] INDEC (2002). Censo Nacional Agropecuario.
[195] SENASA (comunicación personal). (24 de Agosto de 2017). 2002-2016-SENASA (Vacunación)-Total.
[196] Ibid.

ausencia de información correspondiente a la Patagonia se considera que no afecta significativamente las existencias del ganado bovino en Argentina, ya que se estima que en esta región las existencias bovinas representan el 2% de las existencias totales. A partir del 2008 se utilizan los valores de las estadísticas del SENASA[197], que presentan desagregación por departamento y por subcategoría.

De 1990 a 2007 los datos de existencias de lechería solamente se encuentran a nivel nacional, por lo que el cálculo de bovinos de carne, calculado como la diferencia entre bovinos totales y bovinos de tambo, se realiza en dicho nivel de desagregación geográfica. Consecuentemente las existencias de ganadería de carne en este período solamente se encuentran calculadas a nivel nacional.

Para el período 2003 - 2007 la estadística proveniente de las campañas de vacunación de aftosa tiene una sobreestimación para algunas subcategorías de ganado, y una subestimación para otras. Para corregir estas inconsistencias se aplicó un coeficiente de ajuste por subcategoría de ganado, que surge de comparar las existencias obtenidas a de esta fuente con las existencias de SENASA para el año 2008. Las existencias totales de cada año se calculan como la sumatoria de las subcategorías de ganado. A modo de ejemplo, se presenta en la siguiente tabla el ajuste de existencias realizado para el año 2005. Los mismos coeficientes fueron utilizados para el resto de los años.

Tabla 306. Ajuste para las existencias por subcategoría de ganado para el año 2005

Subcategoría de ganado	Ajuste de vacunación aftosa	Existencias campaña de vacunación 2005	Existencias ajustado 2005
Vaca	1	23.473.891	23.473.891
Vaquillona	1,03	7.907.378	8.144.599
Novillo	0,81	6.758.863	5.474.679
Novillito	1,08	4.500.149	4.860.161
Ternera	0,93	7.340.570	6.826.730
Ternero	0,93	7.162.140	6.660.790
Toro	0,95	1.293.000	1.228.350

Fuente: Elaboración propia

[197] SENASA (octubre de 2017). SENASA. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/senasa/mercados-y-estadisticas/estadisticas/animal-estadisticas.

Para los años 2021 y 2022 el SENASA presentó las existencias a nivel departamental y desagregadas por categoría, registradas en diciembre de cada año, a diferencia de la serie histórica utilizada que reporta existencias a marzo de cada año. Por esta razón se desarrollaron factores de ajuste por categoría a fin de estimar las existencias en marzo en base a las existencias de diciembre. Para calcular los factores de ajuste se utilizaron las existencias del año 2020, ya que se contaba con series tanto para diciembre como para marzo de este año.

En la tabla siguiente se presentan los valores reales reportados a marzo y diciembre de 2020, y los factores de ajuste por categoría que resultan de la relación entre ambos. En el caso de los toros, toritos y bueyes se obtuvo un factor de ajuste de manera conjunta por la alta variabilidad de los valores reportados en estas tres categorías, y que se debe a la adjudicación alternadamente de las existencias a una u otra de estas categorías que presentan características similares.

Tabla 307. Factores de ajuste entre existencias de marzo y diciembre bovinos totales

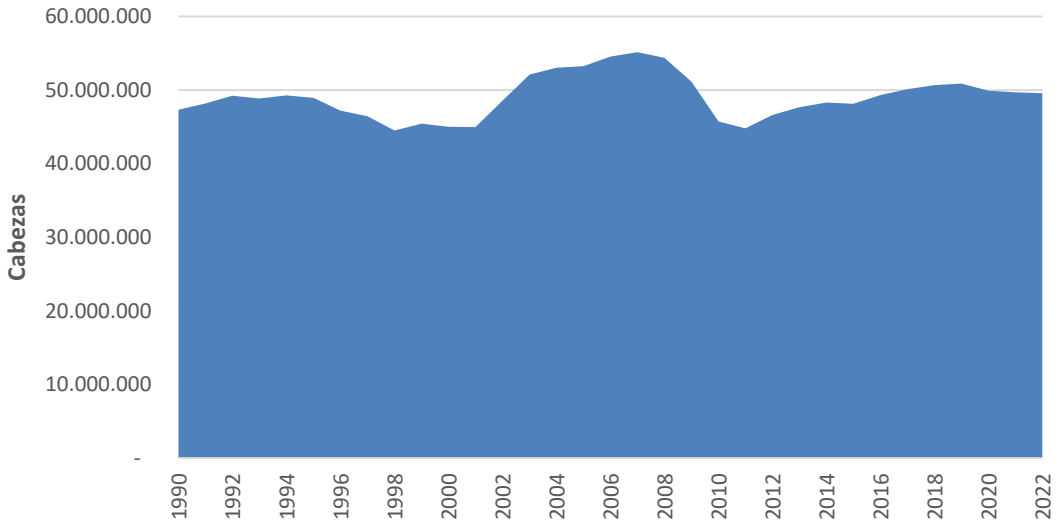
Categoría	Factor de ajuste
Vacas	101,10%
Vaquillonas	93,57%
Novillos	103,07%
Novillitos	85,23%
Terneros	98,10%
Terneras	101,08%
Toros, toritos y bueyes	101,93%

Una vez ajustados los valores totales se utilizaron para calcular las existencias de bovinos de carne por diferencia con los declarados como bovinos de leche.

Tendencia del ganado bovino de carne

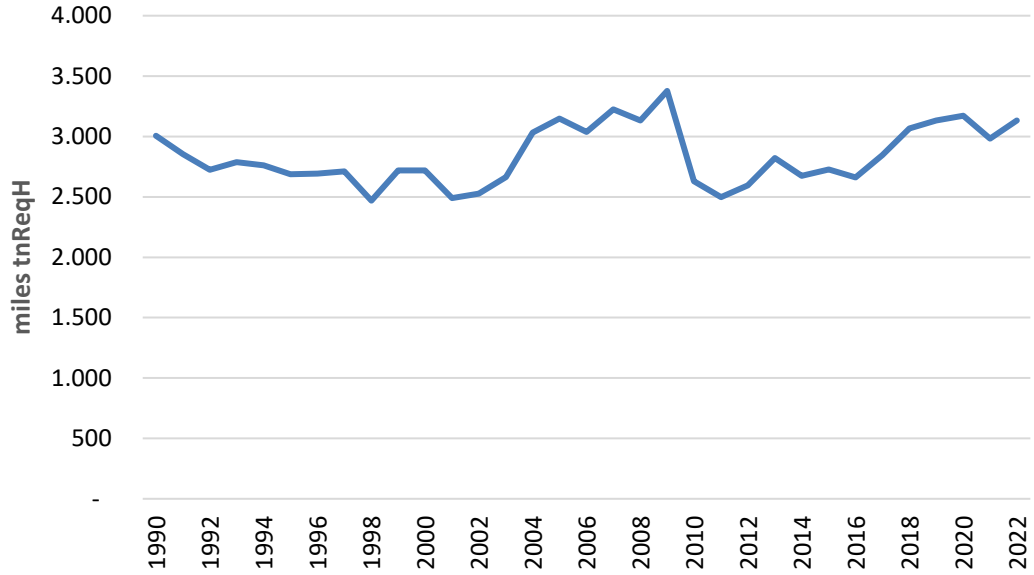
En las siguientes figuras se observa la evolución de las existencias de la producción de carne y de las toneladas de res faenadas. El stock bovino creció durante los últimos años, luego de alcanzar un mínimo de 48 millones de cabezas en el año 2012, aunque persiste por debajo de su máximo histórico de 60 millones de cabezas en 2007. Para el año 2020 se observa una leve disminución de las existencias, con una estabilización posterior, que puede asociarse con los períodos de sequía que tuvieron lugar en las principales regiones ganaderas del país y que tuvieron como consecuencia una disminución de la actividad ganadera.

Figura 226. Evolución de las existencias de la producción de carne



Fuente: Elaboración propia

Figura 227. Evolución de las toneladas de res faenadas



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se detallan los valores de las existencias de bovinos de carne por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 308. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de ganado y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Novillos	Novillitos	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
Sudeste	3.796.418	1.192.516	199.537	507.980	1.473.562	1.527.477	156.451	47	54.527	8.908.515
Sudoeste	2.142.365	607.320	149.764	326.824	825.570	853.254	88.638	31	29.247	5.023.013
Oeste	2.080.149	721.674	378.199	628.305	877.212	829.979	84.160	14	31.633	5.631.326
Norte	2.708.428	986.696	580.477	870.702	1.138.892	1.061.360	116.398	179	45.201	7.508.335
NEA	5.730.120	1.706.167	747.873	957.424	1.363.484	1.395.541	279.214	2.054	64.092	12.245.968
NOA	2.223.168	755.484	224.178	455.237	628.037	571.803	116.794	755	71.748	5.047.204
Semiárida	1.966.460	470.250	169.278	314.216	367.632	373.808	83.198	43	23.404	3.768.288
Patagonia	754.054	145.603	33.644	55.211	176.081	216.500	35.524	652	9.763	1.427.032
Conurbano	5.873	1.299	508	246	1.935	2.063	253	-	17	12.195
Total	21.407.034	6.587.009	2.483.459	4.116.146	6.852.405	6.831.786	960.630	3.775	329.632	49.571.876

Fuente: Elaboración propia

Estimaciones de ingesta de alimentos por subcategoría de ganado

La categorización de sistemas productivos por región y nivel tecnológico homogéneos se basa en los SM. Éstos se utilizan como descriptores de la actividad primaria de producción de carne del país y fueron desarrollados para el "Proyecto Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Cadena de Valor de la Carne Bovina" (Convenio MAGyP – UNTREF 238/2012). Cabe destacar que el estudio tiene validez temporal a partir del año 2008. Previamente se utilizaron las definiciones de ingesta de las subcategorías de ganado definidas en la SCN.

Para determinar la ingesta por subcategoría se definieron dos actividades dentro de la producción de bovinos de carne: cría y engorde (invernada). La actividad ganadera de cría es aquella cuyo objetivo principal es la producción de terneras y terneros para la venta o posterior engorde (recría o invernada). La actividad ganadera de engorde (invernada) es aquella cuyo objetivo es el engorde de animales hasta lograr el peso de mercado para faena. Puede realizarse a campo, con o sin suplementación, o mediante engorde a corral (*feedlot*)[198].

Tanto la cría como el engorde tienen una alta heterogeneidad dentro de cada región geográfica por el nivel de producción y de adopción tecnológica, por lo que se desarrolló una categorización de modelos productivos a fin de poder reflejar las variaciones entre las distintas subcategorías de animales dentro del país.

Para la actividad cría se realizó una caracterización por nivel productivo mediante la definición de tres niveles productivos (NP): alto, medio y bajo, dentro de cada zona. Esto se corresponde a la necesidad de diferenciar las diferentes formas de producción, entendida como la interacción entre los potenciales ambientales, el uso de tecnología y la escala de producción.

Para la actividad invernada se realizó una caracterización multicriterio, considerando la longitud del período de invernada, el peso de los animales al ingreso y al egreso y los recursos utilizados en el ciclo. De esta manera se obtuvo un rango de sistemas que varían desde los más intensivos, de menor duración y con alta proporción de concentrados[199] en la alimentación, hasta los más extensivos de duraciones prolongadas y alta proporción de recursos pastoriles en la alimentación.

La metodología desarrollada para la caracterización de los SM comprendió los siguientes pasos de procesos:

- regionalización,
- estudio de la producción primaria en las regiones adoptadas mediante publicaciones existentes,
- confección de modelos productivos preliminares con la información obtenida,
- validación de modelos preliminares con referentes calificados,
- ajustes de los modelos con información a nivel "macro", y

[198] INDEC (2002). Censo Nacional Agropecuario.
[199] Se entiende por concentrados a los alimentos suplementarios al forraje, por lo general de alta densidad energética.

- consulta a referentes calificados.

La definición de los sistemas modales se realizó junto con una regionalización geográfica. Se utilizó la clasificación propuesta por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)[200], que divide al país en cuatro regiones (Pampeana, Nordeste Argentino –NEA–, Noroeste Argentino –NOA–, Semiárida y Patagonia) con situaciones climáticas y ambientales similares para la escala de análisis en el territorio Nacional. Dada la complejidad productiva de la Zona Pampeana, esta se dividió a su vez en cuatro subregiones: Norte, Sudeste, Sudoeste y Oeste; de esta forma quedan definidas ocho zonas en total. De acuerdo con la localización de cada departamento del país se le asigna una de estas zonas, que pueden observarse en la siguiente ilustración. Adicionalmente se definió una región denominada "Conurbano" que incluye los departamentos con existencias de ganado del AMBA, y toma los parámetros definidos para la región Pampeana Norte.

[200] INTA, 2007. La producción de carne en Argentina. Recuperado el 11 de Junio de 2013. https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/origenes_evolucion_y_estadisticas_de_la_ganaderia/48-ProdCarneArg_esp.pdf.

Ilustración 56. Regionalización para sistemas modales de bovinos de carne



Fuente: Elaboración propia con base Proyecto "Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Cadena de Valor de la Carne Bovina" sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina.

Considerando las ocho regiones productivas y la intensidad de la actividad (alta, media o baja), quedaron definidos 24 SM para la actividad cría. Para la actividad de engorde los SM se caracterizan por separado entre machos (novillos) y hembras (vaquillonas), considerando a su vez diferentes estrategias alimentarias y duraciones del engorde; en total se definieron 51 SM, 35 para engorde de machos y 16 para engorde de hembras. Para cada uno de los modelos definidos se establecieron los parámetros productivos utilizados para la estimación de la ingesta de alimentos en una primera instancia y los FE correspondientes en una segunda etapa. En la siguiente tabla se indica el listado de parámetros definidos para ambas actividades.

Tabla 309. Parámetros sistemas productivos

Parámetros definidos	Unidades	Definición
Actividad	Adimensional	Cría / Invernada
Sistema	Adimensional	Definición productiva (estratos según nivel tecnológico).
Región	Adimensional	Regionalización geográfica.
% SM por región	%	Porcentaje de cabezas según actividad/Sistema.
Mortandad Gestación	% Terneros / Vaca	Porcentaje de abortos en vacas antes de la parición.
Mortandad Post Parto	% Terneros / Vaca	Mortandad de terneros después de la parición y antes del destete.
Meses de destete	Meses	Cantidad de meses que el ternero está al pie de la madre lactando.
Destete	% Terneros (t+1) / Vacas (t)	Destete estimado como existencias terneros en el año t+1 divido existencias de vacas del año t. Siendo t el año de inventario.
Reposición Vacas de cría	% Vaquillonas Recría / Vaca	Porcentaje de vacas que se recambian año a año. Animales que entran al sistema reproductivo.
Edad mínima primer servicio	Meses	Cantidad de meses de las vaquillonas en el momento del primer servicio.
Temperatura promedio	Adimensional	Rango de temperatura promedio región.
Dieta	% MS	% de Materia Seca por tipo de alimento. En el caso de las pasturas se distingue por región.
Digestibilidad	%	Digestibilidad por tipo de alimento. En el caso de las pasturas se distingue por región.
Proteína	%	Contenido de proteína bruta por cada tipo de alimento. En el caso de las pasturas se distingue por región.
Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	Peso promedio de un animal de la subcategoría correspondiente.
Peso Inicial	kg/cabeza	Peso al inicio del engorde.
Peso Final	kg/cabeza	Peso al final del engorde.
Tiempo	Días	Duración del engorde.
Leche	kg/día	Producción diaria de leche.
Grasa	% en peso	Contenido graso de la leche.
% Sistema de gestión de estiércol	%	% por sistema de gestión de estiércol promedio anual. Definición equivalente con IPCC 2006 – Cuadro 10.18.
Gestión del rodeo	Adimensional	Situación alimentaria equivalente con IPCC 2006 – Cuadro 10.5.

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo “Definición de sistemas modales de carne” se detallan los departamentos incluidos por región, las definiciones de los SM y los parámetros utilizados para la estimación de la ingesta diaria.

En el caso de los SM de cría, a partir del año 2008 el destete tiene un componente de variación interanual debido a las fluctuaciones propias de la actividad. Para ajustar este parámetro se utiliza un coeficiente de corrección, estimado por la diferencia entre el destete calculado a partir de las existencias ganaderas de la estadística nacional y el estimado en cada SM.

Entre 1990 y 2007 se desarrolló una técnica de empalme a fin de mantener la coherencia en la serie temporal de las emisiones. Para ello se realizaron interpolaciones lineales a nivel nacional entre los datos provistos para el año 2000 por la SCN y los definidos por los SM en el estudio (Convenio MAGyP – UNTREF 238/2012) para el año 2008. Los parámetros para los cuales se realizó el empalme se encuentran en la siguiente tabla. Para el período 1990 y 1999 se utilizó la caracterización de los sistemas productivos realizada para el año 2000, teniendo en consideración las variaciones por el destete.

Tabla 310. Empalme de parámetros de bovinos de carne

Parámetros ajustados	2000	2007 (promedio 2008)
Parámetros cría		
Mortandad post parto (%)	10	4
Reposición Vacas de Cría (%)	16,80	16,79
Parámetros novillos		
MS Pastura/Prado/Pradera (%)	100	62
MS Distribución diaria (%)	0	32
MS Corral de engorde (%)	0	6
Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada (kg)	420	400
Peso corporal vivo promedio (kg/cabeza)	280	286
Duración de la terminación (días)	440	454
Aumento Diario (kg/día)	0,52	0,58
Digestibilidad (%)	61,46	65,58
Ym (%)	6,5	6,09
Parámetros Vacas		
Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada (kg)	420	400
Peso corporal vivo promedio (kg/cabeza)	420	400
Digestibilidad (%)	55	56,14
Parámetros Vaquillona recría		
Aumento diario (kg/día)	0,35	0,29
Digestibilidad (%)	55,00	56,18
Vaquillonas de invernada		

Parámetros ajustados	2000	2007 (promedio 2008)
MS Pastura/Prado/Pradera (%)	89	57,28
MS Distribución diaria (%)	0	23,0
MS Corral de engorde (%)	11	57,28
Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada (kg)	420	400
Peso corporal vivo promedio (kg/cabeza)	244	247
Duración de la terminación (días)	**330**	**312**
Aumento Diario (kg/día)	0,62	0,59
Digestibilidad (%)	66,14	67,08

Fuente: Elaboración propia

La estimación de la ingesta diaria se realizó para cada SM y región según las ecuaciones definidas en el volumen 4, capítulo 10 de las Directrices del IPCC de 2006. En la siguiente tabla se detallan las ecuaciones utilizadas.

Tabla 311. Variables para el cálculo de los diferentes tipos de energía neta y energía bruta

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
NE_m	Energía Neta de mantenimiento	Energía neta requerida para mantener a un animal en equilibrio sin que se gane ni se pierda energía corporal.	Ecuación 10.3	MJ/día
NE_a	Energía Neta para la actividad	Energía neta requerida por un animal para obtener su alimento, agua y refugio.	Ecuación 10.4	MJ/día
NE_g	Energía Neta para el crecimiento	Energía neta requerida para ganar peso.	Ecuación 10.6	MJ/día
NE_l	Energía Neta para la lactancia	-	Ecuación 10.8	MJ/día
C_p	Coeficiente de preñez	Energía neta requerida para la preñez durante un período de gestación de 281 días.	Cuadro 10.7	-
NE_p	Energía Neta para la preñez	-	Ecuación 10.13	MJ/día
REM	Relación entre energía neta disponible en la dieta para mantenimiento y energía digerible	-	Ecuación 10.14	-
REG	Relación entre la energía disponible en una dieta para crecimiento y la	-	Ecuación 10.15	-

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
	energía digerible consumida			
DE	Digestibilidad	Parte de la GE que no se excreta con las heces.	Media ponderada de la dieta de cada SM y la digestibilidad de cada alimento.	%
GE	Energía Bruta	Cantidad de energía que necesita un animal para su mantenimiento y para actividades tales como el crecimiento, la lactancia y la preñez.	Ecuación 10.16	MJ/día

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se detallan los coeficientes por defecto utilizados para la estimación de la ingesta diaria según la caracterización del ganado bovino de carne.

Tabla 312. Coeficientes según subcategoría de ganado

Subcategoría INGEI	Cfi	Fuente de información/ criterio	C	Fuente de información/ criterio	Cp	Fuente de información/ criterio
	MJ/día kg	Cuadro 10.4	Adimensional	Ecuación 10.6	Adimensional	Cuadro 10.7
Toros, toritos y bueyes	0,370	Vacunos/búfalos (toros)	1,2	Toros		
Vaca Lactando y Vacía	0,386	Vacunos/búfalos (vacas en lactancia)	0,8	Hembras		
Vaca Lactando y Gestando	0,386	Vacunos/búfalos (vacas en lactancia)	0,8	Hembras	0,1	Vacunos y búfalos
Vaca Seca y Gestando	0,322	Vacunos/búfalos (vacas no en lactancia)	0,8	Hembras	0,1	Vacunos y búfalos
Vaca Seca y Vacía	0,322	Vacunos/búfalos (vacas no en lactancia)	0,8	Hembras		
Vaquillona	0,322	Vacunos/búfalos (vacas no en lactancia)	0,8	Hembras		
Novillo y novillitos	0,322	Vacunos/búfalos (vacas no en lactancia)	1	Castrados		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 313. Coeficiente por actividad según situación alimentaria

Situación Alimentaria	Ca	Descripción
Compartimiento	0	Los animales están confinados en una pequeña superficie (es decir, amarrados, en caballerizas, en establo) de lo que resulta que gastan muy poca o ninguna energía en procura de alimento.
Pastura	0,17	Los animales están confinados en áreas con suficiente forraje, lo que exige un escaso gasto de energía en procura del alimento.
Grandes superficies de pastoreo	0,36	Los animales pastan a campo abierto o en terrenos accidentados y gastan una cantidad significativa de energía en procura de su alimento.

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad de los sistemas modales de carne

Debido a la importante contribución de las emisiones provenientes de los bovinos de carne a las emisiones totales, se realizan controles adicionales sobre la calidad de las estimaciones. Los controles difieren según el tipo de actividad de la producción de carne.

Actividad cría

Para evaluar los modelos de cría, se utiliza el factor de ajuste del destete, que da una idea del nivel de ajuste de los SM combinados con la distribución geográfica de las existencias. En la siguiente tabla se pueden observar los valores del coeficiente de ajuste del destete de los modelos de cría. En general la variación es menor al 5%, excepto en los años 2008, 2009 y 2010, donde el ajuste fue mayor debido a una fuerte sequía que además provocó una baja de existencias muy pronunciada, seguida de una lenta recuperación de la actividad. Esta disminución puede observarse también en la cantidad de existencias de ganado bovino de carne (ver sección “Tendencia del ganado bovino de carne”).

Tabla 314. Factor de ajuste del destete de los SM por año

Año	Ajuste	Año	Ajuste
2008	0,96	2016	0,92
2009	1,02	2017	0,95
2010	1,02	2018	0,94
2011	0,91	2019	0,97
2012	0,89	2020	1,01
2013	0,92	2021	0,97
2014	0,95	2022	0,97
2015	0,97		

Fuente: Elaboración propia

Actividad engorde (invernada)

En el caso de la evaluación de los modelos de invernada, el control de calidad se realiza comparando el peso promedio por cabeza de animal faenado determinado por la estadística nacional, cuya fuente es el organismo de aplicación, con el estimado a partir de los SM. Esta comparación se realiza por separado para machos (novillos, novillitos, macho entero joven –MEJ– y terneros) y para hembras (vaquillonas y terneras).

El cálculo del peso de faena[201] promedio de novillos y novillitos se realiza según la siguiente ecuación; se multiplica el peso de faena según el modelo para la zona α y el sistema de engorde j por la proporción de novillos o novillitos (según corresponda) para la zona α y el sistema de engorde *j;* luego se realiza la sumatoria del resultado de todas las zonas. Por último, se multiplica por la proporción de novillos y novillitos total.

Ecuación 5. Cálculo del peso de faena promedio de novillos y novillitos a partir de datos de los Sistemas Modales

$$Peso\ faena\ NN = \left(\sum_{\alpha=1}^{8}\left(\sum Pfaena.N_j^{\alpha} * \%N_j^{\alpha}\right)\right) * \%NN$$

$Peso\ faena\ NN$: peso de faena promedio de novillos y novillitos según los sistemas modales (kg)
$Pfaena.N_j^{\alpha}$: peso de faena de novillos y novillitos según el modelo para la zona α y el sistema de engorde j (kg)
$\%N_j^{\alpha}$: porcentaje de novillos o novillitos en la zona α y el sistema de engorde j (%)
$\%NN$: porcentaje de novillos y novillitos total (%)
α: zonas (8 zonas)
j: sistema de engorde (invernada)

El cálculo del peso de faena promedio de vaquillonas se calcula según la siguiente ecuación.

Ecuación 6. Cálculo del peso de faena promedio de vaquillonas de invernada a partir de datos de los Sistemas Modales

$$Peso\ faena\ Vq = \%\ Vq.inv^{\alpha} * Peso\ promedio\ faena^{\alpha}$$

$Peso\ faena\ Vq$: peso de faena promedio de vaquillonas de invernada según los SM (kg)
$\%Vq.inv^{\alpha}$*:* porcentaje de vaquillonas de invernada para la zona α (%)
$Peso\ promedio\ faena^{\alpha}$*:* peso promedio de faena de vaquillona para la zona α (kg)
α: zona (8 zonas)

A su vez, la cantidad de vaquillonas de invernada para la zona α se calcula según la siguiente ecuación. Se multiplica la cantidad de vaquillonas total de la zona α por el porcentaje de vaquillonas de invernada de la zona α.

[201] Referido como "PV final".

Ecuación 7. Cantidad de vaquillonas de invernada por zona

$$Vq.inv^{\alpha} = Vq.tot^{\alpha} * \%Vq.inv^{\alpha}$$

$Vq.inv^{\alpha}$: cantidad de vaquillonas de invernada para la zona α (cabeza)
Vq.tot : cantidad de vaquillonas de invernada totales (cabeza)
$\%Vq.inv^{\alpha}$: porcentaje de vaquillonas de invernada para la zona α (%)
α: zona (8 zonas)

La proporción de vaquillonas de invernada para la zona α se calcula según la ecuación a continuación La misma requiere previamente el cálculo de la tasa de reposición de vaquillonas de recría.

Ecuación 8. Cálculo del porcentaje de vaquillonas de invernada por zona

$$\%vq.invernada^{\alpha} = 1 - \%_{\frac{vq}{vq}}{}^{\alpha}$$

$\%vq.invernada^{\alpha}$= porcentaje de vaquillonas de invernada en la zona α (%)
$\%_{\frac{vq}{vq}}{}^{\alpha}$= porcentaje de vaquillonas de recría en la zona α (%)
α= zonas (8 zonas)

El porcentaje de vaquillonas de recría se calcula según la ecuación a continuación.

Ecuación 9. Cálculo del porcentaje de vaquillonas de recría por zona

$$\%_{\frac{vq}{vq}}{}^{\alpha} = \sum_{j=1}^{n} \%_{\frac{vq.recría}{vq}}{}_{j}^{\alpha} * \%V_j^{\alpha}$$

$\%_{\frac{vq}{vq}}{}^{\alpha}$= porcentaje de vaquillonas de recría en la zona α
$\%_{\frac{vq.recría}{vc}}{}_{j}^{\alpha}$= porcentaje de vaquillonas de recría en la zona α y nivel tecnológico *j*

$\%V_j^{\alpha}$= porcentaje de vacas en la zona α y nivel tecnológico *j*

α: zona (8 zonas)

j: nivel tecnológico (alto, medio, bajo)

A su vez, el porcentaje de vaquillonas de recría por zona y nivel tecnológico de se calcula según la siguiente ecuación.

Ecuación 10. Cálculo de la tasa de reposición de vacas de cría por zona y nivel tecnológico

$$\%_{Vq.recría}{}_{j}^{\alpha} = \frac{\%REPvc_j^{\alpha}}{\%\frac{vq}{vc}^{\alpha}}$$

$\%_{Vq.recría}{}_{j}^{\alpha}$= porcentaje de vaquillonas de recría en la zona α y nivel tecnológico *j*
$\%REPvc_j^{\alpha}$= reposición de vacas de cría en la zona α y nivel tecnológico *j (%)*
$\%\frac{vq}{vc}^{\alpha}$= porcentaje de vaquillonas sobre vacas en la zona α (%)
α: zona (8 zonas)
j: nivel tecnológico (alto, medio, bajo)

Para la ecuación "Cálculo del peso de faena promedio de vaquillonas de invernada a partir de datos de los SM" también es necesario el peso de faena promedio en la zona α. Se calcula según la ecuación a continuación; se multiplica el peso promedio de faena de vaquillonas para la zona α y nivel tecnológico *j* por la proporción de vaquillonas para la zona α y nivel tecnológico *j*. Para obtener un valor por zona, se suman los resultados de los niveles tecnológicos dentro de cada zona.

Ecuación 11. Cálculo del peso promedio de faena por zona α

$$Peso\ promedio\ faena^{\alpha} = \sum_{j=1}^{n} \left(Pfaena.vq_j^{\alpha} * \%Vq_j^{\alpha} \right)$$

$Peso\ promedio\ faena^{\alpha}$: peso promedio de faena de vaquillona para la zona α
$Pfaena.vq_j^{\alpha}$: peso de faena de vaquillona para la zona α y nivel tecnológico *j*
$\%Vq_j^{\alpha}$: proporción de vaquillonas para la zona α y nivel tecnológico *j*
α: zona (8 zonas)
j: nivel tecnológico (alto, medio, bajo)

En la siguiente tabla se puede observar la diferencia porcentual entre los valores obtenidos de la estadística nacional y los estimados a partir de los SM. Para los años 2008 y 2009 se puede observar una mayor diferencia en la categoría "hembras", debido a la baja de las existencias por razones climáticas y al aumento de la proporción de vacas de cría faenadas, que tienen un peso promedio muy superior a las vaquillonas. Ambos efectos se pueden observar en las variaciones de existencia (ver sección "Tendencia del ganado bovino de carne").

Tabla 315. Evolución de la diferencia del peso promedio de faena por sexo

Año	Diferencia de peso de faena machos	Diferencia de peso de faena hembras	Año	Diferencia de peso de faena machos	Diferencia de peso de faena hembras
2008	-2%	-8%	2016	2%	2%
2009	-3%	-8%	2017	1%	3%
2010	-1%	-3%	2018	3%	4%
2011	2%	0%	2019	4%	4%
2012	0%	0%	2020	4%	4%
2013	-2%	-1%	2021	3%	4%
2014	-3%	-1%	2022	3%	4%
2015	2%	1%			

Fuente: Elaboración propia

Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos de carne

Factor de emisión subcategoría vaca

La subcategoría vaca se encuentra desagregada en 4 estadios que difieren en la energía neta que utilizan para la preñez y la lactancia. Los cuatro estadios son: vaca

lactando y gestando (LG), vaca lactando y vacía (LV), vaca seca y gestando (SG), y vaca seca y vacía (SV). La desagregación se realiza a partir de los datos de los SM y la tasa de destete ajustada.

El destete se define como la relación entre los terneros totales (terneros y terneras) del año posterior al año de cálculo y las vacas totales del año de cálculo (ver ecuación siguiente). Para su cálculo se utiliza la tasa de destete provista por los SM de cría (Anexo "Definición de sistemas modales de carne") ajustada por el destete real del año correspondiente. El destete de los SM de cría es propio de cada región y nivel tecnológico.

Ecuación 12. Cálculo de porcentaje de destete para un año determinado

$$Destete\ año\ x = \frac{(nº\ terneros + \ nº\ terneras)_{x+1}}{Vacas_x}$$

Destete: relación entre los terneros totales (terneros y terneras) del año posterior al año de cálculo y las vacas totales del año de cálculo (%)

N° terneros/as $_{x+1}$: cantidad de terneros y terneras del año posterior al año de cálculo (cabezas)

Vacas $_x$: cantidad de vacas del año de cálculo (cabezas)

Para el ajuste anual del destete se utiliza la función Buscar Objetivo. El ajuste consiste en comparar a nivel nacional el porcentaje de destete calculado utilizando los datos de existencias cargados con el observado en los SM de cría. La diferencia entre ambos valores es utilizada como coeficiente de ajuste sobre los SM originales. Este coeficiente se estima a nivel nacional de forma constante dado que los movimientos entre zonas dificultan la posibilidad de calcularlo por región.

Con la tasa de destete se calcula la preñez (% terneros/vacas) en cada estadio de vaca y sistema modal. La preñez se calcula como la sumatoria de la tasa de destete, el porcentaje de mortandad en gestación (% terneros/vacas) y el porcentaje de mortandad post–parto (% terneros/vacas). Los diferentes porcentajes de mortandad son datos de los SM y se encuentran en el Anexo "Definición de los sistemas modales de carne".

Luego se calcula el porcentaje de vacas en cada estadio (%EV) según las ecuaciones en la siguiente tabla.

Tabla 316. Ecuaciones para la desagregación de vacas según estadio

Estadio	Meses de destete	Ecuación
Vaca lactando y gestando (LG)	Mayor a 3	$\%LG = (meses\ de\ destete - 3) * (preñez - mortandad\ gestación)$
	Menor a 3	$\%LG = 0$
	Mayor a 3	$\%LV = \frac{3}{12} * (preñez - mortandad\ gestación)$

Estadio	Meses de destete	Ecuación
Vaca lactando y vacía (LV)	Menor a 3	$\%LV = \frac{meses\ destete}{12} * (preñez - mortandad\ gestación)$
Vaca seca y gestando (SG)	Mayor a 3	$\%SG = (12 - meses\ de\ destete) * \frac{(preñez - mortandad\ gestación)}{12}$
	Menor a 3	$\%SG = \frac{9}{12} * (preñez - mortandad\ gestación)$
Vaca seca y vacía (SV)	Mayor a 3	$\%SV = 1 - preñez + mortandad\ gestación$
	Menor a 3	$\%SV = (1 - preñez + mortandad\ gestación) + (preñez - mortandad\ gestación) * \frac{3 - meses\ destete}{12}$

Fuente: Elaboración propia

El %EV obtenido es utilizado para el cálculo de FE de la subcategoría de ganado vaca mediante la siguiente ecuación. Para cada estadio (LV, LG, SV, SG) se multiplica el FE de una zona, nivel tecnológico y estadio (FE_{ij}^{α}) por la proporción de vacas en el estadio correspondiente para esa zona y nivel tecnológico ($\%EV_{ij}^{\alpha}$). El resultado es el FE del estadio i, en el nivel tecnológico *j* y zona α. Luego se suman los FE de cada estadio, obteniendo un FE de vaca en el nivel tecnológico *j* y zona α.

Al resultado anterior se lo multiplica por la proporción de vacas en el nivel tecnológico *j* y zona α ($\%V_j^{\alpha}$) para obtener el FE de vaca en el nivel tecnológico *j*. Luego se suman los FE de cada nivel tecnológico, obteniendo un FE de vaca en la zona α.

Ecuación 13. Cálculo del factor de emisión de vacas de cría

$$FE^{\alpha} = \left(\sum_{j=1}^{3} \left(\sum_{i=1}^{4} \%EV_{i,j}^{\alpha} * FE_{i,j}^{\alpha} \right) * \%V_j^{\alpha} \right)$$

FE^{α}: FE de vacas de la zona α

$\%EV_{i,j}^{\alpha}$: porcentaje de vacas del estadio *i,* en el nivel tecnológico *j* y zona α

$FE_{i,j}^{\alpha}$: FE de la vaca en estadio *i*, en el nivel tecnológico *j* y zona α

$\%V_j^{\alpha}$: porcentaje de vacas en el nivel tecnológico *j* y zona α

α: zonas (8 zonas)

i: estadio (4 estadios: LG/SG/SV/LV)

j: nivel tecnológico (3 niveles: alto, medio, bajo)

Factor de emisión subcategoría vaquillonas

Los FE de la subcategoría de ganado vaquillonas se calculan mediante la ecuación a continuación. Se realiza un promedio ponderado del FE de vaquillonas de recría y el FE de vaquillonas de invernada en la zona α. La participación relativa de cada tipo de vaquillona depende de la tasa de reposición, que es un dato de los SM.

Ecuación 14. Cálculo del factor de emisión de vaquillonas

$$FEvq^{\alpha} = FE_{vq.recría}{}^{\alpha} * \%_{\frac{vq}{vq}}{}^{\alpha} + FE_{vq.inv}{}^{\alpha} * \left(1 - \%_{\frac{vq}{vq}}{}^{\alpha}\right)$$

$FEvq^{\alpha}$= FE de vaquillonas en la zona α

$\%_{\frac{vq}{vq}}{}^{\alpha}$= porcentaje de vaquillonas de recría para la zona α

$FE_{vq.recría}{}^{\alpha}$= FE de vaquillonas de recría para la zona α

$FE_{vq.inv}{}^{\alpha}$= FE de vaquillonas de invernada para la zona α

α: zonas (8 zonas)

Vaquillona de cría

Los FE de la subcategoría de ganado vaquillonas (recría) se calculan mediante la ecuación a continuación. Se realiza un promedio ponderado de los FE de acuerdo a la participación relativa de cada nivel tecnológico en una determinada zona. De esta forma se obtiene un único FE por cada zona α. Este cálculo se realiza para todas las fuentes de emisión.

Ecuación 15. Cálculo del factor de emisión de vaquillonas de recría

$$FE_{vq.recría}{}^{\alpha} = \left(\sum_{j=1}^{3} FE_{j}^{\alpha} * \%Vq_{recría}{}_{j}^{\alpha}\right)$$

FE^{α}: FE de vaquillonas de recría de la zona α

FE_{j}^{α}: FE de vaquillonas de recría en el nivel tecnológico j y zona α

$\%Vq_{recría}{}_{j}^{\alpha}$: porcentaje de vaquillonas de recría en el nivel tecnológico j y zona α

α: zonas (8 zonas)

j: nivel tecnológico (3 niveles: alto, medio, bajo)

Vaquillona de invernada

Los FE de la subcategoría de ganado vaquillonas (invernada) se calculan mediante la ecuación a continuación. Se realiza un promedio ponderado de los FE de acuerdo con la participación relativa de cada nivel tecnológico en una determinada zona. De esta forma se obtiene un único FE por cada zona α. Este cálculo se realiza para todas las fuentes de emisión.

Ecuación 16. Cálculo del factor de emisión de vaquillona de invernada

$$FE_{vq.inv}{}^{\alpha} = \left(\sum_{j=1}^{3} FE_j^{\alpha} * \%Vq_{inv}{}_j^{\alpha} \right)$$

FE^{α}: FE de vaquillona de invernada de la zona α

FE_j^{α}: FE de vaquillona de invernada en el nivel tecnológico j y zona α

$\%Vq_{inv}{}_j^{\alpha}$: porcentaje de vaquillona de invernada en el nivel tecnológico j y zona α

α: zonas (8 zonas)

j: sistema de engorde (invernada)

Factor de emisión subcategorías novillo y novillitos

Los FE de las subcategorías de ganado novillo y novillito se calculan mediante la siguiente ecuación. Se realiza un promedio ponderado de los FE de acuerdo con la participación relativa de cada nivel tecnológico en una determinada zona. De esta forma se obtiene un único FE por cada zona α. Este cálculo se realiza para todas las fuentes de emisión.

Ecuación 17. Cálculo del factor de emisión de novillos y novillitos

$$FEnn^{\alpha} = \left(\sum_{j=1}^{n} FEnn_j^{\alpha} * \%N_j^{\alpha} \right)$$

$FEnn^{\alpha}$: FE de novillos y novillitos de la zona α

FE_j^{α}: FE de novillos y novillitos en el nivel tecnológico j y zona α

$\%\mathrm{T}_j^{\alpha}$: porcentaje de novillos y novillitos en el nivel tecnológico j y zona α

α: zonas (8 zonas)

j: sistema de engorde (invernada)

Factor de emisión subcategorías toros, toritos y bueyes

Los FE de las subcategorías de ganado toros, toritos y bueyes se calculan mediante la siguiente ecuación. Se realiza un promedio ponderado de los FE de acuerdo con la participación relativa de cada nivel tecnológico en una determinada zona. De esta forma se obtiene un único FE por cada zona α. Este cálculo se realiza para todas las fuentes de emisión.

Ecuación 18. Cálculo de los factores de emisión de toros, toritos y bueyes

$$FEt^{\alpha} = \left(\sum_{j=1}^{3} FEt_j^{\alpha} * \%T_j^{\alpha} \right)$$

FE^{α}: FE de toros, toritos y bueyes de la zona α

FE_j^{α}: FE de toros, toritos y bueyes en el nivel tecnológico *j* y zona α

$\%T_j^{\alpha}$: porcentaje de toros, toritos y bueyes en el nivel tecnológico *j* y zona α

α: zonas (8 zonas)

j: nivel tecnológico (3 niveles: alto, medio, bajo)

Anexo Definición de sistemas modales de carne

Los SM utilizados en el INGEI 2022 se basan en los SM inicialmente elaborados, sobre los que se realizaron las siguientes modificaciones:

- Se realizó un aseguramiento de calidad asociado a la ganadería bovina de carne mediante la cooperación con equipos nacionales de investigación. En 2018 expertos del INTA Catamarca solicitaron las HT del INGEI 2016, a partir de lo cual realizaron una serie de propuestas de mejoras referidas a los parámetros de cálculo de ganadería en zonas semiáridas. Se incorporaron modificaciones en los parámetros de cálculo del FE por categoría de ganado bovino de carne para los sistemas modales de la región semiárida. Adicionalmente, el MAGyP (actual SAGyP) revisó y corrigió los parámetros de otras regiones (Patagonia) que tienen características productivas similares.
- Se actualizaron las proporciones de ganado de carne por sistema modal para modelos de invernada y modificaron los tipos de gestión de rodeo para los modelos de cría de ganado de carne en sistemas semiárido de Patagonia y el NOA.

Región Pampeana Norte

Definición de la región

El clima de la región es templado con un régimen de lluvias que varían desde 1.200 mm al noreste hasta los 800 mm al sudoeste de la región. El noreste de la provincia de Buenos Aires presentaba una vegetación natural que originariamente era un pastizal de gramíneas y actualmente se encuentra totalmente modificada por la actividad del hombre[202]. Al ser una región dedicada desde hace años a la agricultura y a la ganadería, está sumamente alterada y es poco lo que queda de la vegetación prístina. Desde el centro de la provincia de Entre Ríos se presentan praderas con dominancia de gramíneas. Son típicos algunos géneros de gramíneas subtropicales. Dependiendo de la interacción de las unidades de vegetación con el

[202] Álvarez R., Leavy S., Marino M., 2009. Zonas Agroeconómicas Homogéneas Buenos Aires Norte. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales. Recuperado el 19 de Agosto de 2013, https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-zahs_bs_as_norte.pdf

clima, la producción de pastizales naturales varía desde 1,5 tMS/ha año hasta 7 tMS/ha año[203]. La ganadería en la región representa en promedio el 17,9% del rodeo nacional, posee una relación Toro/Vaca de cría de 0,61 y una relación (Novillo + Novillito) /Vaca de 0,52, caracterizando a la zona como de ciclo completo[204].

Los departamentos que forman parte de la región pampeana norte se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 317. Departamentos de la región pampeana norte

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Arrecifes
Buenos Aires	Baradero
Buenos Aires	Campana
Buenos Aires	Capitán Sarmiento
Buenos Aires	Carmen de Areco
Buenos Aires	Colón
Buenos Aires	Chacabuco
Buenos Aires	Escobar
Buenos Aires	Exaltación de la Cruz
Buenos Aires	General Arenales
Buenos Aires	General Rodríguez
Buenos Aires	José C Paz
Buenos Aires	Leandro N. Alem
Buenos Aires	Lujan
Buenos Aires	Mercedes
Buenos Aires	Pergamino
Buenos Aires	Pilar
Buenos Aires	Ramallo
Buenos Aires	Rojas
Buenos Aires	Salto
Buenos Aires	San Andrés De Giles
Buenos Aires	San Antonio De Areco
Buenos Aires	San Nicolás
Buenos Aires	San Pedro
Buenos Aires	Suipacha
Buenos Aires	Zarate

[203] AACREA-FAUBA-INTA-MINAGRI, 2014. Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos. Recuperado el 4 de Junio de 2013. http://produccionforrajes.org.ar/
[204] MAGyP, 2013. Resultados Económicos Ganaderos. Boletín N° 5. Marzo 2013. Recuperado el 10 de Mayo de 2013. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/modelos/. Fecha de consulta Mayo 2013.

Provincia	Departamento
Córdoba	General San Martin
Córdoba	Juárez Celman
Córdoba	Marcos Juárez
Córdoba	Rio Cuarto
Córdoba	Rio Primero
Córdoba	Rio Segundo
Córdoba	San Justo
Córdoba	Tercero Arriba
Córdoba	Unión
Entre Ríos	Colon
Entre Ríos	Diamante
Entre Ríos	Gualeguay
Entre Ríos	Gualeguaychú
Entre Ríos	Islas del Ibicuy
Entre Ríos	Nogoyá
Entre Ríos	Paraná
Entre Ríos	Tala
Entre Ríos	Uruguay
Entre Ríos	Victoria
Entre Ríos	Villaguay
Santa Fe	Belgrano
Santa Fe	Caseros
Santa Fe	Castellanos
Santa Fe	Constitución
Santa Fe	General López
Santa Fe	Iriondo
Santa Fe	La Capital
Santa Fe	Las Colonias
Santa Fe	Rosario
Santa Fe	San Jerónimo
Santa Fe	San Lorenzo
Santa Fe	San Martin

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales cría

Tabla 318. Parámetros sistema modal de cría de la región pampeana norte

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Datos generales					
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
MDest	Meses Destete	Meses	6	7	8
% SM	% de Vacas por Sistema Modal y Región	% Vaca SM / Vaca Región	17%	27%	56%
Carga		Vientres/ha	1	0,6	0,7
Producción de carne		kg/ha	100	70	40
Manejo del servicio					
Des Original	Destete definido en el relevamiento de sistemas modales	%Terneros (t+1) / Vacas (t)	78%	65%	40%
Tipo de servicio			Estacionado	Estacionado	Continuo
Período de servicio			Nov –Ene	Nov- Ene	N/A
Tacto como diagnóstico de preñez			Sí	No	No
Sanidad					
MGest	Mortandad gestación	%Terneros / Vacas	2,5%	4,5%	5,0%
MPost	Mortandad post parto	%Terneros / Vacas	2,0%	4,0%	5,5%
RepVc	Reposición Vacas de Cría	% Vq Recría / Vaca	22%	17%	14%
M1erServ.	Edad mínima al primer servicio	Meses	15	22	27
	Revisión de Toros pre-servicio		Sí	No	No
Descripción de las dietas					
	Campo natural - P. Norte	% en Materia Seca	90%	95%	100%
	Pasturas - P. Norte	% en Materia Seca	2%	1%	
	Avena o Rye Grass - P. Norte	% en Materia Seca	5%	2%	
	Silaje Sorgo	% en Materia Seca	3%	2%	0%
Otros datos					
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	100%	100%	100%
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Pastura

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	410	400	390
Vacas todos estadios					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	410	400	390
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	410	400	390
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	-	-	-
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	-	-	-
Tiempo	Duración de la terminación	días	-	-	-
WG	Aumento Diario	kg/día	-	-	-
Vacas estadios lactando					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	3,00	3,00	3,00
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	3,50	3,50	3,50
Vacas estadios secas					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	0	0	0
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	0	0	0
Vaquillonas					
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160	160
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	310	310	310
Tiempo	Duración de la terminación	días	270	450	570
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	0	0	0
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	0	0	0
Toros					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	615	600	585
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	615	600	585

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales invernada

Machos

SI 1: *intensivo a corral*. Peso de venta de 350 kg/cab. Tiempo de engorde entre 7 y 9 meses. En el ciclo inicial de engorde, se utilizan ensilados (maíz o sorgo) con suplementación por un período de 5 a 7 meses. Se termina con una dieta representada por granos de maíz, núcleo proteico y fibras mediante rollos los últimos 2 meses. Se gestiona el 100% del estiércol en un sistema de distribución diaria.

SI 2: *semi intensivo con engorde inicial sobre pasturas y terminación a corral.* Peso de venta de 400 kg/cab. Tiempo de engorde de 9 meses. En el ciclo inicial

de engorde, se utilizan pasturas implantadas o verdeos con suplementación por un período estimado de 7 meses. La terminación se realiza en 2 meses con encierre a corral. Se gestiona el 50% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 50% queda a campo.

SI 3: *semi intensivo con recría sobre campos naturales y terminación a corral*. Peso de venta de 400 kg/cab. Tiempo de engorde de 16 meses. La recría se realiza sobre campos naturales, en algunas situaciones con monte de variadas características según la zona, por un período estimado de 12 meses y la terminación se realiza en 4 meses con encierre a corral. Se gestiona el 30% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 70% queda a campo.

SI 4: *extensivo con recría y terminación sobre pasturas*. Peso de venta de 420 kg/cab. Tiempo de engorde de 11 meses. En ciclo inicial de engorde se utilizan verdeos de invierno (VI) y/o pasturas con suplementación por un período estimado de 6 meses y la terminación se realiza en los próximos 5 meses en pasturas con suplementación. Se gestiona el 10% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 90% queda a campo.

SI 5: *extensivo con recría y terminación sobre pasturas*. Peso de venta de 460 kg/cab. Tiempo de engorde de 23 meses. La recría se realiza sobre verdeos de verano (VV) y/o pasturas por un período estimado de 19 meses (sin suplementar) y la terminación se realiza en 4 meses sobre pasturas con suplementación. Se gestiona el 15% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 85% queda a campo.

SI 6: *extensivo con recría sobre campos naturales de monte e islas y terminación a corral*. Peso de venta entre 480 - 510 kg/cab. Tiempo de engorde de 24 a 28 meses. Se inicia la recría con un encierre hasta los 220 kg (aprox. 5 meses), luego se continúa sobre campos naturales con alta participación del monte y/o campos naturales de islas del delta por un período estimado de 16 - 20 meses y la terminación se realiza en los próximos 2 a 3 meses con encierre a corral. Se gestiona el 30% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 70% queda a campo.

Tabla 319. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región pampeana norte

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - Silo + Corral	SE2 - Past + Corral	SE3 - Past + Corral	SE4 - Pastoril	SE5 - Pastoril	SE6 - Isla + Corral
%SM Novillo 2008-2014	Novillos por SM	% Novillo/ total	10%	10%	35%	10%	10%	25%
%SM Novillo 2015-2016	Novillos por SM	% Novillo/ total	25%	20%	35%	5%	5%	10%
%SM Novillo 2017-2018	Novillos por SM	% Novillo/ total	20%	15%	30%	10%	10%	15%

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - Silo + Corral	SE2 - Past + Corral	SE3 - Past + Corral	SE4 - Pastoril	SE5 - Pastoril	SE6 - Isla + Corral
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
	Pasturas - Norte	% en Materia Seca		20%		65%	65%	
	VI - Norte	% en Materia Seca		30%		25%	20%	
	Campo Natural - Norte	% en Materia Seca			70%			70%
	Granos	% en Materia Seca	80%	35%	20%	10%	15%	24%
	Subproductos	% en Materia Seca	15%	5%	10%			3%
	Silaje Maíz	% en Materia Seca		10%				3%
	Heno Buena Calidad	% en Materia Seca	5%					
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	0%	50%	70%	90%	85%	70%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%	100%	50%	30%	10%	15%	30%
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400	400	400	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/ cabeza	255	280	285	295	305	325
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/ cabeza	255	280	285	295	305	325
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160	170	170	150	170

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - Silo + Corral	SE2 - Past + Corral	SE3 - Past + Corral	SE4 - Pastoril	SE5 - Pastoril	SE6 - Isla + Corral
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	350	400	400	420	460	480
Tiempo	Duración de la terminación	días	210	270	480	330	690	720
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Hembras

SI 7: *Intensivo a corral*. Peso de venta de 340 kg/cab. Tiempo de engorde de 9 meses. En el ciclo inicial de engorde, se utilizan ensilados (maíz o sorgo) con suplementación por un período de 6 meses. Se termina con una dieta representada por granos de maíz, núcleo proteico y aporte de fibra mediante rollos, los últimos 3 meses. Se gestiona el 100% del estiércol en un sistema de corral del engorde.

SI 8: *extensivo con recría y terminación sobre pasturas y/o verdeos*. Peso de venta de 350 kg/cab. Tiempo de engorde de 11 meses. La recría se realiza sobre VI y/o pasturas con suplementación por un período estimado de 4 meses y la terminación se realiza en los últimos 7 meses en pasturas y/o VV con suplementación. Se gestiona el 55% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 45% queda a campo.

Tabla 320. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región pampeana norte

Variable	Descripción	Unidad	SE7 - Silo + Corral	SE8 - Pastoril
%SM Vaquillona 2008-2014	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	50%	50%
%SM Vaquillona 2015-2016	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	80%	20%
%SM Vaquillona 2017-2018	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	50%	50%
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
	Pasturas - Norte	% en Materia Seca		20%
	VI - Norte	% en Materia Seca		25%
	Granos	% en Materia Seca	70%	25%
	Subproductos	% en Materia Seca	10%	10%

Variable	Descripción	Unidad	SE7 - Silo + Corral	SE8 - Pastoril
	Silaje Maíz	% en Materia Seca	20%	20%
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%		45%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%		55%
MS_{SAS}	Almacenaje de sólidos	%		
MS_{SCE}	Corral de engorde	%	100%	
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	250	250
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	250	250
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	150
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	340	350
Tiempo	Duración de la terminación	días	270	330
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Compartimiento	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Región Pampeana Oeste

Definición de la región

El clima de la región es templado con un régimen de lluvias que varía desde 800 mm al este hasta los 650 mm al oeste de la región. En lo que respecta a la vegetación natural, en el oeste de la provincia de Buenos Aires la vegetación se corresponde a la estepa pampeana, quedando solo muestras de ello en médanos o bajos salinos donde no hubo lugar a las actividades de la agricultura[205]. La ganadería en la región representa en promedio el 11,2% del rodeo nacional, posee una relación Toro/Vaca de Cría de 0,75 y una relación (Novillo + Novillito)/Vaca de cría de 0,62, caracterizando a la zona como invernadora[206].

Los departamentos que forman parte de la región pampeana oeste se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 321. Departamentos de la región pampeana oeste

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Alberti

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Bolívar

[205] Álvarez R., Leavy S., Marino M., 2009. Zonas Agroeconómicas Homogéneas Buenos Aires Norte. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales. Recuperado el 19 de Agosto de 2013. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-zahs_bs_as_norte.pdf
[206] MAGyP, 2013. Resultados Económicos Ganaderos. Boletín N° 5. Marzo 2013. Recuperado el 10 de Mayo de 2013. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/modelos/

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Bragado
Buenos Aires	Carlos Casares
Buenos Aires	Carlos Tejedor
Buenos Aires	Chivilcoy
Buenos Aires	Daireaux
Buenos Aires	Florentino Ameghino
Buenos Aires	General Pinto
Buenos Aires	General Viamonte
Buenos Aires	General Villegas
Buenos Aires	Hipólito Yrigoyen
Buenos Aires	Junín
Buenos Aires	Lincoln
Buenos Aires	9 De Julio
Buenos Aires	Pehuajó
Buenos Aires	Pellegrini

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Rivadavia
Buenos Aires	Salliquelo
Buenos Aires	Trenque Lauquen
Buenos Aires	Tres Lomas
Córdoba	General Roca
Córdoba	Presidente Roque Sáenz Peña
La Pampa	Atreuco
La Pampa	Capital
La Pampa	Catrilo
La Pampa	Chapaleufú
La Pampa	Maraco
La Pampa	Quemú Quemú
La Pampa	Realico
La Pampa	Trenel

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales cría

Tabla 322. sistema modal de cría de la región pampeana oeste

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Datos generales					
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
MDest	Meses Destete	Meses	6	7	8
% SM	% de Vacas por Sistema Modal y Región	% Vaca SM / Vaca Región	18%	47%	34%
Carga		Vientres/ ha	0,88	0,8	0,6
Producción de carne		kg/ha	135	100	80
Manejo del servicio					
Des Original	Destete definido en el relevamiento de sistemas modales	%Terneros (t+1) / Vacas (t)	85%	68%	50%
Tipo de servicio			Estacionado	Estacionado	Continuo
Período de servicio			Nov -Ene	Oct- Ene	nc

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Tacto como diagnóstico de preñez			Sí	Sí	No
Sanidad					
MGest	Mortandad gestación	%Terneros / Vacas	2,5%	4,5%	5,0%
MPost	Mortandad post parto	%Terneros / Vacas	3,0%	4,5%	5,0%
RepVc	Reposición Vacas de Cría	% Vq Recría / Vaca	22%	17%	14%
M1erServ.	Edad mínima al primer servicio.	Meses	15	22	27
	Revisión de Toros pre-servicio		Sí	Sí	No
Descripción de las dietas					
	Campo natural - Oeste	% en Materia Seca	70%	85%	90%
	Agropiro de Calidad-Oeste	% en Materia Seca	20%		
	Agropiro Degradado-Oeste	% en Materia Seca		10%	10%
	Silaje Sorgo	% en Materia Seca	10%	5%	0%
Otros datos					
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	100%	100%	100%
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Pastura
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	390	380
Vacas todos estadios					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/ cabeza	400	390	380
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/ cabeza	400	390	380
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg			

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
PV Final	Peso corporal vivo final	kg			
Tiempo	Duración de la terminación	días			
WG	Aumento Diario	kg/día	-	-	-
Vacas estadios lactando					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	3,00	3,00	3,00
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	3,50	3,50	3,50
Vacas estadios secas					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Vaquillonas					
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160	160
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	310	310	310
Tiempo	Duración de la terminación	días	270	450	570
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Toros					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/ cabeza	600	585	570
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/ cabeza	600	585	570

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales invernada

Machos

SI 1: *Intensivo a corral*. Peso de venta de 320 kg/cab. Tiempo de engorde en 5 meses. En el ciclo inicial de engorde se utilizan ensilados de maíz con suplementación para terminar con una dieta representada por granos de maíz, *pellet* de girasol, afrechillo de trigo y núcleo vitamínico - mineral. El 100% del estiércol queda en el corral de engorde.

SI 2: *Intensivo con engorde inicial sobre VI y terminación a corral*. Peso de venta de 340 kg/cab. Tiempo de engorde de 9 meses. En el ciclo inicial de engorde, se utilizan VI o ensilados de maíz por un período estimado en 7 meses y la terminación se realiza en 2 meses con encierre a corral. Se gestiona el 65% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 35% queda a campo.

SI 3: *Intensivo con corral de recría y terminación sobre pasturas*. Peso de venta de 350 kg/cab. Tiempo de engorde de 11 meses. Encierre de recría de terneros livianos (aprox. 140 kg) con dieta base silaje por un período estimado en 7 meses. La terminación se realiza sobre pasturas de alfalfas en los próximos 5 meses. Se gestiona el 65% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 35% queda a campo.

SI 4: *Intensivo con recría inicial sobre pasturas y terminación a corral*. Peso de venta de 390 kg/cab. Tiempo de engorde de 12 meses. La recría con el uso de pasturas consociadas y/o campos naturales mejorados por un período estimado en 8 meses. La terminación se realiza en 4 meses con encierre a corral. Se gestiona el 40% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 60% queda a campo.

SI 5: *Extensivo sobre pasturas con suplementación*. Peso de venta de 420 kg/cab. Tiempo de engorde de 14 meses. La recría, con el uso de campos naturales y/o VI con una suplementación estratégica, y la terminación, sobre pasturas consociadas (alfalfas/festuca/cebadilla) con suplemento de grano de maíz. Se gestiona el 8% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 92% queda a campo.

SI 6: *Extensivo pesados con terminación a corral*. Peso de venta de 450 kg/cab. Tiempo de engorde de 16 meses. La recría con el uso de pasturas consociadas y/o campos naturales mejorados por un período estimado en 12 meses y la terminación se realiza en 4 meses con encierre a corral. Se gestiona el 40% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 60% queda a campo.

Tabla 323. Parámetros sistema modal de invernada de macho de la región pampeana oeste

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - Solo Corral	SE2 - Recría Pastoril + Corral	SE3 - Corral Recría + Pastura	SE 4 - Pastoril + Corral	SE 5 - Pastoril - Cabeza Pesados	SE 6 - Pastoril + Corral Pesados
%SM Novillo 2008-2014	Novillos por SM	% Novillo/ total	5%	5%	10%	20%	30%	30%
%SM Novillo 2015-2016	Novillos por SM	% Novillo/ total	10%	15%	15%	20%	25%	15%

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - Solo Corral	SE2 - Recría Pastoril + Corral	SE3 - Corral Recría + Pastura	SE 4 - Pastoril + Corral	SE 5 - Pastoril - Cabeza Pesados	SE 6 - Pastoril + Corral Pesados
%SM Novillo 2017-2018	Novillos por SM	% Novillo/ total	5%	10%	10%	25%	25%	25%
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
	Campo natural - Oeste	% en Materia Seca				40%		
	Pasturas consociadas - Oeste	% en Materia Seca			35%	20%	80%	0,6
	VI - Oeste	% en Materia Seca		35%			12%	
	Granos	% en Materia Seca	80%	20%	25%	10%	8%	0,2
	Subproductos	% en Materia Seca	15%	5%	5%	5%		0,05
	Silaje Maíz	% en Materia Seca		35%	35%	25%		0,15
	Heno Buena Calidad	% en Materia Seca	5%	5%				
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	0%	35%	35%	60%	92%	60%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%		65%	65%	40%	8%	40%
MS_{SCE}	Corral de engorde	%	100%					
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400	400	400	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/ cabeza	255	250	250	270	290	300

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - Solo Corral	SE2 - Recría Pastoril + Corral	SE3 - Corral Recría + Pastura	SE 4 - Pastoril + Corral	SE 5 - Pastoril - Cabeza Pesados	SE 6 - Pastoril + Corral Pesados
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/ cabeza	255	250	250	270	290	300
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	190	160	150	150	160	150
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	320	340	350	390	420	450
Tiempo	Duración de la terminación	días	150	270	330	360	420	480
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Comparti miento	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Hembras

SI 7: *Intensivo a corral*. Peso de venta de 320 kg/cab. Tiempo de engorde de 6 meses. En el ciclo inicial de engorde, se utilizan ensilados de maíz con suplementación, para terminar con una dieta de granos de maíz, *pellet* de girasol, afrechillo de trigo y núcleo vitamínico - mineral. Se gestiona el 100% del estiércol en un sistema de corral de engorde.

SI 8: *Intensivo con recría inicial sobre pasturas y terminación a corral*. Peso de venta de 320 kg/cab. Tiempo de engorde de 9 meses. La recría con el uso de pasturas consociadas, VI y/o campos naturales mejorados por un período estimado en 7 meses. La terminación se realiza en 2 meses con encierre a corral. Se gestiona el 40% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 60% queda a campo.

SI 9: *extensivo con recría y terminación sobre pasturas y/o verdeos*. Peso de venta de 300 kg/cab. Tiempo de engorde de 10 meses. En el ciclo inicial de engorde, se utilizan VI y/o pasturas y en la terminación en pasturas con suplementación. Se gestiona el 15% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 85% queda a campo.

Tabla 324. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región pampeana oeste

Variable	Descripción	Unidad	SE 7 - Corral	SE 8 - Pastoril + Corral	SE 9 - Pastoril
%SM Vaquillona 2008-2014	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	30%	50%	20%

Variable	Descripción	Unidad	SE 7 - Corral	SE 8 - Pastoril + Corral	SE 9 - Pastoril
%SM Vaquillona 2015-2016	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	30%	50%	20%
%SM Vaquillona 2017-2018	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	30%	50%	20%
K	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
	Pasturas consociadas - Oeste	% en Materia Seca		20%	75%
	VI - Oeste	% en Materia Seca		40%	10%
	Granos	% en Materia Seca	80%	25%	15%
	Subproductos	% en Materia Seca	5%	5%	
	Silaje Maíz	% en Materia Seca	15%	10%	
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%		60%	85%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%		40%	15%
MS_{SCE}	Corral de engorde	%	100%		
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	390	380
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/ cabeza	400	390	380
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/ cabeza	400	390	380
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	150	150	150
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	320	320	300
Tiempo	Duración de la terminación	días	180	270	300
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Compartimiento	Pastura	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Región Pampeana Sudeste

Definición de la región

El clima es templado con régimen de lluvias que va desde 900 mm (húmedo) en Ayacucho hasta los 700 mm en Necochea. La región transita en la provincia Pampeana desde el distrito Oriental al noreste, hasta el distrito Austral al sur[207]. La vegetación natural se encuentra modificada por la actividad agrícola-ganadera en la mayoría de los partidos. La estepa de gramíneas de bajo porte es la vegetación dominante. Los pastizales tienen dos períodos de reposo correspondientes a las estaciones invernal y estival[208]. Dependiendo de la interacción de las unidades de vegetación con el clima, la producción de pastizales naturales varía desde 1,5 t/ha año hasta 7 t/ha año[209]. La ganadería en la región representa en promedio el 15% del rodeo nacional, posee una relación Toro/Vaca de Cría de 0,7 y una relación (Novillo+Novillito)/Vaca de 0,16, caracterizando a la zona como criadora[210].

Los departamentos que forman parte de la región se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 325. Departamentos de la región pampeana sudeste

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Almirante Brown
Buenos Aires	Ayacucho
Buenos Aires	Azul
Buenos Aires	Balcarce
Buenos Aires	Berazategui
Buenos Aires	Berisso
Buenos Aires	Brandsen
Buenos Aires	Cañuelas
Buenos Aires	Castelli
Buenos Aires	Chascomús
Buenos Aires	Lezama
Buenos Aires	Dolores
Buenos Aires	Ensenada
Buenos Aires	Esteban Echeverria
Buenos Aires	Ezeiza
Buenos Aires	Florencio Varela

Provincia	Departamento
Buenos Aires	General Alvarado
Buenos Aires	General Alvear
Buenos Aires	General Belgrano
Buenos Aires	General Guido
Buenos Aires	General Juan Madariaga
Buenos Aires	General Las Heras
Buenos Aires	General Lavalle
Buenos Aires	General Paz
Buenos Aires	General Pueyrredón
Buenos Aires	La Costa
Buenos Aires	La Plata
Buenos Aires	Las Flores
Buenos Aires	Lobería
Buenos Aires	Lobos
Buenos Aires	Magdalena
Buenos Aires	Maipú

[207] Cabrera A. L., 1976. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería, Tomo II, Fascículo 1: Regiones fitogeográficas Argentinas. ACME, Buenos Aires.
[208] Mosciaro M. y Dimuro V., 2009. Zonas Agroeconómicas Homogéneas Buenos Aires Sur. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales. Recuperado el 19 de Agosto de 2013, https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-zahs_buenos_airessur.pdf
[209] AACREA-FAUBA-INTA-MINAGRI, 2014. Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos. Recuperado el 4 de Junio de 2013. http://produccionforrajes.org.ar/
[210] MAGyP, 2013. Resultados Económicos Ganaderos. Boletín N° 5. Marzo 2013. Recuperado el 10 de Mayo de 2013. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/modelos/. Fecha de consulta Mayo 2013.

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Mar Chiquita
Buenos Aires	Marcos Paz
Buenos Aires	Monte
Buenos Aires	Navarro
Buenos Aires	Necochea
Buenos Aires	Pila
Buenos Aires	Presidente Perón
Buenos Aires	Punta Indio
Buenos Aires	Rauch

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Roque Perez
Buenos Aires	Saladillo
Buenos Aires	San Cayetano
Buenos Aires	San Vicente
Buenos Aires	Tandil
Buenos Aires	Tapalqué
Buenos Aires	Tordillo
Buenos Aires	25 De Mayo
Buenos Aires	Villa Gesell

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Cría

Tabla 326. Parámetros sistema modal de cría de la región pampeana sudeste

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Datos generales					
k	Temperatura Promedio	Rango	< 15	< 15	< 15
MDest	Meses Destete	Meses	6	7	8
% SM	% de Vacas por Sistema Modal y Región	% Vaca SM / Vaca Región	25%	37%	37%
Carga		Vientres/ ha	1	0,75	0,5
Producción de carne		kg/ha	190	120	70
Manejo del servicio					
Des Original	Destete definido en el relevamiento de sistemas modales	%Terneros (t+1) / Vacas (t)	83%	82%	75%
Tipo de servicio			Estacionado	Estacionado	Continuo
Período de servicio			Nov- Ene	Nov- Ene	nc
Tacto como diagnóstico de preñez			Sí	Sí	No
Sanidad					
MGest	Mortandad gestación	%Terneros / Vacas	2,5%	4,5%	5,0%
MPost	Mortandad post parto	%Terneros / Vacas	2,5%	4,5%	5,0%
RepVc	Reposición Vacas de Cría	% Vq Recría / Vaca	22%	17%	14%

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
M1erServ.	Edad mínima al primer servicio	Meses	15	27	27
	Revisión de Toros pre-servicio		Sí	Sí	No
Descripción de las dietas					
	Campo natural - Sudeste	% en Materia Seca	55%	75%	100%
	Pasturas de bajos - Sudeste	% en Materia Seca	10%	5%	
	Verdeo de Invierno- Sudeste	% en Materia Seca	20%	10%	
	Sorgo forrajero- Sudeste	% en Materia Seca	15%	10%	
Otros datos					
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	100%	100%	100%
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Pastura
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	410	400	390
Vacas todos estadios					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	410	400	390
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	410	400	390
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg			
PV Final	Peso corporal vivo final	kg			
Tiempo	Duración de la terminación	días			
WG	Aumento Diario	kg/día	-	-	-
Vacas estadios lactando					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	3,00	3,00	3,00
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	3,50	3,50	3,50
Vacas estadios secas					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Vaquillonas					
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160	160
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	310	310	310
Tiempo	Duración de la terminación	días	270	600	570
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Toros					

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	615	600	585
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	615	600	585

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Invernada

Machos

SI 1: *Intensivo con corral de recría y terminación*. Peso de venta de 350 kg/cab. Tiempo de engorde de 7 meses. En el ciclo inicial de recría, se utilizan ensilados de maíz con suplementación. La terminación se realiza con una dieta representada por granos de maíz, *pellet* de girasol, afrechillo de trigo y núcleo vitamínico - mineral. El 100% del estiércol queda a campo.

SI 2: *Intensivo con recría inicial sobre VI y terminación a corral*. Peso de venta de 320 kg/cab. Tiempo de engorde de 7 meses. La recría utiliza VI con suplementación por un período de 5 meses y la terminación se realiza en 2 meses con encierre a corral. Se gestiona el 50% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 50% queda a campo.

SI 3: *Intensivo pastoril con suplementación*. Peso de venta de 320 kg/cab. Tiempo de engorde de 9 meses. La recría utiliza VI con suplementación y para la etapa de terminación se pastorea maíz o sorgo forrajero. Se gestiona el 20% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 80% queda a campo.

SI 4: *Intensivo con recría inicial en corral y terminación sobre pasturas o VV*. Peso de venta de 420 kg/cab. Tiempo de engorde de 12 meses. El ciclo inicial de engorde hace uso de un encierre corto (2 meses), para continuar con los VI suplementados (7 meses). La terminación se realiza en 3 meses, con los VV o pasturas suplementados. Se gestiona el 30% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 70% queda a campo.

SI 5: *Intensivo con recría pastoril y terminación en corral*. Peso de venta de 390 kg/cab. Tiempo de engorde de 13 meses. La etapa de recría, con uso de VI suplementados (8 meses), se continúa con VV y la terminación se realiza en 2 meses en corral. Se gestiona el 20% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 80% queda a campo.

SI 6: *Extensivo pastoril*. Peso de venta de 340 kg/cab. Tiempo de engorde de 12 meses. Realizan todo el ciclo sobre campo natural, alcanzando la venta en la estación estival. El 100% del estiércol queda a campo.

Tabla 327. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región pampeana sudeste

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - Corral	SE2 - Pastoril + Corral Liviano	SE3 - Pastoril Liviano	SE4 - Corral Recría + Pastoril	SE5 - Pastoril + Corral Pesado	SE6 - Pastoril Liviano
%SM Novillo 2008-2014	Novillos por SM	% Novillo/ total	15%	15%	30%	20%	10%	10%
%SM Novillo 2015-2016	Novillos por SM	% Novillo/ total	15%	15%	30%	20%	10%	10%
%SM Novillo 2017-2018	Novillos por SM	% Novillo/ total	15%	15%	25%	20%	15%	10%
k	Temperatura Promedio	Rango	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
	Pastura de media loma (con festuca) - Sudeste	% en Materia Seca				18%		100%
	Promoción de Rye Grass / VI - Sudeste	% en Materia Seca		50%	40%	35%	30%	
	Sorgo Forrajero - Sudeste	% en Materia Seca			40%	18%	50%	
	Granos	% en Materia Seca	80%	30%	20%	25%	15%	
	Subproductos	% en Materia Seca	15%	5%			5%	
	Silaje Maíz	% en Materia Seca		15%		5%		
	Heno Baja Calidad	% en Materia Seca	5%					
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	0%	50%	80%	70%	80%	100%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%		50%	20%	30%	20%	0%
MS_{SCE}	Corral de engorde	%	100%					
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400	400	400	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	260	245	250	295	275	255
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	260	245	250	295	275	255
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	170	170	180	170	160	170

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - Corral	SE2 - Pastoril + Corral Liviano	SE3 - Pastoril Liviano	SE4 - Corral Recría + Pastoril	SE5 - Pastoril + Corral Pesado	SE6 - Pastoril Liviano
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	350	320	320	420	390	340
Tiempo	Duración de la terminación	días	210	210	270	360	390	360
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Compartimiento	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Hembras

SI 7: *Intensivo pastoril con terminación a corral*. Peso de venta de 310 kg/cab. Tiempo de engorde de 6 meses. Un engorde inicial corto, con el uso de VI y suplementación; la terminación, en corral. Se gestiona el 50% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 50% queda a campo.

SI 8: *Intensivo pastoril*. Peso de venta de 340 kg/cab. Tiempo de engorde de 11 meses. La recría utiliza VI con suplementación y la terminación, VV con suplementación. Se gestiona el 10% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 90% queda a campo.

SI 9: *Intensivo pastoril con terminación a corral*. Peso de venta de 320 kg/cab. Tiempo de engorde de 12 meses. La recría, con el uso de VI y VV con disponibilidad de pasturas en base a festuca. La terminación es a corral. Se gestiona el 30% del estiércol en un sistema de distribución diaria y el otro 70% queda a campo.

Tabla 328. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región pampeana sudeste

Variable	Descripción	Unidad	SE7 - Pastoril + Corral	SE8 - Pastoril	SE9 - Pastoril + Corral Colas
%SM Vaquillona 2008-2014	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	60%	30%	10%
%SM Vaquillona 2015-2016	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	60%	30%	10%
%SM Vaquillona 2017-2018	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	50%	40%	10%
k	Temperatura Promedio	Rango	< 15	< 15	< 15
	Pastura de media loma (con festuca) - Sudeste	% en Materia Seca		23%	18%

Variable	Descripción	Unidad	SE7 - Pastoril + Corral	SE8 - Pastoril	SE9 - Pastoril + Corral Colas
	Promoción de Rye Grass / VI - Sudeste	% en Materia Seca	50%	45%	35%
	Sorgo Forrajero - Sudeste	% en Materia Seca		23%	18%
	Granos	% en Materia Seca	35%	10%	20%
	Subproductos	% en Materia Seca	5%		
	Silaje Maíz	% en Materia Seca	10%		10%
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	50%	90%	70%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%	50%	10%	30%
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	235	250	245
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	235	250	245
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160	170
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	310	340	320
Tiempo	Duración de la terminación	días	180	330	360
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Región Pampeana Sudoeste

Definición de la región

El clima es templado con régimen de lluvias que va desde 800 mm (subhúmedo) en Olavarría hasta los 350 mm en Hilario Ascasubi, Patagones (semiárido). La vegetación natural se encuentra modificada por la actividad agrícola-ganadera en la mayoría de los partidos. Se pueden encontrar estepas graminosas de alta cobertura del género Stipa (partido de Bahía Blanca). Existen pastos perennes invernales y estivales (poas stipas, setarias, panicum, bromus) en la zona de Púan. En los pastizales periserranos dominan pajonales de Stipa (*S. caudata* y *S. ambigu*a) y en zonas serranas las flechillas (*Stipa sp.*), la estepa graminosa se encuentra parcialmente erradicada en la zona de Coronel Pringles. Al sur, con ambientes

menos productivos, como ser en la provincia del Espinal, se conservan sitios nativos con ejemplares de jarilla, chañar, caldén, piquillín y algarrobos[211].

Dependiendo de la interacción de las unidades de vegetación con el clima, la producción de pastizales naturales varía desde 3 tMS/ha año hasta 7 tMS/ha año[212]. La ganadería en la región representa en promedio el 8,3% del rodeo, posee una relación Toro/Vaca de Cría de 0,71 y una relación (Novillo+Novillito)/Vaca de 0,25, caracterizando a la zona como criadora[213].

Los departamentos que forman parte de la región se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 329. Departamentos de la región pampeana sudoeste

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Adolfo Alsina
Buenos Aires	Adolfo Gonzales Chaves
Buenos Aires	Bahía Blanca
Buenos Aires	Benito Juárez
Buenos Aires	Coronel Rosales
Buenos Aires	Coronel Dorrego
Buenos Aires	Coronel Pringles
Buenos Aires	Coronel Suarez
Buenos Aires	General La Madrid
Buenos Aires	Guaminí

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Laprida
Buenos Aires	Monte Hermoso
Buenos Aires	Olavarría
Buenos Aires	Pinamar
Buenos Aires	Puan
Buenos Aires	Saavedra
Buenos Aires	Tornquist
Buenos Aires	Tres Arroyos
Buenos Aires	Villarino

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Cría

Tabla 330. Parámetros sistema modal de cría de la región pampeana sudoeste

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Datos generales					
k	Temperatura Promedio	Rango	< 15	< 15	< 15
MDest	Meses Destete	Meses	6	7	8
% SM	% de Vacas por Sistema Modal y Región	% Vaca SM / Vaca Región	32%	40%	29%
Carga		Vientres/ha	1	0,75	0,6
Producción de carne		kg/ha	180	110	80

[211] Mosciaro M. y Dimuro V., 2009. Zonas Agroeconómicas Homogéneas Buenos Aires Sur. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales. Recuperado el 19 de Agosto de 2013, https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-zahs_buenos_airessur.pdf
[212] AACREA-FAUBA-INTA-MINAGRI, 2014. Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos. Recuperado el 4 de Junio de 2013, de http://produccionforrajes.org.ar/
[213] MAGyP, 2013. Resultados Económicos Ganaderos. Boletín N° 5. Marzo 2013. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/modelos/. Fecha de consulta Mayo 2013.

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Manejo del servicio					
Des Original	Destete definido en el relevamiento de sistemas modales	%Terneros (t+1) / Vacas (t)	86%	82%	65%
Tipo de servicio			Estacionado	Estacionado	Continuo
Período de servicio			Nov -Ene	Oct- Ene	nc
Tacto como diagnóstico de preñez			Sí	Sí	No
Sanidad					
MGest	Mortandad gestación	%Terneros / Vacas	2,5%	4,5%	5,0%
MPost	Mortandad post parto	%Terneros / Vacas	2,0%	4,0%	5,5%
RepVc	Reposición Vacas de Cría	% Vq Recría / Vaca	22%	17%	14%
M1erServ.	Edad mínima al primer servicio	Meses	15	22	27
	Revisión de Toros pre-servicio		Sí	Sí	No
Descripción de las dietas					
	Campo natural - Sudoeste	% en Materia Seca	15%	65%	80%
	Agropiro- Sudoeste	% en Materia Seca	30%	30%	20%
	Pastura base alfalfa- Sudoeste	% en Materia Seca	15%		
	Sorgo forrajero- Sudoeste	% en Materia Seca	40%	5%	
Otros datos					
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	100%	100%	100%
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Pastura
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	410	400	390
Vacas todos estadios					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	410	400	390
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	410	400	390
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg			
PV Final	Peso corporal vivo final	kg			

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Tiempo	Duración de la terminación	días			
WG	Aumento Diario	kg/día	-	-	-
Vacas estadios lactando					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	3,00	3,00	3,00
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	3,50	3,50	3,50
Vacas estadios secas					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Vaquillonas					
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160	160
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	310	310	310
Tiempo	Duración de la terminación	días	270	450	570
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Toros					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	615	600	585
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	615	600	585

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Invernada

Machos

SI 1: *Intensivo con corral de recría y terminación sobre pasturas*. Peso de venta 420 kg/cab. Tiempo de engorde de 12 meses. En el ciclo inicial de engorde se encierran los terneros con dieta base silaje por un período de 6 a 7 meses y la terminación se realiza sobre pasturas de alfalfas en los últimos 5 meses.

SI 2: *Intensivo con recría inicial sobre VI y terminación a corral*. Peso de venta 420 kg/cab. Tiempo de engorde de 14 meses. El ciclo inicial de engorde utiliza VI y pasturas consociadas base alfalfas por un período de 12 meses y la terminación se realiza en 2 meses con encierre a corral.

SI 3: *Intensivo sobre VI y pasturas con suplementación*. Peso de venta 430 kg/cab. Tiempo de engorde de 14 meses. La recría con el uso de VI y pasturas con una suplementación estratégica y la terminación sobre pasturas consociadas (alfalfas/festuca/cebadilla) suplementados con grano de maíz. Este sistema tiene como alternativa la posibilidad de continuar el engorde hasta los 470 kg en un período de 19 meses con los mismos recursos.

SI 4: *Intensivo con recría inicial sobre pasturas y terminación a corral*. Peso de venta 420 kg/cab. Tiempo de engorde de 20 meses. La recría con el uso de pasturas

consociadas y/o campos naturales mejorados por un período de 15 meses y la terminación se realiza en 5 meses con encierre a corral.

Tabla 331. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región pampeana sudoeste

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - Corral Recría + Pastoril	SE2 - Pastoril + Corral	SE3 - Pastoril Pesado	SE4 - Pastoril + Corral Largo
%SM Novillo 2008-2014	Novillos por SM	% Novillo/ total	30%	20%	40%	10%
%SM Novillo 2015-2016	Novillos por SM	% Novillo/ total	30%	40%	20%	10%
%SM Novillo 2017-2018	Novillos por SM	% Novillo/ total	30%	35%	25%	10%
k	Temperatura Promedio	Rango	< 15	< 15	< 15	< 15
	Campo natural - Sudoeste	% en Materia Seca				70%
	Pastura de base alfalfa - Sudoeste	% en Materia Seca	60%	45%	60%	
	VI - Sudoeste	% en Materia Seca		30%	30%	
	Granos	% en Materia Seca	25%	15%	10%	15%
	Subproductos	% en Materia Seca	5%	5%		5%
	Silaje Maíz	% en Materia Seca	10%	5%		10%
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	60%	75%	90%	70%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%	40%	25%	10%	30%
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	305	305	315	285
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	305	305	315	285
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	190	190	180	150
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	420	420	450	420
Tiempo	Duración de la terminación	días	360	420	510	600
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Hembras

SI 5: *Intensivo pastoril corto*. Peso de venta de 340 kg/cab. Tiempo de engorde de 9 meses. En el ciclo inicial de engorde se utilizan VI y en la terminación pasturas consociadas.

SI 6: *Intensivo pastoril largo*. Peso de venta 380 kg/cab. Tiempo de engorde de 16 meses. La recría y terminación sólo con el uso de pasturas consociadas en base a alfalfas.

Tabla 332. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región pampeana sudoeste

Variable	Descripción	Unidad	SE5 - Pastoril Corto	SE6 - Pastoril Largo
%SM Vaquillona 2008-2014	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	25%	75%
%SM Vaquillona 2015-2016	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	35%	65%
%SM Vaquillona 2017-2018	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	35%	65%
k	Temperatura Promedio	Rango	< 15	< 15
	Pastura de base alfalfa - Sudoeste	% en Materia Seca	40%	100%
	VI - Sudoeste	% en Materia Seca	60%	
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	100%	100%
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	250	270
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	250	270
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	340	380
Tiempo	Duración de la terminación	días	270	480
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Región Pampeana Conurbano

La Región Pampeana Conurbano posee una baja población de ganado, alcanzando 12.195 cabezas de ganado para el año 2022. Por este motivo no se realiza un

relevamiento de datos específicos para esta área, y se emplea la serie de datos de la región Pampeana Norte, que presenta características similares. Los departamentos que forman parte de la región se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 333. Departamentos de la región pampeana conurbano

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Avellaneda
Buenos Aires	General San Martin
Buenos Aires	Hurlingham
Buenos Aires	Ituzaingó
Buenos Aires	La Matanza
Buenos Aires	Lanús
Buenos Aires	Lomas De Zamora
Buenos Aires	Malvinas Argentinas
Buenos Aires	Merlo

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Moreno
Buenos Aires	Morón
Buenos Aires	Quilmes
Buenos Aires	San Fernando
Buenos Aires	San Isidro
Buenos Aires	San Miguel
Buenos Aires	Tigre
Buenos Aires	Tres De Febrero
Buenos Aires	Vicente López

Fuente: Elaboración propia

Región NEA

Definición de la región

El clima es subtropical a templado con régimen de lluvias que va desde 900 mm (subhúmedo) al oeste (Chaco – Formosa) hasta los 1.600 mm en el noreste (Misiones) a 1.100 mm al sureste (Corrientes – Entre Ríos). La región posee tres divisiones Fito geográficas, la provincia Panaraense y selvas en galerías principalmente en la provincia de Misiones y costas de los ríos Paraná y Uruguay, la provincia Chaqueña que comprende desde el Chaco – Formosa hasta el noroeste de Corrientes, y la provincia del Espinal[214].

La vegetación típica de la provincia Chaqueña incluye ejemplares como el algarrobo, quebracho blanco y palma caranday. El tapiz natural predominante es de tipo pajonal con presencia de paja colorada (*Andropogon lateralis*) y paja amarilla (*Sorghastrum agrostoides*), acompañados por hidrófilas como *Leersiasp* y *Eleocharis sp*. La Provincia del Espinal incluye el típico monte semixerófilo, donde las especies dominantes son ñandubay (*Prosopis nigra*) y espinillo (*Acacia caven*). El tapiz natural contiene como especies más comunes al pasto horqueta (*Paspalum notatum*), *Paspalum urvillei, Chloris polydactyla, Sporobolus indicus* y *Bothriochloa laguroides*[215].

[214] Cabrera A. L., 1976. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería, Tomo II, Fascículo 1: Regiones fitogeográficas Argentinas. ACME, Buenos Aires.
[215] Acosta F., Gimenez L., Richierei, C., Calvi M., 2008. Zonas Agroeconómicas Homogéneas Corrientes. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales N°8. Recuperado el 18 de Junio de 2013, https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-zonas-agroeconomicas-homogeneas-corrientes.pdf

Dependiendo de la interacción de las unidades de vegetación con el clima, la producción de pastizales naturales varía desde 0,5 t/ha año hasta 6,5 t /ha año[216]. La ganadería en la región representa en promedio el 27% del rodeo, posee una relación Toro/Vaca de Cría de 0,47 y una relación (Novillo+Novillito)/Vaca 0,4, caracterizando a la zona como de criadora – ciclo completo[217].

Los departamentos que forman parte de la región se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 334. Departamentos de la región NEA

Provincia	Departamento
Chaco	Bermejo
Chaco	Fray Justo Santa María de Oro
Chaco	General Donovan
Chaco	Libertad
Chaco	Libertador General San Martin
Chaco	Mayor Luis J. Fontana
Chaco	O'Higgins
Chaco	Presidente de la Plaza
Chaco	1 De Mayo
Chaco	Quitilipi
Chaco	San Fernando
Chaco	San Lorenzo
Chaco	Sargento Cabral
Chaco	Tapenaga
Chaco	25 de Mayo
Corrientes	Bella Vista
Corrientes	Beron de Astrada
Corrientes	Capital
Corrientes	Concepción
Corrientes	Curuzú Cuatiá
Corrientes	Empedrado
Corrientes	Esquina
Corrientes	General Alvear
Corrientes	General Paz
Corrientes	Goya
Corrientes	Itati
Corrientes	Ituzaingó
Corrientes	Lavalle
Corrientes	Mburucuyá
Corrientes	Mercedes

[216] AACREA-FAUBA-INTA-MINAGRI, 2014. Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos. Recuperado el 4 de Junio de 2013. http://produccionforrajes.org.ar/
[217] MAGyP, 2013. Resultados Económicos Ganaderos. Boletín N° 5. Marzo 2013. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/modelos/.

Provincia	Departamento
Corrientes	Monte Caseros
Corrientes	Paso De Los Libres
Corrientes	Saladas
Corrientes	San Cosme
Corrientes	San Luis Del Palmar
Corrientes	San Martin
Corrientes	San Miguel
Corrientes	San Roque
Corrientes	Santo Tome
Corrientes	Sauce
Entre Ríos	Concordia
Entre Ríos	Federación
Entre Ríos	Federal
Entre Ríos	Feliciano
Entre Ríos	La Paz
Entre Ríos	San Salvador
Formosa	Formosa
Formosa	Laishi
Formosa	Pilagas
Formosa	Pilcomayo
Formosa	Pirane
Misiones	Apostoles
Misiones	Cainguas

Provincia	Departamento
Misiones	Candelaria
Misiones	Capital
Misiones	Concepción
Misiones	Eldorado
Misiones	General Manuel Belgrano
Misiones	Guaraní
Misiones	Iguazú
Misiones	Leandro N. Alem
Misiones	Libertador General San Martin
Misiones	Montecarlo
Misiones	Oberá
Misiones	San Ignacio
Misiones	San Javier
Misiones	San Pedro
Misiones	25 de Mayo
Santa Fe	Garay
Santa Fe	General Obligado
Santa Fe	9 de Julio
Santa Fe	San Cristóbal
Santa Fe	San Javier
Santa Fe	San Justo
Santa Fe	Vera

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Cría

Tabla 335. Parámetros sistema modal de cría de la región NEA

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Datos generales					
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
MDest	Meses Destete	Meses	6	7	8
% SM	% de Vacas por Sistema Modal y Región	% Vaca SM / Vaca Región	19%	36%	45%
Carga		Vientres/ ha	0,8	0,5	0,3

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Producción de carne		kg/ha	90	65	28
Manejo del servicio					
Des Original	Destete definido en el relevamiento de sistemas modales	%Terneros (t+1) / Vacas (t)	82%	74%	35%
Tipo de servicio			Estacionado	Estacionado	Continuo
Período de servicio			Mar – May	Oct – Dic	nc
Tacto como diagnóstico de preñez			Sí	Sí	No
Sanidad					
MGest	Mortandad gestación	%Terneros / Vacas	2,5%	4,5%	5,0%
MPost	Mortandad post parto	%Terneros / Vacas	2,5%	3,0%	5,0%
RepVc	Reposición Vacas de Cría	% Vq Recría / Vaca	22%	17%	14%
M1erServ.	Edad mínima al primer servicio.	Meses	24	24	36
	Revisión de Toros pre-servicio		Sí	Sí	No
Descripción de las dietas					
	Campo natural - NEA	% en Materia Seca	80%	95%	100%
	Setaria - NEA	% en Materia Seca	15%	4%	
	Verdeo de Invierno- NEA	% en Materia Seca	5%	1%	
Otros datos					
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	100%	100%	100%
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Pastura
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	440	420	400
Vacas todos estadios					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	440	420	400

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	440	420	400
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg			
PV Final	Peso corporal vivo final	kg			
Tiempo	Duración de la terminación	días			
WG	Aumento Diario	kg/día	-	-	-
Vacas estadios lactando					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	3,00	3,00	3,00
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	3,50	3,50	3,50
Vacas estadios secas					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Vaquillonas					
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160	160
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	310	310	310
Tiempo	Duración de la terminación	días	540	510	840
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Toros					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	660	630	600
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	660	630	600

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Invernada

Machos

SI 1: *Intensivo con recría y terminación sobre verdeo o pasturas*. Peso de venta 350 kg/cab. Tiempo de engorde de 10 meses. La recría utiliza VI con suplementación durante 6 meses y la terminación es con uso de pasturas megatérmicas y alfalfas los últimos 4 meses.

SI 2: *Intensivo con recría en corral y terminación sobre pasturas*. Peso de venta 390 kg/cab. Tiempo de engorde de 14 meses. La recría con uso de dietas de corral (base: ensilados de maíz/sorgo) por 7 meses y la terminación sobre pasturas suplementados los próximos 7 meses.

SI 3: *Intensivo pasturas con suplementación y terminación a corral*. Peso de venta 430 kg/cab. Tiempo de engorde de 16 meses. La recría con el uso de pasturas diferidas con suplementación (8 meses), luego la misma pastura con el crecimiento de primavera (5 meses) y la terminación en corral (3 meses).

SI 4: *Semi-intensivo con recría en campos naturales y terminación a pasturas*. Peso de venta 440 kg/cab. Tiempo de engorde de 24 meses. La recría con el uso de campos naturales por un período 18 meses, con suplementación invernal. La terminación se realiza en 6 meses sobre pasturas con suplementación.

SI 5: *Extensivo con recría y terminación en campos naturales y VI*. Peso de venta 480 kg/cab. Tiempo de engorde de 24 meses. La recría en campos naturales y VI por un período de 20 meses, con suplementación invernal. La terminación se realiza en 4 meses sobre campo natural suplementado.

SI 6: *Extensivo con recría y terminación en campos naturales*. Peso de venta 490 kg/cab. Tiempo de engorde de 38 meses. Todo el ciclo se desarrolla sobre campos naturales de bajos, en ocasiones bañados, con producciones estacionales de pastos de calidad.

Tabla 336. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región NEA

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - Pastoril Liviano	SE2 - corr + past liviano	SE3 - past + corr liviano	SE4 - pastoril liviano	SE5 - past pesado corto	SE6 - past pesado largo
%SM Novillo 2008-2014	Novillos por SM	% Novillo/ total	2%	3%	20%	20%	30%	25%
%SM Novillo 2015-2016	Novillos por SM	% Novillo/ total	5%	5%	25%	30%	20%	15%
%SM Novillo 2017-2018	Novillos por SM	% Novillo/ total	5%	5%	20%	25%	25%	20%
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
	Campo natural - NEA	% en Materia Seca				45%	60%	100%
	Setaria - NEA	% en Materia Seca	40%	50%	60%	40%		
	Avena - NEA	% en Materia Seca	35%				25%	
	Pastura base alfalfa - NEA	% en Materia Seca	10%					
	Granos	% en Materia Seca		25%	25%	10%		

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - Pastoril Liviano	SE2 - corr + past liviano	SE3 - past + corr liviano	SE4 - pastoril liviano	SE5 - past pesado corto	SE6 - past pesado largo
	Subproductos	% en Materia Seca	15%	20%	15%	5%	15%	
	Silaje Maiz	% en Materia Seca		5%				
MS_{SPRP}	Pastura/ Prado/ Pradera	%	85%	50%	60%	85%	85%	100%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%	15%	50%	40%	15%	15%	0%
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400	400	400	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/ cabeza	255	275	305	310	330	350
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/ cabeza	255	275	305	310	330	350
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160	180	180	180	180
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	350	390	430	440	480	520
Tiempo	Duración de la terminación	días	300	420	480	720	720	1.080
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Hembras

SI 7: *Intensivo pastoril corto*. Peso de venta de 320 kg/cab. Tiempo de engorde entre 9 meses. La recría corta con el uso de VI y pasturas megatérmicas y la terminación sobre pasturas consociadas (base alfalfas).

SE 8: *Intensivo pastoril largo*. Peso de venta 350 kg/cab. Tiempo de engorde de 12 meses. La recría en campos naturales con suplementación y terminación en pasturas megatérmicas suplementadas.

Tabla 337. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región NEA

Variable	Descripción	Unidad	SE7 - Pastoril Corto	SE8 - Pastoril Largo
%SM Vaquillona 2008-2014	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	15%	85%
%SM Vaquillona 2015-2016	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	15%	85%
%SM Vaquillona 2017-2018	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	10%	90%
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
	Campo natural - NEA	% en Materia Seca		60%
	Setaria - NEA	% en Materia Seca	25%	25%
	Avena - NEA	% en Materia Seca	55%	
	Pastura base alfalfa - NEA	% en Materia Seca	10%	
	Granos	% en Materia Seca	5%	15%
	Subproductos	% en Materia Seca	5%	
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	90%	85%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%	10%	15%
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	240	255
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	240	255
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	320	350
Tiempo	Duración de la terminación	días	270	360
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Región NOA

Definición de la región

El clima es subtropical con régimen de lluvias que va desde 900 mm al este (Chaco – Formosa) hasta los 200 mm hacia el oeste (Catamarca – La Rioja). La mayor parte de la región pertenece a la división Fito geográfica de la provincia Chaqueña que comprende desde el Chaco – Formosa hasta el oeste, donde transiciona en la provincia del Monte hasta la Prepuna[218]. La vegetación típica de la provincia Chaqueña incluye ejemplares como el algarrobo, quebracho blanco y palma caranday. El tapiz natural predominante es de tipo pajonal con presencia de paja colorada (*Andropogon lateralis*) y paja amarilla (*Sorghastrum agrostoides*), acompañados por hidrófilas como *Leersia* sp y *Eleocharis* sp. La provincia del Monte se caracteriza por presentar estepas arbustivas xerófitas y especies del género *Prosopis* de tamaño reducido[219]. Dependiendo de la interacción de las unidades de vegetación con el clima, la producción de pastizales naturales varía desde 0,1 t/ha año hasta 3,5 t/ha año[220]. La ganadería en la región representa en promedio el 10,3% del rodeo nacional, posee una relación Toro/Vaca de Cría del 0,48 y una relación (Novillo+Novillito)/Vaca de 0,35, caracterizando a la zona como criadora – ciclo completo[221].

Los departamentos que forman parte de la región se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 338. Departamentos de la región NOA

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Catamarca	Ambato	Formosa	Patino
Catamarca	Ambato	Formosa	Patino
Catamarca	Ancasti	Formosa	Ramon Lista
Catamarca	Andalgalá	Jujuy	Cochinoca
Catamarca	Antofagasta de la Sierra	Jujuy	El Carmen
Catamarca	Belén	Jujuy	Dr. Manuel Belgrano
Catamarca	Capayán	Jujuy	Humahuaca
Catamarca	Capital	Jujuy	Ledesma
Catamarca	El Alto	Jujuy	Palpalá
Catamarca	Fray Mamerto Esquiu	Jujuy	Rinconada
Catamarca	La Paz	Jujuy	San Antonio
Catamarca	Paclin	Jujuy	San Pedro
Catamarca	Pomán	Jujuy	Santa Barbara
Catamarca	Santa María	Jujuy	Santa Catalina
Catamarca	Santa Rosa	Jujuy	Susques
Catamarca	Tinogasta	Jujuy	Tilcara

[218] Cabrera A. L., 1976. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería, Tomo II, Fascículo 1: Regiones fitogeográficas Argentinas. ACME, Buenos Aires.
[219] Zonas Agroeconómicas Homogéneas Chaco-Formosa. Datos no publicados.
[220] AACREA-FAUBA-INTA-MINAGRI, 2014. Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos. Recuperado el 4 de Junio de 2013. http://produccionforrajes.org.ar/
[221] MAGyP, 2013. Resultados Económicos Ganaderos. Boletín N° 5. Marzo 2013. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/modelos/.

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Catamarca	Valle Viejo	Jujuy	Tumbaya
Córdoba	Calamuchita	Jujuy	Valle Grande
Córdoba	Capital	Jujuy	Yavi
Córdoba	Colon	La Rioja	Arauco
Córdoba	Cruz Del Eje	La Rioja	Capital
Córdoba	Ischilin	La Rioja	Castro Barros
Córdoba	Minas	La Rioja	Coronel Felipe Varela
Córdoba	Pocho	La Rioja	Chamical
Córdoba	Punilla	La Rioja	Chilecito
Córdoba	Rio Seco	La Rioja	Famatina
Córdoba	San Alberto	La Rioja	General Angel V. Penaloza
Córdoba	San Javier	La Rioja	General Belgrano
Córdoba	Santa María	La Rioja	General Juan F. Quiroga
Córdoba	Sobremonte	La Rioja	General Lamadrid
Córdoba	Totoral	La Rioja	General Ocampo
Córdoba	Tulumba	La Rioja	General San Martin
Chaco	Almirante Brown	La Rioja	Vinchina
Chaco	Comandante Fernández	La Rioja	Independencia
Chaco	Chacabuco	La Rioja	Rosario Vera Penaloza
Chaco	12 De Octubre	La Rioja	San Blas De Los Sauces
Chaco	2 De Abril	La Rioja	Sanagasta
Chaco	General Belgrano	Salta	Anta
Chaco	General Güemes	Salta	Cachi
Chaco	Independencia	Salta	Cafayate
Chaco	Maipú	Salta	Capital
Chaco	9 de Julio	Salta	Cerrillos
Formosa	Bermejo	Salta	Chicoana
Formosa	Matacos	Salta	General Güemes
Formosa	Patino	Salta	General Jose De San Martin
Formosa	Ramon Lista	Salta	Guachipas
Jujuy	Cochinoca	Salta	Iruya
Jujuy	El Carmen	Salta	La Caldera
Jujuy	Dr. Manuel Belgrano	Salta	La Candelaria
Jujuy	Humahuaca	Salta	La Poma
Jujuy	Ledesma	Salta	La Vina
Jujuy	Palpalá	Salta	Los Andes
Jujuy	Rinconada	Salta	Metan
Jujuy	San Antonio	Salta	Molinos
Jujuy	San Pedro	Salta	Orán
Jujuy	Santa Barbara	Salta	Rivadavia
Jujuy	Santa Catalina	Salta	Rosario de la Frontera
Jujuy	Susques	Salta	Rosario de Lerma

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Jujuy	Tilcara	Salta	San Carlos
Jujuy	Tumbaya	Salta	Santa Victoria
Jujuy	Valle Grande	Santiago Del Estero	Aguirre
Jujuy	Yavi	Santiago Del Estero	Alberdi
La Rioja	Arauco	Santiago Del Estero	Atamisqui
La Rioja	Capital	Santiago Del Estero	Avellaneda
La Rioja	Castro Barros	Santiago Del Estero	Banda
La Rioja	Coronel Felipe Varela	Santiago Del Estero	Belgrano
La Rioja	Chamical	Santiago Del Estero	Capital
La Rioja	Chilecito	Santiago Del Estero	Copo
La Rioja	Famatina	Santiago Del Estero	Choya
La Rioja	General Angel V. Penaloza	Santiago Del Estero	Figueroa
La Rioja	General Belgrano	Santiago Del Estero	General Taboada
La Rioja	General Juan F. Quiroga	Santiago Del Estero	Guasayan
La Rioja	General Lamadrid	Santiago Del Estero	Jimenez
La Rioja	General Ocampo	Santiago Del Estero	Juan F. Ibarra
La Rioja	General San Martin	Santiago Del Estero	Loreto
La Rioja	Vinchina	Santiago Del Estero	Mitre
La Rioja	Independencia	Santiago Del Estero	Moreno
La Rioja	Rosario Vera Penaloza	Santiago Del Estero	Ojo De Agua
La Rioja	San Blas De Los Sauces	Santiago Del Estero	Pellegrini
La Rioja	Sanagasta	Santiago Del Estero	Quebrachos
Salta	Anta	Santiago Del Estero	Rio Hondo
Santiago Del Estero	Rivadavia	Tucumán	La Cocha
Santiago Del Estero	Robles	Tucumán	Leales
Santiago Del Estero	Salavina	Tucumán	Lules
Santiago Del Estero	San Martin	Tucumán	Monteros
Santiago Del Estero	Sarmiento	Tucumán	Rio Chico
Santiago Del Estero	Silpica	Tucumán	Capital
Tucumán	Burruyacu	Tucumán	Simoca
Tucumán	Cruz Alta	Tucumán	Tafi Del Valle
Tucumán	Chicligasta	Tucumán	Tafi Viejo
Tucumán	Famailla	Tucumán	Trancas
Tucumán	Graneros	Tucumán	Yerba Buena
Tucumán	Juan B. Alberdi		

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Cría

Tabla 339. Parámetros sistema modal de cría de la región NOA

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Datos generales					
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
MDest	Meses Destete	Meses	6	7	8
% SM	% de Vacas por Sistema Modal y Región	% Vaca SM / Vaca Región	26%	25%	49%
Carga		Vientres/ ha	0,75	0,4	0,06
Producción de carne		kg/ha	120	45	10
Manejo del servicio					
Des Original	Destete definido en el relevamiento de sistemas modales	%Terneros (t+1) / Vacas (t)	85%	78%	35%
Tipo de servicio			Estacionado	Estacionado	Continuo
Período de servicio			Dic – Feb	Oct – Dic	nc
Tacto como diagnóstico de preñez			Sí	Sí	No
Sanidad					
MGest	Mortandad gestación	%Terneros / Vacas	2,5%	4,5%	5,0%
MPost	Mortandad post parto	%Terneros / Vacas	2,5%	5,0%	7,5%
RepVc	Reposición Vacas de Cría	% Vq Recría / Vaca	22%	17%	14%
M1erServ.	Edad mínima al primer servicio.	Meses	27	27	36
	Revisión de Toros pre-servicio		Sí	Sí	No
Descripción de las dietas					
	Campo natural - NOA	% en Materia Seca	40%	80%	100%
	Pastura de Gatton Panic-NOA	% en Materia Seca	45%	15%	
	Pastura de Buffel Grass - NOA	% en Materia Seca	15%	5%	
Otros datos					
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	100%	100%	100%
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Grandes superficies de pastoreo

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	390	370
Vacas todos estadios					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	400	390	370
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	400	390	370
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg			
PV Final	Peso corporal vivo final	kg			
Tiempo	Duración de la terminación	días			
WG	Aumento Diario	kg/día	-	-	-
Vacas estadios lactando					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	3,00	3,00	3,00
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	3,50	3,50	3,50
Vacas estadios secas					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Vaquillonas					
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160	160
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	310	310	310
Tiempo	Duración de la terminación	días	630	600	840
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Toros					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	600	585	555
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	600	585	555

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Invernada

Machos

SI 1: *Intensivo de corral*. Peso de venta 320 kg/cab. Tiempo de engorde de 6 meses. El engorde es en condiciones de corral en todo el período. La dieta es a base de ensilados de maíz o sorgo, granos y suplementación proteica y vitamínico - mineral.

SI 2: *Intensivo con recría en pasturas y terminación a corral*. Peso de venta 350 kg/cab. Tiempo de engorde de 12 meses. La recría se realiza en pasturas megatérmicas verdes y diferidas con suplementación proteica en 10 meses y la terminación a corral los últimos 2 meses.

Tabla 340. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región NOA

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - corral corto	SE2 - past.+corral
%SM Novillo 2008-2014	Novillos por SM	% Novillo/ total	25%	75%
%SM Novillo 2015-2016	Novillos por SM	% Novillo/ total	25%	75%
%SM Novillo 2017-2018	Novillos por SM	% Novillo/ total	25%	75%
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
	Pastura de Buffel Grass - NOA	% en Materia Seca		20%
	Pastura Gatton Panic - NOA	% en Materia Seca		50%
	Granos	% en Materia Seca	60%	20%
	Subproductos	% en Materia Seca	10%	5%
	Silaje Maíz	% en Materia Seca	30%	5%
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	0%	70%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%		30%
MS_{SCE}	Corral de engorde	%	100%	
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	245	265
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	245	265
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	170	180
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	320	350
Tiempo	Duracion de la terminacion	días	180	360
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Compartimiento	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Hembras

SI 3: *Intensivo con recría en pasturas y terminación a corral*. Peso de venta 320 kg/cab. Tiempo de engorde de 10 meses. La recría se realiza en pasturas megatérmicas verdes y diferidas con suplementación proteica en 8 meses y la terminación a corral los últimos 2 meses.

Tabla 341. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región NOA

Variable	Descripción	Unidad	SE3 - Past.+corral
%SM Vaquillona 2008-2014	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	100%
%SM Vaquillona 2015-2016	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	100%
%SM Vaquillona 2017-2018	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	100%
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25
	Pastura de Buffel Grass - NOA	% en Materia Seca	15%
	Pastura Gatton Panic - NOA	% en Materia Seca	30%
	Granos	% en Materia Seca	35%
	Subproductos	% en Materia Seca	5%
	Silaje Maíz	% en Materia Seca	15%
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	45%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%	55%
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	240
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	240
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	320
Tiempo	Duración de la terminación	días	330
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Región Semiárida

Definición de la región

El clima es subtropical con régimen de lluvias que va desde 500 mm al este (La Pampa – San Luis) hasta los 100 mm hacia el oeste (Mendoza – San Juan). Dependiendo de la interacción de las unidades de vegetación con el clima, la

producción de pastizales naturales varía desde 0,5 t/ha año hasta 2 t/ha año[222]. La ganadería en la región representa en promedio el 7,7% del rodeo nacional, posee una relación Toro/Vaca de Cría de 0,48 y una relación (Novillo+Novillito)/Vaca de 0,3, caracterizando a la zona como criadora[223].

Los departamentos que forman parte de la región se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 342. Departamentos de la región Semiárida

Provincia	Departamento
La Pampa	Caleu Caleu
La Pampa	Conhelo
La Pampa	Curaco
La Pampa	Chalileo
La Pampa	Chical Co
La Pampa	Guatrache
La Pampa	Hucal
La Pampa	Lihuel Calel
La Pampa	Limay Mahuida
La Pampa	Loventue
La Pampa	Puelén
La Pampa	Rancul
La Pampa	Toay
La Pampa	Utracán
Mendoza	Capital
Mendoza	General Alvear
Mendoza	Godoy Cruz
Mendoza	Guaymallén
Mendoza	Junin
Mendoza	La Paz
Mendoza	Las Heras
Mendoza	Lavalle
Mendoza	Lujan De Cuyo
Mendoza	Maipú
Mendoza	Malargüe
Mendoza	Rivadavia
Mendoza	San Carlos
Mendoza	San Martin
Mendoza	San Rafael
Mendoza	Santa Rosa
Mendoza	Tunuyán
Mendoza	Tupungato
San Juan	Albardón
San Juan	Angaco
San Juan	Calingasta
San Juan	Capital
San Juan	Caucete
San Juan	Chimbas
San Juan	Iglesia
San Juan	Jachal
San Juan	9 De Julio
San Juan	Pocito
San Juan	Rawson
San Juan	Rivadavia
San Juan	San Martin
San Juan	Santa Lucia
San Juan	Sarmiento
San Juan	Ullum
San Juan	Valle Fértil
San Juan	25 De Mayo
San Juan	Zonda
San Luis	Ayacucho
San Luis	Belgrano
San Luis	Coronel Pringles

[222] AACREA-FAUBA-INTA-MINAGRI, 2014. Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos. Recuperado el 4 de Junio de 2013. http://produccionforrajes.org.ar/
[223] MAGyP, 2013. Resultados Económicos Ganaderos. Boletín N° 5. Marzo 2013. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/modelos/. Fecha de consulta Mayo 2013.

Provincia	Departamento
San Luis	Chacabuco
San Luis	General Pedernera
San Luis	Gobernador Dupuy

Provincia	Departamento
San Luis	Junín
San Luis	Juan Martin de Pueyrredón
San Luis	Libertador General San Martin

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Cría

Tabla 343. Parámetros sistema modal de cría de la región Semiárida

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Datos generales					
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
MDest	Meses Destete	Meses	6	7	8
% SM	% de Vacas por Sistema Modal y Región	% Vaca SM / Vaca Región	19%	48%	33%
Carga		Vientres/ ha	0,6	0,4	0,1
Producción de carne		kg/ha	80	40	10
Manejo del servicio					
Des Original	Destete definido en el relevamiento de sistemas modales	%Terneros (t+1) / Vacas (t)	85%	70%	60%
Tipo de servicio			Estacionado	Estacionado	Continuo
Período de servicio			Dic – Feb	Dic – Feb	nc
Tacto como diagnóstico de preñez			Sí	No	No
Sanidad					
MGest	Mortandad gestación	%Terneros / Vacas	2,5%	4,5%	5,0%
MPost	Mortandad post parto	%Terneros / Vacas	3,0%	5,0%	5,0%
RepVc	Reposición Vacas de Cría	% Vq Recría / Vaca	22%	17%	14%
M1erServ.	Edad mínima al primer servicio.	Meses	20	24	27
	Revisión de Toros pre-servicio		Sí	No	No
Descripción de las dietas					
	Campo natural (agropiro - llorón) - SA	% en Materia Seca	55%	90%	100%

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
	Pasto llorón - SA	% en Materia Seca	40%	10%	
	Pastura base alfalfa- SA	% en Materia Seca	5%		
Otros datos					
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/ Pradera	%	100%	100%	100%
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Grandes superficies de pastoreo
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	410	400	390
Vacas todos estadios					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	410	400	390
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg /cabeza	410	400	390
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg			
PV Final	Peso corporal vivo final	kg			
Tiempo	Duración de la terminación	días			
WG	Aumento Diario	kg/día	-	-	-
Vacas estadios lactando					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	3,00	3,00	3,00
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	3,50	3,50	3,50
Vacas estadios secas					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Vaquillonas					
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160	160
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	310	310	310
Tiempo	Duración de la terminación	días	420	510	570
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Toros					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	615	600	585
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	615	600	585

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Invernada

Machos

SI 1: *Semiintensivo de recría pastoril y terminación a corral*. Peso de venta 380 kg/cab. Tiempo de engorde de 13 meses. Se realiza la recría pastoril con uso de VI y pasturas base alfalfa, para finalizar en corral.

SI 2: *Semiintensivo de recría pastoril y terminación a corral*. Peso de venta 430 kg/cab. Tiempo de engorde de 15 meses. Se realiza la recría pastoril con uso de VI y VV, tanto en pie como conservados, para finalizar en corral.

SI 3: *Semiintensivo de recría y terminación pastoril*. Peso de venta 450 kg/cab. Tiempo de engorde de 18 meses. Se realiza la recría pastoril con uso de VI y pasturas base alfalfa. La terminación se realiza sobre VI con suplementación.

Tabla 344. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región Semiárida

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - past.+corral liviano	SE2 - past.+corral pesado	SE3 - past. pesado
%SM Novillo 2008-2014	Novillos por SM	% Novillo/ total	50%	20%	30%
%SM Novillo 2015-2016	Novillos por SM	% Novillo/ total	50%	20%	30%
%SM Novillo 2017-2018	Novillos por SM	% Novillo/ total	35%	30%	35%
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
	Pastura base alfalfa - SA	% en Materia Seca	45%		50%
	VI (avena y centeno) - SA	% en Materia Seca	25%	15%	40%
	Granos	% en Materia Seca	21%	30%	10%
	Subproductos	% en Materia Seca	3%	5%	
	Silaje Sorgo	% en Materia Seca	6%	50%	
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/ Pradera	%	70%	15%	90%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%	30%	85%	10%
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400	400

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - past.+corral liviano	SE2 - past.+corral pesado	SE3 - past. pesado
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	260	285	310
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	260	285	310
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	140	140	170
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	380	430	450
Tiempo	Duración de la terminación	días	390	450	540
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Hembras

SI 4: *Intensivo con recría en pasturas y terminación a corral*. Peso de venta 320 kg/cab. Tiempo de engorde de 10 meses. El ciclo de engorde inicial se realiza en VI y pasturas base alfalfas y la terminación a corral.

Tabla 345. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región Semiárida

Variable	Descripción	Unidad	SE4 - past.+corral liviano
%SM Vaquillona 2008-2014	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	100%
%SM Vaquillona 2015-2016	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	100%
%SM Vaquillona 2017-2018	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	100%
k	Temperatura Promedio	Rango	15 <= T media < 25
	Pastura base alfalfa - SA	% en Materia Seca	45%
	VI (avena y centeno) - SA	% en Materia Seca	25%
	Granos	% en Materia Seca	21%
	Subproductos	% en Materia Seca	3%
	Silaje Sorgo	% en Materia Seca	6%
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	70%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%	30%
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	230

Variable	Descripción	Unidad	SE4 - past.+corral liviano
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	230
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	140
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	320
Tiempo	Duración de la terminación	días	300
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Región Patagonia

Definición de la región

El clima es templado - frío con régimen de lluvias que varían entre los 150 mm a 800 mm de este a oeste. La mayor parte de la región pertenece a la división fitogeográfica de la provincia de Monte y Patagonia, siendo la zona de la cordillera perteneciente a la provincia Subantártica[224]. Dependiendo de la interacción de las unidades de vegetación con el clima, la producción de pastizales naturales varía desde 1 t/ha año hasta 10 t/ha año[225]. La ganadería en la región representa en promedio el 2,5% del rodeo, posee una relación Toro/Vaca de Cría del 0,5 y una relación (Novillo+Novillito)/Vaca de 0,23, caracterizando a la zona como criadora[226].

Los departamentos que forman parte de la región se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 346. Departamentos de la región Patagonia

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Patagones
Chubut	Biedma
Chubut	Cushamen
Chubut	Escalante
Chubut	Florentino Ameghino
Chubut	Futaleufú
Chubut	Gaiman
Chubut	Gastre
Chubut	Languineo
Chubut	Martires
Chubut	Paso De Indios
Chubut	Rawson
Chubut	Río Senguer
Chubut	Sarmiento
Chubut	Tehuelches
Chubut	Telsen
Neuquén	Aluminé
Neuquén	Anelo

[224] Cabrera A. L., 1976. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería, Tomo II, Fascículo 1: Regiones fitogeográficas Argentinas. ACME, Buenos Aires.
[225] AACREA-FAUBA-INTA-MINAGRI, 2014. Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos. Recuperado el 4 de Junio de 2013. http://produccionforrajes.org.ar/
[226] MAGyP, 2013. Resultados Económicos Ganaderos. Boletín N° 5. Marzo 2013. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/modelos/. Fecha de consulta Mayo 2013.

Provincia	Departamento
Neuquén	Catan Lil
Neuquén	Collon Cura
Neuquén	Confluencia
Neuquén	Chos Malal
Neuquén	Huiliches
Neuquén	Lacar
Neuquén	Loncopué
Neuquén	Los Lagos
Neuquén	Minas
Neuquén	Ñorquín
Neuquén	Pehuenches
Neuquén	Picun Leufú
Neuquén	Picunches
Neuquén	Zapala
Río Negro	Adolfo Alsina
Río Negro	Avellaneda
Río Negro	Bariloche
Río Negro	Conesa
Río Negro	El Cuy

Provincia	Departamento
Río Negro	General Roca
Río Negro	9 De Julio
Río Negro	Norquinco
Río Negro	Pichi Mahuida
Río Negro	Pilcaniyeu
Río Negro	San Antonio
Río Negro	Valcheta
Río Negro	25 de Mayo
Santa Cruz	Corpen Aike
Santa Cruz	Deseado
Santa Cruz	Güer Aike
Santa Cruz	Lago Argentino
Santa Cruz	Lago Buenos Aires
Santa Cruz	Magallanes
Santa Cruz	Río Chico
Tierra Del Fuego	Río Grande
Tierra Del Fuego	Tolhuín
Tierra Del Fuego	Ushuaia

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Cría

Tabla 347. Parámetros sistema modal de cría de la región Patagonia

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Datos generales					
k	Temperatura Promedio	Rango	< 15	< 15	< 15
MDest	Meses Destete	Meses	6	7	8
% SM	% de Vacas por Sistema Modal y Región	% Vaca SM / Vaca Región	3%	23%	74%
Carga		Vientres/ha	0,48	0,1	0,06
Producción de carne		kg/ha	25	15	6
Manejo del servicio					
Des Original	Destete definido en el relevamiento de sistemas modales	%Terneros (t+1) / Vacas (t)	80%	70%	50%
Tipo de servicio			Estacionado	Estacionado	Continuo

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Período de servicio			Dic – Mar	Dic – Mar	nc
Tacto como diagnóstico de preñez			Sí	No	No
Sanidad					
MGest	Mortandad gestación	%Terneros / Vacas	2,5%	4,5%	5,0%
MPost	Mortandad post parto	%Terneros / Vacas	1,5%	3,5%	5,0%
RepVc	Reposición Vacas de Cría	% Vq Recría / Vaca	22%	17%	14%
M1erServ.	Edad mínima al primer servicio	Meses	24	27	36
	Revisión de Toros pre-servicio		Sí	No	No
Descripción de las dietas					
	Campo natural (mallines húmedos) - Patagónica	% en Materia Seca	100%	100%	100%
Otros datos					
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	100%	100%	100%
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura	Pastura	Grandes superficies de pastoreo
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	410	400	390
Vacas todos estadios					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	410	400	390
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	410	400	390
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg			
PV Final	Peso corporal vivo final	kg			
Tiempo	Duración de la terminación	días			
WG	Aumento Diario	kg/día	-	-	-
Vacas estadios lactando					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	3,00	3,00	3,00
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	3,50	3,50	3,50
Vacas estadios secas					
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-

Variable	Descripción	Unidad	Alto	Medio	Bajo
Vaquillonas					
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	160	160	160
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	310	310	310
Tiempo	Duración de la terminación	días	540	600	840
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-
Toros					
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	615	600	585
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	615	600	585

Fuente: Elaboración propia

Sistemas modales Invernada

Machos

SI 1: *Intensivo de corral todo el ciclo*. Peso de venta 340 kg/cab. Tiempo de engorde de 7 meses. Se realiza el engorde con encierres, la dieta es base ensilados de maíz, granos y suplementación proteica y vitamínico - mineral.

SI 2: *Intensivo con recría en pasturas y terminación a corral*. Peso de venta 340 kg/cab. Tiempo de engorde de 14 meses. La recría se realiza en pastoreo sobre campo natural, con terminación a corral los últimos 2 meses.

Tabla 348. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región Patagonia

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - corral	SE2 - pastoril + corral
%SM Novillo 2008-2014	Novillos por SM	% Novillo/ total	50%	50%
%SM Novillo 2015-2016	Novillos por SM	% Novillo/ total	50%	50%
%SM Novillo 2017-2018	Novillos por SM	% Novillo/ total	40%	60%
k	Temperatura Promedio	Rango	< 15	< 15
	Campo natural (mallines húmedos) - Patagónica	% en Materia Seca		80%
	Granos	% en Materia Seca	65%	10%
	Subproductos	% en Materia Seca	20%	4%

Variable	Descripción	Unidad	SE1 - corral	SE2 - pastoril + corral
	Heno Buena Calidad	% en Materia Seca	15%	6%
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	0%	80%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%		20%
MS_{SCE}	Corral de engorde	%	100%	
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	260	260
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	260	260
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	180	180
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	340	340
Tiempo	Duración de la terminación	días	210	420
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Compartimiento	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Hembras

SI 3: Intensivo de corral todo el ciclo. Peso de venta 320 kg/cab. Tiempo de engorde de 5 meses. Se realiza el engorde con encierres, la dieta es base ensilados de maíz, granos y suplementación proteica y mineral.

SI 4: *Intensivo con recría en pasturas y terminación a corral*. Peso de venta 320 kg/cab. Tiempo de engorde de 11 meses. La recría se realiza en pastoreo sobre campo natural y la terminación a corral los últimos 2 meses.

Tabla 349. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región Patagonia

Variable	Descripción	Unidad	SE3 - Corral	SE4 - Pastoril + Corral
%SM Vaquillona 2008-2014	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	50%	50%
%SM Vaquillona 2015-2016	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	50%	50%
%SM Vaquillona 2017-2018	Vaquillonas por SM	% Vaquillona/ total	40%	60%
k	Temperatura Promedio	Rango	< 15	< 15
	Campo natural (mallines húmedos) - Patagónica	% en Materia Seca		80%

Variable	Descripción	Unidad	SE3 - Corral	SE4 - Pastoril + Corral
	Granos	% en Materia Seca	65%	10%
	Subproductos	% en Materia Seca	20%	4%
	Heno Buena Calidad	% en Materia Seca	15%	6%
MS_{SDD}	Distribución diaria	%		100%
MS_{SCE}	Corral de engorde	%	100%	
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	400	400
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	250	250
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	250	250
PV Inicial	Peso corporal vivo inicial	kg	180	180
PV Final	Peso corporal vivo final	kg	320	320
Tiempo	Duración de la terminación	días	210	330
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Compartimiento	Pastura

Fuente: Elaboración propia

Dieta de los sistemas de producción

En la siguiente tabla se encuentran especificadas la digestibilidad (DE%) y el contenido de proteína bruta (CP) por tipo de dieta. La información es provista por dictamen experto.

Tabla 350. Digestibilidad y contenido de proteína bruta de las dietas de los sistemas productivos

Dieta	Digestibilidad estimada (CEM/3,608)	Contenido de proteína bruta
Campo natural - Sudeste	59%	10%
Pasturas de bajos - Sudeste	59%	12%
Verdeo de Invierno - Sudeste	65%	15%
Sorgo forrajero - Sudeste	57%	5%
Campo natural - Sudoeste	53%	10%
Agropiro - Sudoeste	56%	11%
Pastura base alfalfa - Sudoeste	63%	15%

Dieta	Digestibilidad estimada (CEM/3,608)	Contenido de proteína bruta
Sorgo forrajero - Sudoeste	57%	5%
Campo natural - Oeste	54%	10%
Agropiro de Calidad - Oeste	56%	11%
Agropiro Degradado - Oeste	56%	11%
Campo natural - P. Norte	53%	10%
Pasturas - P. Norte	63%	16%
Avena o Rye Grass - P. Norte	64%	15%
Sorgo forrajero - P. Norte	56%	12%
Campo natural - NEA	53%	8%
Setaria - NEA	56%	8%
Verdeo de Invierno - NEA	65%	15%
Campo natural - NOA	59%	8%
Pastura de Gatton Panic - NOA	57%	5%
Pastura de Buffel Grass - NOA	59%	8%
Campo natural (agropiro - llorón) - SA	62%	8%
Pasto llorón - SA	61%	10%
Pastura base alfalfa- SA	63%	15%
Campo natural (mallines húmedos) - Patagónica	56%	8%
Pastura de media loma (con festuca) - Sudeste	58%	12%
Promoción de Rye Grass / VI - Sudeste	62%	15%
Sorgo Forrajero - Sudeste	57%	5%
Pastura de base alfalfa - Sudoeste	63%	16%
VI - Sudoeste	64%	15%
Pasturas consociadas - Oeste	61%	15%
VI - Oeste	64%	15%
Pasturas - Norte	63%	16%
VI - Norte	64%	15%
Campo Natural - Norte	53%	10%
Avena - NEA	61%	15%
Pastura base alfalfa - NEA	63%	16%
Pastura Gatton Panic - NOA	57%	5%
Pastura base alfalfa - SA	63%	16%
VI (avena y centeno) - SA	62%	14%
Granos	85%	9%
Subproductos	71%	35%

Dieta	Digestibilidad estimada (CEM/3,608)	Contenido de proteína bruta
Silaje Maíz	65%	7%
Silaje Sorgo	60%	6%
Silaje Otros	60%	10%
Heno Buena Calidad	55%	15%
Heno Baja Calidad	45%	12%
Rastrojos	50%	10%

Fuente: Elaboración propia. CEM: Contenido de Energía Metabolizable.

Anexo Factores de emisión según caracterización de ganado de carne

Tabla 351. Detalle de Factores de emisión según caracterización de ganado bovino de carne

Región	Subcategoría	BW	TAM	DE	Leche	GE	FE Fermentación Entérica
		kg / Cabeza	kg / Cabeza	%	kg / día	Mj/Dia	kg CH_4
SE	Vacas	399	399	60	1,50	147	67,20
SO	Vacas	400	400	55	1,43	166	75,67
O	Vacas	388	388	55	1,23	159	72,76
N	Vacas	396	396	54	1,05	162	73,92
NEA	Vacas	415	415	53	1,09	169	77,34
NOA	Vacas	383	383	59	1,13	148	67,54
Semiárida	Vacas	399	399	61	1,32	143	65,32
Patagonia	Vacas	393	393	56	1,15	170	77,79
SE	Vaquillonas	237	237	62	-	114	41,34
SO	Vaquillonas	245	245	58	-	131	52,40
O	Vaquillonas	234	234	64	-	117	41,75
N	Vaquillonas	244	244	66	-	113	41,88
NEA	Vaquillonas	243	243	56	-	131	58,82
NOA	Vaquillonas	238	238	64	-	102	42,56
Semiárida	Vaquillonas	233	233	64	-	105	44,40
Patagonia	Vaquillonas	240	240	60	-	116	50,27
SE	Novillos	264	264	67	-	117	39,26
SO	Novillos	306	306	67	-	125	51,97
O	Novillos	278	278	66	-	126	48,96
N	Novillos	287	287	68	-	124	47,73
NEA	Novillos	318	318	59	-	144	64,17
NOA	Novillos	260	260	67	-	107	37,22
Semiárida	Novillos	285	285	67	-	120	49,63
Patagonia	Novillos	260	260	67	-	108	38,19
SE	Novillitos	264	264	67	-	117	39,26
SO	Novillitos	306	306	67	-	125	51,97
O	Novillitos	278	278	66	-	126	48,96
N	Novillitos	287	287	68	-	124	47,73

Región	Subcategoría	BW	TAM	DE	Leche	GE	FE Fermentación Entérica
		kg / Cabeza	kg / Cabeza	%	kg / día	Mj/Dia	kg CH_4
NEA	Novillitos	318	318	59	-	144	64,17
NOA	Novillitos	260	260	67	-	107	37,22
Semiárida	Novillitos	285	285	67	-	120	49,63
Patagonia	Novillitos	260	260	67	-	108	38,19
SE	Toros	598	598	60	-	179	81,99
SO	Toros	600	600	55	-	203	93,15
O	Toros	583	583	55	-	201	92,17
N	Toros	594	594	54	-	210	96,47
NEA	Toros	622	622	53	-	219	100,38
NOA	Toros	574	574	59	-	191	87,47
Semiárida	Toros	598	598	61	-	179	82,31
Patagonia	Toros	589	589	56	-	220	101,22
SE	Bueyes	598	598	60	-	179	81,99
SO	Bueyes	600	600	55	-	203	93,15
O	Bueyes	583	583	55	-	201	92,17
N	Bueyes	594	594	54	-	210	96,47
NEA	Bueyes	622	622	53	-	219	100,38
NOA	Bueyes	574	574	59	-	191	87,47
Semiárida	Bueyes	598	598	61	-	179	82,31
Patagonia	Bueyes	589	589	56	-	220	101,22
SE	Toritos	598	598	60	-	179	81,99
SO	Toritos	600	600	55	-	203	93,15
O	Toritos	583	583	55	-	201	92,17
N	Toritos	594	594	54	-	210	96,47
NEA	Toritos	622	622	53	-	219	100,38
NOA	Toritos	574	574	59	-	191	87,47
Semiárida	Toritos	598	598	61	-	179	82,31
Patagonia	Toritos	589	589	56	-	220	101,22
SE	Terneros	-	-	-	-	-	-
SO	Terneros	-	-	-	-	-	-
O	Terneros	-	-	-	-	-	-
N	Terneros	-	-	-	-	-	-
NEA	Terneros	-	-	-	-	-	-

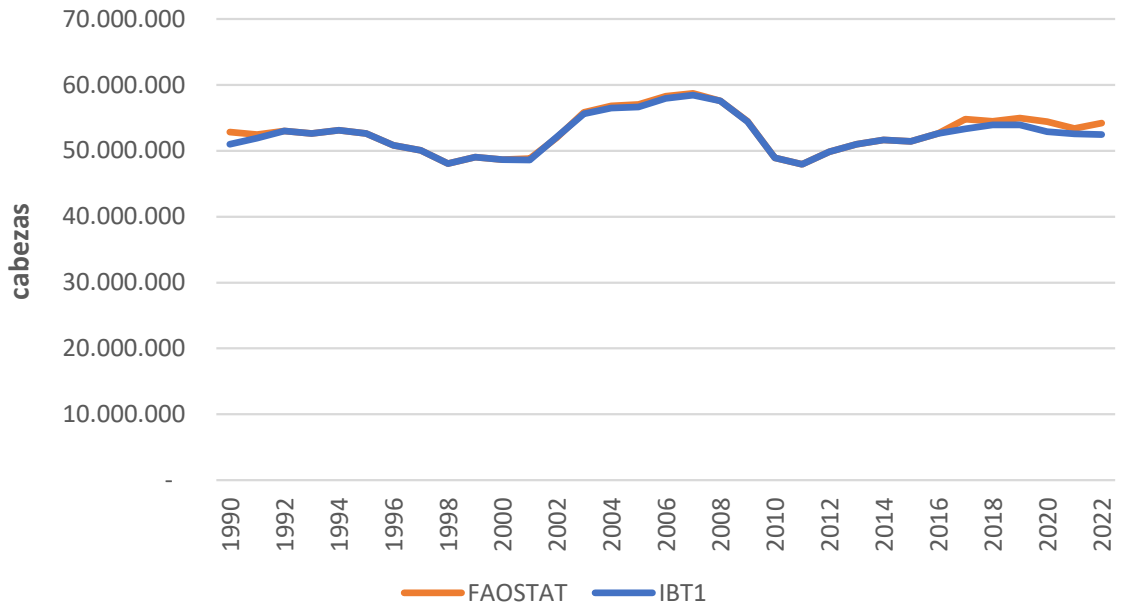
Región	Subcategoría	BW	TAM	DE	Leche	GE	FE Fermentación Entérica
		kg / Cabeza	kg / Cabeza	%	kg / día	Mj/Dia	kg CH_4
NOA	Terneros	-	-	-	-	-	-
Semiárida	Terneros	-	-	-	-	-	-
Patagonia	Terneros	-	-	-	-	-	-
SE	Terneras	-	-	-	-	-	-
SO	Terneras	-	-	-	-	-	-
O	Terneras	-	-	-	-	-	-
N	Terneras	-	-	-	-	-	-
NEA	Terneras	-	-	-	-	-	-
NOA	Terneras	-	-	-	-	-	-
Semiárida	Terneras	-	-	-	-	-	-
Patagonia	Terneras	-	-	-	-	-	-
Conurbano	Vacas	396	396	54	1	160	73,92
Conurbano	Vaquillonas	244	244	66	-	113	41,88
Conurbano	Novillos	287	287	68	-	124	47,73
Conurbano	Novillitos	287	287	68	-	124	47,73
Conurbano	Toros	594	594	54	-	210	96,47
Conurbano	Bueyes	594	594	54	-	210	96,47
Conurbano	Toritos	594	594	54	-	210	96,47
Conurbano	Terneros	-	-	-	-	-	-
Conurbano	Terneras	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Comparación internacional ganadería bovina

Como parte del proceso de control de calidad se realizó una comparación de los DA presentados en contraste con datos internacionales. Como fuente se emplearon los datos de la base de datos estadísticos de FAOSTAT.

Figura 228. Comparación internacional de existencias de ganadería bovina



Fuente: Elaboración propia

Tabla 352. Comparación internacional de stock bovino

Año	Existencias INGEI	Existencias FAOSTAT	Diferencia	Diferencia (%)	Fuente FAOSTAT
1990	51.000.000	52.845.000	1.845.000	4%	Datos oficiales
1991	51.915.000	52.452.000	537.000	1%	Datos oficiales
1992	53.011.000	53.011.000	-	0%	Datos oficiales
1993	52.655.175	52.665.200	10.025	0%	Datos oficiales
1994	53.156.954	53.156.952	-2	0%	Datos oficiales
1995	52.658.585	52.648.600	-9.985	0%	Datos oficiales
1996	50.860.900	50.829.700	-31.200	0%	Datos oficiales
1997	50.059.100	50.058.900	-200	0%	Datos oficiales
1998	48.085.500	48.048.900	-36.600	0%	Datos oficiales
1999	49.056.500	49.056.700	200	0%	Datos oficiales
2000	48.674.100	48.674.400	300	0%	Datos oficiales
2001	48.611.529	48.851.400	239.871	0%	Datos oficiales
2002	52.120.761	52.000.000	-120.761	0%	Datos oficiales

Año	Existencias INGEI	Existencias FAOSTAT	Diferencia	Diferencia (%)	Fuente FAOSTAT
2003	55.629.993	55.875.764	245.771	0%	Datos oficiales
2004	56.521.126	56.844.020	322.894	1%	Datos oficiales
2005	56.669.201	57.033.528	364.327	1%	Datos oficiales
2006	57.953.238	58.293.608	340.370	1%	Datos oficiales
2007	58.482.248	58.722.108	239.860	0%	Datos oficiales
2008	57.583.122	57.583.120	-2	0%	Datos oficiales
2009	54.429.911	54.463.872	33.961	0%	Datos oficiales
2010	48.949.743	48.949.744	1	0%	Datos oficiales
2011	47.972.661	47.972.660	-1	0%	Datos oficiales
2012	49.865.861	49.865.864	3	0%	Datos oficiales
2013	50.996.397	50.996.397	-	0%	Datos oficiales
2014	51.646.544	51.646.544	-	0%	Datos oficiales
2015	51.429.848	51.429.848	-	0%	Datos oficiales
2016	52.636.778	52.636.778	-	0%	Datos oficiales
2017	53.353.787	54.793.181	1.439.394	3%	Datos oficiales
2018	53.929.119	54.793.181	864.062	2%	Datos oficiales
2019	53.945.808	55.007.853	1.062.045	2%	Datos oficiales
2020	52.910.804	54.460.799	1.549.995	3%	Datos oficiales
2021	52.587.962	53.416.435	828.473	2%	Datos oficiales
2022	52.494.675	54.242.595	1.747.920	3%	Datos oficiales

Fuente: Elaboración propia

Caracterización de bovinos lecheros

Las emisiones provenientes de la producción de lecheros ("3A – Fermentación Entérica", "3B – Emisiones directas e indirectas de la gestión de Estiércol", "3D – Emisiones directas e indirectas de N_2O de los suelos gestionados") se estiman utilizando una única caracterización del ganado, parámetros locales y DA. La actividad de producción de bovinos lecheros representa aproximadamente el 2,26% de las emisiones totales, y contiene una categoría principal (tanto por nivel como por tendencia) que se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 353. Categorías principales por nivel

Código de la categoría del IPCC	Categoría del IPCC	Tipo de Combustible	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año Ex,t [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación del último año |Ex,t| [$ktCO_2e$]	Evaluación de nivel Lx,t [%]	Total acumulativo de la Evaluacion de nivel [%]
3A1a	Fermentación entérica bovinos lecheros	N/A	CH_4	7.142	7.142	2%	73%

Fuente: Elaboración propia

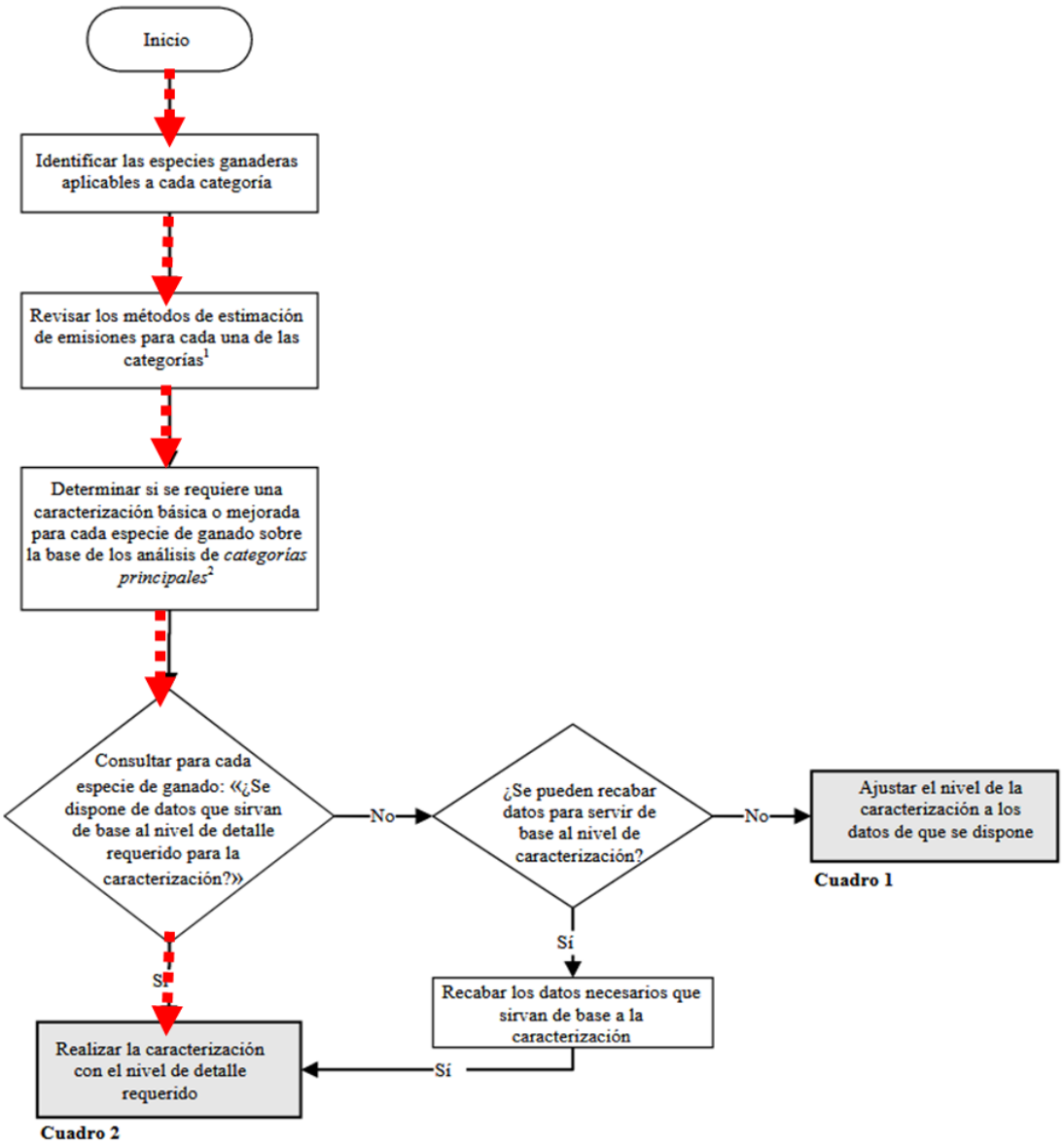
Tabla 354. Categorías principales por tendencia

Código de la categoría del IPCC	Categoría del IPCC	Tipo de combustible	Gas de efecto invernadero	Estimación del año de base Ex,0 [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación de base $\|Ex,0\|$ [$ktCO_2e$]	Estimación del último año Ex,t [$ktCO_2e$]	Valor absoluto de la estimación del último año $\|Ex,t\|$ [$ktCO_2e$]	Evaluación de tendencia Tx,t	% de aporte a la tendencia	Total acumulativo de la columna	¿Es categoria por nivel?
3A1a	Fermentación entérica bovinos lecheros	N/A	CH_4	6.757	6.757	7.142	7.142	0,01	2%	78%	Sí

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente ilustración se detalla el árbol de decisión utilizado para la caracterización de ganado bovino de leche.

Ilustración 57. Árbol de decisión para la caracterización de la población de ganado



Fuente: elaboración propia

En el INGEI se utiliza una caracterización de ganado bovino para producción de carne para el método de cálculo Nivel 2.

Definiciones para subcategorías de ganado

Se ha realizado una categorización basada en las estadísticas disponibles. Debido a que previo al 2007 no se contaba con una fuente de información única, para el desarrollo de la serie temporal coherente se han homologado las definiciones de cada fuente de información para obtener subcategorías homogéneas para toda la serie temporal (1990-2022). De 1990 a 2001 se tomaron las definiciones existentes en la ENA de 1992[227]. A partir del año 2002 hasta el 2013 se tomaron las definiciones del

[227] INDEC (1992-2001). Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA).

CNA del 2002[228]. A partir del 2014 se toman las definiciones del RENSPA[229]. Las definiciones y la homologación según periodo se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 355. Definiciones de subcategorías de ganado de bovinos lecheros

Categoría	Años	Definición
Vaca	1990-2022	Hembras que han tenido al menos una parición.
Vaquillona	1992-2013	Hembras mayores a un año que aún no han tenido ninguna parición.
	2014-2022	Hembras jóvenes que no han tenido parición alguna.
Ternera y ternero	1992-2001	Hembras y machos menores a un año, que hayan o no sido marcados.
	2002-2013	Hembras y machos menores de un año.
	2014-2022	Hembras y machos menores de 1 año, sin considerar si están o no al pie de la madre.
Toro	1990-2022	Machos sin castrar, mayores a un año, que el productor se lo reserva para reproducción.
Buey	1990-2022	Macho adulto castrado que el productor se lo reserva para labores de tracción.
Torito	2002-2013	Machos de uno a dos años de edad, destinados a la reproducción.
	2014-2022	Toros jóvenes mayores de un año que aún no han entrado a servicio.

Fuente: Elaboración propia

Población de ganado por subcategoría de ganado

El número de cabezas de ganado de bovinos lecheros, por subcategoría de ganado y departamento es provisto por el SENASA, que reporta la cantidad de bovinos en establecimientos de producción lechera al mes de marzo de cada año. Dicho valor es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una región (ver Anexo “Definición de sistemas modales lecheros”).

Debido a que previo al 2007 no existía una fuente de información única, se combinaron fuentes para conformar una serie temporal coherente. La conformación de la serie temporal consistente de bovinos de leche 1990 – 2007 se conforma a partir de la combinación de fuentes de información que presenta diversos grados de desagregación espacial y subcategoría de ganado. Las fuentes de información y los proveedores de datos para la elaboración de dicha serie temporal se presentan en la siguiente tabla.

[228] INDEC (2002). Censo Nacional Agropecuario.
[229] SENASA (2015). Registro Nacional Sanitario De Productores Agropecuarios.

Tabla 356. Fuente de los datos de existencias bovinas totales por año, para los años 1990 - 2007

Año	Desagregación		Fuente	Disponible	Proveedor de Datos	Nombre Archivo
	Por subcategoría	Geográfica				
1990	Si - por ponderación	Nacional	PCN	-	SSamb	PCN - Nota al pie del Cuadro 13.1
1991	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
1992	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
1993	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
1994	Si - por ponderación	Nacional	PCN	-	SSamb	PCN - Nota al pie del Cuadro 13.1
1995	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
1996	Si - por ponderación	Nacional	CL	-	-	-
1997	Si - por ponderación	Nacional	CL	-	-	-
1998	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
1999	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
2000	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
2001	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
2002	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
2003	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
2004	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
2005	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
2006	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN
2007	Si - por ponderación	Nacional	TCN	-	SSamb	TCN

Fuente: Elaboración propia. CL: Cálculo lineal

De 1990 a 2007 no se cuenta con datos a nivel departamental o provincial, como tampoco existen datos desagregados por subcategoría de ganado. Por esta razón, para dichos años se utiliza el valor de cabezas a nivel nacional de la subcategoría de ganado vacas para estimar el resto de las subcategorías. Durante el IBA4 se calculó el porcentaje que representa cada subcategoría respecto a las vacas a nivel nacional para el periodo 2008 – 2017 a partir de los datos del SENASA[230], que se detallan en la siguiente tabla. Al analizar los resultados se observó que no había gran diferencia en la relación entre categorías. Se calculó un promedio de la proporción de cada subcategoría, y se la multiplicó por el número de vacas lecheras para obtener el valor de cada categoría para cada año. Para el IBT1 se mantuvieron los valores estimados para la serie histórica durante el IBA4, ya que no se observaron

[230] SENASA (Octubre de 2017). SENASA. Obtenido de http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/informacion/informes-y-estadisticas.

diferencias significativas en la participación de cada categoría al recalcularlos con la serie de DA actualizada.

Tabla 357. Proporción de animales de cada subcategoría respecto a vacas para el período 2008 – 2017

Año	Subcategoría de animal					
	Vaquillona	Ternero	Ternera	Toro	Bueyes	Toritos
2008	39,2	14,9	24,9	1,8	0,002	-
2009	41,2	15,2	25,7	1,9	0,002	-
2010	41,3	14,8	24,5	1,7	0,001	-
2011	41,4	14	25,4	1,6	0,012	-
2012	41,5	15	27,6	1,6	0,003	-
2013	41,9	15,4	27,2	1,7	0,038	0,003
2014	41,9	15	28,2	1,5	0,008	0,252
2015	42	14,1	28,5	1,4	0,008	0,334
2016	42	15,1	29,3	1,5	0,002	0,359
2017	40,3	14,2	28	1,4	0,007	0,341
Diferencia entre el mayor y el menor valor	2,8	1,43	4,85	0,47	0,04	0,36
Desvío	0,89	0,49	1,68	0,17	0,01	0,17
Promedio	41,29	14,78	26,94	1,61	0,01	0,13

Fuente: Elaboración propia.

En los años 1996 y 1997 se observaron valores anómalos de vacas lecheras. Se decidió realizar una interpolación lineal, utilizando la siguiente ecuación entre los años 1995 (año t-1) y 1998 (año base), para obtener datos consistentes con el resto de la serie.

Ecuación 19. Fórmula utilizada para estimar las existencias en años con datos ausentes

$$Existencias\ año_t = \frac{Existencias\ año_{t-1} + (existencias\ año_{base} - existencias\ año_{t-1})}{año_{base} - año_{t-1}}$$

Existencias año$_t$: cantidad de cabezas de la subcategoría de ganado del año de cálculo

Existencias año$_{t-1}$: cantidad de cabezas de la subcategoría de ganado del año anterior al año de cálculo

Existencias año$_{base}$: cantidad de cabezas del año siguiente más próximo que se tiene dato

Año$_{t-1}$: año anterior al año de cálculo

Año$_{base}$: año siguiente más próximo que se tiene dato

Desde el 2008 se utilizan las series de existencias brindadas por el SENASA, por lo cual se cuenta con desagregación por departamento y subcategorías. En dicha

estadística se reporta novillos y novillitos en establecimientos de tambos, pero se excluyeron los mismos ya que se asume que dichas categorías corresponden a las existencias de ganadería de carne y que las estadísticas surgen de establecimientos con actividad de lechera y producción de carne.

Para los años 2021 y 2022 el SENASA presentó las existencias a nivel departamental y desagregadas por categoría, registradas en diciembre de cada año, a diferencia de la serie histórica utilizada que reporta existencias a marzo de cada año. Por esta razón se desarrollaron factores de ajuste por categoría a fin de estimar las existencias por cada categoría en marzo en base a las existencias de diciembre. Para calcular los factores de ajuste se utilizaron las existencias del año 2020, ya que se contaba con series tanto para diciembre como para marzo de este año.

En la tabla siguiente se presentan los valores reales reportados a marzo y diciembre de 2020, y los factores de ajuste por categoría que resultan de la relación entre ambos. En el caso de los toros, toritos y bueyes se obtuvo un factor de ajuste de manera conjunta por la alta variabilidad de los valores reportados en estas tres categorías, y que se debe a la adjudicación alternadamente de las existencias a una u otra de estas categorías que presentan características similares.

Tabla 358. Factores de ajuste entre existencias de marzo y diciembre para ganado lechero

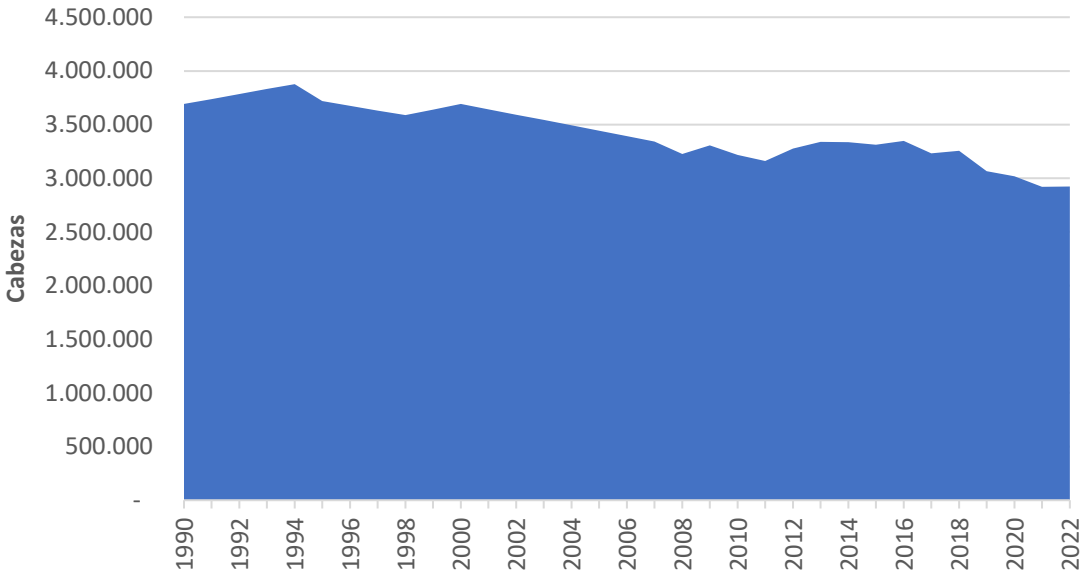
Categoría	Existencias marzo 2020	Existencias diciembre 2020	Factor de ajuste
Vacas	1.586.903	1.681.513	94,37%
Vaquillonas	661.319	668.333	98,95%
Novillos	24.385	33.502	72,79%
Novillitos	89.796	112.406	79,89%
Terneros	233.149	272.877	85,44%
Terneras	506.126	545.348	92,81%
Toros, toritos y bueyes	30.979	35.413	87,48%

Fuente: Elaboración propia

Tendencia del ganado bovino lechero

En la siguiente figura se observa la evolución de las existencias de bovinos destinados a la producción de leche. Se aprecia una leve disminución en la cantidad de animales.

Figura 229. Evolución de las existencias de bovinos lecheros



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se detallan los valores de las existencias de bovinos de leche por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 359. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
Buenos Aires Abasto Norte	29.192	13.850	3.149	10.343	308	-	165	57.007
Buenos Aires Abasto Sur	73.797	32.235	8.648	27.935	536	-	238	143.390
Buenos Aires Mar y Sierras	47.629	20.397	5.432	17.750	350	-	111	91.669
Buenos Aires Oeste	212.983	99.918	26.357	75.498	1.958	-	882	417.596
Buenos Aires Otros	25.236	10.126	3.818	8.376	321	-	93	47.969
Buenos Aires Sur	12.579	5.189	1.444	3.397	137	-	28	22.774
Chaco Santiagueño	24.328	7.933	5.341	7.594	634	-	61	45.891
Córdoba Noreste	16.562	7.470	2.272	4.984	257	-	82	31.626
Córdoba Sur	73.668	36.922	11.104	24.942	914	-	243	147.794
Córdoba Villa María	402.399	154.060	53.044	131.962	5.265	-	1.643	748.374
Entre Ríos Este	21.576	11.764	1.998	7.780	148	-	101	43.367
Entre Ríos Oeste	60.568	26.611	7.140	17.497	716	-	253	112.785
La Pampa Centro y Sur	21.204	9.176	3.275	6.588	195	-	224	40.662
La Pampa Noroeste	4.215	2.749	402	657	42	-	24	8.090
NEA	2.616	630	338	620	195	18	8	4.426
Patagonia	2.984	2.035	185	576	82	-	1	5.863
Salta Valle de Lerma	6.328	3.410	691	1.991	59	-	57	12.536
Santa Fe Centro	431.375	182.911	69.599	132.669	6.734	-	2.685	825.972
Santa Fe Sur	53.619	23.139	4.496	23.452	311	-	105	105.122

Región	Vacas	Vaquillonas	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
Tucumán Trancas	4.626	1.501	417	915	75	-	18	7.553
Valles Cordilleranos	1.492	365	121	331	19	4	-	2.333
Total	1.528.976	652.391	209.272	505.857	19.259	23	7.023	2.922.799

Fuente: Elaboración propia

Estimaciones de ingesta de alimentos por subcategoría de ganado

Los SM de cuencas pampeanas se encuentran adaptados por el Área Técnica del Organismo de Aplicación en base a informes del INTA[231]. Los SM de las cuencas extra pampeanas fueron realizados en base a "De la Tierra al País – Radiografía del gasto e inversión 2011-2012"[232]. La descripción detallada de los SM se reporta en el Anexo "Definición de los sistemas modales lecheros". Cabe destacar que el estudio tiene validez temporal a partir del año 2008. Previamente se utilizaron las definiciones de ingesta de las subcategorías de ganado definidas en la SCN. Los SM fueron desarrollados en función de las cuencas lecheras, por lo que se cuenta con 21 SM, presentados en la siguiente ilustración.

[231] Engler *et al* (2016). Costos Regionales de los Sistemas Primarios de Producción de Leche. INTA.
[232] AACREA (2012). De la Tierra al País - Radiografía del gasto e inversión 2011-2012.

Ilustración 58. Regionalización para sistemas modales de bovinos lecheros



Fuente: Elaboración propia con base en Proyecto "Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Cadena de Valor de la Carne Bovina" sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina

En la siguiente tabla se indica el listado de parámetros definidos para ambas actividades.

Tabla 360. Parámetros de los sistemas productivos

Parámetros definidos	U.M.	Definición
Región	Adimensional	Regionalización geográfica.
Temperatura promedio	Adimensional	Rango de temperatura promedio región.
Digestibilidad	%	Digestibilidad por tipo de alimento. En el caso de las pasturas se distingue por región.
Proteína	%	Contenido de proteína bruta por cada tipo de alimento. En el caso de las pasturas se distingue por región.
Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	Peso promedio de un animal de la subcategoría correspondiente.
Aumento diario	kg/cabeza	Peso al inicio del engorde. Solo para vaquillona, toro y torito.
Leche	kg/día	Producción diaria de leche para vaca lactando vacía.
Grasa	% en peso	Contenido graso de la leche para vaca lactando vacía.
% Sistema de gestión de estiércol	%	% por sistema de gestión de estiércol promedio anual. Definición equivalente con IPCC 2006 – Cuadro 10.18.
Gestión del rodeo	Adimensional	Situación alimentaria equivalente con IPCC 2006 – Cuadro 10.5.
% EV	%	Porcentaje de vaca en cada estadio.
% Vaquillonas	%	Porcentaje de vaquillonas mayores o menores a un año.

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo “Definición de sistemas modales lecheros” se detallan las definiciones de los SM, los parámetros utilizados para la estimación de la ingesta diaria, y los departamentos incluidos en cada SM.

Entre 1990 y 2007 se desarrolló una técnica de empalme a fin de mantener la coherencia en la serie temporal de las emisiones. Para ello, se realizaron interpolaciones lineales a nivel nacional entre los datos de provistos para el año 2000 por la SCN y los definidos por los SM para el año 2008. El empalme se realiza únicamente para la digestibilidad de la dieta, el cual se detalla en la siguiente tabla. Para los años correspondientes al periodo 1990 y 1999, se utilizó la caracterización de los sistemas productivos realizada para el año 2000, teniendo en consideración las variaciones por el destete.

Tabla 361. Empalme de parámetros de bovinos lecheros

Parámetro	2000	2007 (promedio 2008)
Digestibilidad (%)	65	65,28

Fuente: Elaboración propia

La estimación de la ingesta diaria se realizó para cada SM y región según las ecuaciones definidas en el volumen 4, capítulo 10 de las Directrices del IPCC de 2006. En la siguiente tabla se detallan las ecuaciones utilizadas.

Tabla 362. Variables para el cálculo de los diferentes tipos de energía neta y energía bruta

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
NE_m	Energía Neta de Mantenimiento	Energía neta requerida para mantener a un animal en equilibrio sin que se gane ni se pierda energía corporal.	Ecuación 10.3	MJ/día
NE_a	Energía Neta para la actividad	Energía neta requerida por un animal para obtener su alimento, agua y refugio.	Ecuación 10.4	MJ/día
NE_g	Energía Neta para el crecimiento	Energía neta requerida para ganar peso.	Ecuación 10.6	MJ/día
NE_l	Energía Neta para la lactancia	-	Ecuación 10.8	MJ/día
C_p	Coeficiente de preñez	Energía neta requerida para la preñez durante un período de gestación de 281 días.	Cuadro 10.7	-
NE_p	Energía Neta para la preñez	-	Ecuación 10.13	MJ/día
REM	Relación entre energía neta disponible en la dieta para mantenimiento y energía digerible	-	Ecuación 10.14	-
REG	Relación entre la energía disponible en una dieta para crecimiento y la energía digerible consumida	-	Ecuación 10.15	-

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
DE	Digestibilidad	Parte de la GE que no se excreta con las heces.	Calculado por promedio ponderado de la dieta de cada SM y la digestibilidad de cada alimento.	%
GE	Energía Bruta	Cantidad de energía que necesita un animal para su mantenimiento y para actividades tales como el crecimiento, la lactancia y la preñez.	Ecuación 10.16	MJ/día

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se detallan los coeficientes utilizados para la estimación de la ingesta diaria según la caracterización del ganado bovino lechero.

Tabla 363. Coeficientes según subcategoría de ganado

Subcategoría INGEI	Cfi	Fuente de información/ Criterio	C	Fuente de información / Criterio	Cp	Fuente de información / Criterio
	MJ/día kg	Cuadro 10.4	Adimensional	Ecuación 10.6	Adimensional	Cuadro 10.7
Toros, toritos y bueyes	0,370	Vacunos/búfalos (toros)	1,2	Toros	-	
Vaca Lactando y Vacía	0,386	Vacunos/búfalos (vacas en lactancia)	0,8	Hembras	-	
Vaca Lactando y Gestando	0,386	Vacunos/búfalos (vacas en lactancia)	0,8	Hembras	0,1	Vacunos y búfalos
Vaca Seca y Gestando	0,322	Vacunos/búfalos (vacas no en lactancia)	0,8	Hembras	0,1	Vacunos y búfalos
Vaca Seca y Vacía	0,322	Vacunos/búfalos (vacas no en lactancia)	0,8	Hembras	-	
Vaquillona	0,322	Vacunos/búfalos (vacas no en lactancia)	0,8	Hembras	-	
Novillo y novillitos	0,322	Vacunos/búfalos (vacas no en lactancia)	1	Castrados	-	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 364. Coeficiente por actividad según situación alimentaria

Situación Alimentaria	Ca	Descripción
Compartimiento	0	Los animales están confinados en una pequeña superficie (es decir, amarrados, en caballerizas, en establo) de lo que resulta que gastan muy poca o ninguna energía en procura de alimento.
Pastura	0,17	Los animales están confinados en áreas con suficiente forraje, lo que exige un escaso gasto de energía en procura del alimento.
Grandes superficies de pastoreo	0,36	Los animales pastan a campo abierto o en terrenos accidentados y gastan una cantidad significativa de energía en procura de su alimento.

Fuente: Elaboración propia

Aseguramiento de calidad de los sistemas modales de leche

Debido a la importante contribución de las emisiones provenientes de los bovinos de leche a las emisiones totales, se realizan controles adicionales sobre la calidad de las estimaciones. Los controles difieren según el tipo de actividad de la producción.

El cálculo de producción de leche promedio de los SM se calcula según la siguiente ecuación, que consiste en la multiplicación de la producción promedio de leche de la zona α por la cantidad cabezas de vacas de la zona α correspondiente por 365 (correspondiente a todo un año). Luego se realiza la sumatoria de la producción de leche de las zonas.

Ecuación 20. Cálculo de la producción de leche promedio de los SM

$$Prod\ de\ leche\ nacional(SM) = \sum_{\alpha=1}^{n} (prod\ promedio\ leche^{\alpha} * \ vacas^{\alpha} * 365)$$

$Prod\ de\ leche\ nacional(SM)$: producción de leche promedio de los SM

$Prod\ promedio\ leche^{\alpha}$= producción promedio de leche de la zona α

$Vacas^{\alpha}$ = cantidad (cabezas) de vacas de la zona α

365= días del año

α= zonas (21 zonas)

A su vez la producción promedio de leche de la zona α se calcula según la ecuación a continuación, que consiste en la multiplicación de la producción diaria de leche de la zona α por la proporción de vacas de la zona α.

Ecuación 21. Cálculo de la producción de leche de la zona α

$$Prod\ promedio\ leche^{\alpha} = \%V^{\alpha} * prod\ diaria\ de\ leche^{\alpha}$$

$Prod\ promedio\ leche^{\alpha}$= producción promedio de leche de la zona α

$Prod\ diaria\ de\ leche^{\alpha}$= producción diaria de leche de la zona α

$\%V^{\alpha}$ = proporción de vacas de la zona α

α= zonas (21 zonas)

La proporción de vacas de la zona α se calcula dividiendo la cantidad de vacas de la zona α por la cantidad de vacas totales. La producción diaria de leche de la zona α se calcula mediante la ecuación siguiente que consiste en multiplicar el porcentaje de vacas en el estadio *i* en la zona α por la producción diaria de leche del estadio *i* en la zona α y luego realizar la sumatoria del resultado de los estadios.

Ecuación 22. Cálculo de la producción diaria de leche de la zona α

$$Prod\ diaria\ de\ leche^{\alpha} = \sum_{i=1}^{4} (prod\ diaria\ de\ leche_i^{\alpha})$$

$Prod\ diaria\ de\ leche^{\alpha}$= producción diaria de leche de la zona α

$Prod\ diaria\ de\ leche_i^{\alpha}$: producción diaria de leche del estadio *i* y la zona α

α: zonas (21 zonas)

i: estadios (LV,LG,SV,SG)

El cálculo de la producción diaria de leche del estadio *i* en la zona α se realiza mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 23. Cálculo de la producción diaria de leche del estadio *i* en la zona α

$$Prod\ diaria\ de\ leche_i^{\alpha} = prod\ diaria\ de\ leche\ ajustada_i^{\alpha} * \%EV_i^{\alpha}$$

$Prod\ diaria\ de\ leche_i^{\alpha}$: producción diaria de leche del estadio *i* en la zona α

$Prod\ diaria\ de\ leche\ ajustada_i^{\alpha}$: producción diaria de leche del modelo del estadio i en la zona α

$\%EV_i^{\alpha}$: porcentaje de vacas en el estadio *i* de la zona α

α: zonas (21 zonas)

i: estadios (LV,LG,SV,SG)

La producción diaria de leche ajustada del estadio *i* en la zona α surge de la multiplicación de la producción diaria de leche del modelo de la zona α por el porcentaje de ajuste nacional. La producción diaria de leche del modelo es diferente entre vacas LV y LG. Para las vacas LV se utiliza el dato de los SM (Anexo

"Definición de sistemas modales lecheros") y para las vacas LG se asume que la producción diaria de leche es el 80% del dato de los SM.

En la siguiente tabla se encuentran los valores de los coeficientes de ajuste de la producción de leche de 2008 a 2022. No se encuentra un patrón definido ya que la producción de leche es muy variable según las condiciones climáticas.

Tabla 365. Coeficientes de ajuste de la producción de leche por año

Año	Coeficiente de ajuste producción de leche
2008	1,12
2009	1,11
2010	1,18
2011	1,32
2012	1,30
2013	1,22
2014	1,23
2015	1,29
2016	1,10
2017	1,11
2018	1,16
2019	1,21
2020	1,33
2021	1,37
2022	1,38

Fuente: Elaboración propia

Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos lecheros

Factor de emisión vacas

Las existencias de la subcategoría de ganado vaca son desagregadas en 4 estadios que difieren en la energía neta para la preñez y para la lactancia que utilizan, al igual que en el caso de las vacas en los sistemas de producción de carne. La desagregación se realiza por valores provistos por dictamen experto detallados en la siguiente tabla.

Tabla 366. Desagregación de vacas según estadio – Bovinos Lecheros

Estadio Vaca (EV)	%
Vaca LG	%LG = 0,78 * 0,37
Vaca LV	%LV = 0,78 * 0,63
Vaca SG	% SG = 20
Vaca SV	% SV = 2

Fuente: Elaboración propia

El %EV obtenido es utilizado para el cálculo de FE de la subcategoría de ganado vaca calculados mediante la siguiente ecuación; se realiza un promedio ponderado a partir de los %EV y los FE de cada estadio. De esta manera se obtiene un único FE para la categoría vacas por cada zona α.

Ecuación 24. Cálculo del factor de emisión de vacas de cría de bovinos lecheros

$$FE^{\alpha} = \left(\sum_{i=1}^{4} \%EV_i^{\alpha} * FE_i^{\alpha} \right)$$

FE^{α}: FE de vacas de la zona α

$\%EV_i^{\alpha}$: porcentaje de vacas en el estadio *i* en la zona α

FE_i^{α}: FE de la vaca en estadio *i* en la zona α

α: zonas (21 zonas)

i: estadio (4 estadios: LG/SG/SV/LV)

Factor de emisión vaquillonas

Los FE de la subcategoría de ganado vaquillonas se calculan mediante la ecuación a continuación; se realiza un promedio ponderado entre el FE de las vaquillonas de dos grupos (mayores de un año y menores de un año). De esta forma, el resultado es un FE por zona α.

Ecuación 25. Cálculo del factor de emisión de vaquillonas de bovinos lecheros

$$FE_{vq}{}^{\alpha} = \left(\sum_{j=1}^{2} FE_{vq}{}_j^{\alpha} * \%Vq_j^{\alpha} \right)$$

$FE_{vq}{}^{\alpha}$: FE de vaquillonas de recría de la zona α

$FE_{vq}{}_j^{\alpha}$: FE de vaquillonas de recría en el rango de edad j y zona α

$\%Vq_j^{\alpha}$: porcentaje de vaquillonas de recría en el rango de edad j y zona α

α: zonas (2 zonas: fría y templada)

j: rango de edades (2 niveles: mayor a 1 y menor a 1)

Factor de emisión toros, toritos y bueyes

Para toros y toritos, los FE se calculan utilizando el método de cálculo Nivel 2 con los parámetros definidos para región fría y templada. Para bueyes se utilizan los valores obtenidos en el cálculo para toros.

Anexo Definición de sistemas modales lecheros

Los SM de leche se organizaron en función de las cuencas lecheras. En las siguientes tablas se encuentran destallados los parámetros comunes para todas las cuencas y aquellos que varían por cuenca.

Tabla 367. Parámetros comunes para todas las cuencas

Variable	Descripción	Unidad	Valor
% Vaca (LV)	Vaca Lactando y Vacía	% Vaca (LV) / Vaca total	49%
% Vaca (LG)	Vaca Lactando y Gestando	% Vaca (LG) / Vaca total	29%
% Vaca (SG)	Vacas Seca y Gestando	% Vaca (SG) / Vaca total	20%
% Vaca (SV)	Vacas Seca y Vacía	% Vaca (LV) / Vaca total	2%
GR	Gestión del Rodeo	Tipo	Pastura
CP	Proteína de la Dieta	%	15%
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada	kg	600

Fuente: Elaboración propia

Tabla 368. Valores de digestibilidad promedio, producción de leche por vaca y temperatura promedio por SM

Cuenca lechera	Digestibilidad Promedio (% MS)	Producción de leche/vaca (l/VO/día)	Temperatura promedio (k)
Buenos Aires Oeste	64,59	22,48	< 15
Buenos Aires Sur	68,27	28,55	< 15
Buenos Aires Mar y Sierras	65,98	20,58	< 15
Buenos Aires Abasto Sur	64,33	20,98	< 15
Buenos Aires Abasto Norte	65,53	20,64	15 <= T media < 25
Buenos Aires Otros	69,07	10,45	< 15
Entre Ríos Oeste	64,80	20,29	15 <= T media < 25
Entre Ríos Este	64,80	20,29	15 <= T media < 25
Santa Fe Sur	66,90	20,91	15 <= T media < 25
Santa Fe Centro	65,69	19,67	15 <= T media < 25
Córdoba Sur	64,91	20,98	15 <= T media < 25
Córdoba Villa María	64,62	21,15	15 <= T media < 25

Cuenca lechera	Digestibilidad Promedio (% MS)	Producción de leche/vaca (l/VO/día)	Temperatura promedio (k)
Córdoba Noreste	66,22	20,12	15 <= T media < 25
La Pampa Noroeste	67,86	20,9	15 <= T media < 25
La Pampa Centro y Sur	64,66	20,2	< 15
Tucumán Trancas	69,93	24,48	15 <= T media < 25
Salta Valle de Lerma	69,48	22,14	15 <= T media < 25
NEA	67,14	12,35	15 <= T media < 25
Valles Cordilleranos	68,58	9	15 <= T media < 25
Patagonia	67,50	13,6	< 15
Chaco Santiagueño	67,59	19	15 <= T media < 25

Fuente: Elaboración propia

En el caso de las vacas, se asume que el 10% del estiércol de las vacas en ordeñe (LV y LG) se gestiona en un sistema de laguna anaeróbica no cubierta y el otro 90% queda en campo. Para las vacas SV y las vacas SG, se considera que el 100% del estiércol queda en campo. A su vez, el dato local de producción de leche corresponde a una vaca LV; se asume que la vaca lactando y gestando tiene una menor producción de leche.

En las siguientes tablas se detallan los parámetros para las subcategorías de vaquillonas y toros, respectivamente.

Tabla 369. Parámetros sistema modal de leche de vaquillonas

Variable	Descripción	Unidad	Región			
			Fría	Fría	Templada	Templada
Edad	-	años	> 1 año	< 1 año	> 1 año	< 1 año
k	Temperatura Promedio	Rango	< 15	< 15	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
% Vaquillona	Porcentaje de Vaquillona	% Vaquillona	70%	30%	70%	30%
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	100%	100%	100%	100%
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	450	200	450	200
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	450	200	450	200
WG	Aumento Diario	kg/día	0,30	0,30	0,30	0,30
DE	Digestibilidad	%	65,00	65,00	65,00	65,00
Leche	Producción Diaria de Leche	kg/día	-	-	-	-

Variable	Descripción	Unidad	Región			
			Fría	Fría	Templada	Templada
Grasa	Contenido Graso de la Leche	% en peso	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 370. Parámetros sistema modal de leche de toros y toritos

Variable	Descripción	Unidad	Toro	Torito	Toro	Torito
Región	-	-	Fría	Fría	Templada	Templada
k	Temperatura Promedio	Rango	< 15	< 15	15 <= T media < 25	15 <= T media < 25
% Toros	Porcentaje de Toros	% Toros	100%	100%	100%	100%
MS_{SPRP}	Pastura/Prado/Pradera	%	100%	100%	100%	100%
BW	Peso corporal vivo promedio	kg/cabeza	750	495	750	495
TAM	Masa animal típica para la categoría de ganado	kg/cabeza	750	495	750	495
WG	Aumento Diario	kg/día	-	0,50	-	0,50
DE	Digestibilidad	%	65,00	65,00	65,00	65,00

Fuente: Elaboración propia

Los departamentos incluidos en las cuencas lecheras se encuentran en las siguientes tablas.

Tabla 371. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Abasto Norte

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Alberti
Buenos Aires	Baradero
Buenos Aires	Bragado
Buenos Aires	Campana
Buenos Aires	Capitán Sarmiento
Buenos Aires	Carmen de Areco
Buenos Aires	Chacabuco
Buenos Aires	Chivilcoy
Buenos Aires	Escobar
Buenos Aires	Exaltación de la Cruz
Buenos Aires	General Arenales
Buenos Aires	Junín
Buenos Aires	Lujan
Buenos Aires	Mercedes
Buenos Aires	Pilar

Provincia	Departamento
Buenos Aires	San Andrés de Giles
Buenos Aires	Suipacha
Buenos Aires	Zarate
Capital Federal	Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Fuente: Elaboración propia

Tabla 372. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Abasto Sur

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Berisso
Buenos Aires	Castelli
Buenos Aires	Chascomús
Buenos Aires	Coronel Brandsen
Buenos Aires	Ensenada
Buenos Aires	General Belgrano
Buenos Aires	General Las Heras
Buenos Aires	General Paz
Buenos Aires	General Rodríguez
Buenos Aires	La Plata
Buenos Aires	Lobos
Buenos Aires	Magdalena
Buenos Aires	Marcos Paz
Buenos Aires	Monte
Buenos Aires	Navarro
Buenos Aires	San Vicente
Buenos Aires	Punta Indio
Buenos Aires	Veinticinco de Mayo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 373. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Mar y Sierras

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Ayacucho
Buenos Aires	Azul
Buenos Aires	Balcarce
Buenos Aires	Benito Juárez
Buenos Aires	General Alvarado
Buenos Aires	General Pueyrredón

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Gonzales Chaves
Buenos Aires	Lobería
Buenos Aires	Mar Chiquita
Buenos Aires	Necochea
Buenos Aires	Olavarría
Buenos Aires	Rauch
Buenos Aires	San Cayetano
Buenos Aires	Tandil
Buenos Aires	Tres Arroyos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 374. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Oeste

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Adolfo Alsina
Buenos Aires	Ameghino
Buenos Aires	Bolívar
Buenos Aires	Carlos Casares
Buenos Aires	Carlos Tejedor
Buenos Aires	Daireaux
Buenos Aires	General Pinto
Buenos Aires	General Viamonte
Buenos Aires	General Villegas
Buenos Aires	Guamini
Buenos Aires	Hipólito Yrigoyen
Buenos Aires	Lincoln
Buenos Aires	Nueve de Julio
Buenos Aires	Pehuajó
Buenos Aires	Pellegrini
Buenos Aires	Rivadavia
Buenos Aires	Salliqueló
Buenos Aires	Trenque Lauquen
Buenos Aires	Tres Lomas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 375. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Otros

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Buenos Aires	Almirante Brown	Buenos Aires	Maipú
Buenos Aires	Arrecifes	Buenos Aires	Malvinas Argentinas
Buenos Aires	Avellaneda	Buenos Aires	Merlo
Buenos Aires	Berazategui	Buenos Aires	Monte Hermoso
Buenos Aires	Cañuelas	Buenos Aires	Moreno
Buenos Aires	Carmen de Patagones	Buenos Aires	Morón
Buenos Aires	Colon	Buenos Aires	Pergamino
Buenos Aires	Coronel Dorrego	Buenos Aires	Pila
Buenos Aires	Coronel Pringles	Buenos Aires	Pinamar
Buenos Aires	Dolores	Buenos Aires	Quilmes
Buenos Aires	Esteban Echeverría	Buenos Aires	Ramallo
Buenos Aires	Ezeiza	Buenos Aires	Rojas
Buenos Aires	Presidente Perón	Buenos Aires	Roque Pérez
Buenos Aires	Florencio Varela	Buenos Aires	Saladillo
Buenos Aires	General Alvear	Buenos Aires	Salto
Buenos Aires	General Guido	Buenos Aires	San Antonio de Areco
Buenos Aires	General Lamadrid	Buenos Aires	San Cayetano
Buenos Aires	General Lavalle	Buenos Aires	San Fernando
Buenos Aires	General Madariaga	Buenos Aires	San Isidro
Buenos Aires	General San Martin	Buenos Aires	San Nicolás
Buenos Aires	General Sarmiento	Buenos Aires	San Pedro
Buenos Aires	La Costa	Buenos Aires	Tapalqué
Buenos Aires	La Matanza	Buenos Aires	Tigre
Buenos Aires	Lanús	Buenos Aires	Tordillo
Buenos Aires	Laprida	Buenos Aires	Tres de Febrero
Buenos Aires	Las Flores	Buenos Aires	Vicente López
Buenos Aires	Leandro N. Alem	Buenos Aires	Villa Gesell
Buenos Aires	Lomas de Zamora	Buenos Aires	Villarino

Fuente: Elaboración propia

Tabla 376. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Sur

Provincia	Departamento
Buenos Aires	Bahía Blanca
Buenos Aires	Coronel Rosales
Buenos Aires	Coronel Suarez
Buenos Aires	Púan
Buenos Aires	Saavedra
Buenos Aires	Tornquist

Fuente: Elaboración propia

Tabla 377. Departamentos de la cuenca Chaco Santiagueño

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Chaco	Doce de Octubre	Santiago Del Estero	Choya
Chaco	2 de Abril	Santiago Del Estero	Copo
Chaco	Nueve de Julio	Santiago Del Estero	Figueroa
Chaco	Almirante Brown	Santiago Del Estero	General Taboada
Chaco	Chacabuco	Santiago Del Estero	Guasayan
Chaco	Comandante Fernández	Santiago Del Estero	Jiménez
Chaco	General Belgrano	Santiago Del Estero	Juan F. Ibarra
Chaco	General Güemes	Santiago Del Estero	Loreto
Chaco	Independencia	Santiago Del Estero	Mitre
Chaco	Maipú	Santiago Del Estero	Moreno
Formosa	Bermejo	Santiago Del Estero	Ojo de Agua
Formosa	Matacos	Santiago Del Estero	Pellegrini
Formosa	Patiño	Santiago Del Estero	Quebrachos
Formosa	Ramón Lista	Santiago Del Estero	Rio Hondo
Santiago Del Estero	Aguirre	Santiago Del Estero	Rivadavia
Santiago Del Estero	Alberdi	Santiago Del Estero	Robles
Santiago Del Estero	Atamisqui	Santiago Del Estero	Salavina
Santiago Del Estero	Avellaneda	Santiago Del Estero	San Martin
Santiago Del Estero	La Banda	Santiago Del Estero	Sarmiento
Santiago Del Estero	Belgrano	Santiago Del Estero	Silipica
Santiago Del Estero	Capital		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 378. Departamentos de la cuenca Córdoba Noreste

Provincia	Departamento
Córdoba	Calamuchita
Córdoba	Capital
Córdoba	Colon
Córdoba	Cruz del Eje
Córdoba	Ischilin
Córdoba	Minas
Córdoba	Pocho
Córdoba	Punilla
Córdoba	Rio Primero
Córdoba	Rio Seco
Córdoba	San Alberto
Córdoba	San Javier
Córdoba	Santa María
Córdoba	Sobremonte
Córdoba	Totoral
Córdoba	Tulumba

Fuente: Elaboración propia

Tabla 379. Departamentos de la cuenca Córdoba Sur

Provincia	Departamento
Córdoba	General Roca
Córdoba	Juárez Celman
Córdoba	Presidente Roque Saenz Peña
Córdoba	Río Cuarto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 380. Departamentos de la cuenca Córdoba Villa María

Provincia	Departamento
Córdoba	General San Martín
Córdoba	Marcos Juárez
Córdoba	Río Segundo
Córdoba	San Justo
Córdoba	Tercero Arriba
Córdoba	Unión

Fuente: Elaboración propia

Tabla 381. Departamentos de la cuenca Entre Ríos Este

Provincia	Departamento
Entre Ríos	Colón
Entre Ríos	Concordia
Entre Ríos	San Salvador
Entre Ríos	Federación
Entre Ríos	Federal
Entre Ríos	Feliciano
Entre Ríos	Gualeguay
Entre Ríos	Gualeguaychú
Entre Ríos	Islas del Ibicuy
Entre Ríos	Tala
Entre Ríos	Uruguay
Entre Ríos	Villaguay

Fuente: Elaboración propia

Tabla 382. Departamentos de la cuenca Entre Ríos Oeste

Provincia	Departamento
Entre Ríos	Diamante
Entre Ríos	La Paz
Entre Ríos	Nogoyá
Entre Ríos	Paraná
Entre Ríos	Victoria

Fuente: Elaboración propia

Tabla 383. Departamentos de la cuenca La Pampa Centro y Sur

Provincia	Departamento		
La Pampa	Atreuco	San Luis	Ayacucho
La Pampa	Caleu Caleu	San Luis	Belgrano
La Pampa	Capital	San Luis	Chacabuco

Provincia	Departamento		
La Pampa	Catrilo	San Luis	Coronel Pringles
La Pampa	Chalileo	San Luis	General Pedernera
La Pampa	Chicalco	San Luis	Gobernador Dupuy
La Pampa	Conhelo	San Luis	Junín
La Pampa	Curaco	San Luis	La Capital
La Pampa	Guatrache	San Luis	Libertador General San Martin
La Pampa	Hucal		
La Pampa	Lihuel Calel		
La Pampa	Limay Mahuida		
La Pampa	Loventue		
La Pampa	Puelen		
La Pampa	Quemu Quemu		
La Pampa	Toay		
La Pampa	Utracán		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 384. Departamentos de la cuenca La Pampa Noroeste

Provincia	Departamento
La Pampa	Chapaleufu
La Pampa	Maraco
La Pampa	Realicó
La Pampa	Rancul
La Pampa	Trenel

Fuente: Elaboración propia

Tabla 385. Departamentos de la cuenca NEA

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Chaco	Primero de Mayo	Corrientes	Paso de los Libres
Chaco	Veinticinco de Mayo	Corrientes	Saladas
Chaco	Bermejo	Corrientes	San Cosme
Chaco	Fray Justo Santa María de Oro	Corrientes	San Luis del Palmar
Chaco	General Donovan	Corrientes	San Martín
Chaco	Libertad	Corrientes	San Miguel
Chaco	Libertador General San Martín	Corrientes	San Roque
Chaco	Mayor Luis J. Fontana	Corrientes	Santo Tome
Chaco	O'Higgins	Corrientes	Sauce
Chaco	Presidente de la Plaza	Formosa	Formosa
Chaco	Quitilipi	Formosa	Laishi
Chaco	San Fernando	Formosa	Pilagas
Chaco	San Lorenzo	Formosa	Pilcomayo
Chaco	Sargento Cabral	Formosa	Pirane
Chaco	Tapenaga	Misiones	Veinticinco de Mayo
Corrientes	Bella Vista	Misiones	Apóstoles
Corrientes	Beron de Astrada	Misiones	Cainguas
Corrientes	Capital	Misiones	Candelaria
Corrientes	Concepción	Misiones	Capital
Corrientes	Curuzú Cuatiá	Misiones	Concepción
Corrientes	Empedrado	Misiones	Eldorado
Corrientes	Esquina	Misiones	General Manuel Belgrano
Corrientes	General Paz	Misiones	Guaraní
Corrientes	General Alvear	Misiones	Iguazú
Corrientes	Goya	Misiones	Leandro N. Alem
Corrientes	Itatí	Misiones	Libertador General San Martín

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Corrientes	Ituzaingó	Misiones	Montecarlo
Corrientes	Lavalle	Misiones	Obera
Corrientes	Mburucuya	Misiones	San Ignacio
Corrientes	Mercedes	Misiones	San Javier
Corrientes	Monte Caseros	Misiones	San Pedro

Fuente: Elaboración propia

Tabla 386. Departamentos de la cuenca Patagonia

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Chubut	Biedma	Neuquén	Norquin
Chubut	Viedma	Neuquén	Pehuenches
Chubut	Cushamen	Neuquén	Picun Leufu
Chubut	Escalante	Neuquén	Picunches
Chubut	Florentino Ameghino	Neuquén	Zapala
Chubut	Futaleufú	Rio Negro	Veinticinco de Mayo
Chubut	Gaiman	Rio Negro	Nueve de Julio
Chubut	Gastre	Rio Negro	Adolfo Alsina
Chubut	Languineo	Rio Negro	Avellaneda
Chubut	Martires	Rio Negro	Bariloche
Chubut	Paso de Indios	Rio Negro	Conesa
Chubut	Rawson	Rio Negro	El Cuy
Chubut	Rio Senguerr	Rio Negro	General Roca
Chubut	Sarmiento	Rio Negro	Norquinco
Chubut	Tehuelches	Rio Negro	Pichi Mahuida
Chubut	Telsen	Rio Negro	Pilcaniyeu
Neuquén	Alumine	Rio Negro	San Antonio
Neuquén	Anelo	Rio Negro	Valcheta
Neuquén	Catan-lil	Santa Cruz	Corpen Aike
Neuquén	Chos-malal	Santa Cruz	Deseado
Neuquén	Collon-Cura	Santa Cruz	Guer Aike
Neuquén	Confluencia	Santa Cruz	Lago Argentino
Neuquén	Huiliches	Santa Cruz	Lago Buenos Aires
Neuquén	Lacar	Santa Cruz	Magallanes
Neuquén	Loncopue	Santa Cruz	Rio Chico

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Neuquén	Los Lagos	Tierra del fuego	Rio Grande
Neuquén	Minas	Tierra del fuego	Ushuaia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 387. Departamentos de la cuenca Salta Valle de Lerma

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Jujuy	Capital	Salta	Candelaria
Jujuy	Cochinoca	Salta	La Capital
Jujuy	El Carmen	Salta	Cerrillos
Jujuy	Humahuaca	Salta	Chicoana
Jujuy	Ledesma	Salta	General José de San Martín
Jujuy	Palpala	Salta	General Guemes
Jujuy	Rinconada	Salta	Guachipas
Jujuy	San Antonio	Salta	Iruya
Jujuy	San Pedro	Salta	La Vi¥a
Jujuy	Santa Bárbara	Salta	Los Andes
Jujuy	Santa Catalina	Salta	Metan
Jujuy	Susques	Salta	Molinos
Jujuy	Tilcara	Salta	Oran
Jujuy	Tumbaya	Salta	La Poma
Jujuy	Valle Grande	Salta	Rivadavia
Jujuy	Yavi	Salta	Rosario de la Frontera
Salta	Anta	Salta	Rosario de Lerma
Salta	Cachi	Salta	San Carlos
Salta	Cafayate	Salta	Santa Victoria
Salta	La Caldera		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 388. Departamentos de la cuenca Santa Fe Centro

Provincia	Departamento
Santa Fe	Nueve de Julio
Santa Fe	Castellanos
Santa Fe	Garay
Santa Fe	General Obligado
Santa Fe	La Capital
Santa Fe	Las Colonias
Santa Fe	San Cristóbal
Santa Fe	San Javier
Santa Fe	San Jerónimo
Santa Fe	San Justo
Santa Fe	San Martin
Santa Fe	Vera

Fuente: Elaboración propia

Tabla 389. Departamentos de la cuenca Santa Fe Sur

Provincia	Departamento
Santa Fe	Belgrano
Santa Fe	Caseros
Santa Fe	Constitución
Santa Fe	General López
Santa Fe	Iriondo
Santa Fe	Rosario
Santa Fe	San Lorenzo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 390. Departamentos de la cuenca Tucumán Trancas

Provincia	Departamento
Tucumán	Juan B. Alberdi
Tucumán	Burruyacu
Tucumán	San Miguel de Tucumán
Tucumán	Chicligasta
Tucumán	Cruz Alta
Tucumán	Famailla
Tucumán	Graneros
Tucumán	La Cocha
Tucumán	Leales
Tucumán	Lules
Tucumán	Monteros
Tucumán	Rio Chico
Tucumán	Simoca
Tucumán	Tafí del Valle
Tucumán	Tafi Viejo
Tucumán	Trancas
Tucumán	Yerba Buena

Fuente: Elaboración propia

Tabla 391. Departamentos de la cuenca Valles Cordilleranos

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Catamarca	Ambato	Mendoza	Godoy Cruz
Catamarca	Ancasti	Mendoza	Guaymallen
Catamarca	Andalgala	Mendoza	Junín
Catamarca	Antofagasta de la Sierra	Mendoza	La Paz
Catamarca	Belén	Mendoza	Las Heras
Catamarca	Capayan	Mendoza	Lavalle
Catamarca	Capital	Mendoza	Luján de Cuyo
Catamarca	El Alto	Mendoza	Maipú

Provincia	Departamento	Provincia	Departamento
Catamarca	Fray Mamerto Esquiú	Mendoza	Malargue
Catamarca	La Paz	Mendoza	Rivadavia
Catamarca	Paclin	Mendoza	San Carlos
Catamarca	Poman	Mendoza	San Martin
Catamarca	Santa María	Mendoza	San Rafael
Catamarca	Santa Rosa	Mendoza	Santa Rosa
Catamarca	Tinogasta	Mendoza	Tunuyán
Catamarca	Valle Viejo	Mendoza	Tupungato
La Rioja	Arauco	San Juan	Veinticinco de Mayo
La Rioja	Capital	San Juan	Albardon
La Rioja	Castro Barros	San Juan	Angaco
La Rioja	Chamical	San Juan	Calingasta
La Rioja	Chilecito	San Juan	Capital
La Rioja	Coronel Felipe Varela	San Juan	Nueve de Julio
La Rioja	Famatina	San Juan	Caucete
La Rioja	General Angel Vicente	San Juan	Chimbas
La Rioja	General Belgrano	San Juan	Iglesia
La Rioja	Cnel. Juan F. Quiroga	San Juan	Jachal
La Rioja	General La Madrid	San Juan	Pocito
La Rioja	General Ocampo	San Juan	Rawson
La Rioja	General San Martin	San Juan	Rivadavia
La Rioja	Independencia	San Juan	San Martín
La Rioja	Rosario Vera Peñaloz	San Juan	Libertador General San Martín
La Rioja	San Blas de los Sauces	San Juan	Santa Lucia
La Rioja	Sanagasta	San Juan	Sarmiento
La Rioja	Vinchina	San Juan	Ullún
Mendoza	Capital	San Juan	Valle Fértil
Mendoza	General Alvear	San Juan	Zonda

Fuente: Elaboración propia

Anexo Factores de emisión según caracterización de ganado lechero

En la siguiente tabla se detallan los parámetros para bovinos lecheros según caracterización. La alimentación se basa en pasturas en todo el país.

Tabla 392. Detalle de Factores de emisión según caracterización de ganado bovino lechero

Cuenca lechera	Subcategoría de ganado	BW	TAM	DE	Leche	GE	FE Fermentación Entérica
		kg / Cabeza	kg / Cabeza	%	kg / día	Mj/Día	Kg CH_4
Buenos Aires Oeste	Vacas	600	600	65	22,41	364	150,48
Buenos Aires Sur	Vacas	600	600	68	28,46	386	159,64
Buenos Aires Mar y Sierras	Vacas	600	600	66	20,52	337	139,26
Buenos Aires Abasto Sur	Vacas	600	600	64	20,91	353	145,83
Buenos Aires Abasto Norte	Vacas	600	600	66	20,57	341	140,80
Buenos Aires Otros	Vacas	600	600	69	10,41	235	97,05
Entre Ríos Oeste	Vacas	600	600	65	20,22	343	141,84
Entre Ríos Este	Vacas	600	600	65	20,22	343	141,84
Santa Fe Sur	Vacas	600	600	67	20,84	333	137,52
Santa Fe Centro	Vacas	600	600	66	19,61	331	136,91
Córdoba Sur	Vacas	600	600	65	20,91	348	143,96
Córdoba Villa María	Vacas	600	600	65	21,08	352	145,54
Córdoba Noreste	Vacas	600	600	66	20,05	331	136,93
La Pampa Noroeste	Vacas	600	600	68	20,83	327	134,98
La Pampa Centro y Sur	Vacas	600	600	65	20,13	343	141,92
Tucumán Trancas	Vacas	600	600	70	24,39	342	141,22
Salta Valle de Lerma	Vacas	600	600	69	22,06	326	134,76
NEA	Vacas	600	600	67	12,31	260	107,49
Valles Cordilleranos	Vacas	600	600	69	8,97	225	93,15
Patagonia	Vacas	600	600	68	13,55	269	110,97
Chaco Santiagueño	Vacas	600	600	68	18,93	313	129,23
Buenos Aires Oeste	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Buenos Aires Sur	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Buenos Aires Mar y Sierras	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13

Cuenca lechera	Subcategoría de ganado	BW	TAM	DE	Leche	GE	FE Fermentación Entérica
		kg / Cabeza	kg / Cabeza	%	kg / día	Mj/Día	Kg CH_4
Buenos Aires Abasto Sur	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Buenos Aires Abasto Norte	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Buenos Aires Otros	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Entre Ríos Oeste	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Entre Ríos Este	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Santa Fe Sur	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Santa Fe Centro	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Córdoba Sur	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Córdoba Villa María	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Córdoba Noreste	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
La Pampa Noroeste	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
La Pampa Centro y Sur	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Tucumán Trancas	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Salta Valle de Lerma	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
NEA	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Valles Cordilleranos	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Patagonia	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Chaco Santiagueño	Vaquillonas	375	375	65	-	119	49,13
Buenos Aires Oeste	Terneros	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Sur	Terneros	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Mar y Sierras	Terneros	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Abasto Sur	Terneros	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Abasto Norte	Terneros	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Otros	Terneros	-	-	-	-	-	-
Entre Ríos Oeste	Terneros	-	-	-	-	-	-
Entre Ríos Este	Terneros	-	-	-	-	-	-
Santa Fe Sur	Terneros	-	-	-	-	-	-
Santa Fe Centro	Terneros	-	-	-	-	-	-
Córdoba Sur	Terneros	-	-	-	-	-	-
Córdoba Villa María	Terneros	-	-	-	-	-	-
Córdoba Noreste	Terneros	-	-	-	-	-	-

Cuenca lechera	Subcategoría de ganado	BW	TAM	DE	Leche	GE	FE Fermentación Entérica
		kg / Cabeza	kg / Cabeza	%	kg / día	Mj/Día	Kg CH_4
La Pampa Noroeste	Terneros	-	-	-	-	-	-
La Pampa Centro y Sur	Terneros	-	-	-	-	-	-
Tucumán Trancas	Terneros	-	-	-	-	-	-
Salta Valle de Lerma	Terneros	-	-	-	-	-	-
NEA	Terneros	-	-	-	-	-	-
Valles Cordilleranos	Terneros	-	-	-	-	-	-
Patagonia	Terneros	-	-	-	-	-	-
Chaco Santiagueño	Terneros	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Oeste	Terneras	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Sur	Terneras	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Mar y Sierras	Terneras	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Abasto Sur	Terneras	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Abasto Norte	Terneras	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Otros	Terneras	-	-	-	-	-	-
Entre Ríos Oeste	Terneras	-	-	-	-	-	-
Entre Ríos Este	Terneras	-	-	-	-	-	-
Santa Fe Sur	Terneras	-	-	-	-	-	-
Santa Fe Centro	Terneras	-	-	-	-	-	-
Córdoba Sur	Terneras	-	-	-	-	-	-
Córdoba Villa María	Terneras	-	-	-	-	-	-
Córdoba Noreste	Terneras	-	-	-	-	-	-
La Pampa Noroeste	Terneras	-	-	-	-	-	-
La Pampa Centro y Sur	Terneras	-	-	-	-	-	-
Tucumán Trancas	Terneras	-	-	-	-	-	-
Salta Valle de Lerma	Terneras	-	-	-	-	-	-
NEA	Terneras	-	-	-	-	-	-
Valles Cordilleranos	Terneras	-	-	-	-	-	-
Patagonia	Terneras	-	-	-	-	-	-
Chaco Santiagueño	Terneras	-	-	-	-	-	-
Buenos Aires Oeste	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Buenos Aires Sur	Toros	750	750	65	-	186	76,76

Cuenca lechera	Subcategoría de ganado	BW	TAM	DE	Leche	GE	FE Fermentación Entérica
		kg / Cabeza	kg / Cabeza	%	kg / día	Mj/Día	Kg CH_4
Buenos Aires Mar y Sierras	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Buenos Aires Abasto Sur	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Buenos Aires Abasto Norte	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Buenos Aires Otros	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Entre Ríos Oeste	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Entre Ríos Este	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Santa Fe Sur	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Santa Fe Centro	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Córdoba Sur	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Córdoba Villa María	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Córdoba Noreste	Toros	750	750	65	-	186	76,76
La Pampa Noroeste	Toros	750	750	65	-	186	76,76
La Pampa Centro y Sur	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Tucumán Trancas	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Salta Valle de Lerma	Toros	750	750	65	-	186	76,76
NEA	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Valles Cordilleranos	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Patagonia	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Chaco Santiagueño	Toros	750	750	65	-	186	76,76
Buenos Aires Oeste	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Buenos Aires Sur	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Buenos Aires Mar y Sierras	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Buenos Aires Abasto Sur	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Buenos Aires Abasto Norte	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Buenos Aires Otros	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Entre Ríos Oeste	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Entre Ríos Este	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Santa Fe Sur	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Santa Fe Centro	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Córdoba Sur	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76

Cuenca lechera	Subcategoría de ganado	BW	TAM	DE	Leche	GE	FE Fermentación Entérica
		kg / Cabeza	kg / Cabeza	%	kg / día	Mj/Día	Kg CH_4
Córdoba Villa María	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Córdoba Noreste	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
La Pampa Noroeste	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
La Pampa Centro y Sur	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Tucumán Trancas	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Salta Valle de Lerma	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
NEA	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Valles Cordilleranos	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Patagonia	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Chaco Santiagueño	Bueyes	750	750	65	-	186	76,76
Buenos Aires Oeste	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Buenos Aires Sur	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Buenos Aires Mar y Sierras	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Buenos Aires Abasto Sur	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Buenos Aires Abasto Norte	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Buenos Aires Otros	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Entre Ríos Oeste	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Entre Ríos Este	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Santa Fe Sur	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Santa Fe Centro	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Córdoba Sur	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Córdoba Villa María	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Córdoba Noreste	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
La Pampa Noroeste	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
La Pampa Centro y Sur	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Tucumán Trancas	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Salta Valle de Lerma	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
NEA	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Valles Cordilleranos	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Patagonia	Toritos	495	495	65	-	175	72,22
Chaco Santiagueño	Toritos	495	495	65	-	175	72,22

Fuente: Elaboración propia

Caracterización de ganaderías no bovinas

Datos de actividad

El DA es el número de cabezas de ganado y la fuente depende del tipo de ganadería.

Tabla 393. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería

Ganadería	Fuente de información serie temporal
Bubalinos	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2005 a 2012 la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Desde 2013 el SENASA.
Ovinos	De 1990 a 2007 el Programa para el Mejoramiento de la Calidad de la Lana (PROLANA) del MAGyP. Desde 2008 el SENASA.
Caprinos	Para 1994, 1995, 1996, 1997, 1999 y 2000 las ENA. En 2002 el CNA. Desde 2008 el SENASA.
Camélidos	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2013 la Subsecretaría de Ganadería de la SAGyP (Dirección de bovinos y pequeños rumiantes).
Equinos	SENASA
Mulares y asnales	SENASA
Porcinos	Desde 1990 a 2007, el Área Técnica de ex MAGyP. Desde 2008 el SENASA.
Aves	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2004 los datos de ponedoras provienen de la CAPIA y los de parrilleros son estimaciones de la Dirección de Porcinos, Aves de Granja y No Tradicionales de la SAGyP.

Fuente: Elaboración propia

Las diferentes fuentes publican los valores de existencias por departamento o provincia. A cada provincia se le asigna una zona climática.

Tabla 394. Asignación de zona climática a cada provincia

Código Provincial según INDEC	Provincia	Zona climática
06	Buenos Aires	Fría
02	Capital Federal	Templada
10	Catamarca	Templada
22	Chaco	Templada
26	Chubut	Fría
14	Córdoba	Templada
18	Corrientes	Templada
30	Entre Ríos	Templada
34	Formosa	Templada
38	Jujuy	Templada
42	La Pampa	Templada
46	La Rioja	Templada

Código Provincial según INDEC	Provincia	Zona climática
50	Mendoza	Templada
54	Misiones	Templada
58	Neuquén	Fría
62	Río Negro	Fría
66	Salta	Templada
70	San Juan	Templada
74	San Luis	Templada
78	Santa Cruz	Fría
82	Santa Fe	Templada
86	Santiago Del Estero	Templada
94	Tierra del Fuego	Fría
90	Tucumán	Templada

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se presentan los DA por ganadería para el año 2022.

Tabla 395. Existencias de ganado por ganadería (2022)

Variable	Subcategoría de ganadería	Existencias
$N_{(bubalinos)}$	Bubalinos	145.309
$N_{(ovinos)}$	Ovinos	12.461.845
$N_{(caprinos)}$	Caprinos	3.954.991
$N_{(camélidos)}$	Camélidos	272.811
$N_{(equinos)}$	Equinos	2.464.935
$N_{(mulares\ y\ asnales)}$	Mulares y Asnales	99.065

Fuente: Elaboración propia

Tabla 396. Existencias de ganado de porcinos (2022)

Variable	Subcategoría	Existencias
$N_{(porcinos-padrillos)}$	Padrillos	129.183
$N_{(porcinos-cerdas)}$	Cerdas	925.196
$N_{(porcinos-lechones)}$	Lechones	1.889.587
$N_{(porcinos-capones)}$	Capones	1.040.475
$N_{(porcinos-cachorros)}$	Cachorros	921.779
$N_{(porcinos-cachorras)}$	Cachorras	350.644
$N_{(porcinos-M.E.I)}$	M.E.I.	220.243

Fuente: Elaboración propia

Tabla 397. Existencias de ganado de aves (2022)

Variable	Subcategoría	Existencias
$N_{(aves - ponedoras)}$	Ponedoras	51.800.000
$N_{(aves - parrilleros)}$	Parrilleros	127.100.000

Fuente: Elaboración propia

Ovinos

Definiciones para subcategorías de ganado

El programa PROLANA presenta datos de las existencias a nivel provincial desde 1990 a 2007. Los mismos se encuentran separados en dos series: de 1985 a 2004[233] y de 2005 a 2016[234]. Se utilizan los datos tal cual se encuentran en el archivo de bajada. A partir de 2008 se utilizan las estadísticas de SENASA[235].

La fuente de información reporta las existencias de ovinos desagregadas por subcategoría de ganado (tipo de animal). De todas formas, para el cálculo, se utilizan los DA de forma agregada. En la siguiente tabla se encuentran las definiciones de las categorías y subcategorías de ganado del Refinamiento del IPCC de 2019 y su equivalencia según la fuente de DA.

Tabla 398. Definiciones de categorías y subcategorías de ovinos según IPCC, equivalencia con categorías según SENASA y según INGEI

Categorías principales IPCC (Fuente de información: Cuadro 10.1)	Subcategoría IPCC	Categoría SENASA	Subcategoría SENASA	Subcategoría INGEI
Ovejas maduras	Ovejas reproductoras para cría y producción de lana	Ovinos	Ovejas	Ovinos
	Ovejas lecheras donde la producción comercial de leche constituya el propósito fundamental	Ovinos	Ovejas	Ovinos
Otros ovinos maduros (>1 año)	-	-	-	-
Corderos en crecimiento	Machos enteros	Ovinos	Carnero/Borrego/Cordero	Ovinos
	Castrados	Ovinos	Capones	Ovinos

[233] MINAGRO (23 de octubre de 2017a). PROLANA. Fuente: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/prolana/
[234] MINAGRO (23 de octubre de 2017b). PROLANA. Fuente: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/prolana/
[235] SENASA. (13 octubre de 2017). SENASA. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/senasa/ovinos-sector-primario

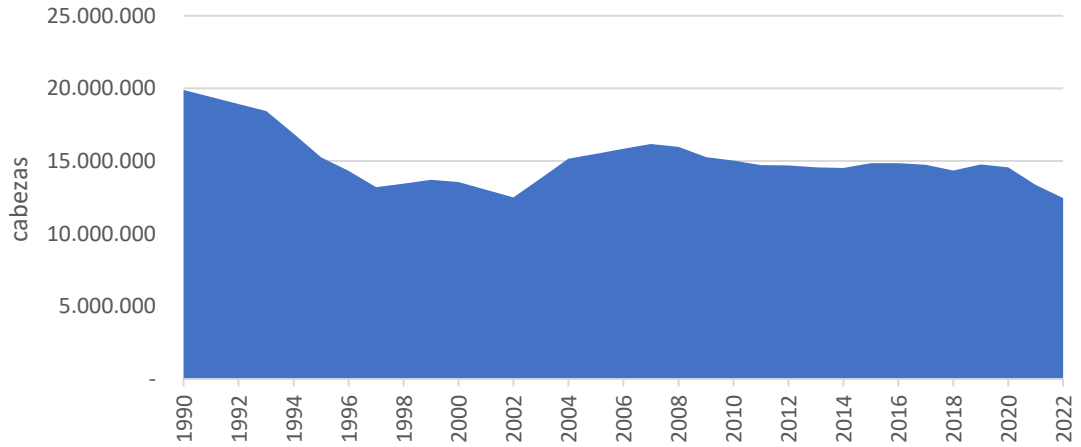
Categorías principales IPCC (Fuente de información: Cuadro 10.1)	Subcategoría IPCC	Categoría SENASA	Subcategoría SENASA	Subcategoría INGEI
	Hembras	Ovinos	Borrega/Cordera	Ovinos

Fuente: Elaboración propia

Tendencias del ganado ovino

En la siguiente figura se observa la evolución de las existencias del ganado ovino.

Figura 230. Evolución del dato de actividad de ovinos

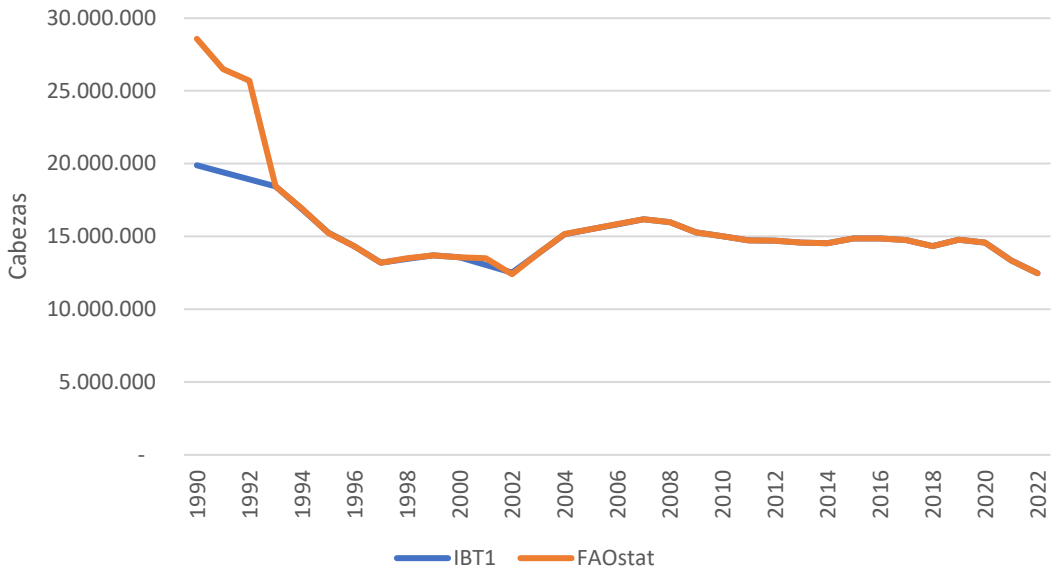


Fuente: Elaboración propia

Control de Calidad

Como parte del proceso de control de calidad se realizó una comparación de los DA presentados en contraste con datos internacionales de FAOSTAT.

Figura 231. Comparación internacional de existencias de ganadería ovina



Fuente: Elaboración propia

Tabla 399. Comparación internacional de stock ovino

Años	Existencias INGEI	Existencias FAOSTAT	Diferencia	Proporción	Fuente FAOSTAT
1990	19.889.400	28.571.008	8.681.608	30%	Cifras no oficiales
1991	19.405.600	26.500.000	7.094.400	27%	Cifras no oficiales
1992	18.921.800	25.706.000	6.784.200	26%	Cifras no oficiales
1993	18.438.000	18.436.200	-1.800	0%	Datos oficiales
1994	16.882.000	16.922.600	40.600	0%	Datos oficiales
1995	15.247.000	15.244.600	-2.400	0%	Datos oficiales
1996	14.322.700	14.308.000	-14.700	0%	Datos oficiales
1997	13.197.400	13.197.800	400	0%	Datos oficiales
1998	13.449.950	13.500.000	50.050	0%	Estimación FAO
1999	13.702.500	13.703.400	900	0%	Datos oficiales
2000	13.561.600	13.561.600	-	0%	Datos oficiales
2001	13.028.581	13.500.000	471.420	3%	Estimación FAO
2002	12.502.492	12.400.000	-102.492	1%	Datos oficiales
2003	13.829.189	13.829.000	-189	0%	Datos oficiales
2004	15.155.885	15.158.000	2.115	0%	Datos oficiales
2005	15.496.373	15.497.000	627	0%	Datos oficiales
2006	15.836.862	15.838.000	1.138	0%	Datos oficiales
2007	16.177.350	16.180.000	2.650	0%	Datos oficiales
2008	15.988.123	15.988.000	-123	0%	Datos oficiales

Años	Existencias INGEI	Existencias FAOSTAT	Diferencia	Proporción	Fuente FAOSTAT
2009	15.278.501	15.278.000	-501	0%	Datos oficiales
2010	15.024.746	15.024.744	-2	0%	Datos oficiales
2011	14.732.146	14.731.000	-1.146	0%	Datos oficiales
2012	14.696.903	14.697.000	97	0%	Datos oficiales
2013	14.574.889	14.574.880	-9	0%	Datos oficiales
2014	14.533.698	14.534.000	302	0%	Datos oficiales
2015	14.859.486	14.859.486	-	0%	Datos oficiales
2016	14.864.321	14.864.321	-	0%	Datos oficiales
2017	14.746.566	14.746.566	-	0%	Datos oficiales
2018	14.339.908	14.339.908	-	0%	Datos oficiales
2019	14.774.196	14.774.196	-	0%	Datos oficiales
2020	14.571.766	14.571.766	-	0%	Datos oficiales
2021	13.347.911	13.347.911	-	0%	Datos oficiales
2022	12.461.845	12.461.845	-	0%	Datos oficiales

Fuente: Elaboración propia

Porcinos

Definiciones para subcategorías de ganado

- 1990-1991: Se mantuvo la misma serie histórica calculada para el IBA4, en la que se utilizaron los datos de producción de carne brindados por el Área Técnica responsable[236] para obtener un dato de cabezas faenadas multiplicando por un factor de 11. Luego este dato se utilizó para calcular las existencias porcinas, a nivel nacional y sin desagregación por subcategorías, a partir de la relación faena/cabezas, calculada con la serie histórica 2008-2018.
- 1992-2007: Se mantuvo la misma serie histórica calculada para el IBA4, en la que utilizaron los datos de faena brindados por el Área Técnica responsable. Luego este dato se usó para calcular las existencias porcinas, a nivel nacional y sin desagregación por subcategorías, a partir de la relación faena/cabezas, calculada con la serie histórica 2008-2018.
- 2008-2022: se utilizan las series de existencias brindadas por el SENASA, que reporta las existencias de porcinos el mes de marzo de cada año por departamento y subcategoría. La clasificación de cada subcategoría se realiza según edad y sexo. A partir del 2008 se toman las definiciones de las subcategorías de animal del RENSPA[237], excepto por la subcategoría Lechones cuya definición proviene del CNA 2002[238].

[236] MINAGRO (2018). Evolución mensual y anual de los indicadores Porcinos.
[237] SENASA (2015). Registro Nacional Sanitario De Productores Agropecuarios.
[238] INDEC (2002). Censo Nacional Agropecuario.

Tabla 400. Definiciones de subcategorías de ganado: Porcinos

Subcategoría	Definición
Padrillos	Machos enteros adultos en edad reproductiva
Cerdas	Hembras adultas en edad reproductiva
Lechones	Todo animal de la especie porcina (machos y hembras) menores de 2 meses, que pueden hallarse destetados o no. Sus pesos oscilan entre 900 g y 20 kg.
Capones	Machos castrados por métodos físicos
Cachorros	Machos jóvenes en desarrollo
Cachorras	Hembras jóvenes en desarrollo
MEI	Machos enteros inmunológicamente castrados o por métodos químicos

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se encuentran las definiciones de las categorías y subcategorías de ganado de las Directrices del IPCC de 2006 y su equivalencia según la fuente de DA.

Tabla 401. Definiciones de categorías y subcategorías de porcinos según IPCC, equivalencia con categorías y subcategorías según SENASA y según INGEI

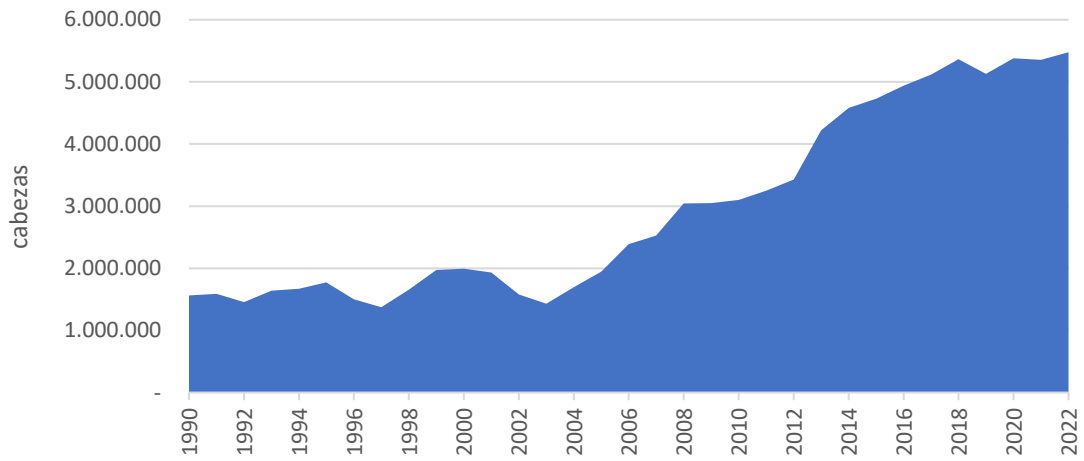
Categorías principales IPCC (Fuente de información: Cuadro 10.1)	Subcategoría IPCC	Categoría SENASA	Subcategoría SENASA	Categoría INGEI
Porcinos maduros	Cerdas en gestación	Porcinos	Cerdas	Porcinos
	Cerdas que han parido y están amamantando a sus crías	Porcinos	Cerdas	Porcinos
	Cerdos utilizados con fines reproductivos	Porcinos	Padrillos	Porcinos
Porcinos en crecimiento	Lactantes	Porcinos	Lechones	Porcinos
	En terminación	Porcinos	Capones, Hembras sin Servicio y MEI	Porcinos
	Hembras utilizadas con fines reproductivos	Porcinos	Cachorras	Porcinos
	Machos que se van a utilizar con fines reproductivos	Porcinos	Cachorros	Porcinos

Fuente: Elaboración propia

Tendencias del ganado de porcinos

En la siguiente figura se observa la evolución de las existencias del ganado de porcinos.

Figura 232. Evolución del dato de actividad de porcinos

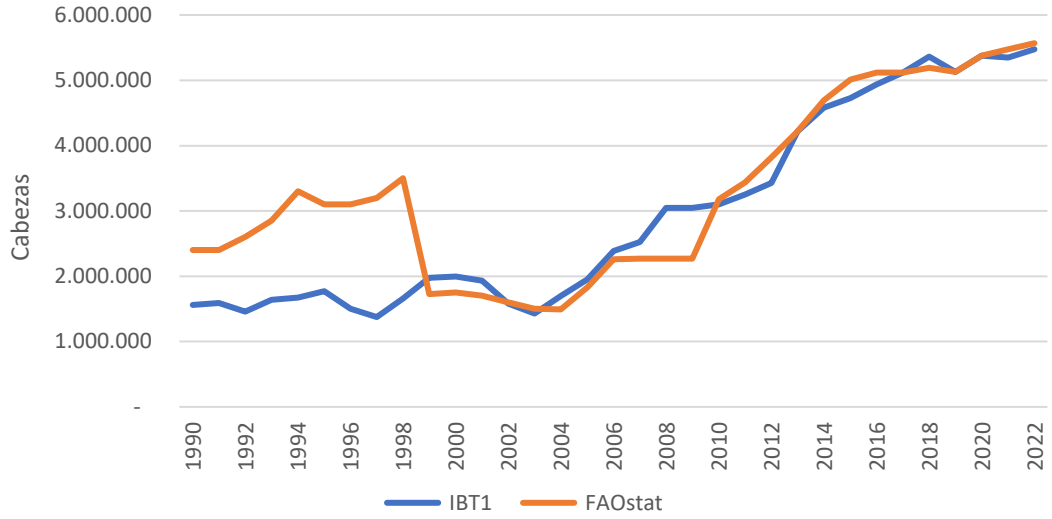


Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Como parte del proceso de control de calidad, se realizó una comparación de los DA presentados con los datos internacionales de FAOSTAT.

Figura 233. Comparación internacional de existencias de ganadería porcina



Fuente: Elaboración propia

Tabla 402. Comparación internacional de stock porcino

Años	Existencias INGEI	Existencias FAOSTAT	Diferencia	Proporción	Fuente FAOSTAT
1990	1.562.025	2.400.000	837.975	35%	Estimación FAO
1991	1.591.197	2.400.000	808.803	34%	Estimación FAO
1992	1.456.705	2.600.000	1.143.295	44%	Estimación FAO
1993	1.641.188	2.850.000	1.208.812	42%	Estimación FAO

Años	Existencias INGEI	Existencias FAOSTAT	Diferencia	Proporción	Fuente FAOSTAT
1994	1.671.840	3.300.000	1.628.160	49%	Datos oficiales
1995	1.772.486	3.100.000	1.327.514	43%	Datos oficiales
1996	1.503.543	3.100.000	1.596.457	51%	Datos oficiales
1997	1.373.315	3.200.000	1.826.685	57%	Datos oficiales
1998	1.657.449	3.500.000	1.842.551	53%	Estimación FAO
1999	1.973.714	1.725.000	-248.714	14%	Estimación FAO
2000	1.993.294	1.750.000	-243.294	14%	Estimación FAO
2001	1.930.100	1.700.000	-230.100	14%	Estimación FAO
2002	1.578.416	1.600.000	21.584	1%	Estimación FAO
2003	1.430.873	1.500.000	69.127	5%	Estimación FAO
2004	1.695.735	1.490.000	-205.735	14%	Estimación FAO
2005	1.949.573	1.830.000	-119.573	7%	Estimación FAO
2006	2.386.243	2.260.000	-126.243	6%	Estimación FAO
2007	2.525.727	2.270.000	-255.727	11%	Estimación FAO
2008	3.044.684	2.270.000	-774.684	34%	Estimación FAO
2009	3.047.554	2.270.000	-777.554	34%	Estimación FAO
2010	3.101.407	3.179.039	77.632	2%	Datos oficiales
2011	3.250.686	3.437.003	186.317	5%	Datos oficiales
2012	3.425.956	3.818.758	392.802	10%	Datos oficiales
2013	4.221.983	4.221.954	-29	0%	Datos oficiales
2014	4.579.912	4.692.103	112.191	2%	Datos oficiales
2015	4.726.245	5.011.446	285.201	6%	Datos oficiales
2016	4.940.782	5.119.438	178.656	3%	Datos oficiales
2017	5.119.438	5.119.438	0	0%	Datos oficiales
2018	5.364.431	5.191.453	-172.978	3%	Datos oficiales
2019	5.128.954	5.128.954	0	0%	Datos oficiales
2020	5.377.071	5.376.958	-113	0%	Datos oficiales
2021	5.350.999	5.477.107	126.108	2%	Datos oficiales
2022	5.477.107	5.569.077	91.970	2%	Datos oficiales

Fuente: Elaboración propia

Bubalinos

Definiciones para subcategorías de ganado

Para los años 1990 y 1994 se obtuvieron datos de la PCN. De 1991 a 1993 y de 1995 a 2004 se realizó una interpolación lineal según la siguiente ecuación.

Ecuación 26. Fórmula utilizada para estimar las existencias en años sin dato

$$Existencias\ año_t = existencias\ año_{t-1} + \frac{existencias\ año_{base} - existencias\ año_{t-1}}{año_{base} - año_{t-1}}$$

$Existencias\ año\ t$: existencias del año que se quiere calcular

$Existencias\ año_{base}$: existencias del año más cercano al año t con existencias real

$Existencias\ año_{t-1}$:existencias del año anterior al año que se quiere calcular

$Año_{base}$: año más cercano al año t con existencias real

$Año_{t-1}$: año anterior al año que se quiere calcular

Del 2005 al 2012 se utilizaron datos de la base de datos de la Comisión Sudamericana para la Lucha Contra la Fiebre Aftosa (COSALFA), generados por el SENASA y reportados por la OIE. De 2005 a 2009 los datos se encuentran a nivel nacional y a partir de 2010 se reportan a nivel provincial. Los datos deben ser cargados manualmente ya que no se puede bajar directamente la información desde la página web.

Desde 2013 se utilizaron datos provistos por el SENASA. La fuente de información reporta las existencias de bubalinos desagregadas por subcategoría de ganado (tipo de animal). De todas formas, para el cálculo, se las utiliza de forma agregada. En la siguiente tabla se encuentran las definiciones de las categorías y subcategorías de ganado de las Directrices del IPCC de 2006 y su equivalencia según la fuente de DA.

Tabla 403. Definiciones de categorías y subcategorías de bubalinos según IPCC, equivalencia con categorías según SENASA y según INGEI

Categorías principales IPCC (Fuente de información: Cuadro 10.1)	Subcategoría IPCC	Categoría SENASA	Subcategoría SENASA	Subcategoría INGEI
Otro ganado vacuno maduro o búfalos maduros no lecheros	Vacas usadas para más de un propósito productivo: leche, carne, tiro	Bubalinos	Vacas	Bubalinos
Ganado vacuno en crecimiento o búfalos en crecimiento	Vaquillonas lecheras de reemplazo	Bubalinos	Vaquillonas	Bubalinos
Ganado vacuno en crecimiento o búfalos en crecimiento	Ganado vacuno o búfalos en crecimiento / de engorde post-destete	Bubalinos	Novillos	Bubalinos
Ganado vacuno en crecimiento o búfalos en crecimiento	Ganado vacuno o búfalos en crecimiento / de engorde post-destete	Bubalinos	Novillitos	Bubalinos
Ganado vacuno en crecimiento o búfalos en crecimiento	Terneros antes del destete	Bubalinos	Terneros	Bubalinos

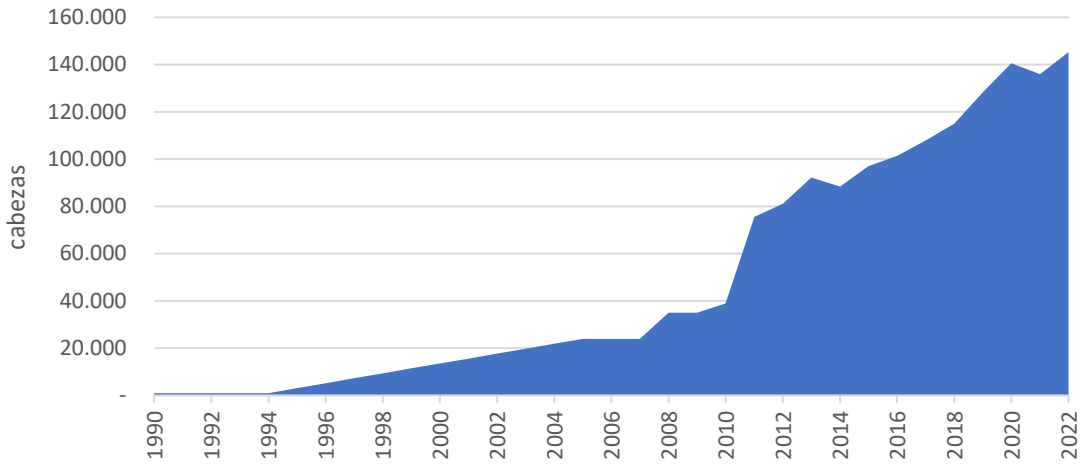
Categorías principales IPCC (Fuente de información: Cuadro 10.1)	Subcategoría IPCC	Categoría SENASA	Subcategoría SENASA	Subcategoría INGEI
Ganado vacuno en crecimiento o búfalos en crecimiento	Terneros antes del destete	Bubalinos	Terneras	Bubalinos
Otro ganado vacuno maduro o búfalos maduros no lecheros	Toros utilizados principalmente con fines reproductivos	Bubalinos	Toros	Bubalinos
Ganado vacuno en crecimiento o búfalos en crecimiento	Ganado vacuno o búfalos en crecimiento / de engorde post-destete	Bubalinos	Toritos	Bubalinos
Otro ganado vacuno maduro o búfalos maduros no lecheros	Bueyes utilizados principalmente para fuerza de tiro	Bubalinos	Bueyes	Bubalinos

Fuente: Elaboración propia

Tendencias del ganado bubalino

En la siguiente figura se observa la evolución de las existencias del ganado bubalino. Se aprecia un aumento en la población en los últimos años.

Figura 234. Evolución del dato de actividad de bubalinos



Fuente: Elaboración propia

Camélidos

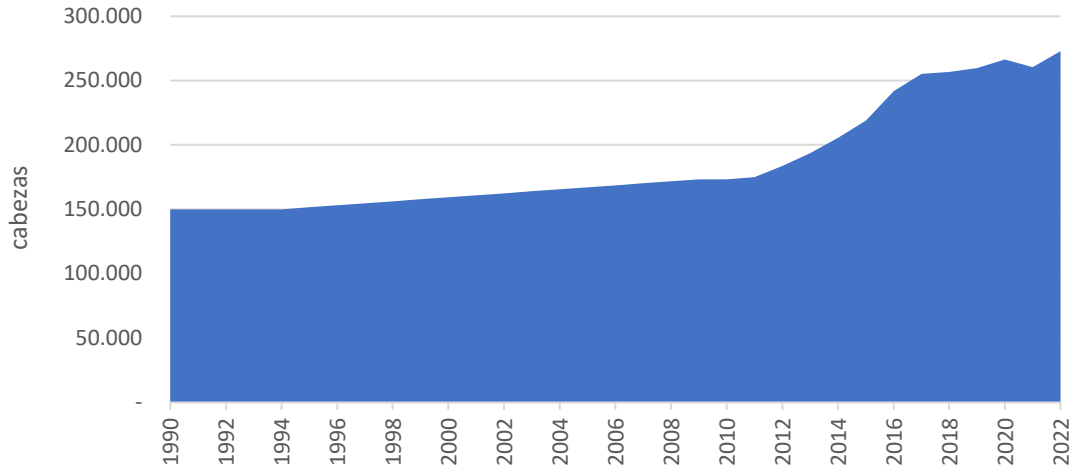
Definiciones para subcategorías de ganado

Para los años 1990 y 1994 se obtuvieron datos de la PCN. De 1991 a 1993 y de 1995 a 2012 se realizó una interpolación lineal entre los últimos datos de la PCN y los obtenidos por el MAGyP (actual SAGyP) desde 2013. A partir de dicho año y hasta la actualidad se reportan además las existencias de camélidos desagregadas en llamas, alpacas y guanacos.

Tendencias del ganado camélido

En la siguiente figura se observa la evolución de las existencias del ganado camélido. Se aprecia un aumento en la población en los últimos años.

Figura 235. Evolución del dato de actividad de camélidos



Fuente: Elaboración propia

Caprinos

Definiciones para subcategorías de ganado

En 1988 se cuenta con datos de existencias caprinas provenientes del CNA[239]. Se realizó un cálculo lineal según la ecuación anterior hasta 1993. Para los años 1994, 1995, 1996, 1997, 1999 y 2000 se encontraron datos en las ENA[240]. En ellas se presentan datos para ciertas provincias y un total "resto del país". En las provincias que se encontraban como "resto del país" no se realizó un cálculo lineal para completar la serie ya que conllevaría a aumentar las existencias. En el año 2002 se utilizaron los datos del CNA 2002[241]. Para 2001 y el resto de los años, se realizó un cálculo lineal a nivel provincial, con la ecuación anterior.

A partir de 2008 se utilizaron datos provenientes de SENASA[242], con desagregación a nivel provincial. Los mismos están desagregados por subcategoría de ganado (chivos, cabras, cabritos, capones, cabrillas y chivitos). La clasificación de cada subcategoría se realiza según edad y sexo. De todas formas, no se utilizan los datos desagregados por subcategorías ya que no existe información suficiente para generar diferentes FE para cada subcategoría. En la siguiente tabla se encuentran las definiciones de las categorías y subcategorías de ganado de las Directrices del IPCC de 2006 y su equivalencia según la fuente de DA.

[239] INDEC. (1988). Censo Nacional Agropecuario (CNA).
[240] INDEC. (1992-2001). Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA).
[241] INDEC. (2002). Censo Nacional Agropecuario (CNA).
[242] SENASA. (Octubre de 2017). SENASA. Obtenido de http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/caprinos/informacion/informes-y-estadisticas

La información que figuraba como “no asignada” entre provincias se asignó mediante una distribución porcentual en base a los datos provinciales del último año disponible.

Tabla 404. Definiciones de categorías y subcategorías de caprinos según IPCC, equivalencia con categorías y subcategorías según SENASA y según INGEI

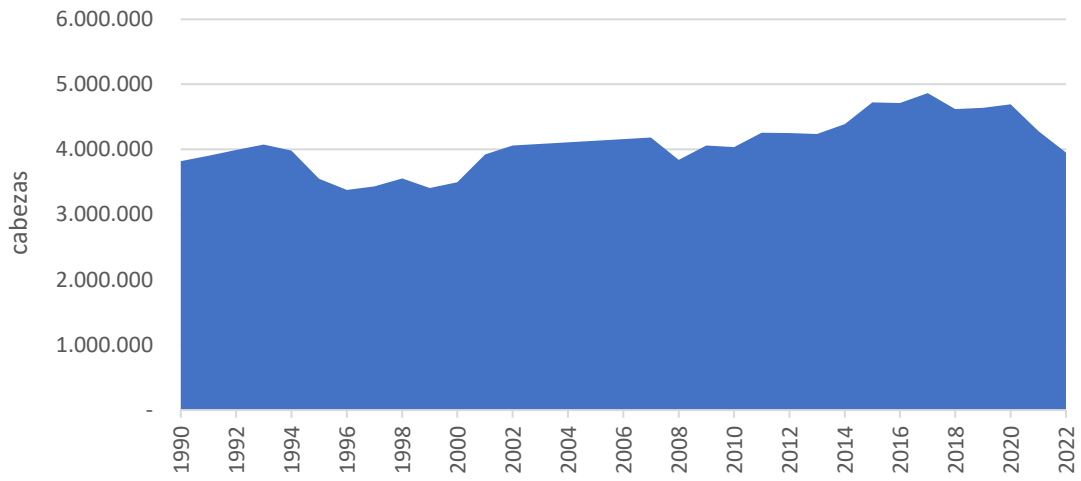
Categorías principales IPCC (Fuente de información: Página 10.8)	Subcategoría IPCC	Categoría SENASA	Subcategoría SENASA	Subcategoría INGEI
Cabras	-	Caprinos	Chivos	Caprinos
Cabras	-	Caprinos	Cabras	Caprinos
Cabras	-	Caprinos	Cabritos	Caprinos
Cabras	-	Caprinos	Capones	Caprinos
Cabras	-	Caprinos	Cabrillos/chivitos	Caprinos

Fuente: Elaboración propia

Tendencias del ganado caprino

En la siguiente figura se observa la evolución de las existencias del ganado caprino.

Figura 236. Evolución del dato de actividad de caprinos

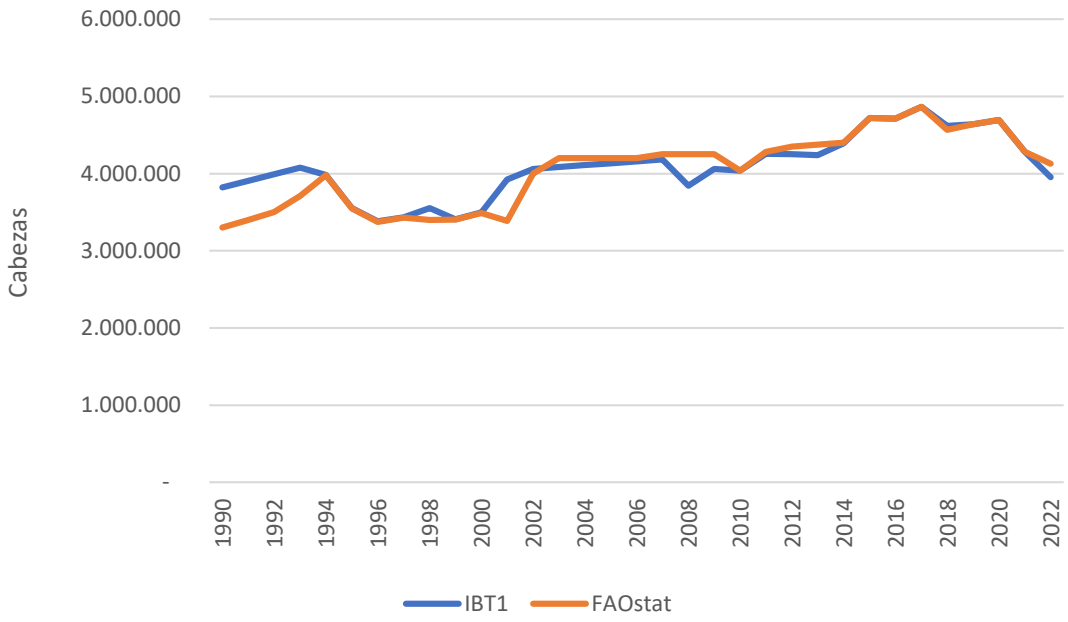


Fuente: Elaboración propia

Control de Calidad

Como parte del proceso de control de calidad se realizó una comparación de los DA presentados con los datos internacionales de FAOSTAT.

Figura 237. Comparación internacional de existencias de ganadería caprina



Fuente: Elaboración propia

Tabla 405. Comparación internacional de stock caprino

Años	Existencias INGEI	Existencias FAOSTAT	Diferencia	Proporción	Fuente FAOSTAT
1990	3.820.626	3.300.000	-520.626	16%	Estimación FAO
1991	3.905.662	3.400.000	-505.662	15%	Estimación FAO
1992	3.990.699	3.500.000	-490.699	14%	Estimación FAO
1993	4.075.736	3.710.060	-365.676	10%	Datos oficiales
1994	3.983.847	3.977.950	-5.897	0%	Datos oficiales
1995	3.553.340	3.547.142	-6.198	0%	Datos oficiales
1996	3.381.033	3.374.600	-6.433	0%	Datos oficiales
1997	3.434.626	3.428.000	-6.626	0%	Datos oficiales
1998	3.554.190	3.400.000	-154.190	5%	Estimación FAO
1999	3.409.712	3.402.700	-7.012	0%	Datos oficiales
2000	3.497.405	3.490.200	-7.205	0%	Datos oficiales
2001	3.925.043	3.386.600	-538.443	16%	Datos oficiales
2002	4.061.402	4.000.000	-61.402	2%	Datos oficiales
2003	4.085.709	4.200.000	114.291	3%	Estimación FAO
2004	4.110.015	4.200.000	89.985	2%	Estimación FAO
2005	4.134.322	4.200.000	65.678	2%	Estimación FAO
2006	4.158.629	4.200.000	41.371	1%	Estimación FAO
2007	4.182.935	4.250.000	67.065	2%	Estimación FAO

Años	Existencias INGEI	Existencias FAOSTAT	Diferencia	Proporción	Fuente FAOSTAT
2008	3.841.807	4.250.000	408.193	10%	Estimación FAO
2009	4.061.824	4.250.000	188.176	4%	Estimación FAO
2010	4.037.036	4.037.036	0	0%	Datos oficiales
2011	4.256.716	4.280.000	23.284	1%	Estimación FAO
2012	4.252.823	4.350.000	97.177	2%	Estimación FAO
2013	4.238.370	4.375.000	136.630	3%	Estimación FAO
2014	4.391.550	4.400.000	8.450	0%	Estimación FAO
2015	4.720.674	4.720.674	0	0%	Datos oficiales
2016	4.712.173	4.712.173	0	0%	Datos oficiales
2017	4.863.894	4.863.894	0	0%	Datos oficiales
2018	4.617.953	4.567.479	-50.474	1%	Datos oficiales
2019	4.638.635	4.638.635	0	0%	Datos oficiales
2020	4.695.830	4.695.830	0	0%	Datos oficiales
2021	4.280.903	4.280.903	0	0%	Datos oficiales
2022	3.954.991	4.127.245	172.254	4%	Datos oficiales

Fuente: Elaboración propia

Equinos

Definiciones para subcategorías de ganado

De 1990 a 2007 se toma el valor total anual de 2008 para toda la serie, sin presentar modificaciones. A partir de 2008 se utilizaron datos provenientes de SENASA[243], con desagregación a nivel provincial. Los mismos están desagregados por subcategoría de ganado (padrillos, caballo, yegua, potrillo/a, mula, burro y asno). La clasificación de cada subcategoría se realiza según edad y sexo. De todas formas, no se utilizan los datos desagregados por subcategorías. En la siguiente tabla se encuentran las definiciones de las categorías y subcategorías de ganado de las Directrices del IPCC de 2006 y su equivalencia según la fuente de DA. Cabe destacar que no se toman en cuenta las categorías de mulas, burros y asnos ya que son consideradas como las existencias de ganado mular y asnal. Por esta razón se suman las categorías de padrillos, caballo, yegua y potrillo/a para obtener el total de equinos.

[243] SENASA. (13 octubre de 2017). SENASA. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/senasa/equinos-sector-primario

Tabla 406. Definiciones de categorías y subcategorías de equinos según IPCC, equivalencia con categorías según SENASA y según INGEI

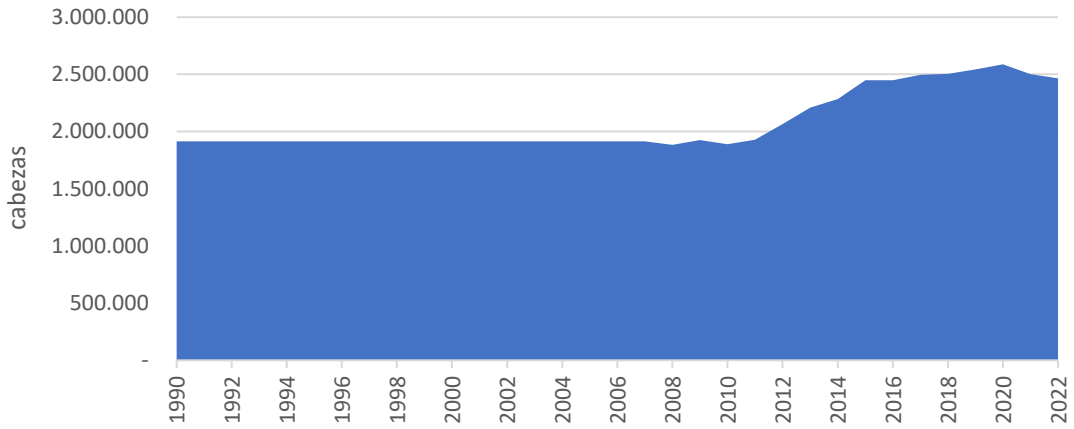
Categorías principales IPCC (Fuente de información: Cuadro 10.1)	Subcategoría IPCC	Categoría SENASA	Subcategoría SENASA	Subcategoría INGEI
Equinos	-	Equinos	Padrillos	Equinos
Equinos	-	Equinos	Caballo	Equinos
Equinos	-	Equinos	Yegua	Equinos
Equinos	-	Equinos	Potrillo	Equinos

Fuente: Elaboración propia

Tendencias del ganado equino

En la siguiente figura se observa la evolución de las existencias del ganado equino.

Figura 238. Evolución del dato de actividad de equinos



Fuente: Elaboración propia

Mulares y asnales

Definiciones para subcategorías de ganado

De 1990 a 2007 se toma el total nacional anual de 2008 para toda la serie, sin presentar modificaciones. A partir de 2008 se suman las subcategorías mula, burro y asno de la estadística de equinos provista por SENASA con desagregación a nivel provincial. Para el año 2008, en la provincia de Santa Cruz se reportó un valor anómalo de la subcategoría de mulas. Por esta razón, dicho dato no se tomó en cuenta ya que se asume que fue un error de carga al realizar la estadística.

La fuente de información reporta las existencias de mulas y burros o asnos como dos subcategorías de ganado diferente dentro de las estadísticas de equinos. Se utilizan ambas subcategorías de forma agregada. En la siguiente tabla se encuentran las definiciones de las categorías y subcategorías de ganado de las Directrices del IPCC de 2006 y su equivalencia según la fuente de DA.

Tabla 407. Definiciones de categorías y subcategorías de camélidos según IPCC, equivalencia con categorías y subcategorías según SENASA y según INGEI

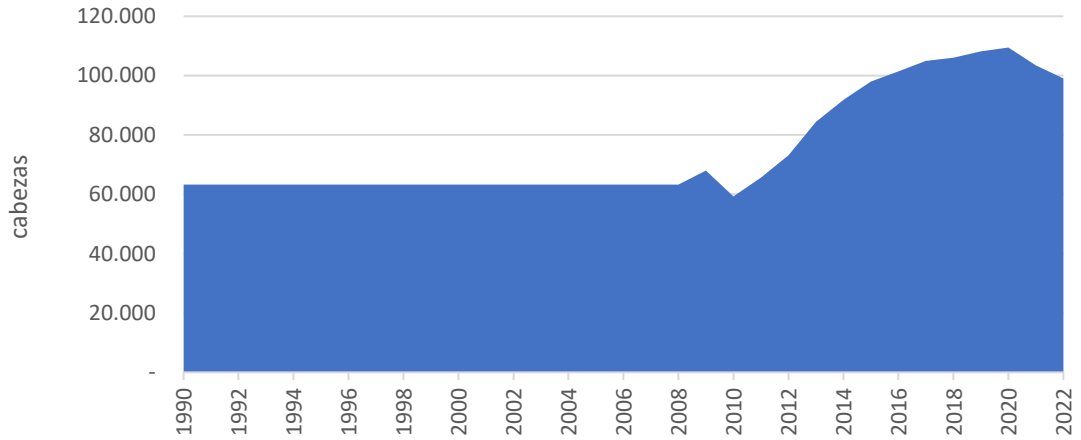
Categorías principales IPCC (Fuente de información: Cuadro 10.1)	Subcategoría IPCC	Categoría SENASA	Subcategoría SENASA	Subcategoría INGEI
Otros	Mulas y asnos	Equinos	Mulas	Mulares y Asnales
Otros	Mulas y asnos	Equinos	Burros/asnos	Mulares y Asnales

Fuente: Elaboración propia

Tendencias del ganado de mulares y asnales

En la siguiente figura se observa la evolución de las existencias del ganado de mulares y asnales. Se aprecia un aumento en la población en los últimos años.

Figura 239. Evolución del dato de actividad de mulares y asnales



Fuente: Elaboración propia

Aves

Definiciones para subcategorías de ganado

Para los años 1990 y 1994 se obtuvieron datos de la PCN. De 1991 a 1993 y de 1995 a 2003 se realizó una interpolación lineal según la ecuación anterior. No se presenta una desagregación por subcategorías o a nivel provincial.

A partir del 2004 se utilizaron datos de la base de datos del Área Técnica del MAGyP (actual SAGyP). Dicha fuente presenta las existencias desagregadas por subcategorías y a nivel nacional hasta 2015. En el año 2016 las existencias se encuentran desagregadas por provincia. La desagregación provincial para los años subsiguientes se estimó en base a la del 2016.

Se toman las definiciones de las subcategorías de animal del RENSPA[244]. Las respectivas definiciones se reportan a continuación.

[244] SENASA (2015). Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios.

Tabla 408. Definiciones de subcategorías de ganado: Aves

Subcategoría	Definición
Parrilleros	Categorías destinadas al engorde para consumo
Ponedoras	Destinadas a la producción de huevos para consumo

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se encuentran las definiciones de las categorías y subcategorías de ganado de las Directrices del IPCC de 2006 y su equivalencia según la fuente de DA.

Tabla 409. Definiciones de categorías y subcategorías de Aves según IPCC, equivalencia con subcategorías según el Área Técnica y según INGEI

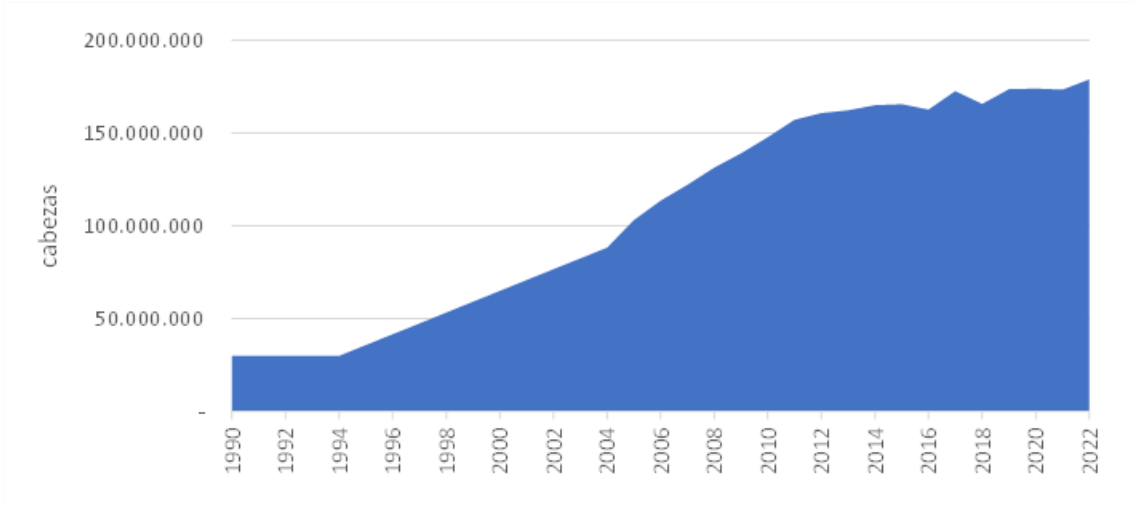
Categorías principales IPCC (Fuente de información: Cuadro 10.1)	Subcategoría IPCC	Categoría SAGyP	Subcategoría SAGyP	Categoría INGEI
Aves	Pollos parrilleros criados para producir carne	Aves	Parrilleros	Parrilleros
Aves	Ponedoras para la producción de huevos, en cuyo caso el estiércol se gestiona en sistemas húmedos (p. ej., lagunas)	Aves	Ponedoras	Ponedoras

Fuente: Elaboración propia

Tendencias del ganado de aves

En la siguiente figura se observa la evolución de las existencias del ganado de aves. Se aprecia un incremento en la población hasta estabilizarse a partir del año 2010.

Figura 240. Evolución del dato de actividad de aves

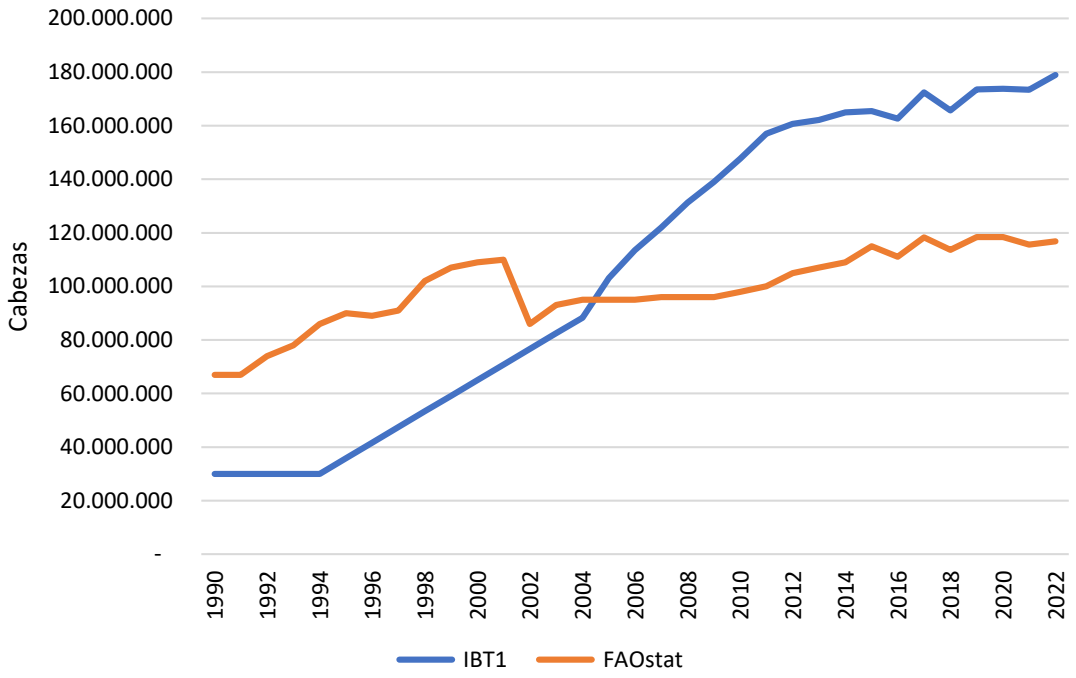


Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Como parte del proceso de control de calidad, se realizó una comparación de los DA presentados con los datos internacionales de FAOSTAT.

Figura 241. Comparación internacional de existencias de ganadería de aves



Fuente: Elaboración propia

Tabla 410. Comparación internacional de stock de aves

Años	Existencias INGEI	Existencias FAOSTAT	Diferencia	Proporción	Fuente de datos FAOSTAT
1990	30.000.000	67.000.000	37.000.000	55%	Estimación FAO
1991	30.000.000	67.000.000	37.000.000	55%	Estimación FAO
1992	30.000.000	74.000.000	44.000.000	59%	Estimación FAO
1993	30.000.000	78.000.000	48.000.000	62%	Estimación FAO
1994	30.000.000	86.000.000	56.000.000	65%	Estimación FAO
1995	35.830.096	90.000.000	54.169.904	60%	Estimación FAO
1996	41.660.192	89.000.000	47.339.808	53%	Estimación FAO
1997	47.490.288	91.000.000	43.509.712	48%	Estimación FAO
1998	53.320.384	102.000.000	48.679.616	48%	Estimación FAO
1999	59.150.479	107.000.000	47.849.521	45%	Estimación FAO
2000	64.980.575	109.000.000	44.019.425	40%	Estimación FAO
2001	70.810.671	110.000.000	39.189.329	36%	Estimación FAO
2002	76.640.767	86.000.000	9.359.233	11%	Estimación FAO
2003	82.470.863	93.000.000	10.529.137	11%	Estimación FAO
2004	88.300.959	95.000.000	6.699.041	7%	Estimación FAO
2005	103.075.247	95.000.000	-8.075.247	9%	Estimación FAO
2006	113.563.123	95.000.000	-18.563.123	20%	Estimación FAO
2007	121.989.521	96.000.000	-25.989.521	27%	Estimación FAO
2008	131.258.563	96.000.000	-35.258.563	37%	Estimación FAO
2009	138.969.472	96.000.000	-42.969.472	45%	Estimación FAO
2010	147.680.636	98.000.000	-49.680.636	51%	Estimación FAO
2011	156.986.012	100.000.000	-56.986.012	57%	Estimación FAO
2012	160.664.151	105.000.000	-55.664.151	53%	Estimación FAO
2013	162.156.682	107.000.000	-55.156.682	52%	Estimación FAO
2014	164.962.133	109.000.000	-55.962.133	51%	Estimación FAO
2015	165.442.192	115.000.000	-50.442.192	44%	Datos oficiales
2016	162.600.620	111.100.000	-51.500.620	46%	Datos oficiales
2017	172.437.623	118.300.000	-54.137.623	46%	Datos oficiales
2018	165.710.164	113.600.000	-52.110.164	46%	Datos oficiales
2019	173.200.000	124.180.000	-49,020,000	39%	Datos oficiales
2020	173.500.000	124.20.000	-49,300,000	40%	Datos oficiales
2021	173.400.000	115.536.000	-57.864.000	50%	Datos oficiales
2022	178.900.000	116.815.000	-62.085.000	53%	Datos oficiales

Fuente: Elaboración propia

Fermentación entérica (3A)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "3A – Fermentación entérica", se detalla a continuación. Para más información sobre el sistema de archivo consultar la sección correspondiente.

Tabla 411. Documentación Categoría 3A – Ganado

Sistema de archivo:	
Procedimiento	3ACai_P_00 3ACaii_P_00 3ACb_P_00 3ACc_P_00 3ACd_P_00 3ACe_P_00 3ACf_P_00 3ACg_P_00 3ACh_P_00
Ruta de acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo	3ACai_HT_1990-2007_01 3ACai_HT_XXXX_02 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACai_HT_XXXX_01 (XXXX de 2017 a 2022) 3ACaii_HT_1990-2007_01 3ACaii_HT_XXXX_02 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACaii_HT_XXXX_01 (XXXX de 2017 a 2022) 3ACb_HT_1990-2022_00 3ACc_HT_1990-2022_00 3ACd_HT_1990-2022_00 3ACe_HT_1990-2022_00 3ACf_HT_1990-2022_00 3ACg_HT_1990-2022_00 3ACh_HT_1990-2007_01 3ACh_HT_XXXX_01 (XXXX de 2008 a 2022) 3ACi_HT_1990-2022_00

Sistema de archivo:	
Incertidumbres	3ACai_IN_2022_00 3ACaii_IN_2022_00 3ACb_IN_2022_00 3ACc_IN_2022_00 3ACd_IN_2022_00 3ACe_IN_2022_00 3ACf_IN_2022_00 3ACg_IN_2022_00 3ACh_IN_2022_00 3ACresto_IN_2022_00
DA	3ACa_DA_1990-2007_01 3ACa_DA_2008-2022_00 3ACb_DA_1990-2022_00 3ACc_DA_1990-2022_00 3ACd_DA_1990-2022_00 3ACe_DA_1990-2022_00 3ACf_DA_1990-2022_00 3ACg_DA_1990-2022_00 3ACh_DA_1990-2022_00 3ACi_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

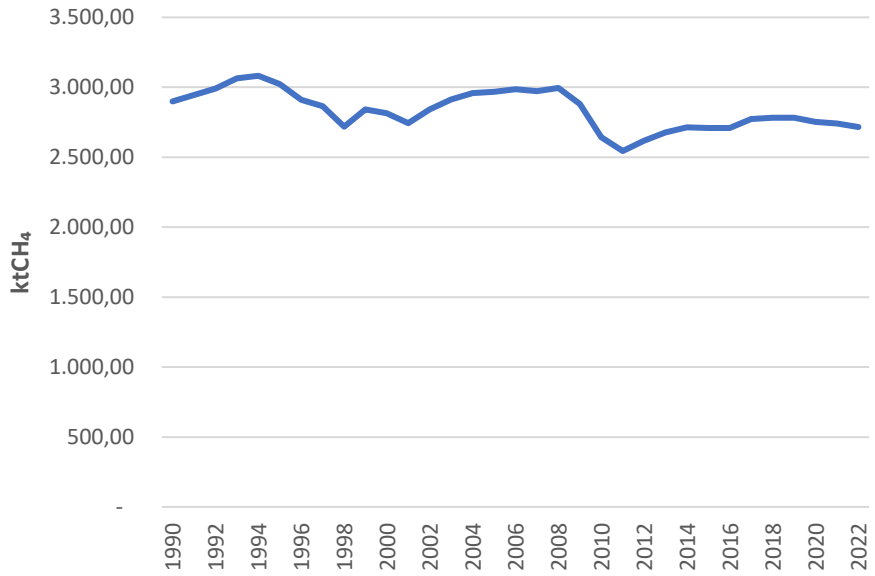
Descripción

Emisiones de metano por la fermentación entérica.

Tendencia de las emisiones de GEI

La variación de las emisiones se relaciona principalmente con la dinámica de existencias del ganado bovino de carne, por su mayor participación en esta categoría. Se observa una caída de las emisiones durante el período 2009-2010, que se relaciona principalmente con la baja de las existencias ganaderas, con una recuperación y estabilización posterior. Para el período 2020-2022 se observa nuevamente una caída vinculada con la disminución de existencias, en particular para las ganaderías no bovinas.

Figura 242. Evolución de la tendencia de emisiones para CH_4 – 3A



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Se calculan las emisiones empleando el método de cálculo Nivel 2 para la ganadería bovina, y de Nivel 1 para las restantes ganaderías. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 10.19 y 10.20 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 412. Información sectorial para la categoría 3A

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Y OTRA INFORMACIÓN RELACIONADA			FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS	EMISIONES
	Población (1000s)	Ingesta de energía bruta promedio (GE) (MJ/cabeza/día)	Tasa de conversión de metano promedio (Ym) (%)	CH_4 (kg CH_4/cabeza/día)	CH_4 (kt)
3.A.1. Ganado	38.095,36			67,48	2.570,59
Opción A:					
3.A.1.a. Vacas lecheras	2.207,67	279,62	6,30	115,54	255,08
3.A.1.b. Otro ganado	35.887,69	145,24	6,74	64,52	2.315,51
3.A.2. Ovejas	12.461,85			5,00	62,31
3.A.2.a Otros (sírvase especificar)	12.461,85			5,00	62,31
Todos los ovinos	12.461,85	NA	NA	5,00	62,31
3.A.3. Cerdos	5.477,11			1,00	5,48
3.A.3.a Otros (sírvase especificar)	5.477,11			1,00	5,48
Todos los porcinos	5.477,11	NA	NA	1,00	5,48
3.A.4. Otras ganaderías	185.837,11			0,42	77,20
3.A.4.a. Búfalos	145,31	NA	NA	68,00	9,88
3.A.4.b. Camellos	272,81	NA	NA	8,00	2,18
3.A.4.d. Cabras	3.954,99	NA	NA	5,00	19,77
3.A.4.e. Caballos	2.464,94	NA	NA	18,00	44,37
3.A.4.f. Mulas y asnos	99,07	NA	NA	10,00	0,99
3.A.4.g. Aves de corral	178.900,00	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Factores de emisión

En el caso del cálculo de emisiones de bovinos de carne y bovinos de leche se han utilizado valores locales para la estimación de FE específicos del país, teniendo en cuenta la heterogeneidad de sistemas productivos por región y nivel tecnológico. Se realizó la clasificación de los animales en función de la calidad de la dieta, las características productivas, las circunstancias de gestación y las diferencias regionales y climáticas. De esta manera, los FE son calculados a través de los Sistemas Modales (SM), que son sistemas productivos por región y nivel tecnológico homogéneos. Este enfoque se tiene en consideración a partir del año 2008, dada la disponibilidad de datos de existencias desagregados por departamento.

Para los bovinos lecheros, los SM de cuencas Pampeanas se encuentran adaptados por la Subsecretaría de Lechería del MAGyP (actual SAGyP) en base a informes del INTA[245]. Los SM de las cuencas extra pampeanas fueron realizados en base a "De la Tierra al País – Radiografía del gasto e inversión 2011-2012"[246]. Para los bovinos de carne, los SM fueron desarrollados para el "Proyecto Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Cadena de Valor de la Carne Bovina" (Convenio MAGyP – UNTREF 238/2012)[247]. Contienen información desagregada dentro de cada región para cada actividad, sobre la dieta de los rodeos (participación de recursos, calidad) y parámetros productivos del rodeo (reproductivos, manejo, producción). La información detallada de cada sistema modal se encuentra en los Anexos Definición de sistemas modales lecheros y Definición de sistemas modales de carne.

Para las ganaderías de bubalinos, ovinos, caprinos, camélidos, equinos, mulares y asnales y aves se utilizan FE por defecto del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019, y para la ganadería porcina de las Directrices del IPCC de 2006.

Datos de Actividad

Se observa una caída durante el período 2009-2010 de las existencias de bovinos de carne debida a una fuerte sequía en los años 2008 y 2009 que generó una disminución en la disponibilidad de alimento y un consecuente aumento de faena de animales. A partir del año 2011 se da una lenta recuperación. Durante los últimos años se observa nuevamente una caída de las existencias bovinas en 2020 asociada a factores climáticos, que luego se mantienen estables. A su vez, se evidencia un aumento de las existencias de aves y porcinos, y la disminución en ganadería ovina, equina y caprina.

Se han utilizado las siguientes fuentes de información oficiales:

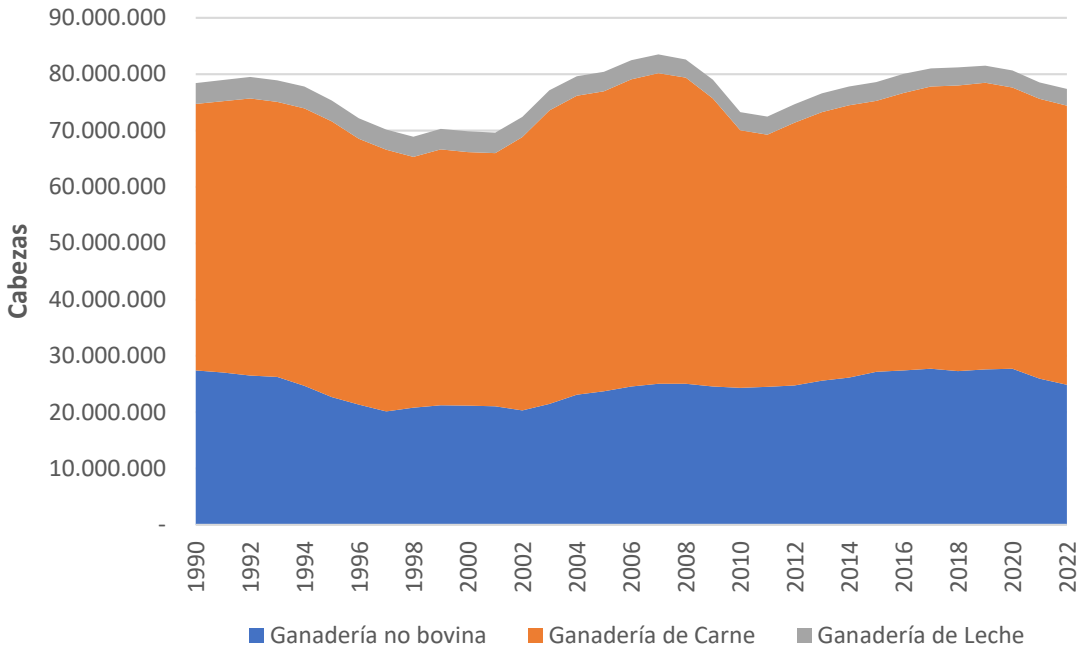
SAGyP: La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca es el organismo gubernamental responsable de diseñar y ejecutar planes de producción, comercialización y sanitarios en el ámbito agropecuario, pesquero, forestal y

[245] Engler et al. (2016). Costos Regionales de los Sistemas Primarios de Producción de Leche. INTA.
[246] AACREA (2012). De la Tierra al País - Radiografía del gasto e inversión 2011-2012.
[247] "Emisión de gases de efecto invernadero en la Cadena de Valor de la Carne Bovina" - Informe final – Feldkamp, C. R., Cañada, P., Vázquez Amábile, G., Torroba, F., Sobredo, M., Ortiz de Zárate, L., Magnasco, E., Feiguin, F..

agroindustrial. También es encargado de la intervención en la definición de estructuras arancelarias y políticas comerciales en el ámbito de su competencia, el otorgamiento de certificados de origen y calidad de productos, elaboración de los regímenes de las actividades agropecuarias, entender en la fiscalización sanitaria de la producción y comercialización de los productos primarios de origen agropecuario, entre otras funciones. Particularmente la información de existencias ganaderas fue obtenida de la Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal.

SENASA: El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria es un organismo descentralizado de la SAGyP, encargado de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad, calidad animal y vegetal e inocuidad de los alimentos de su competencia; así como de verificar el cumplimiento de la normativa vigente en la materia. También es de su competencia el control del tráfico federal, de las importaciones y exportaciones de productos, subproductos y derivados de origen animal y vegetal, fármaco-veterinarios y agroquímicos, productos agroalimentarios, fertilizantes y enmiendas. Se utilizan las estadísticas asociadas a la vacunación que el organismo presenta anualmente.

Figura 243. Evolución datos de actividad para la categoría 3A



Fuente: Elaboración propia.

3A1a – Fermentación entérica Bovinos Lecheros

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 413. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3A1a – Fermentación entérica Bovinos Lecheros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3A1a	Fermentación Entérica Bovinos Lecheros	Emisiones de metano de vacunos que producen leche para el intercambio comercial y de terneros y vaquillonas que se crían para la producción láctea.		Nivel 2	

Fuente: Elaboración propia

Es categoría principal por nivel para el año 2022 (1,74%).

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 414. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3A1a – Fermentación entérica Bovinos Lecheros

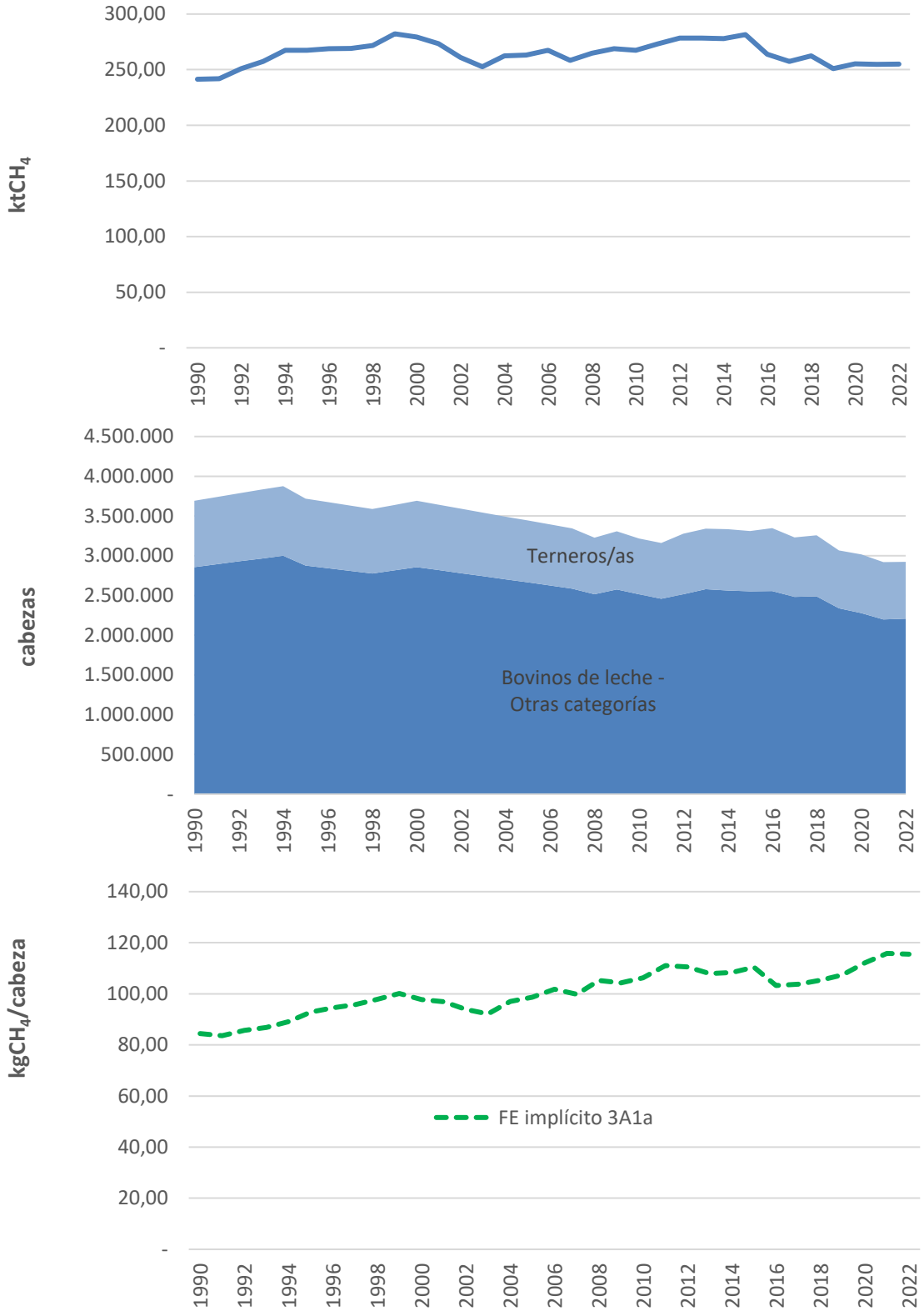
Sistema de archivo:	
Procedimiento	3ACai_P_00
Ruta de acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo	3ACai_HT_1990-2007_02 3ACai_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACai_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACai_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACai_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres	3ACai_IN_2022_00
DA	3AC_DA_1990-2007_01 3AC_DA_2008-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones se encuentra relacionada a la variación del FE. La tendencia del FE implícito se debe a una mayor producción de leche por vaca a lo largo de la serie temporal. Se asume que los terneros y terneras no emiten.

Figura 244. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3A1a – Fermentación Entérica Bovinos Lecheros

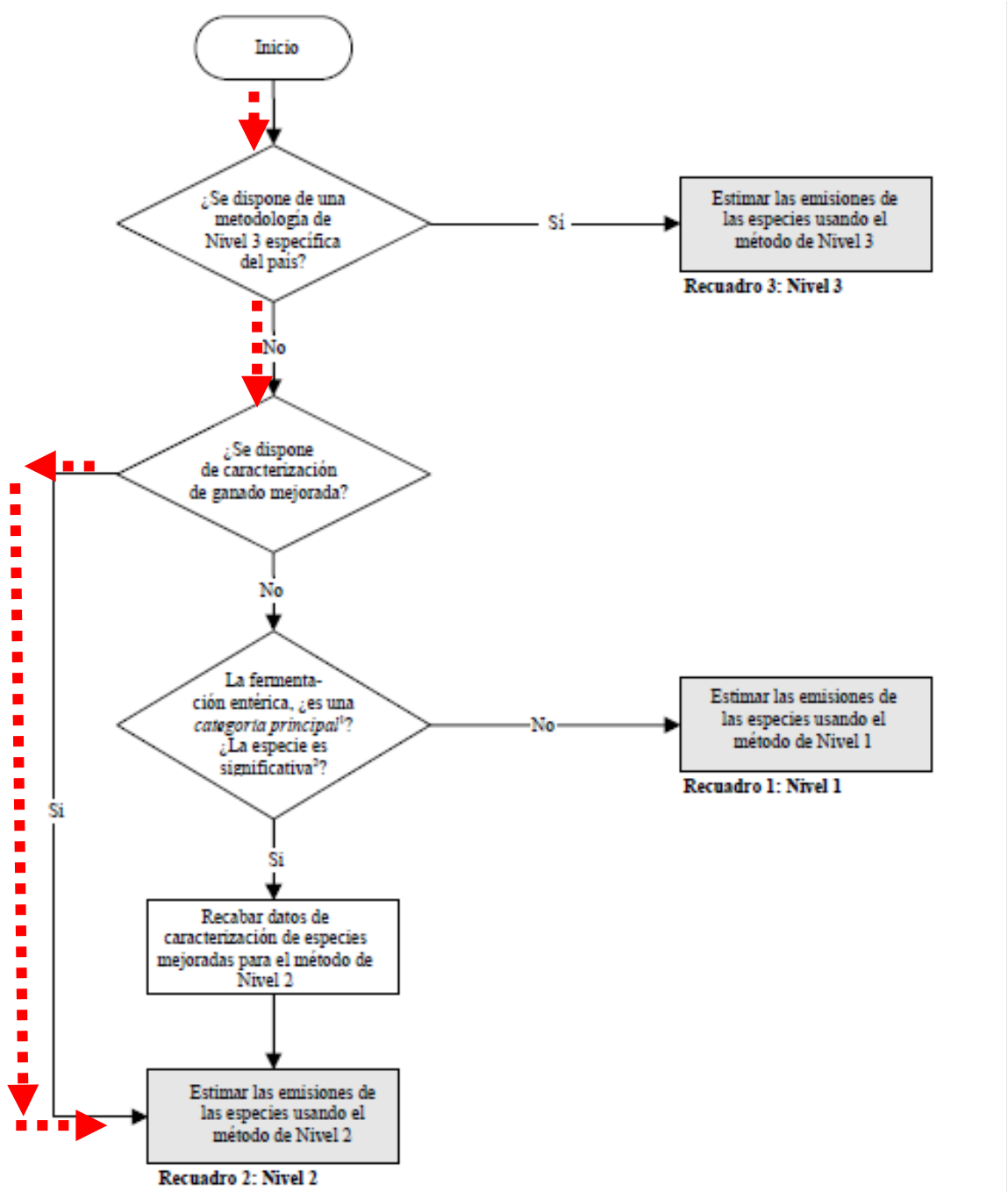


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 59. Árbol de decisión para las emisiones de CH_4 resultantes de la fermentación entérica



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se dispone de una caracterización de ganado mejorada por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 2. La estimación de la categoría se

realizó utilizando las ecuaciones 10.19 y 10.20 del Refinamiento a las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

El FE de fermentación entérica se calcula mediante la ecuación 10.21 del Refinamiento a las Directrices del IPCC de 2019 para cada subcategoría de ganado y sistema modal. Luego se obtiene un FE para cada subcategoría de ganado ponderado por la participación de cada sistema modal. Las ecuaciones utilizadas se encuentran en la tabla siguiente. De acuerdo a lo explicado en la caracterización de ganado, se obtiene la ingesta diaria por subcategoría de ganado y se utiliza para la estimación del FE de fermentación entérica.

Tabla 415. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 3A1a – Fermentación Entérica Bovinos Lecheros

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$FE_{Fermentación\ entérica}$	Factor de emisión de CH_4	FE de CH_4 proveniente de la fermentación entérica.	IPCC 2019 – Ecuación 10.21	kg CH_4/cabeza/año
FE	Factor de emisión vacas	FE de fermentación entérica de vacas.	Calculado – Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos lecheros	kg CH_4/cabeza
FE_{vq}	Factor de emisión vaquillonas de recría	FE de fermentación entérica de vaquillonas de recría.	Calculado – Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos lecheros	kg CH_4/cabeza
FE_t	Factor de emisión toros, toritos y bueyes	FE de fermentación entérica de toros, toritos y bueyes.	Calculado – Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos lecheros	kg CH_4/cabeza

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se detallan los valores promedio a nivel nacional del FE de fermentación entérica agrupados por subcategoría de ganado. En el Anexo Factores de emisión según caracterización de ganado lechero se detallan los FE por región y subcategoría. El porcentaje de destete y la gestión del rodeo están definidos por SM (ver Anexo Definición de sistemas modales lecheros).

Tabla 416. Parámetros y factores de emisión según subcategoría de ganado (2022)

Variable	BW	DE	Leche	GE	Fermentación Entérica Bovinos Lecheros
Descripción	Peso corporal vivo promedio	Digestibilidad	Producción de leche	Energía bruta	FE fermentación entérica
Subcategoría	kg / Cabeza	%	kg / día	Mj/Día	kg CH_4/año x Cabeza
Vacas	600	65	20,55	343	141,6
Vaquillonas	375	65	-	119	49,1
Terneros	-	-	-	-	-
Terneras	-	-	-	-	-
Toros	750	65	-	186	76,8
Bueyes	750	65	-	186	76,8
Toritos	495	65	-	175	72,2

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de los FE se utilizan factores de conversión de CH_4 (Ym) que se detallan en la siguiente tabla. El Ym se asigna de manera separada para cada categoría, de acuerdo a la digestibilidad de la dieta de cada sistema modal.

Tabla 417. Asignación de factores de conversión de metano (Ym) para la categoría 3A1a – Fermentación Entérica Bovinos Lecheros

Categoría	Digestibilidad de la dieta	Valor de Ym (%)	Fuente de información	Criterio
Vacas en ordeñe	≥70	6,0	IPCC 2019 – Cuadro 10.12	Ganado bovino lechero en ordeñe. Asignado según digestibilidad de la dieta
	63-70	6,3		
	≤62	6,5		
Otras categorías (vacas secas, vaquillonas, toros, toritos y bueyes)	63-71	6,3		Ganado no lechero o multipropósito. Asignado según digestibilidad de la dieta
	≤62	7,0		

Fuente: Elaboración propia.

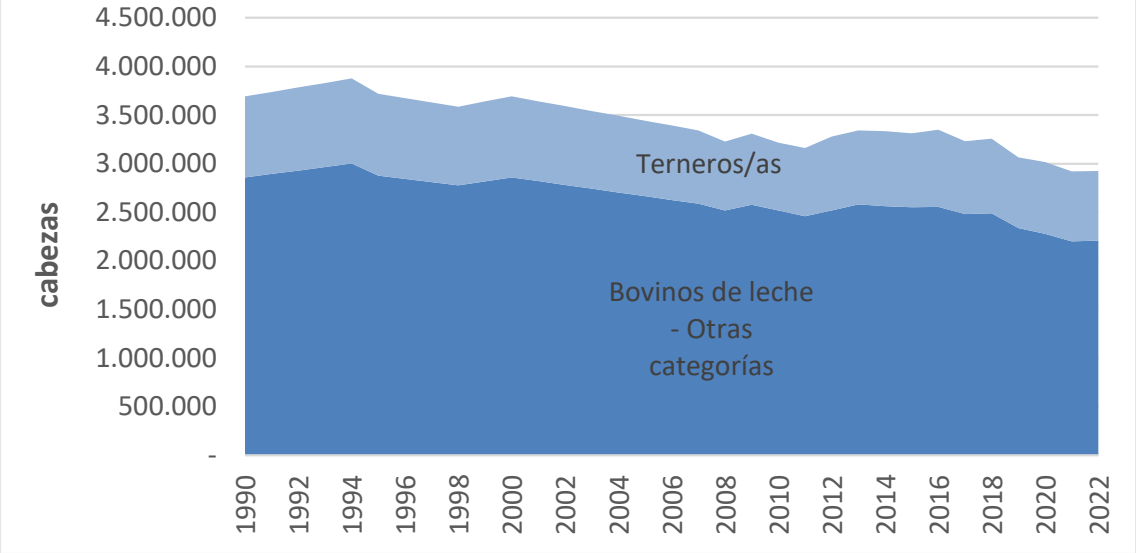
Datos de actividad

El DA es el número de cabezas de ganado de bovino lechero, por subcategoría de ganado y región. El SENASA reporta el nivel de existencias en establecimientos de producción lechera al mes de marzo de cada año por departamento[248]. Dicho valor es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una

[248] Las existencias de 2021 y 2022, que fueron reportadas por SENASA al mes de diciembre, se ajustaron para mantener la coherencia con la serie temporal como se detalla en la sección Caracterización de bovinos lecheros.

región a cada departamento. Las subcategorías de novillo y novillito se asignan a las existencias de la producción de carne por lo cual no se consideran para la estimación de emisiones provenientes de los bovinos lecheros.

Figura 245. Evolución de las existencias de bovinos lecheros 3A1a



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presentan los valores de las existencias de bovinos lecheros por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 418. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
Buenos Aires Abasto Norte	29.192	13.850	3.149	10.343	308	-	165	57.007
Buenos Aires Abasto Sur	73.797	32.235	8.648	27.935	536	-	238	143.390
Buenos Aires Mar y Sierras	47.629	20.397	5.432	17.750	350	-	111	91.669
Buenos Aires Oeste	212.983	99.918	26.357	75.498	1.958	-	882	417.596
Buenos Aires Otros	25.236	10.126	3.818	8.376	321	-	93	47.969
Buenos Aires Sur	12.579	5.189	1.444	3.397	137	-	28	22.774
Chaco Santiagueño	24.328	7.933	5.341	7.594	634	-	61	45.891
Córdoba Noreste	16.562	7.470	2.272	4.984	257	-	82	31.626
Córdoba Sur	73.668	36.922	11.104	24.942	914	-	243	147.794
Córdoba Villa María	402.399	154.060	53.044	131.962	5.265	-	1.643	748.374
Entre Ríos Este	21.576	11.764	1.998	7.780	148	-	101	43.367
Entre Ríos Oeste	60.568	26.611	7.140	17.497	716	-	253	112.785
La Pampa Centro y Sur	21.204	9.176	3.275	6.588	195	-	224	40.662
La Pampa Noroeste	4.215	2.749	402	657	42	-	24	8.090
NEA	2.616	630	338	620	195	18	8	4.426
Patagonia	2.984	2.035	185	576	82	-	1	5.863
Salta Valle de Lerma	6.328	3.410	691	1.991	59	-	57	12.536
Santa Fe Centro	431.375	182.911	69.599	132.669	6.734	-	2.685	825.972

Región	Vacas	Vaquillonas	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
Santa Fe Sur	53.619	23.139	4.496	23.452	311	-	105	105.122
Tucumán Trancas	4.626	1.501	417	915	75	-	18	7.553
Valles Cordilleranos	1.492	365	121	331	19	4	-	2.333
Total	1.528.976	652.391	209.272	505.857	19.259	23	7.023	2.922.799

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 419. Incertidumbre de la subcategoría 3A1a – Fermentación entérica Bovinos Lecheros (2022)

Incertidumbre combinada CH_4	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
6,0%	1,12E-6	2,6%	0,0005%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC para el FE y el DA. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta.

Tabla 420. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3A1a

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	Por defecto IPCC 2006 para dato local
Ym	Factor de conversión en CH_4 (según sistema modal)	Normal	7,8% ó 17%	IPCC 2006
DE	Digestibilidad de la dieta	Normal	5%	Por defecto IPCC 2006 para dato local

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[249], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategoría de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El

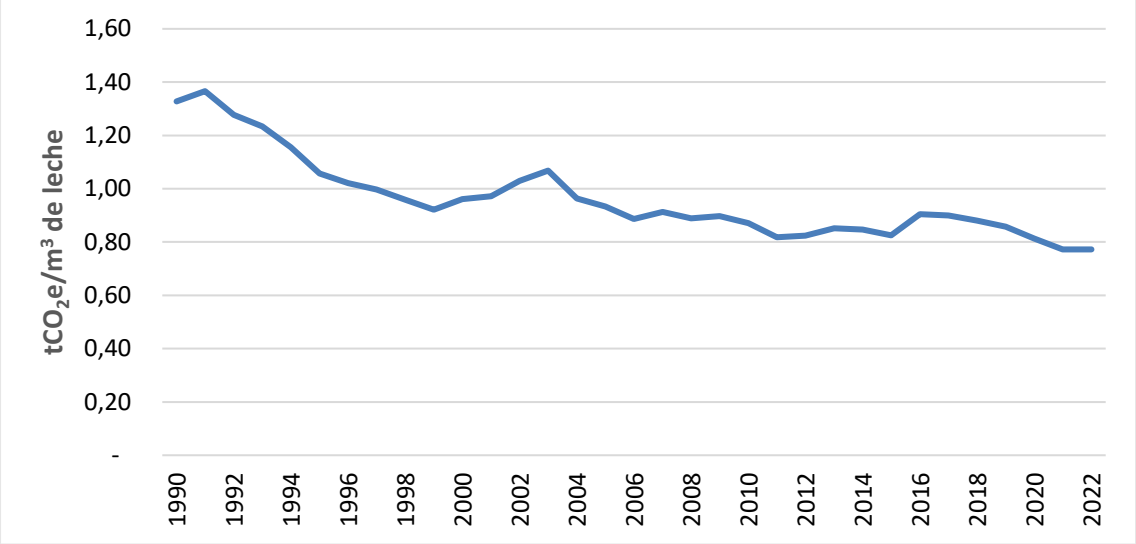
[249] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.

- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de SENASA del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Indicador: se construyen indicadores con el objetivo de identificar anomalías o singularidades en la serie temporal de emisiones. En el caso de los bovinos de leche existen dos indicadores: emisiones por producción de leche (tCO_2e/m^3 de leche) y producción de leche por cabeza (m^3 de leche/cabeza).
- El control de calidad por medio del indicador se realiza utilizando el total de las emisiones provenientes de los bovinos lecheros (fermentación entérica, gestión del estiércol y excretas en pasturas).

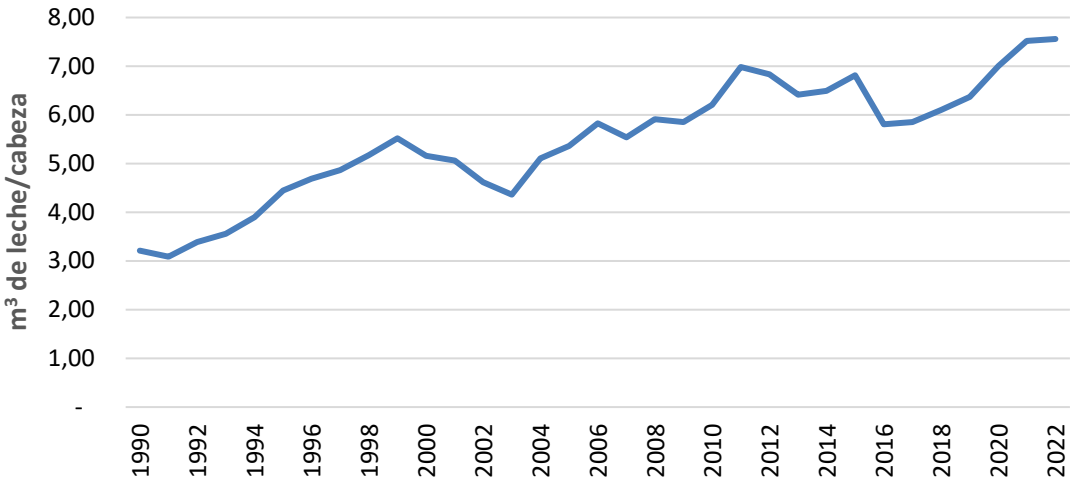
En las siguientes figuras se observa la evolución de las emisiones por producción de leche y la producción de leche por cabeza. Si bien disminuyó el nivel de existencias, la producción de leche aumentó. Esto mismo se puede ver en la última figura que muestra un aumento en la cantidad de leche producida por cabeza.

Figura 246. Evolución de emisiones por producción de leche



Fuente: Elaboración propia

Figura 247. Evolución de producción de leche por cabeza



Fuente: Elaboración propia

Comparativa con valores internacionales

En la siguiente tabla se presenta la comparación entre los FE locales y por defecto de fermentación entérica para bovinos lecheros. Los FE calculados con datos locales para todas las subcategorías de ganado presentan valores mayores a los presentes en las Directrices del IPCC de 2006 para América Latina.

Tabla 421. Comparación con valores internacional de los factores de emisión de fermentación entérica (2022)

Subcategoría	Fermentación Entérica Bovinos lecheros Promedio nacional	Porcentaje de existencias por categoría Nacional	Fermentación Entérica Bovinos lecheros Valor por defecto IPCC 2006	Porcentaje de existencias por categoría del IPCC 2006	Referencia IPCC	Explicación diferencias
	kg CH_4/año x Cabeza	%	kg CH_4/año x Cabeza	%		
Vacas	141,6	52%	63	37%	Cuadro 10.11 – América Latina Cuadro 10A2 – Hembras Maduras América Latina	Los sistemas lecheros argentinos tienen mayor producción y mayor peso promedio por vaca
Vaquillonas	49,1	22%	49	58%	Cuadro 10A2 – Jóvenes América Latina	No hay diferencias significativas

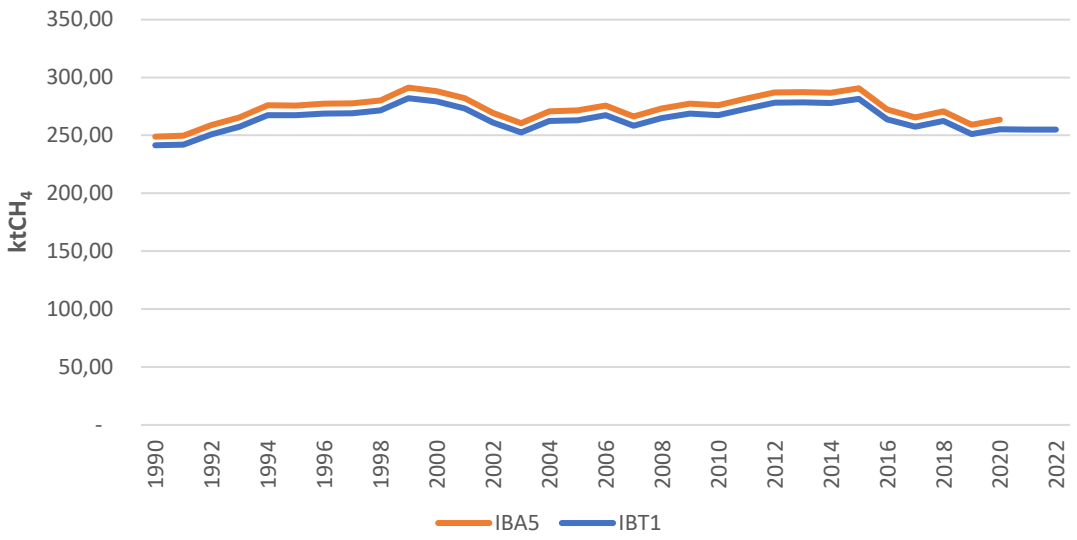
Subcategoría	Fermentación Entérica Bovinos lecheros Promedio nacional	Porcentaje de existencias por categoría Nacional	Fermentación Entérica Bovinos lecheros Valor por defecto IPCC 2006	Porcentaje de existencias por categoría del IPCC 2006	Referencia IPCC	Explicación diferencias
	kg CH_4/año x Cabeza	%	kg CH_4/año x Cabeza	%		
Toros	76,8	1%	61	6%	Cuadro 10A2 – Machos maduros América Latina	Los toros, bueyes y toritos en el país presentan un peso promedio mayor.
Bueyes	76,8	<1%	61	6%	Cuadro 10A2 – Machos maduros América Latina	
Toritos	72,2	<1%	61	6%	Cuadro 10A2 – Machos maduros América Latina	
Terneros	-	7%	-	-	Cuadro 10A2 – Terneros en lactancia América del Norte / Europa Occidental	No hay categoría lactante para América Latina. Se asume que la categoría ternero no emite dado que es lactante.
Terneras	-	17%	-	-	Cuadro 10A2 – Terneros en lactancia América del Norte / Europa Occidental	

Fuente: Elaboración propia

Recálculo y mejoras

Se actualizó la metodología de cálculo de las emisiones conforme al Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Se puede observar el impacto de estas modificaciones en la siguiente figura.

Figura 248. Comparativa tendencia de emisiones para la categoría 3A1a (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 422. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3A1b	Fermentación Entérica Bovinos de Carne	Emisiones de metano de todo ganado vacuno no usado para producción láctea, incluido: ganado vacuno cuidado o criado para la producción cárnica, y animales para la reproducción.		Nivel 2	

Fuente: Elaboración propia

Es categoría principal por nivel para el año 2022 (15,84%).

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 423. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne

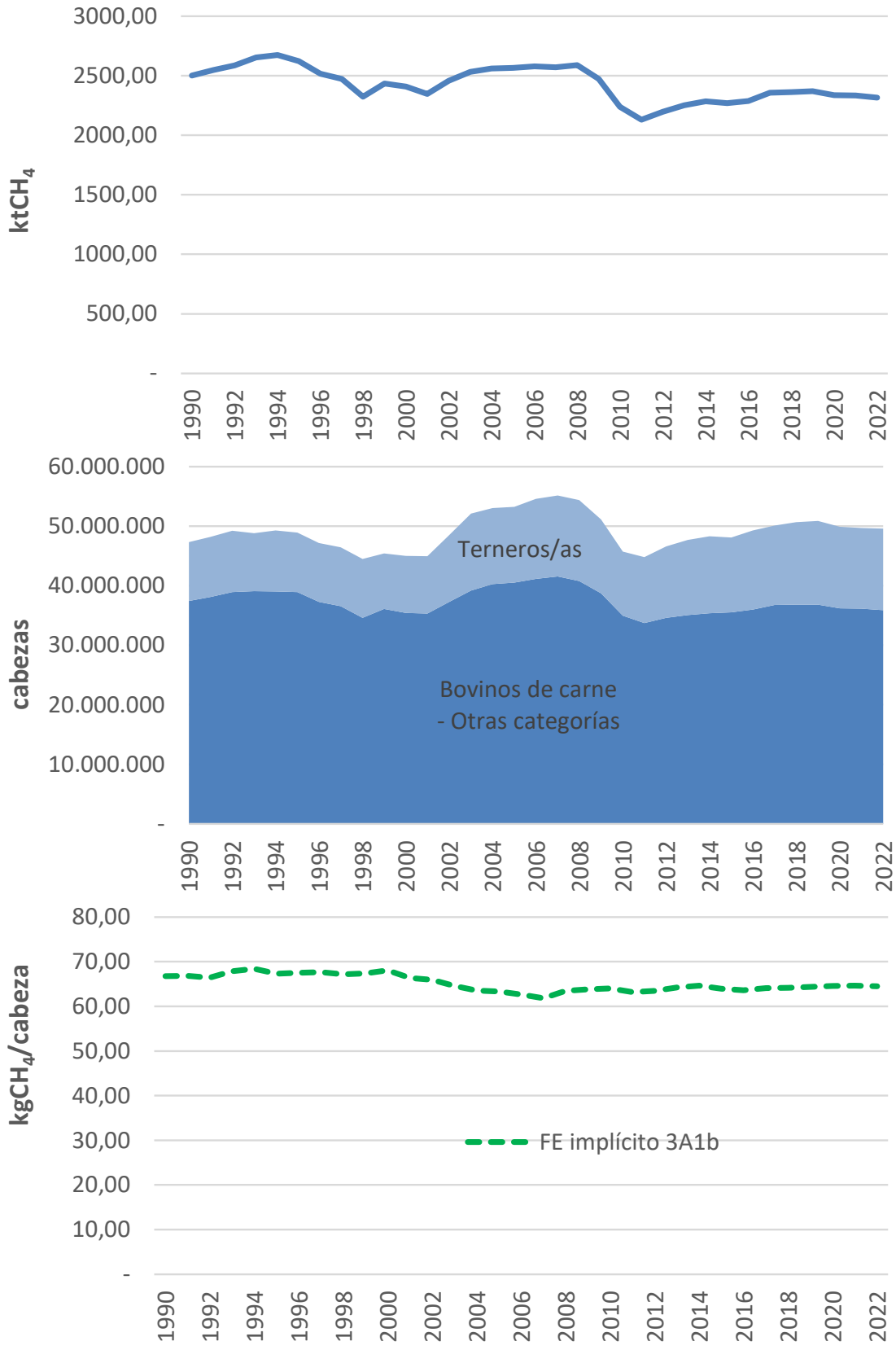
Sistema de archivo:	
Procedimiento	3ACaii_P_00
Ruta de acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo	3ACaii_HT_1990-2007_02 3ACaii_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACaii_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACaii_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACaii_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres	3ACaii_IN_2022_00
DA	3AC_DA_1990-2007_01 3AC_DA_2008-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones se encuentra relacionada con la evolución de las existencias de ganado bovino. También se puede observar que el FE implícito no sufrió grandes alteraciones, y la variación que presenta se debe a una mejora en la digestibilidad de la dieta. Se asume que los terneros y terneras no emiten.

Figura 249. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne

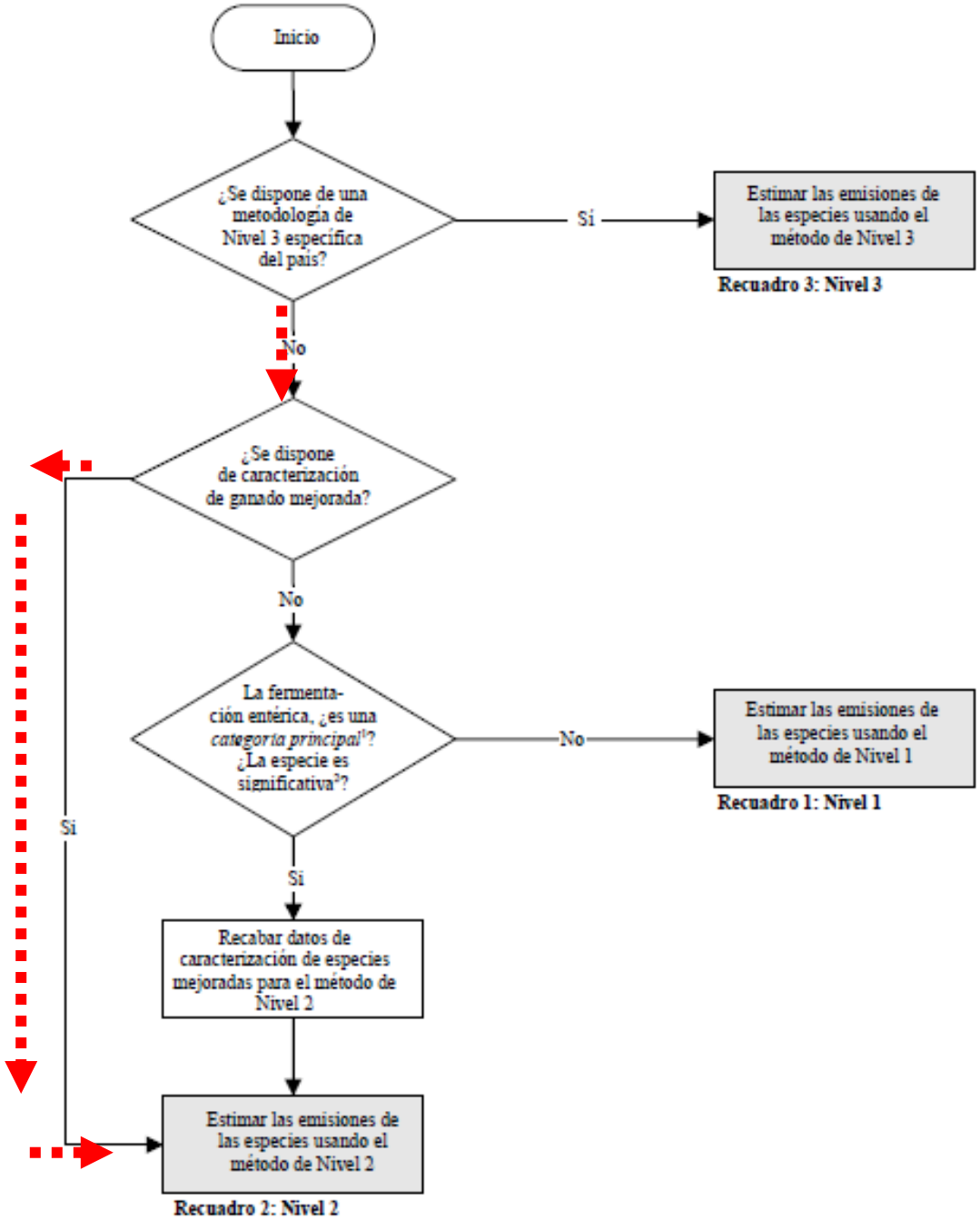


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 60. Árbol de decisión para las emisiones de CH_4 resultantes de la fermentación entérica



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se dispone de una caracterización de ganado mejorada por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 2. La estimación de la categoría se realizó utilizando las ecuaciones 10.19 y 10.20 del Refinamiento a las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

El FE de fermentación entérica se calcula mediante la ecuación 10.21 del Refinamiento a las Directrices del IPCC de 2019. En los sistemas de invernada se ajusta la fórmula 10.21 reemplazando el 365 por la duración (días) para la terminación del animal, cuando este período tiene una duración inferior al año. Luego se obtiene un FE para cada subcategoría de ganado ponderado por la participación de cada sistema modal. Las ecuaciones utilizadas se encuentran en la siguiente tabla. De acuerdo a lo explicado en la caracterización de ganado, se obtiene la ingesta diaria por subcategoría de ganado y se utiliza para la estimación del FE de fermentación entérica.

Tabla 424. Ecuaciones para el cálculo del factor de emisión de la categoría 3A1b – Fermentación Entérica Bovinos de Carne

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente	Unidades
$FE_{Fermentación\ entérica}$	Factor de emisión de CH_4	Factor de emisión de CH_4 proveniente de la fermentación entérica.	IPCC 2019 – Ecuación 10.21	kg CH_4/cabeza/ año
Destete	Destete	Porcentaje de destete.	Calculado – Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos de carne	%
FE	Factor de emisión vacas	Factor de emisión de fermentación entérica de vacas de cría.	Calculado – Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos de carne	kg CH_4/cabeza
FE_{vq}	Factor de emisión vaquillonas	Factor de emisión de fermentación entérica de vaquillonas.	Calculado – Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos de carne	kg CH_4/cabeza
$FE_{vq.recría}$	Factor de emisión vaquillonas de recría	Factor de emisión de fermentación entérica de vaquillonas de recría.	Calculado – Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos de carne	kg CH_4/cabeza
$FE_{vq.inv}$	Factor de emisión vaquillonas de invernada	Factor de emisión de fermentación entérica de vaquillonas de invernada.	Calculado – Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos de carne	kg CH_4/cabeza
FE_{nn}	Factor de emisión novillos y novillitos	Factor de emisión de fermentación entérica de novillos y novillitos.	Calculado – Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos de carne	kg CH_4/cabeza
FE_t	Factor de emisión toros, toritos y bueyes	Factor de emisión de fermentación entérica de toros, toritos y bueyes.	Calculado – Anexo Cálculo de factores de emisión de bovinos de carne	kg CH_4/cabeza

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se detallan los valores promedio a nivel nacional del FE de fermentación entérica agrupados por subcategoría de ganado. En el Anexo

Factores de emisión según caracterización de ganado de carne se detallan los FE por región y subcategoría de ganado. El porcentaje de destete y la gestión del rodeo están definidos por SM (ver Anexo Definición de sistemas modales de carne).

Tabla 425. Parámetros y factores de emisión según subcategoría de ganado (2022)

Variable	BW	DE	Leche	GE	Fermentación Entérica Bovinos de Carne
Descripción	Peso corporal vivo promedio	Digestibilidad	Producción de leche	Energía bruta	FE fermentación entérica
Subcategoría	kg / Cabeza	%	kg / día	Mj/Día	kg CH_4/año x Cabeza
Vacas	400	56	1,24	159	72,4
Vaquillonas	240	61	-	118	47,6
Novillos	291	65	-	128	51,5
Novillitos	288	65	-	126	49,9
Terneros	-	-	-	-	-
Terneras	-	-	-	-	-
Toros	600	56	-	201	92,4
Toritos	596	57	-	199	91,3
Bueyes	605	55	-	212	97,2

Fuente: Elaboración propia

A su vez, para el cálculo también se utiliza el valor de factor de conversión de CH_4 (Ym) detallado en la siguiente tabla.

Tabla 426. Parámetros para la categoría 3A1b – Fermentación Entérica Bovinos de Carne

Digestibilidad de la dieta	Ym (%)	Fuente de información	Criterio
>71	4,0	IPCC 2019 – Cuadro 10.12	Ganado no lechero o multipropósito. Asignado por condición de Compartimiento/feedlot y digestibilidad mayor a 71%
62-71	6,3		Ganado no lechero o multipropósito. Asignado según digestibilidad de la dieta
≤62	7,0		

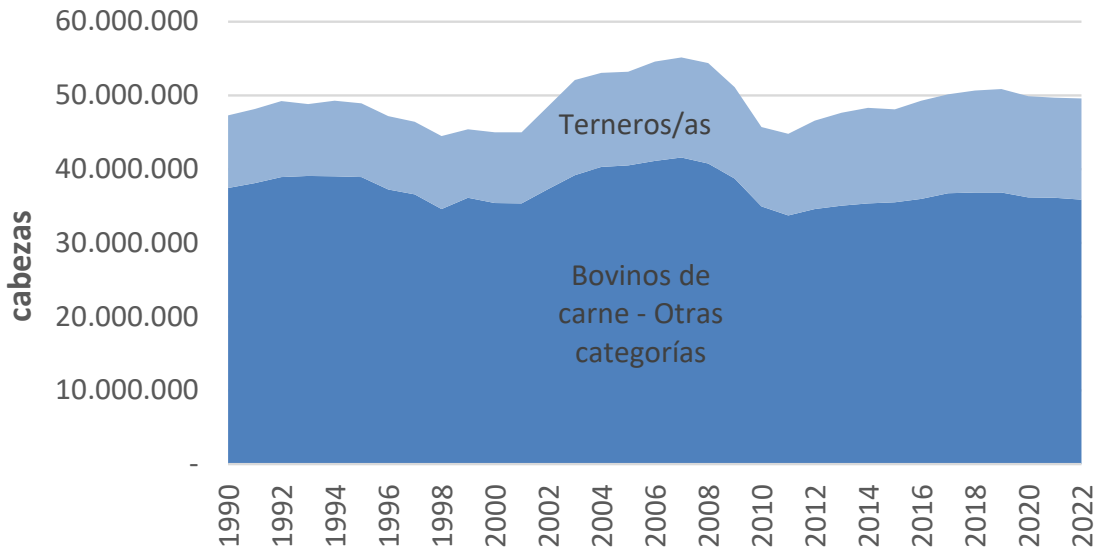
Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es el número de cabezas de ganado de bovino de carne, por subcategoría de ganado y región. El SENASA reporta el nivel de existencias de bovinos totales (incluye actividad de carne y leche) y bovinos en establecimientos de producción

lechera al mes de marzo[250] de cada año por departamento. El nivel de existencias de bovinos de carne se calcula por diferencia entre la información reportada en bovinos totales y las existencias de ganadería de leche para cada una de las subcategorías de ganado. Esta sustracción entre existencias totales y existencias lecheras no se realiza para las subcategorías de novillo y novillito, ya que se asume que estos animales pertenecen a las existencias de la producción de carne. El resultado del cálculo es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una región a cada departamento (ver Anexo Definición de sistemas modales de carne).

Figura 250. Evolución de las existencias de la producción de carne 3A1b



Fuente: Elaboración propia

[250] Las existencias de 2021 y 2022, que fueron reportadas por SENASA al mes de diciembre, se ajustaron para mantener la coherencia con la serie temporal como se detalla en la sección Caracterización de bovinos de carne.

Tabla 427. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de ganado y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Novillos	Novillitos	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
Sudeste	3.796.418	1.192.516	199.537	507.980	1.473.562	1.527.477	156.451	47	54.527	8.908.515
Sudoeste	2.142.365	607.320	149.764	326.824	825.570	853.254	88.638	31	29.247	5.023.013
Oeste	2.080.149	721.674	378.199	628.305	877.212	829.979	84.160	14	31.633	5.631.326
Norte	2.708.428	986.696	580.477	870.702	1.138.892	1.061.360	116.398	179	45.201	7.508.335
NEA	5.730.120	1.706.167	747.873	957.424	1.363.484	1.395.541	279.214	2.054	64.092	12.245.968
NOA	2.223.168	755.484	224.178	455.237	628.037	571.803	116.794	755	71.748	5.047.204
Semiárida	1.966.460	470.250	169.278	314.216	367.632	373.808	83.198	43	23.404	3.768.288
Patagonia	754.054	145.603	33.644	55.211	176.081	216.500	35.524	652	9.763	1.427.032
Conurbano	5.873	1.299	508	246	1.935	2.063	253	-	17	12.195
Total	21.407.034	6.587.009	2.483.459	4.116.146	6.852.405	6.831.786	960.630	3.775	329.632	49.571.876

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 428. Incertidumbre de la categoría 3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne (2022)

Incertidumbre combinada CH_4	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
5,00%	6,56E-05	23,7%	0,028%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de simulación de Monte Carlo para el FE y DA. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta.

Tabla 429. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3A1b

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	Por defecto IPCC 2006 para dato local
Ym	Factor de conversión en CH_4 (según sistema modal)	Normal	7,8% ó 17%	IPCC 2006
DE	Digestibilidad de la dieta	Normal	5%	Por defecto IPCC 2006 para dato local

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[251], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategoría de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El

[251] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

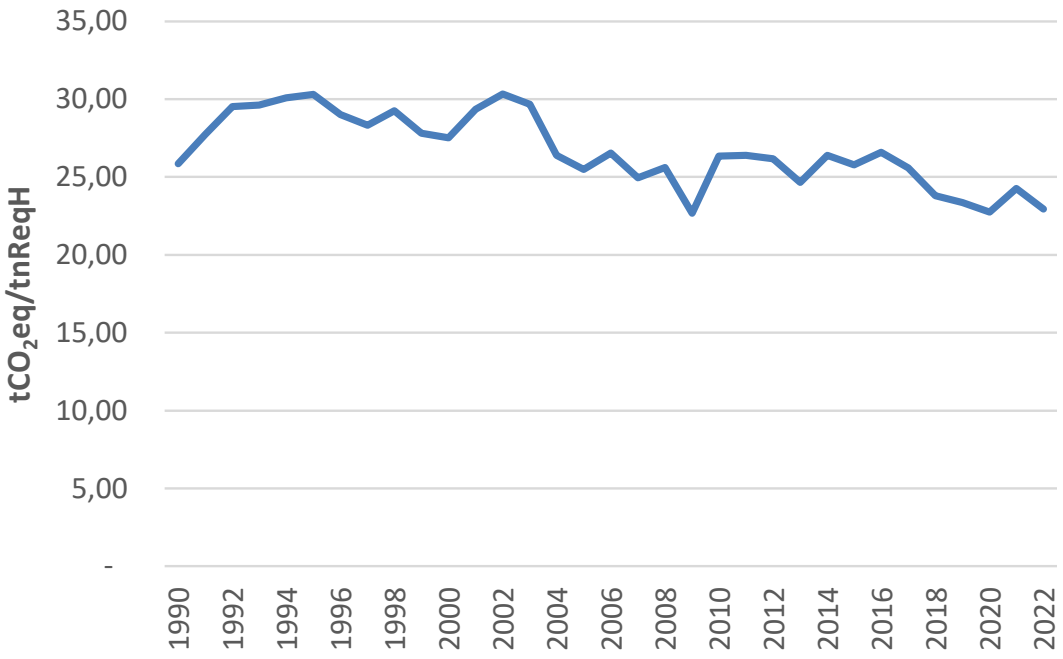
cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.

- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código de la fuente y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Se construyen indicadores con el objetivo de identificar anomalías o singularidades en la serie temporal de emisiones. En el caso de los bovinos de carne se utiliza el indicador de emisiones de la producción de carne bovina (tCO_2e/TReqH). Los valores de faena provienen de las estadísticas publicadas por el Área Técnica responsable de la producción ganadera dentro del Organismo de Aplicación.

El control de calidad por medio del indicador se realiza utilizando el total de las emisiones provenientes de los bovinos de carne (fermentación entérica, gestión del estiércol y excretas en pasturas).

En la siguiente figura se muestra la evolución de emisiones totales de bovinos de carne por producción de carne bovina. Las disminuciones que se observan entre 2008 y 2010, así como entre 2018 y 2022, fueron generadas por el aumento de la faena de estos años.

Figura 251. Evolución de emisiones por producción de carne bovina



Fuente: Elaboración propia

Comparativa con valores internacionales

En la siguiente tabla se puede apreciar la comparación entre los FE locales y por defecto de fermentación entérica para bovinos de carne. Los FE calculados con datos locales de la subcategoría vaquillonas presentan valores menores a los presentes en las Directrices del IPCC del 2006 para América Latina.

Tabla 430. Comparación con valores internacional de los factores de emisión de fermentación entérica (2022)

	Fermentación Entérica Bovinos de Carne Promedio nacional	Porcentaje de existencias por categoría Nacional	Fermentación Entérica Bovinos de Carne Valor por defecto IPCC 2006	Porcentaje de existencias por categoría IPCC 2006	Referencia IPCC	Explicación diferencias
Subcategoría	kg CH_4/año x Cabeza	%	kg CH_4/año x Cabeza	%		
Vacas	72,9	43%	64	37%	Cuadro 10A2 – Hembras maduras América Latina	Las vacas en el país presentan una mayor producción de leche, una menor digestibilidad y un menor porcentaje de destete.
Vaquillonas	47,6	13%	49	58%	Cuadro 10A2 – Jóvenes América Latina	Las vaquillonas en el país presentan una dieta con una digestibilidad superior y su peso promedio es superior.
Novillos	51,5	5%	49	58%	Cuadro 10A2 – Jóvenes América Latina	–
Novillitos	49,9	9%	49	58%	Cuadro 10A2 – Jóvenes América Latina	
Toros	92,4	2%	61	6%	Cuadro 10A2 – Machos maduros América Latina	Los toros, bueyes y toritos en el país presentan una dieta con menor digestibilidad y un mayor peso promedio.
Bueyes	91,3	<1%	61	6%	Cuadro 10A2 – Machos maduros América Latina	
Toritos	97,2	<1%	61	6%	Cuadro 10A2 – Machos maduros América Latina	
Existencias totales	64,8		56		Cuadro 10.10 – Otros Vacunos – América Latina	–

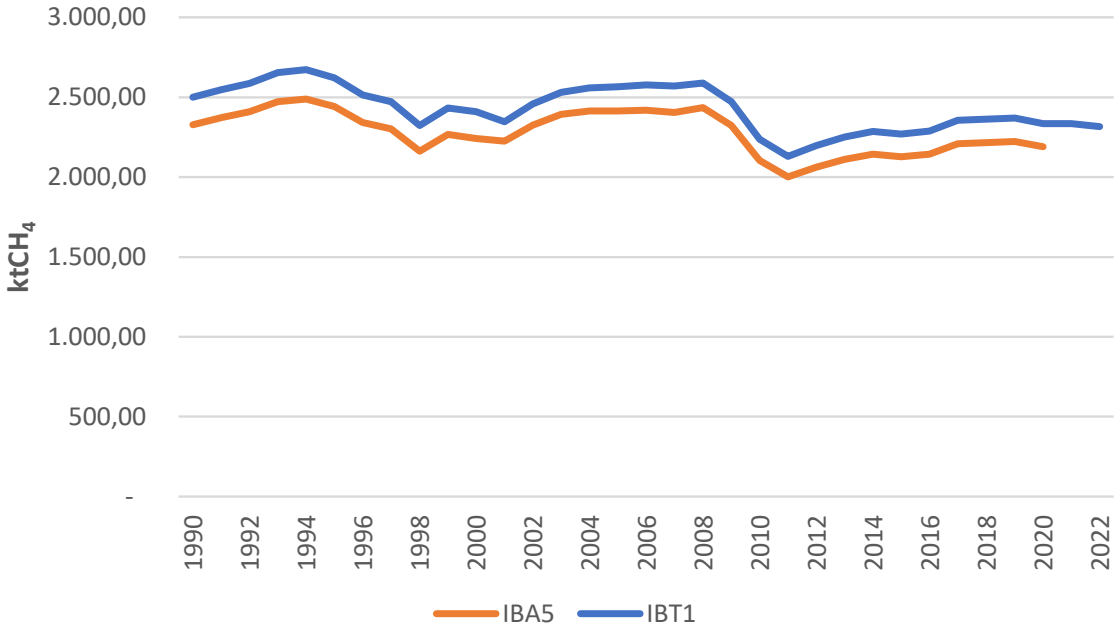
	Fermentación Entérica Bovinos de Carne Promedio nacional	Porcentaje de existencias por categoría Nacional	Fermentación Entérica Bovinos de Carne Valor por defecto IPCC 2006	Porcentaje de existencias por categoría IPCC 2006	Referencia IPCC	Explicación diferencias
Subcategoría	kg CH_4/año x Cabeza	%	kg CH_4/año x Cabeza	%		
Terneros	-	14%	-	-	Cuadro 10A2 – Terneros en lactancia América del Norte / Europa Occidental	No hay categoría lactante para América Latina. Se asume que la categoría ternero no emite dado que es lactante.
Terneras	-	14%	-	-	Cuadro 10A2 – Terneros en lactancia América del Norte / Europa Occidental	No hay categoría lactante para América Latina. Se asume que la categoría ternero no emite dado que es lactante.

Fuente: Elaboración propia

Recálculo y mejoras

Se actualizó la metodología de cálculo de las emisiones conforme al Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Se puede observar el impacto de estas modificaciones en la siguiente figura.

Figura 252. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3A1b (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3A2 – Fermentación entérica ovinos

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 431. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3A2– Fermentación entérica ovinos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3A2	Fermentación entérica Ovinos	Emisiones de metano de las ovejas.		Nivel 1	

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 432. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3A2– Fermentación entérica ovinos

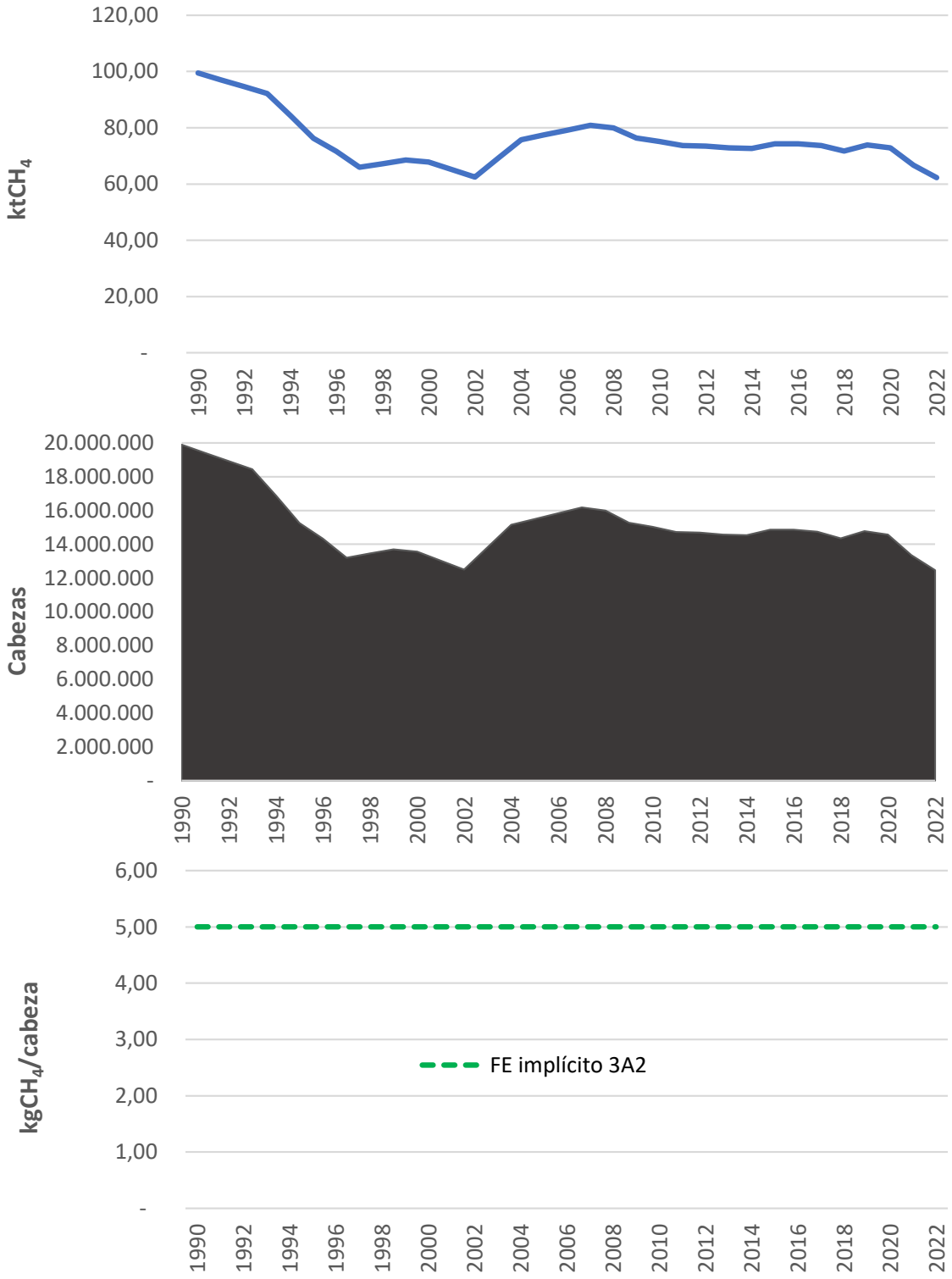
Sistema de archivo	
Procedimiento:	3ACc_P_00
Ruta de acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hoja de trabajo:	3ACc_HT_1990-2022_00
Incertidumbres:	3ACb_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3ACc_DA_1990-2022_00
Compilación:	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de emisiones se encuentra relacionada a la variación temporal de las existencias de ganado.

Figura 253. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3A2

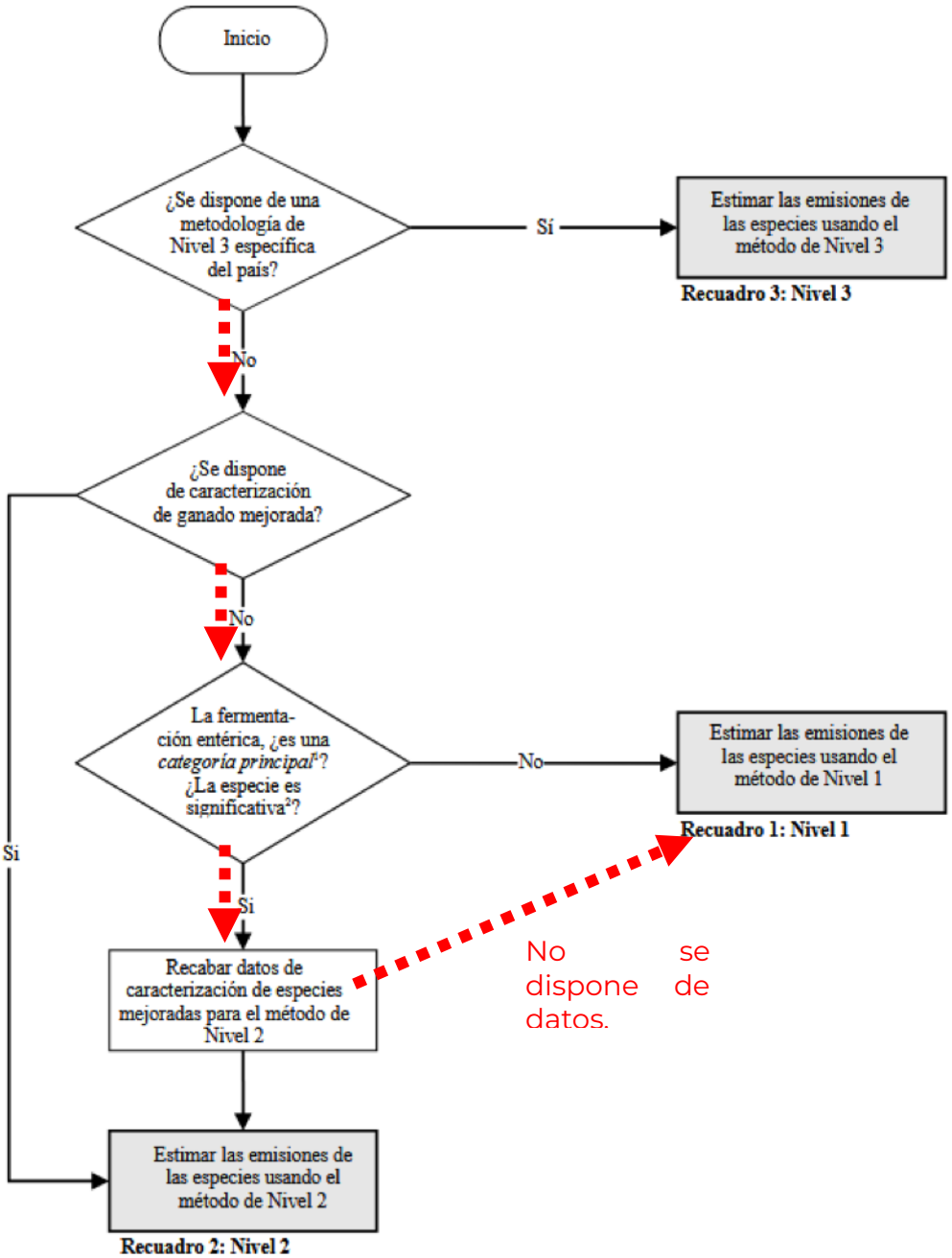


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 61. Árbol de decisión para las emisiones de CH_4 resultantes de la fermentación entérica



Fuente: Elaboración propia

No se dispone de una caracterización de ganado mejorada. Si bien las emisiones de ovinos son una categoría principal por tendencia, no son categoría principal por nivel. No se cuenta con los datos necesarios para emplear un método de cálculo Nivel 2 por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1.

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 10.19 y 10.20 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utiliza el FE de fermentación entérica por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Si bien se cuenta con una desagregación por subcategoría de animal, el FE no varía entre ellas.

Tabla 433. Factor de emisión correspondiente a la categoría 3A2– Fermentación entérica ovinos

Acrónimo	Descripción	FE (kg CH_4.cabeza^{-1}.año^{-1})	Fuente	Criterio
$FE_{fermentación\ entérica}$	Factor de emisión fermentación entérica ovinos.	5	Cuadro 10.10 – IPCC 2019	Ovinos

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es el número de cabezas de ganado. Las fuentes a lo largo de la serie temporal se encuentran en la siguiente tabla. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección Caracterización de ganaderías no bovinas.

Tabla 434. Fuentes de los datos de actividad para la categoría 3A2

Período	Fuente de información serie temporal
1990-2007	PROLANA (MAGyP).
2008-2022	SENASA.

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se presentan los DA para el año 2022.

Tabla 435. Existencias de ganado ovino (2022)

Variable	Existencias
$N_{(ovinos)}$	12.461.845

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Tabla 436. Incertidumbres de la categoría 3A2 – Fermentación entérica ovinos (2022)

Ganadería	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CH_4	Incertidumbre combinada CH_4	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3A2	20%	40%	44,7%	3,79E-06	0,6%	0,002%

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[252], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

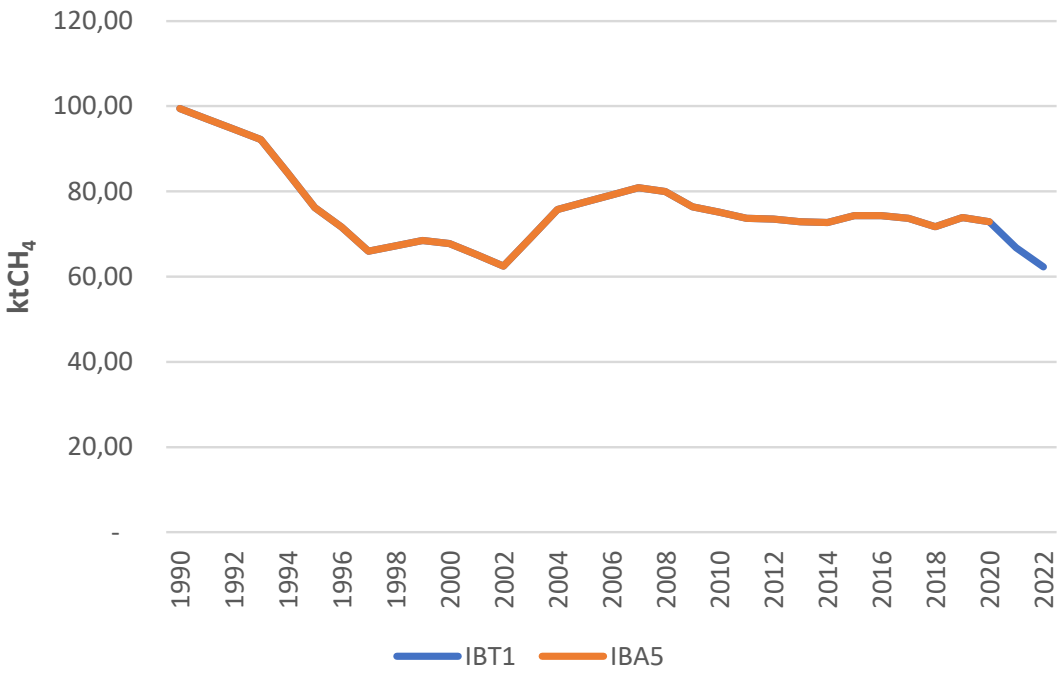
- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la suma total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

[252] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 254. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3A2 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3A3-Fermentación entérica porcinos

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 437. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3A3 – Fermentación entérica porcinos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3A3	Fermentación entérica porcinos	Emisiones de metano de los suinos.		Nivel 1	

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 438. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3A3 – Fermentación entérica porcinos

Sistema de archivo	
Procedimiento:	3ACh_P_00
Ruta de acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hoja de trabajo:	3ACh_HT_1990-2007_02 3ACh_HT_XXXX_02 (XXXX de 2008 a 2016)

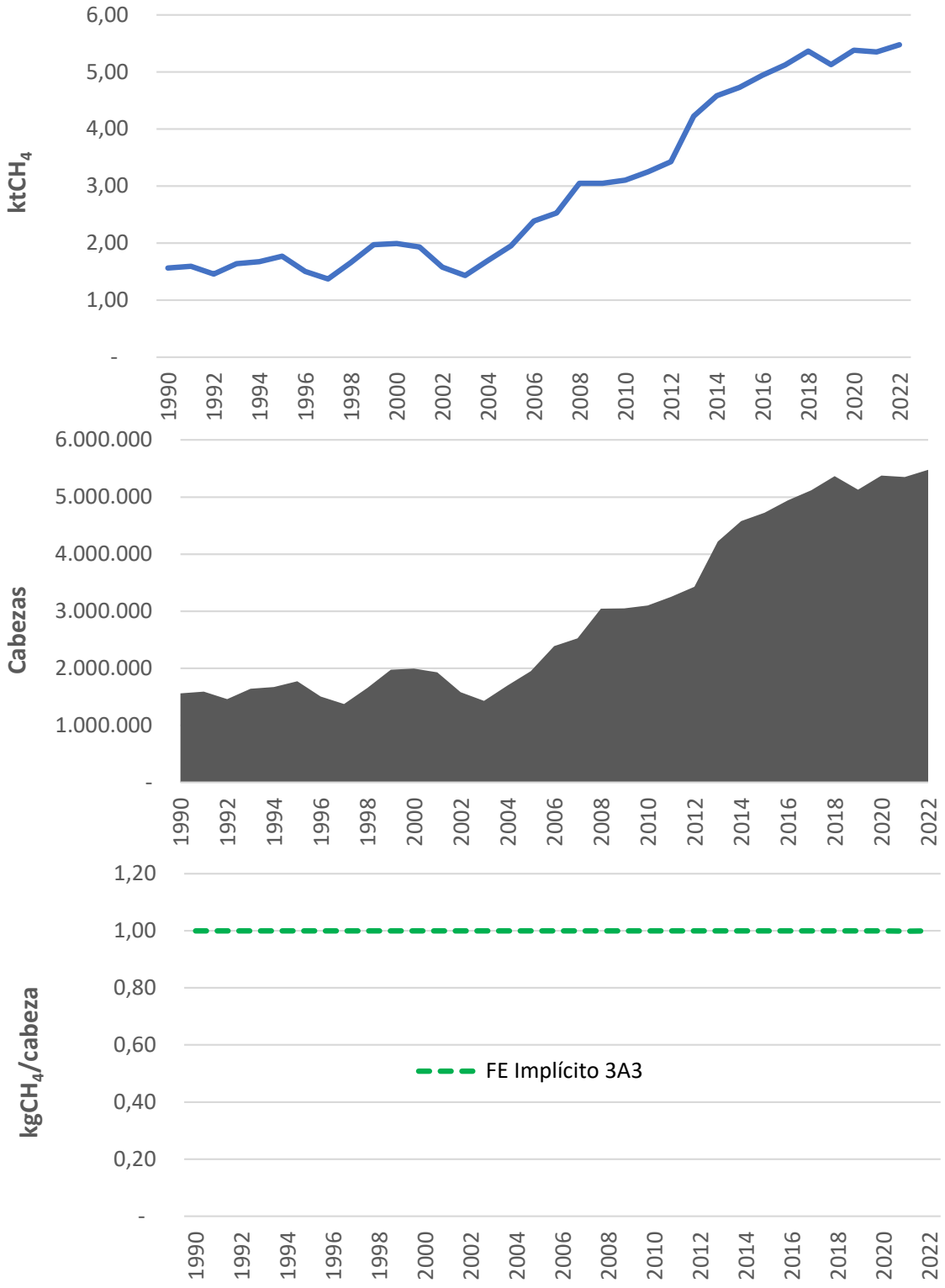
Sistema de archivo	
	3ACh_HT_XXXX_01 (XXXX de 2017 a 2020) 3ACh_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres:	3ACh_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3ACh_DA_1990-2007_00 3ACh_DA_2021_00 3ACh_DA_2022_00
Compilación:	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de emisiones se encuentra relacionada a la variación temporal de las existencias de ganado.

Figura 255. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3A3

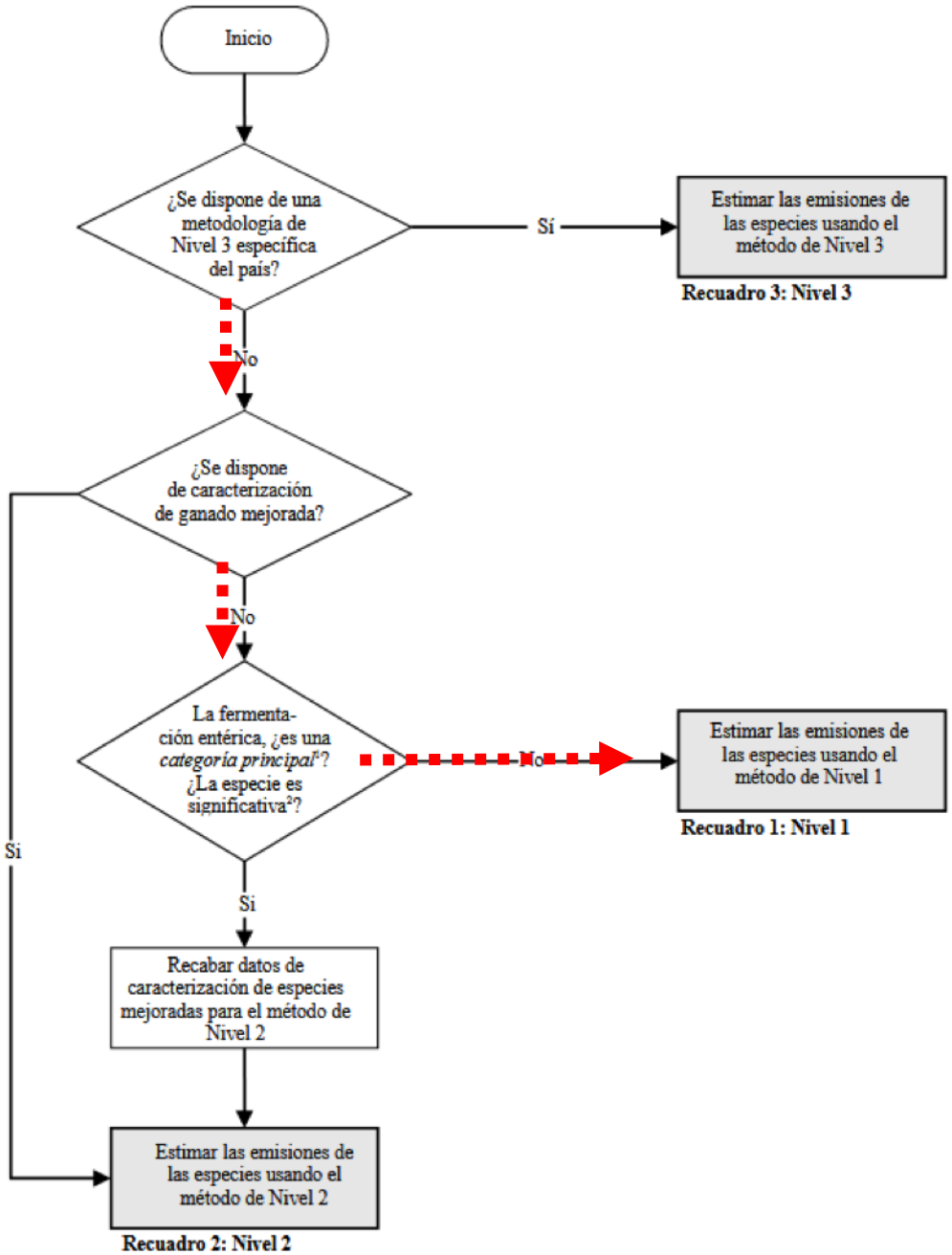


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 62. Árbol de decisión para las emisiones de CH_4 resultantes de la fermentación entérica



Fuente: Elaboración propia

La fermentación entérica de porcinos no es una categoría principal, por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 10.19 y 10.20 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utiliza el FE de fermentación entérica por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Si bien se cuenta con una desagregación por subcategoría de animal, el FE no varía entre ellas.

Tabla 439. Factores de emisión correspondientes a la categoría 3A3 – Fermentación entérica porcinos

Acrónimo	Descripción	FE (kg CH_4.cabeza^{-1}.año^{-1})	Fuente	Criterio
$FE_{fermentación\ entérica}$	Factor de emisión fermentación entérica porcinos.	1	Cuadro 10.10 – IPCC 2006	Porcinos

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es el número de cabezas de ganado y la fuente depende del tipo de ganadería. Las fuentes a lo largo de la serie temporal se encuentran en la siguiente tabla. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección Caracterización de ganaderías no bovinas.

Tabla 440. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería

Período	Fuente de información serie temporal
1990-2007	Área Técnica de MAGyP.
2008-2022	SENASA.

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se presentan los DA por subcategoría para el año 2022.

Tabla 441. Existencias de ganado de porcinos (2022)

Variable	Subcategoría de ganado	Existencias
$N_{(porcinos-padrillos)}$	Padrillos	129.183
$N_{(porcinos-cedras)}$	Cerdas	925.196
$N_{(porcinos-lechones)}$	Lechones	1.889.587
$N_{(porcinos-capones)}$	Capones	1.040.475
$N_{(porcinos-cachorros)}$	Cachorros	921.779
$N_{(porcinos-cachorras)}$	Cachorras	350.644
$N_{(porcinos-MEI)}$	MEI	220.243

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las

fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Tabla 442. Incertidumbres de la categoría 3A3 – Fermentación entérica porcinos (2022)

Ganadería	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CH_4	Incertidumbre combinada CH_4	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3A3	20%	40%	45,0%	2,96E-08	0,1%	1,00E-07

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[253], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

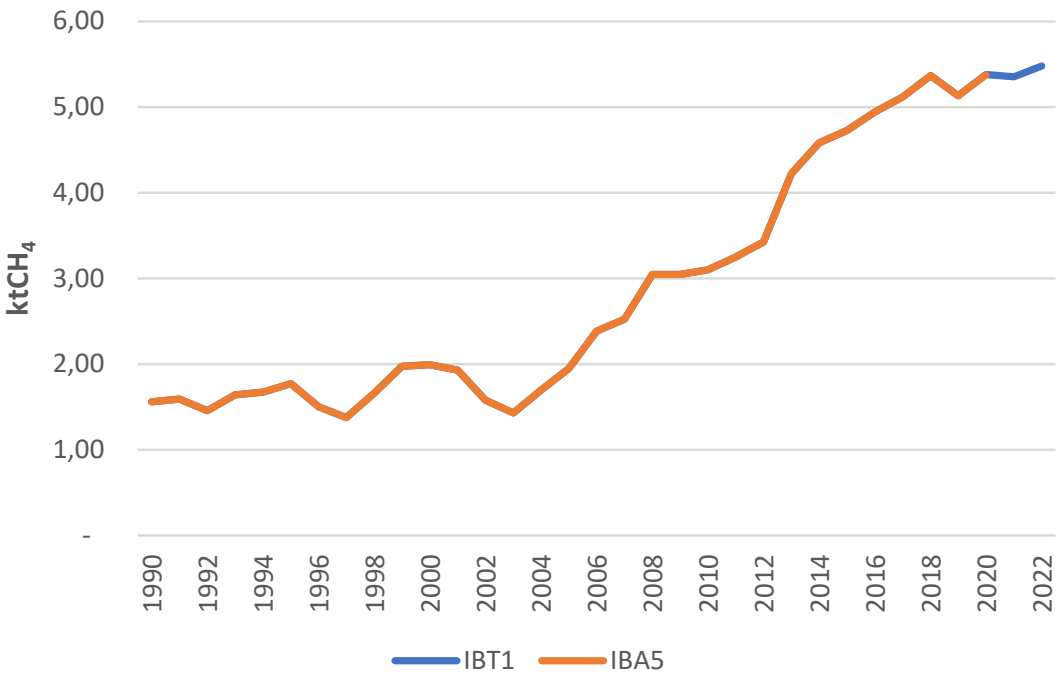
- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la suma total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

[253] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 256. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3A3 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3A4 – Fermentación entérica otras ganaderías

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 443. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3A4 – Fermentación entérica otras ganaderías

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3A4a	Bubalinos	Emisiones de metano del búfalo.		Nivel 1	
3A4b	Camélidos	Emisiones de metano de los camélidos.		Nivel 1	
3A4c	Ciervos	Emisiones de metano de los ciervos.		NE	
3A4d	Caprinos	Emisiones de metano de las cabras.		Nivel 1	
3A4e	Equinos	Emisiones de metano de los caballos.		Nivel 1	
3A4f	Mulas y asnos	Emisiones de metano de las mulas y asnos.		Nivel 1	
3A4g	Aves de corral	Emisiones de metano de aves de corral.		NA	
3A4h	Otros	Emisiones de metano de otro ganado (conejos, renos, avestruces, pelíferos, etc.).		NE	

Fuente: Elaboración propia

No se estiman las emisiones de las categorías 3A4c y 3A4h ya que no se cuenta con DA de ciervos ni otro ganado. No se estiman las emisiones de la categoría 3A4g ya que no se cuenta con un FE por defecto para la fermentación entérica.

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 444. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3A4 - Fermentación entérica ganaderías no bovinas

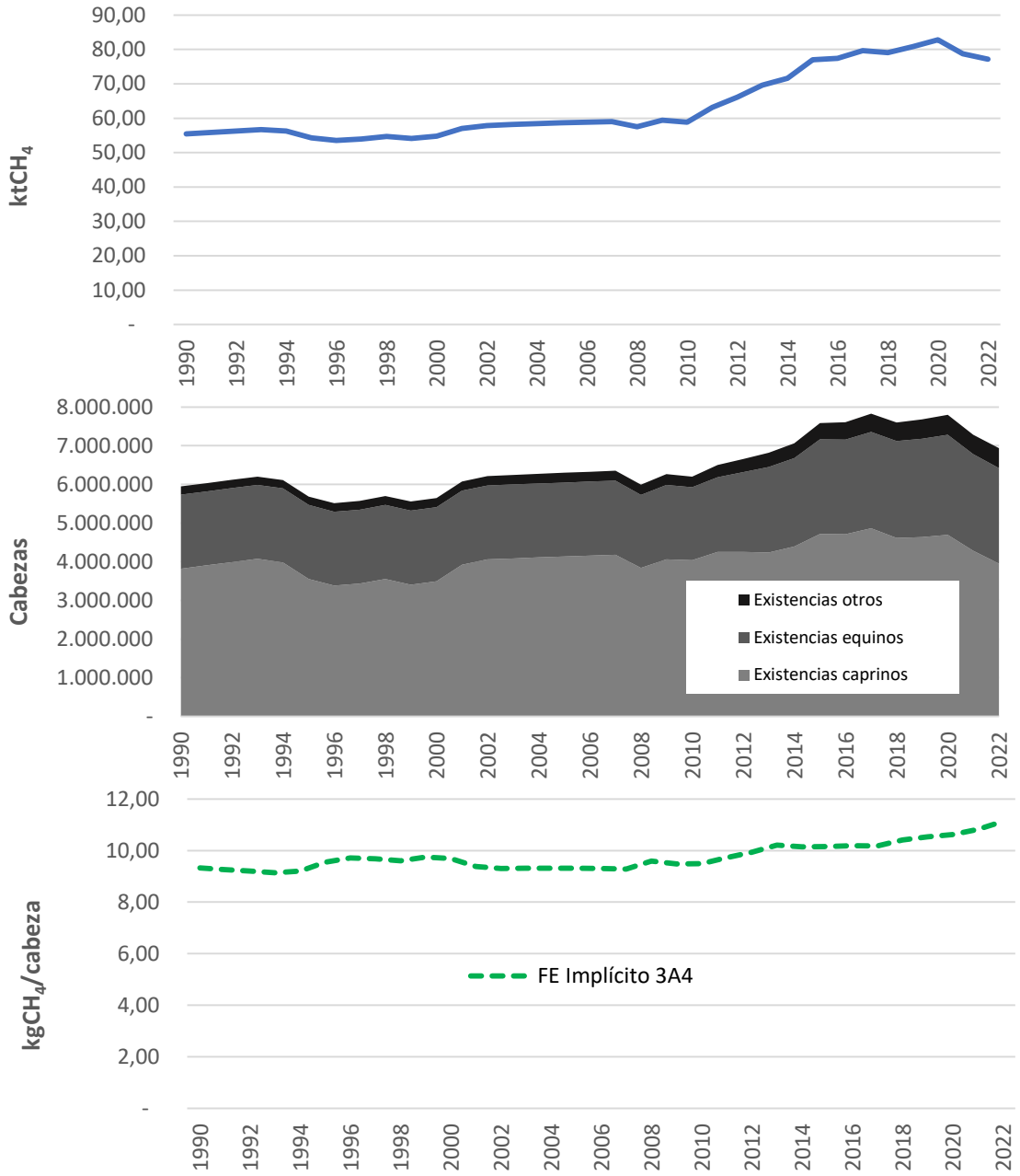
	Bubalinos	Caprinos	Camélidos	Equinos	Mulares y Asnales
Procedimiento	3ACb_P_00	3ACd_P_00	3ACe_P_00	3ACf_P_00	3ACg_P_00
Hoja de trabajo	3ACb_HT_1990-2022_00	3ACd_HT_1990-2022_00	3ACe_HT_1990-2022_00	3ACf_HT_1990-2022_00	3ACg_HT_1990-2022_00
DA	3ACb_DA_1990-2022_00	3ACd_DA_1990-2022_00	3ACe_DA_1990-2022_00	3ACf_DA_1990-2022_00	3ACg_DA_1990-2022_00
Incertidumbres	3ACb_IN_2022_00	3ACd_IN_2022_00	3ACe_IN_2022_00	3ACf_IN_2022_00	3ACg_IN_2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de emisiones se encuentra relacionada a las existencias de ganado. La evolución del FE implícito se debe a cambios en la participación relativa de las diferentes ganaderías, particularmente entre caprinos y equinos que son las subcategorías más relevantes. Para una mejor visualización se graficaron juntas las existencias de camélidos, bubalinos y mulares y asnales, bajo la denominación “Otros”.

Figura 257. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3A4

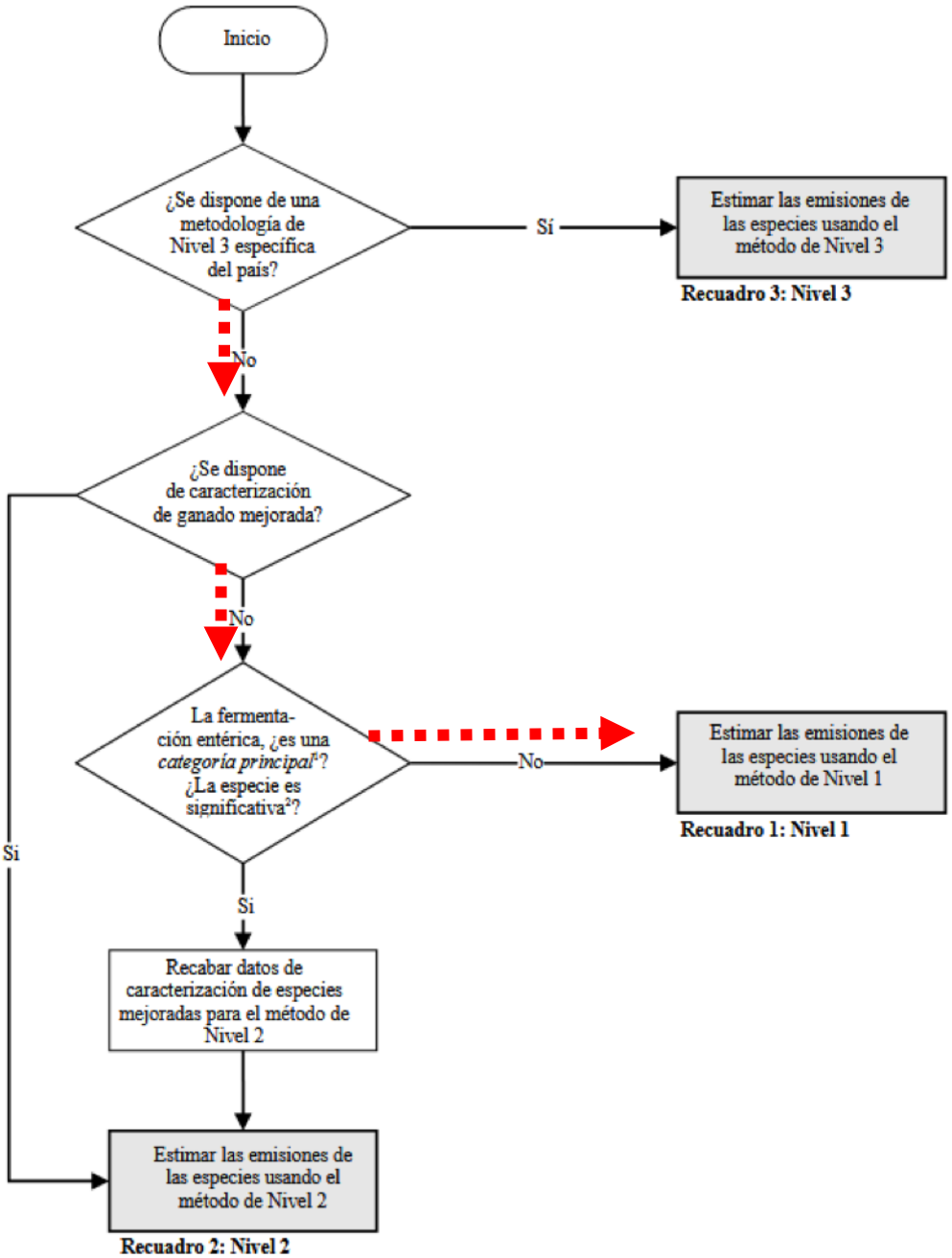


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 63. Árbol de decisión para las emisiones de CH_4 resultantes de la fermentación entérica



Fuente: Elaboración propia

No se dispone de una caracterización de ganado mejorada. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 10.19 y 10.20 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utilizan FE de fermentación entérica por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Todos ellos están expresados en kg CH_4/cabeza/año y se obtienen del Cuadro 10.10.

Tabla 445. Factores de emisión correspondientes a la categoría 3A4 – Fermentación entérica otras ganaderías

Acrónimo	Descripción	FE (kg CH_4. Cab^{-1}.$año^{-1}$)	Criterio
$FE_{fermentación\ entérica}$	Factor de emisión fermentación entérica bubalinos.	68	Búfalos
$FE_{fermentación\ entérica}$	Factor de emisión fermentación entérica caprinos.	5	Caprinos
$FE_{fermentación\ entérica}$	Factor de emisión fermentación entérica camélidos.	8	Camélidos
$FE_{fermentación\ entérica}$	Factor de emisión fermentación entérica equinos.	18	Equinos
$FE_{fermentación\ entérica}$	Factor de emisión fermentación entérica mulares y asnales.	10	Mulas y asnos

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los equinos, si bien se cuenta con una desagregación por subcategoría de animal, el FE no varía entre ellas.

Datos de actividad

El DA es el número de cabezas de ganado y la fuente depende del tipo de ganadería. Las fuentes a lo largo de la serie temporal se encuentran en la siguiente tabla. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección Caracterización de ganaderías no bovinas.

Tabla 446. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería

Ganadería	Fuente de información serie temporal
Bubalinos	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2005 hasta 2012 la OIE; desde 2013 el SENASA.
Caprinos	Para 1994, 1995, 1996, 1997, 1999 y 2000 las ENA. En 2002 el CNA. Desde 2008 el SENASA.
Camélidos	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2013, la Subsecretaría de Ganadería de la SAGyP (Dirección de bovinos y pequeños rumiantes).
Equinos	SENASA
Mulares y asnales	SENASA

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se presentan los DA por ganadería para el año 2022.

Tabla 447. Existencias de ganado por ganadería (2022)

Variable	Subcategoría de ganadería	Existencias
$N_{(bubalinos)}$	Bubalinos	145.309
$N_{(caprinos)}$	Caprinos	3.954.991
$N_{(camélidos)}$	Camélidos	272.811
$N_{(equinos)}$	Equinos	2.464.935
$N_{(mulares\ y\ asnales)}$	Mulares y Asnales	99.065

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Tabla 448. Incertidumbres de la categoría 3A4 – Fermentación entérica otros (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CH_4	Incertidumbre combinada CH_4	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3A4a	20%	40%	44,7%	9,52E-08	0,1%	4,08E-07
3A4b	20%	40%	44,7%	4,65E-09	0,02%	1,99E-08
3A4d	20%	40%	44,7%	3,81E-07	0,2%	1,64E-06
3A4e	20%	40%	44,7%	1,92E-06	0,5%	8,23E-06
3A4f	20%	40%	44,7%	9,57E-10	0,01%	4,10E-09

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[254], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.

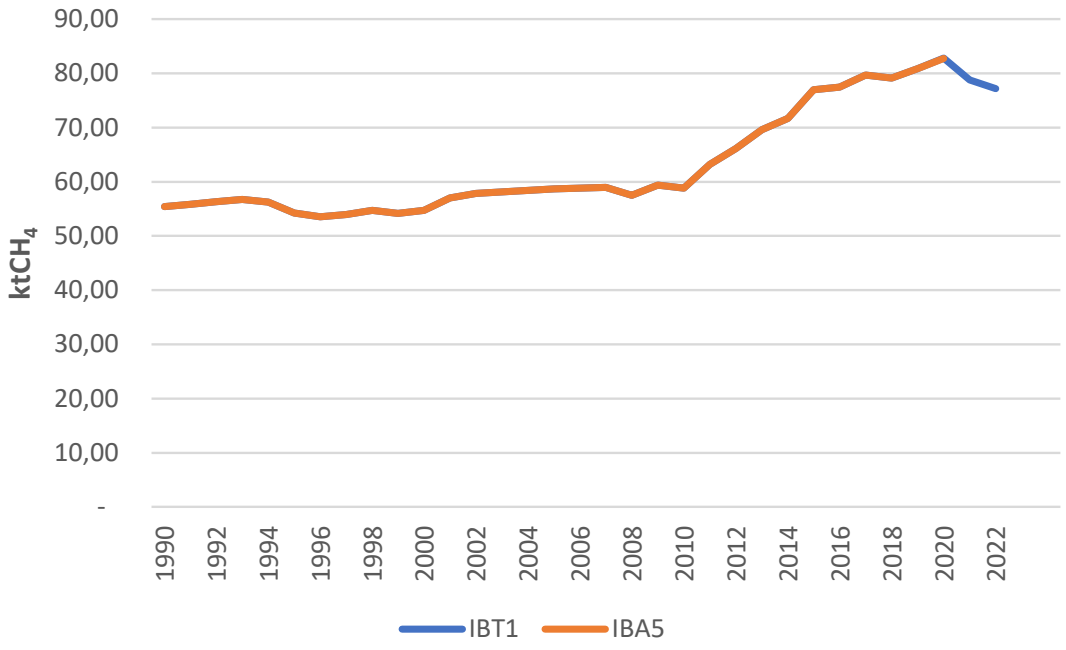
[254] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la suma total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

Figura 258. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3A4 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Gestión del estiércol (3B)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "3B – Gestión del estiércol", se detalla a continuación. Para más información sobre el sistema de archivo consultar la sección correspondiente.

Tabla 449. Documentación Categoría 3B – Gestión del estiércol

Sistema de archivo:	
Procedimiento	3ACai_P_00 3ACaii_P_00 3ACb_P_00 3ACc_P_00 3ACd_P_00 3ACe_P_00 3ACf_P_00 3ACg_P_00 3ACh_P_00 3ACi_P_00
Ruta de acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo	3ACai_HT_1990-2007_01 3ACai_HT_XXXX_02 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACai_HT_XXXX_01 (XXXX de 2017 a 2020) 3ACai_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022) 3ACaii_HT_1990-2007_01 3ACaii_HT_XXXX_02 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACaii_HT_XXXX_01 (XXXX de 2017 a 2020) 3ACaii_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022) 3ACb_HT_1990-2022_00 3ACc_HT_1990-2022_00 3ACd_HT_1990-2022_00 3ACe_HT_1990-2022_00 3ACf_HT_1990-2022_00 3ACg_HT_1990-2022_00 3ACh_HT_1990-2007_01 3ACh_HT_XXXX_02 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACh_HT_XXXX_01 (XXXX de 2017 a 2020) 3ACh_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022) 3ACi_HT_1990-2022_00

Sistema de archivo:	
Incertidumbres	3ACai_IN_2022_00 3ACaii_IN_2022_00 3ACb_IN_2022_00 3ACc_IN_2022_00 3ACd_IN_2022_00 3ACe_IN_2022_00 3ACf_IN_2022_00 3ACg_IN_2022_00 3ACh_IN_2022_003ACi_IN_2022_00
DA	3ACa_DA_1990-2007_01 3ACa_DA_2008-2022_00 3ACb_DA_1990-2022_00 3ACc_DA_1990-2022_00 3ACd_DA_1990-2022_00 3ACe_DA_1990-2022_00 3ACf_DA_1990-2022_00 3ACg_DA_1990-2022_00 3ACh_DA_1990-2022_00 3ACi_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

Emisiones de metano y óxido nitroso por la gestión del estiércol.

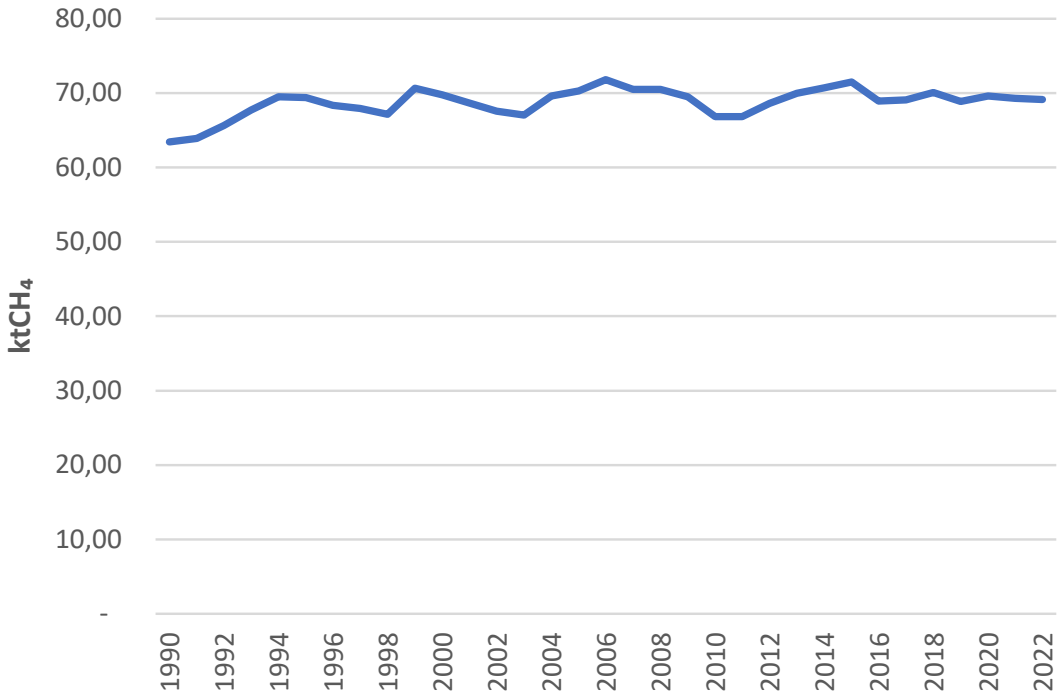
Tendencia de las emisiones de GEI

La variación de las emisiones se relaciona principalmente con la dinámica de existencias del ganado bovino de carne, por su mayor participación en esta categoría.

En el caso de las emisiones de metano se observa una caída durante el período 2009-2010, que se relaciona principalmente con la baja de las existencias ganaderas, con una recuperación y estabilización posterior. Para el período 2020-2022 se observa nuevamente una leve caída vinculada con la disminución de existencias.

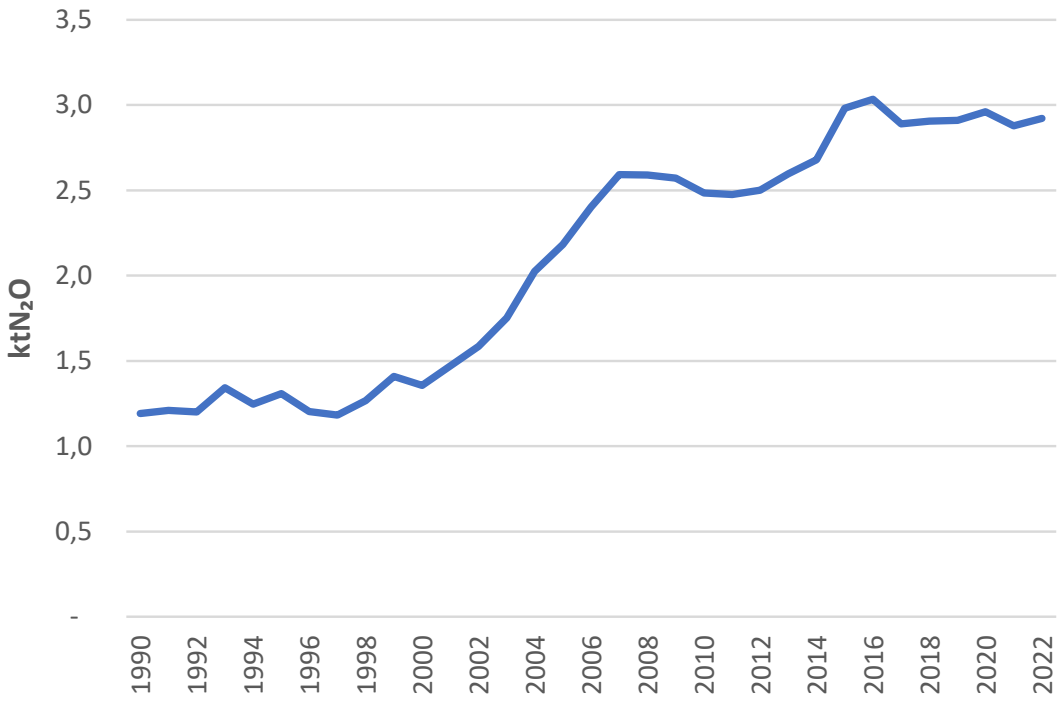
En el caso del óxido nitroso, la tendencia se explica principalmente por el aumento de la ganadería intensiva y la introducción de nuevos sistemas de gestión del estiércol a partir del año 2000.

Figura 259. Evolución de la tendencia de emisiones para CH_4 – 3B



Fuente: Elaboración propia

Figura 260. Evolución de la tendencia de emisiones para N_2O – 3B



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Se calculan las emisiones de CH_4 y N_2O empleando el método de cálculo Nivel 2 para la ganadería bovina, y de Nivel 1 para las restantes ganaderías. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 10.22 de las Directrices del IPCC de 2006.

Las emisiones, datos de actividad y FE implícitos para el año 2022 se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 450. Información sectorial para la Categoría 3B – Gestión del estiércol – CH_4

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Y OTRA INFORMACIÓN RELACIONADA							FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS	EMISIONES
	Población	Distribución por región climática			Masa animal típica (promedio)	Excreción diaria de VS (promedio)	Potencial de producción de CH_4 (Bo) (promedio)	CH_4	CH_4
		Fría	Templada	Cálida					
	(1000s)	(%)			(kg/cabeza)	(kg ms/cabeza/día)	(m^3 CH_4/kg VS)	(kg CH_4/cabeza/día)	(kt)
3.B.1. Ganado	38.095,36							1,57	59,75
Opción A:									
3.B.1.a. Vacas lecheras	2.207,67	26,34	73,66	NO	534,49	5,41	0,19	15,04	33,21
3.B.1.b. Otro ganado	35.887,69	30,98	69,02	NO	354,91	3,33	0,19	0,74	26,55
3.B.2. Ovinos	12.461,85							0,06	0,70
3.B.2.a Otros (sírvase especificar)	12.461,85							0,06	0,70
Todos los ovinos	12.461,85	68,93	31,07	NO	31,00	0,26	0,19	0,06	0,70
3.B.3. Porcinos	5.477,11							0,94	5,16
3.B.3.a Otros (sírvase especificar)	5.477,11							0,94	5,16
Todos los porcinos	5.477,11	11,16	88,84	NO	28,00	0,30	0,29	0,94	5,16
3.B.4. Otras ganaderías	185.837,11							0,02	3,53
3.B.4.a. Búfalos	145,31	NO	96,88	NO	315,00	3,53	0,19	0,77	0,11
3.B.4.b. Camellos	272,81	9,29	90,71	NO	65,00	0,75	0,19	0,16	0,04
3.B.4.d. Cabras	3.954,99	19,66	80,34	NO	24,00	0,25	0,19	0,05	0,22
3.B.4.e. Caballos	2.464,94	32,59	67,41	NO	238,00	1,71	0,19	0,37	0,92
3.B.4.f. Mulas y asnos	99,07	5,17	94,83	NO	130,00	0,94	0,19	0,20	0,02
3.B.4.g. Aves de corral	178.900,00	3,55	96,45	NO	1,04	0,01	0,24	0,01	2,22

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Tabla 451. Información sectorial para la Categoría 3B – Gestión del estiércol – N_2O

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Y OTRA INFORMACIÓN RELACIONADA												FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS			EMISIONES		
	Población	Tasa de excreción de nitrógeno	Masa animal típica (promedio)	Excreción de nitrógeno por sistema de gestión del estiércol (MS) (kg N/año)							N total excretado	N total volatilizado como NH_3, NO_X y N_2	N perdido por lixiviación y escorrentía	Factores de emisión por animal			N_2O		
														Directas	Indirectas		Directas	Indirectas	
				Laguna anaeróbica	Distribución diaria	Almacenamiento de sólidos	Corral de engorde	Camas profundas	Praderas, prados y pasturas	Otros					Volatilización	Lixiviación		Volatilización	Lixiviación
	(1000s)	(kg N/ cabeza/ año)	(kg/cabeza)								(kg N/año)	(kg N/año)	(kg N/año)	(kg N_2O/cabeza/año)	N_2O-N/kg		(kt)		
3.B.1. Ganado	38.095,36			20.061.363,57	107.722.581,12	NO	22.776.228,99	NO	1.587.710.207,37	NO	1.738.270.381,05			0,02			0,72		
Opción A:																			
3.B.1.a. Vacas lecheras	2.207,67	115,54	534,49	20.061.363,57	NO	NO	NO	NO	238.477.597,46	NO	258.538.961,00			NO			NO		
3.B.1.b. Otro ganado	35.887,69	40,94	354,91	NO	107.722.581,12	NO	22.776.228,99	NO	1.349.232.609,91	NO	1.479.731.420,02			0,02			0,72		
3.B.2. Ovinos	12.461,85			NO	NO	NO	NO	NO	45.121.848,38	NO	45.121.848,38			NO			NO		
3.B.2.a Otros (sírvase especificar)	12.461,85			NO	NO	NO	NO	NO	45.121.848,38	NO	45.121.848,38			NO			NO		
Todos los ovinos	12.461,85	3,62	31,00	NO	NO	NO	NO	NO	45.121.848,38	NO	45.121.848,38			NO			NO		
3.B.3. Porcinos	5.477,11			NO	1.537.822,08	7.689.110,42	31.525.352,73	5.382.377,29	30.756.441,68	NO	76.891.104,21			0,19			1,05		
3.B.3.a Otros (sírvase especificar)	5.477,11			NO	1.537.822,08	7.689.110,42	31.525.352,73	5.382.377,29	30.756.441,68	NO	76.891.104,21			0,19			1,05		
Todos los porcinos	5.477,11	193,16	28,00	NO	1.537.822,08	7.689.110,42	31.525.352,73	5.382.377,29	30.756.441,68	NO	76.891.104,21			0,19			1,05		
3.B.4. Otras ganaderías	185.837,11			NO	NO	NO	NO	NO	122.268.285,32	82.325.056,50	204.593.341,82			0,00			0,13		
3.B.4.a. Búfalos	145,31	47,14	315,00	NO	NO	NO	NO	NO	6.849.829,93	NO	6.849.829,93			NO			NO		
3.B.4.b. Camellos	272,81	10,91	65,00	NO	NO	NO	NO	NO	2.977.322,85	NO	2.977.322,85			NO			NO		
3.B.4.d. Cabras	3.954,99	2,98	24,00	NO	NO	NO	NO	NO	11.779.545,19	NO	11.779.545,19			NO			NO		
3.B.4.e. Caballos	2.464,94	39,96	238,00	NO	NO	NO	NO	NO	98.499.295,59	NO	98.499.295,59			NO			NO		
3.B.4.f. Mulas y asnos	99,07	21,83	130,00	NO	NO	NO	NO	NO	2.162.291,76	NO	2.162.291,76			NO			NO		
3.B.4.g. Aves de corral	178.900,00	1,21	1,04	NO	NO	NO	NO	NO	NO	82.325.056,50	82.325.056,50			0,00			0,13		
3.B.5. Indirect N_2O emissions												60.877.751,03	5.410.634,27		0,01	0,01		0,96	0,07
N total por sistema de gestión del estiércol (MS) (kg N/año)				20.061.363,57	109.260.403,20	7.689.110,42	54.301.581,72	5.382.377,29		82.325.056,50									
FE implícito emisiones directas de N_2O (kg N_2O-N/kg N gestionado)				NO	NO	0,01	0,02	NO		0,00									
Emisiones directas de N_2O por MS (kt N_2O)				NO	NO	0,06	1,71	NO		0,13				0,01			1,90		

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[255]

[255] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra aquellos sistemas de gestión que no se utilizan. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Factores de emisión

En el caso del cálculo de emisiones provenientes de bovinos de carne y bovinos de leche se han utilizado valores locales para la estimación de FE específicos del país, teniendo en cuenta la heterogeneidad de sistemas productivos por región y nivel tecnológico. Se realizó la clasificación de los animales en función de la calidad de la dieta, las características productivas, las circunstancias de gestación y las diferencias regionales y climáticas. De esta manera, los FE son calculados a través de los Sistemas Modales (SM), que son sistemas productivos por región y nivel tecnológico homogéneos. Este enfoque se tiene en consideración a partir del año 2008, dada la disponibilidad de datos de existencias desagregados por departamento.

Para los bovinos lecheros, los SM de cuencas Pampeanas se encuentran adaptados por la Subsecretaría de Lechería del MAGyP (actual SAGyP) en base a informes del INTA[256]. Los SM de las cuencas extra pampeanas fueron realizados en base a "De la Tierra al País – Radiografía del gasto e inversión 2011-2012"[257]. Para los bovinos de carne, los SM fueron desarrollados para el "Proyecto Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Cadena de Valor de la Carne Bovina" (Convenio MAGyP – UNTREF 238/2012)[258]. Contienen información desagregada dentro de cada región para cada actividad, sobre la dieta de los rodeos (participación de recursos, calidad) y parámetros productivos del rodeo (reproductivos, manejo, producción). La información detallada de cada sistema modal se encuentra en los Anexos Definición de sistemas modales lecheros y Definición de sistemas modales de carne.

Para las ganaderías no bovinas (bubalinos, ovinos, caprinos, camélidos, equinos, mulares y asnales, y aves) se utilizan FE por defecto del Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC y para la ganadería porcina de las Directrices del IPCC de 2006.

Datos de Actividad

Se observa una caída durante el período 2009-2010 de las existencias de bovinos de carne debida a una fuerte sequía en los años 2008 y 2009 que generó una disminución en la disponibilidad de alimento y un consecuente aumento de faena de animales. A partir del año 2011 se da una lenta recuperación. Durante los últimos años se observa nuevamente una caída de las existencias bovinas asociada a factores climáticos. A su vez, se evidencia un aumento de las existencias de aves y porcinos, y la disminución en ganadería ovina, equina y caprina.

Se utilizaron las siguientes fuentes de información oficiales:

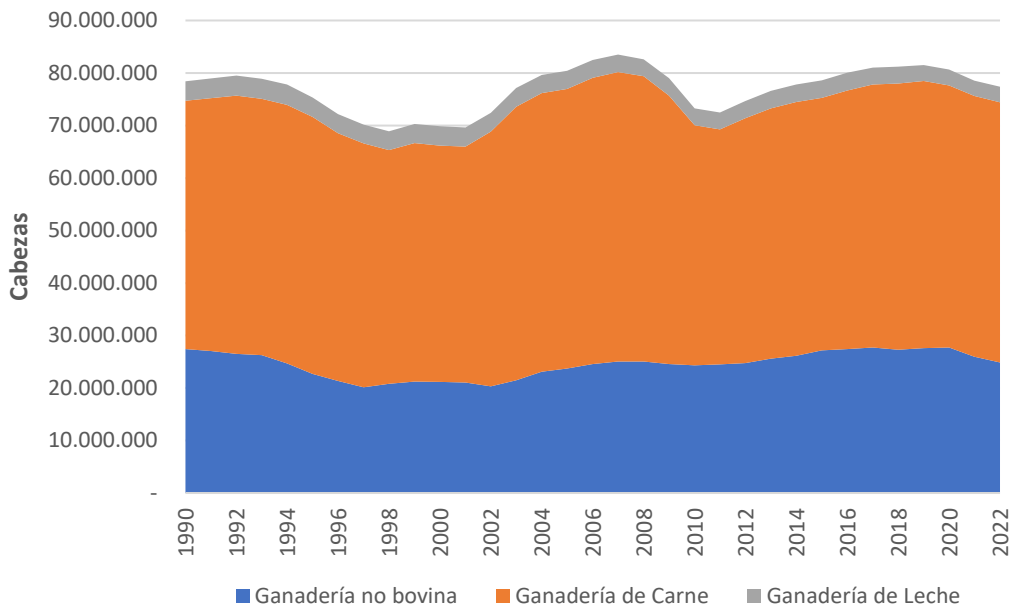
SAGyP: La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca es el organismo gubernamental responsable de diseñar y ejecutar planes de producción, comercialización y sanitarios en el ámbito agropecuario, pesquero, forestal y

[256] Engler et al. (2016). Costos Regionales de los Sistemas Primarios de Producción de Leche. INTA.
[257] AACREA (2012). De la Tierra al País - Radiografía del gasto e inversión 2011-2012.
[258] "Emisión de gases de efecto invernadero en la Cadena de Valor de la Carne Bovina" - Informe final – Feldkamp, C. R., Cañada, P., Vázquez Amábile, G., Torroba, F., Sobredo, M., Ortiz de Zárate, L., Magnasco, E., Feiguin, F..

agroindustrial. También es encargado de la intervención en la definición de estructuras arancelarias y políticas comerciales en el ámbito de su competencia, el otorgamiento de certificados de origen y calidad de productos, elaboración de los regímenes de las actividades agropecuarias, entender en la fiscalización sanitaria de la producción y comercialización de los productos primarios de origen agropecuario, entre otras funciones. Particularmente la información de existencias ganaderas fue obtenida de la Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal.

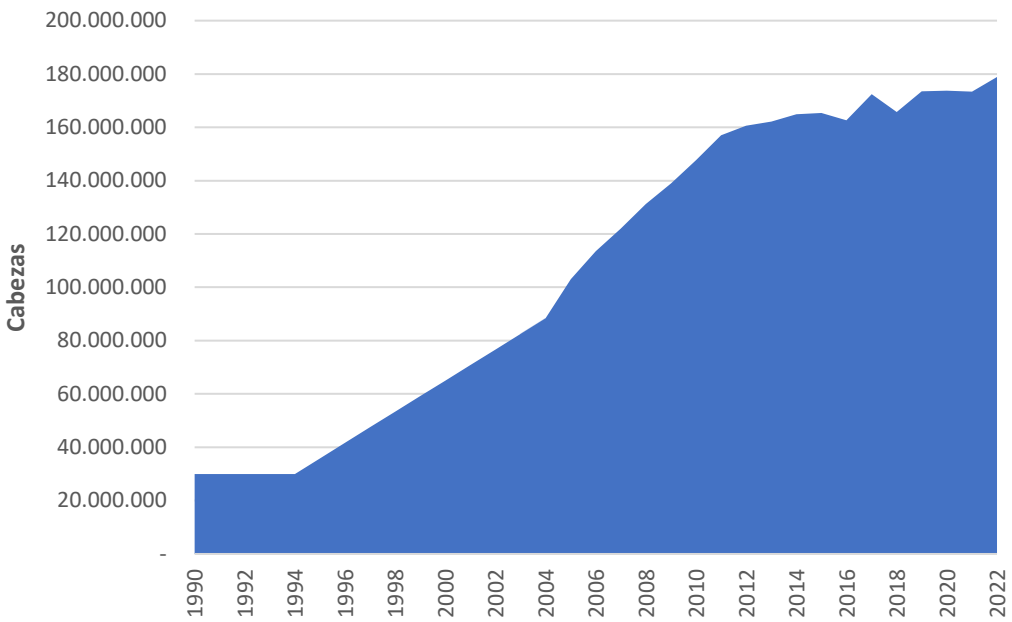
SENASA: El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria es un organismo descentralizado de la SAGyP, encargado de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad, calidad animal y vegetal e inocuidad de los alimentos de su competencia; así como de verificar el cumplimiento de la normativa vigente en la materia. También es de su competencia el control del tráfico federal, de las importaciones y exportaciones de productos, subproductos y derivados de origen animal y vegetal, fármaco-veterinarios y agroquímicos, productos agroalimentarios, fertilizantes y enmiendas. Se utilizan las estadísticas asociadas a la vacunación que el organismo presenta anualmente.

Figura 261. Evolución datos de actividad para la categoría 3B – Gestión del estiércol (excepto aves)



Fuente: Elaboración propia

Figura 262. Evolución datos de actividad para la categoría 3B – Gestión del estiércol (aves)



Fuente: Elaboración propia

3B1a – Directas Gestión de estiércol Bovinos Lecheros

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 452. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B1a – Directas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3B1a	Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de vacas lecheras.		Nivel 2	Nivel 2

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 453. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B1a – Directas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros

Sistema de archivo:	
Procedimiento	3ACai_P_00
Ruta de acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo	3ACai_HT_1990-2007_02 3ACai_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACai_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACai_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACai_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres	3ACai_IN_2022_00
DA	3AC_DA_1990-2007_01 3AC_DA_2008-2022_00

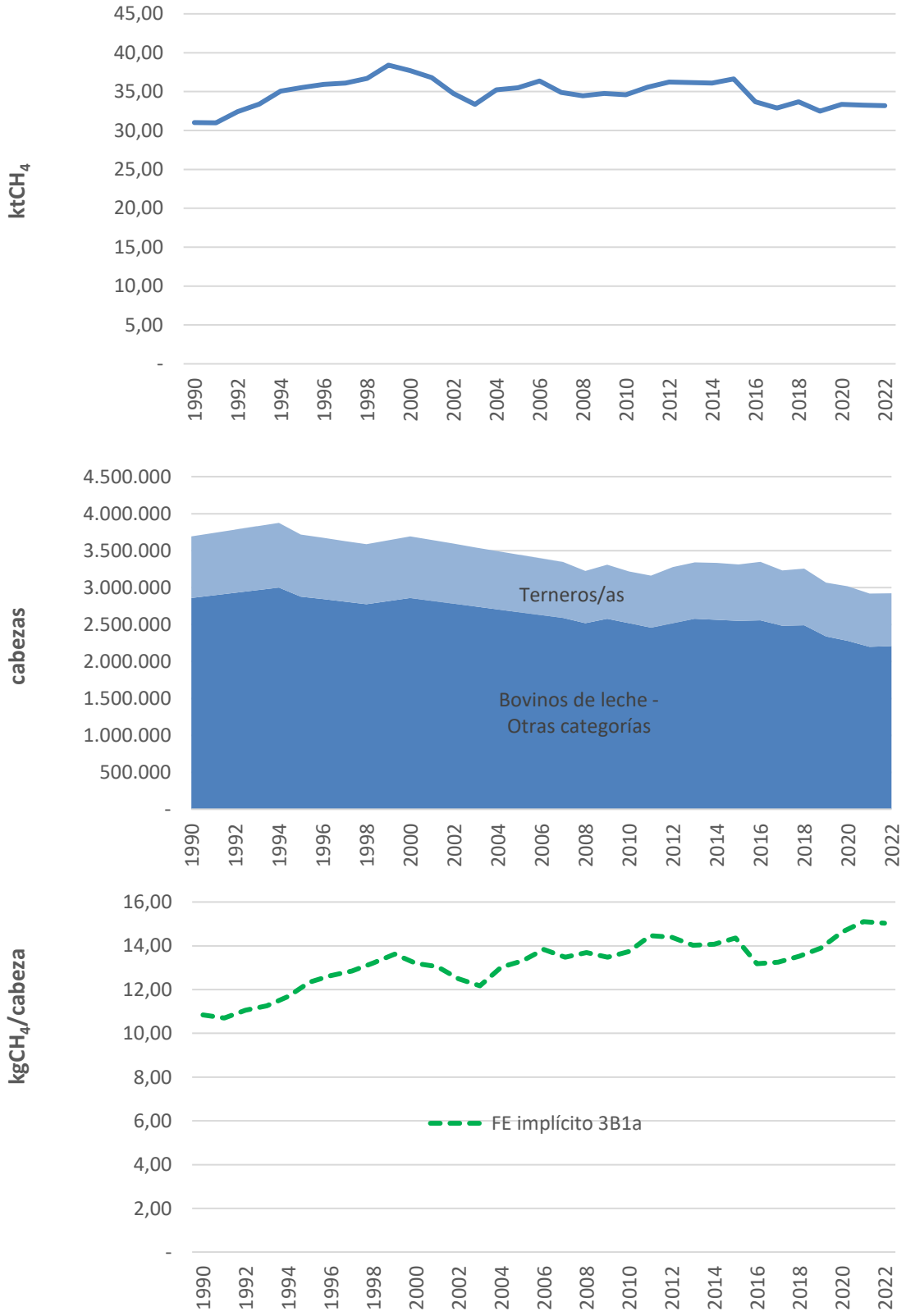
Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

A continuación, se presenta la tendencia de las emisiones directas de CH_4 provenientes de la gestión de estiércol. Se asume que los terneros y terneras no emiten. No se presentan emisiones de N_2O por el tipo de gestión del estiércol que presentan los bovinos lecheros[259].

[259] Se considera que la totalidad del estiércol queda en Pasturas, Prados y Praderas, a excepción de un 10% de las excretas de las vacas en ordeñe que se tratan en laguna anaeróbica.

Figura 263. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3B1a

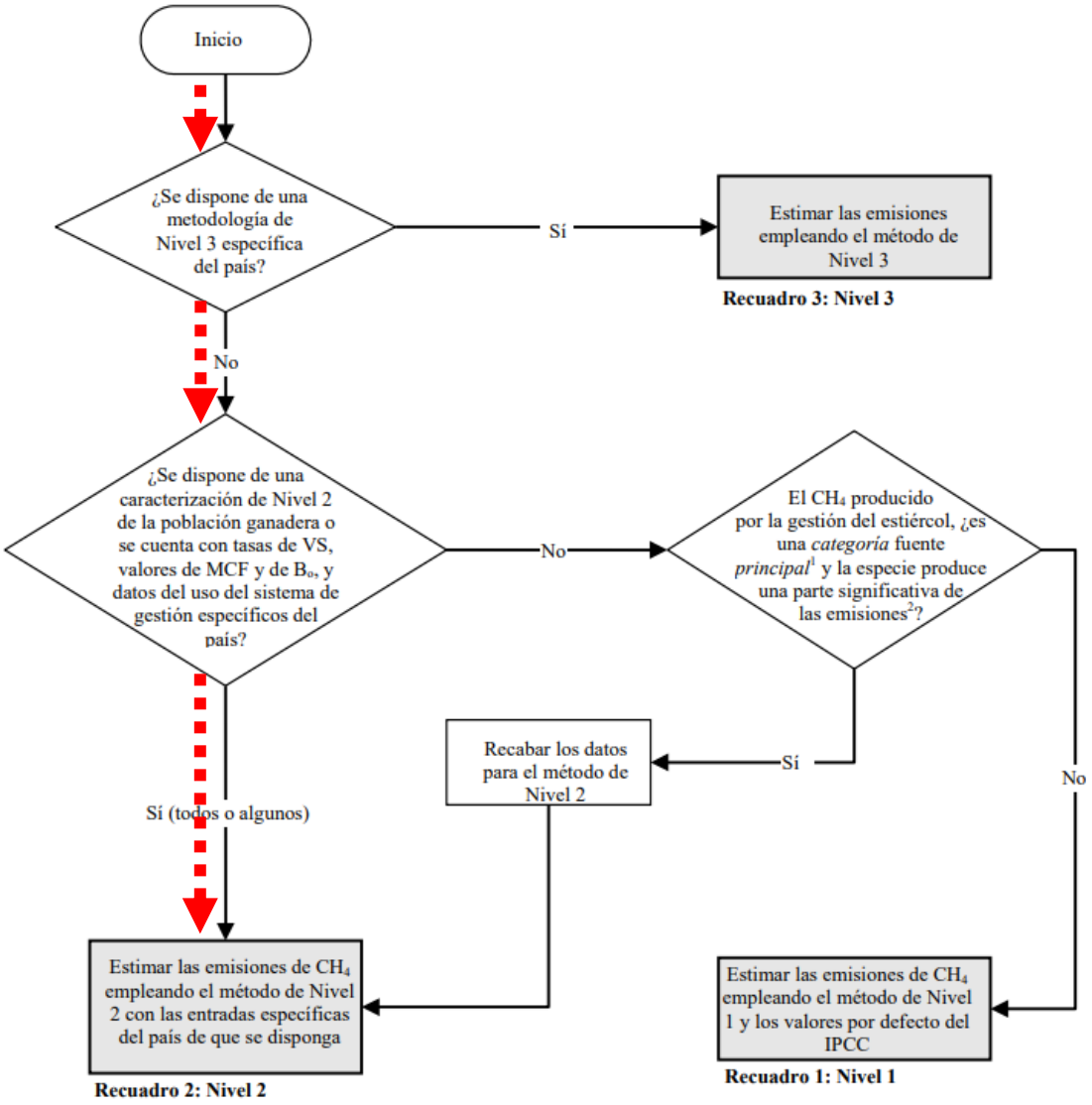


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

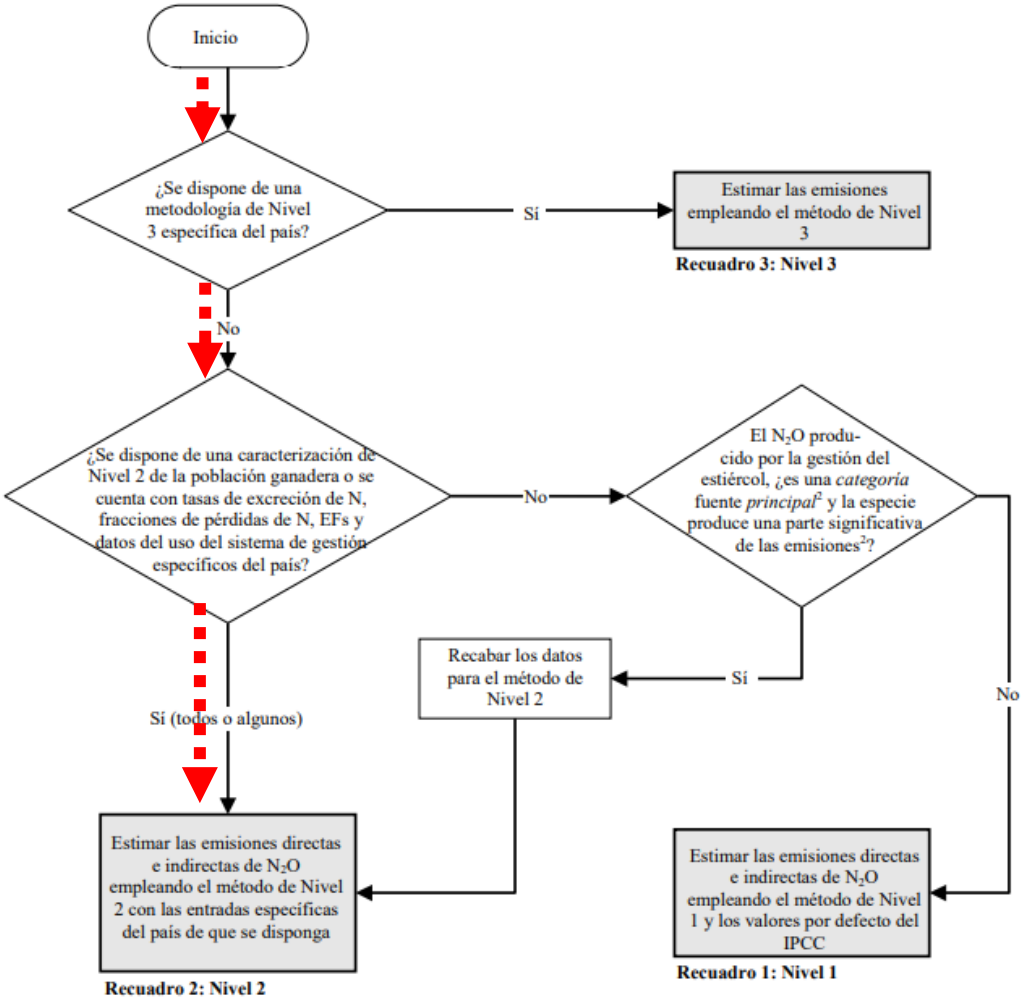
Ilustración 64. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 resultantes de la gestión del estiércol



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se dispone de una caracterización de Nivel 2 de la población de bovinos lecheros y datos del sistema de gestión específico del país por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 2. La estimación de la categoría se realizó utilizando la ecuación 10.22 del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Ilustración 65. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se dispone de una caracterización de Nivel 2 de la población de bovinos lecheros y datos del sistema de gestión específico del país por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 2. La estimación de las emisiones de N_2O se realizó utilizando la ecuación 10.25 del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo del FE de CH_4 y para el cálculo de emisiones de N_2O se considera el tipo de sistema de gestión de estiércol empleado y la fracción del estiércol manejado en cada sistema de gestión (%MS). Cada SM presenta valores de %MS propios. Los valores se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales lecheros.

Emisiones de metano

En la siguiente tabla se muestran las ecuaciones utilizadas para el cálculo del FE de CH_4. Al calcularse por SM, se utilizan las ecuaciones del Anexo Cálculo de FE de bovinos de carne.

Tabla 454. Ecuaciones utilizadas para el cálculo del factor de emisión de CH_4 de la gestión del estiércol

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$FE_{Estiércol}$	Factor de emisión de CH_4 de estiércol de la gestión del estiércol	Factor de emisión anual de CH_4 para la población de ganado categoría T.	IPCC 2019 – Ecuación 10.23	kg CH_4/ cabeza/año
VS	Tasa de excreción de sólidos volátiles	Excreción de sólidos volátiles por día en base a materia orgánica seca.	IPCC 2019 – Ecuación 10.24	kg VS/día
GE	Energía bruta para vacunos, búfalos y ovinos	Energía bruta.	IPCC 2019 – Ecuación 10.16	MJ/día

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros utilizados para la estimación de emisiones se encuentran en las siguientes tablas. El FE de CH_4 proveniente de la gestión del estiércol se calcula utilizando la tasa de excreción de sólidos volátiles (VS), el factor de conversión de metano (MCF), la capacidad de metano del estiércol (Bo) y la %MS por subcategoría de ganado y región climática. La temperatura y peso de cada subcategoría de ganado están definidos por SM y se encuentra en el Anexo Factores de emisión según caracterización de ganado lechero.

Tabla 455. Parámetros para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (CH_4)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
UE	Energía urinaria expresada como fracción de la energía bruta (GE).	adimensional	0,04	IPCC 2019 - Pág 10.65	-
CENIZA	Contenido de ceniza del estiércol calculado como fracción de la ingesta alimentaria de materia seca.	adimensional	0,08	IPCC 2006 -Pág 10.46	-
DE	Digestibilidad de la dieta	%	Ver Anexo Definición de sistemas modales lecheros.	Dato local	SM

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
%MS	Fracción del estiércol manejado del sistema de gestión.	%	Ver Anexo Definición de sistemas modales lecheros.	Dato local	SM

Fuente: Elaboración propia

Tabla 456. Parámetro Bo para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (CH_4)

Categoría	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
Vacas lecheras en ordeñe	m^3 CH_4/kg de VS excretado	0,195	IPCC 2019 - Cuadro 10.16A	Promedio ponderado por %MS entre el valor indicado para todos los animales en pasturas (0,19) y para otros MS en sistemas de alta productividad (0,24)
Otras categorías	m^3 CH_4/kg de VS excretado	0,19	IPCC 2019 - Cuadro 10.16A	Todos los animales en Praderas, prados y pasturas (PRP)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 457. Parámetro MCF para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (CH_4)

Tipo de gestión	Unidad	Valor		Fuente de información	Criterio
		Temp. fría	Temp. templada		
Praderas, prados y pasturas	%	0,47		IPCC 2019 – Cuadro 10.17	Temperatura
Laguna anaeróbica no cubierta	%	74,5	79,0	IPCC 2019 – Cuadro 10.17	Temperatura

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se encuentran los valores de promedio nacional por subcategoría de ganado de los parámetros y FE implícitos para las emisiones de metano. Los valores por SM se encuentran en el Anexo Factores de emisión según caracterización de ganado lechero.

Tabla 458. Factores de emisión por subcategoría de ganado para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (CH_4) (2022)

Subcategoría	Cabezas	TAM	Bo	VS	Directas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros
		kg / Cabeza	m^3 CH_4 / kg de VS excretado.	kg VS/día	kg CH_4/año x Cabeza
Vacas	1.528.976	600	0,192	6,62	21,0
Vaquillonas	652.391	375	0,19	2,31	0,5
Terneros	209.272	0	0	-	-
Terneras	505.857	0	0	-	-
Toros	19.259	750	0,19	3,61	0,8
Bueyes	23	750	0,19	3,61	0,8
Toritos	7.023	495	0,19	3,40	0,7

Fuente: Elaboración propia

Emisiones de óxido nitroso

Para la estimación de emisiones directas de N_2O provenientes de la gestión del estiércol se utiliza un FE por defecto del Refinamiento a las Directrices del IPCC de 2019.

Tabla 459. Factor de emisión para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (N_2O)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_3	Factor de emisión para emisiones directas de N_2O.	kg N_2O-N /kg nitrógeno excretado	0	IPCC 2006 – Cuadro 10.21	Laguna anaeróbica no cubierta

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

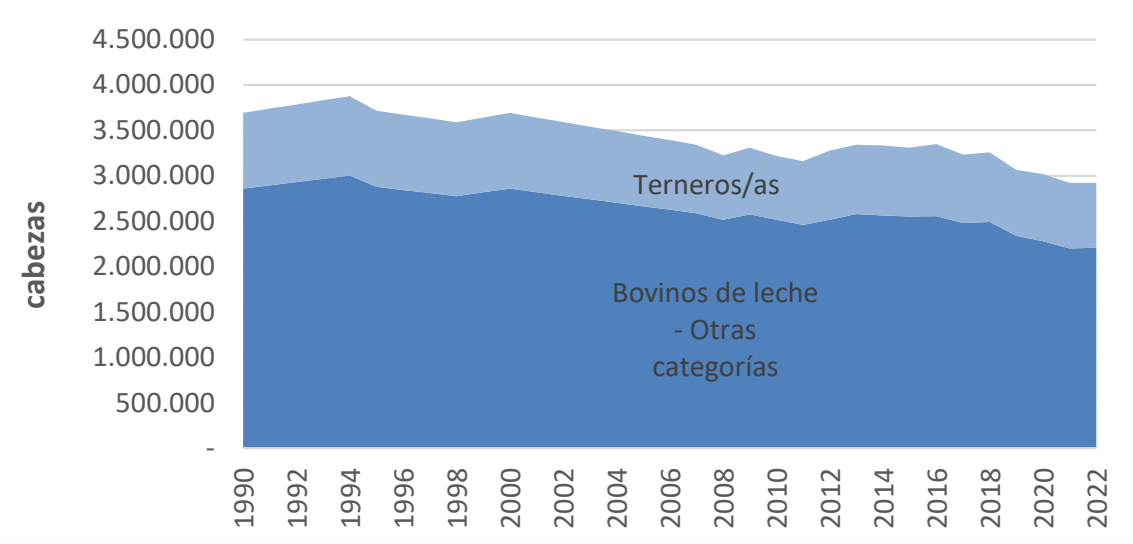
Emisiones de metano

El DA es el número de cabezas de ganado bovino lechero, por subcategoría de ganado y región. El SENASA reporta el nivel de existencias en establecimientos de producción lechera al mes de marzo[260] de cada año por departamento. Dicho valor es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una

[260] Las existencias de 2021 y 2022, que fueron reportadas por SENASA al mes de diciembre, se ajustaron para mantener la coherencia con la serie temporal como se detalla en la sección Caracterización de bovinos lecheros.

región a cada departamento. Las subcategorías de novillo y novillito pertenecen a las existencias de la producción de carne por lo cual no se toman en cuenta para la estimación de emisiones provenientes de los bovinos lecheros.

Figura 264. Evolución de las existencias de la producción de leche 3B1a



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla están los valores de las existencias de bovinos lecheros por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 460. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
Buenos Aires Abasto Norte	29.192	13.850	3.149	10.343	308	-	165	57.007
Buenos Aires Abasto Sur	73.797	32.235	8.648	27.935	536	-	238	143.390
Buenos Aires Mar y Sierras	47.629	20.397	5.432	17.750	350	-	111	91.669
Buenos Aires Oeste	212.983	99.918	26.357	75.498	1.958	-	882	417.596
Buenos Aires Otros	25.236	10.126	3.818	8.376	321	-	93	47.969
Buenos Aires Sur	12.579	5.189	1.444	3.397	137	-	28	22.774
Chaco Santiagueño	24.328	7.933	5.341	7.594	634	-	61	45.891
Córdoba Noreste	16.562	7.470	2.272	4.984	257	-	82	31.626
Córdoba Sur	73.668	36.922	11.104	24.942	914	-	243	147.794
Córdoba Villa María	402.399	154.060	53.044	131.962	5.265	-	1.643	748.374
Entre Ríos Este	21.576	11.764	1.998	7.780	148	-	101	43.367
Entre Ríos Oeste	60.568	26.611	7.140	17.497	716	-	253	112.785
La Pampa Centro y Sur	21.204	9.176	3.275	6.588	195	-	224	40.662
La Pampa Noroeste	4.215	2.749	402	657	42	-	24	8.090
NEA	2.616	630	338	620	195	18	8	4.426
Patagonia	2.984	2.035	185	576	82	-	1	5.863
Salta Valle de Lerma	6.328	3.410	691	1.991	59	-	57	12.536
Santa Fe Centro	431.375	182.911	69.599	132.669	6.734	-	2.685	825.972
Santa Fe Sur	53.619	23.139	4.496	23.452	311	-	105	105.122
Tucumán Trancas	4.626	1.501	417	915	75	-	18	7.553
Valles Cordilleranos	1.492	365	121	331	19	4	-	2.333
Total	1.528.976	652.391	209.272	505.857	19.259	23	7.023	2.922.799

Fuente: Elaboración propia

Emisiones de óxido nitroso

El DA es la cantidad de nitrógeno excretado en cada tipo de sistema de gestión de estiércol. Este se calcula estimando el nitrógeno ingerido por subcategoría de animal según la dieta y el total de nitrógeno retenido para su crecimiento, producción u otros requerimientos. La tasa de ingesta de nitrógeno se calcula sobre la base de las mismas hipótesis dietarias empleadas en la modelización de las emisiones por fermentación entérica. Se utilizan las ecuaciones de la siguiente tabla para la estimación de la tasa de excreción de nitrógeno (N_{ex}).

Tabla 461. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de la cantidad de N excretado en la gestión del estiércol

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
GE	Energía bruta para vacunos, búfalos y ovinos	Energía bruta.	IPCC 2019 – Ecuación 10.16	MJ/día
$N_{ingesta}$	Tasa de ingesta de N para vacunos	N consumido diariamente por animal de la categoría T.	IPCC 2019 – Ecuación 10.32	kg N/ cabeza/año
N_{ex}	Tasa de excreción anual de N	Excreción anual de N para la categoría de ganado T.	IPCC 2006 – Ecuación 10.31 – Opción 1	kg N/cabeza/año

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la $N_{ingesta}$ y la N_{ex} se utilizan los valores de proteína y energía de la dieta son parámetros calculados localmente y que pueden consultarse en la sección Caracterización ganado bovino – bovinos lecheros, junto con los valores de $N_{retención}$ que se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 462. Parámetros para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (N_2O)

Categoría	$N_{retención}$ (kg N retenido/kg N ingesta)	Fuente de información	Criterio
Vacas en ordeñe (LG y LV)	0,13	IPCC 2019 – Cuadro 10A.1	Ganado lechero – Latinoamérica – Sistemas de alta productividad
Vacas secas (SG y SV)	0,07	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Otro ganado – Latinoamérica – Hembras adultas
Vaquillonas	0,08	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Otro ganado – Latinoamérica – Reemplazo/crecimiento
Toros, toritos y bueyes	0	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Otro ganado – Latinoamérica – Machos adultos

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se encuentran los valores de los parámetros por subcategoría de ganado y los DA por sistema de gestión del estiércol para la estimación de la categoría.

Tabla 463. Parámetro por subcategoría de ganado para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (N_2O) (2022)

Subcategoría	Cabezas	N excretado por categoría	$N_{EX(t)}$	TAM	F_{LA}
		kg N	kg N/cabeza	kg / Cabeza	kg N/año x Cabeza
Vacas	1.528.976	217.845.420	142	600	13
Vaquillonas	652.391	33.884.278	52	375	-
Terneros	209.272	-	0	0	-
Terneras	505.857	-	0	0	-
Toros	19.259	1.698.583	88	750	-
Bueyes	23	2.006	88	750	-
Toritos	7.023	582.806	83	495	-

Fuente: Elaboración propia. F_{LA}: Fracción de laguna anaeróbica no cubierta.

Tabla 464. Dato de actividad de las emisiones de N_2O de la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (2022)

Sistema de gestión de estiércol	Nitrógeno excretado (2022)
	kg N/año
Laguna anaeróbica no cubierta	19.608.777

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta.

Tabla 465. Incertidumbre de la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (2022)

Incertidumbre combinada CH_4	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
10,9%	6,43E-08	0,3%	2,76E-07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 466. Parámetros utilizados en el método de Simulación de Monte Carlo 3B1a

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	IPCC 2006 para dato local
$N_{retención}$	Tasa de N retenido para vacunos	Normal	25%	IPCC 2006
DE	Digestibilidad de la dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
CP	Contenido de proteína bruta en dieta	Normal	5%	IPCC 2006
Bo	Capacidad máxima de producción de metano del estiércol	Normal	7,5%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[261], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la suma total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de SENASA del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Se utiliza el mismo indicador que para la categoría 3A1a – Fermentación entérica Bovinos Lecheros.

Comparativa con valores internacionales

En la siguiente tabla se presenta la comparación entre los FE locales y por defecto de CH_4 de la gestión de estiércol para bovinos lecheros. Los FE calculados con datos

[261] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

locales presentan valores mayores a los presentes en las Directrices del IPCC de 2006 para América Latina.

Tabla 467. Comparación con valores internacional de los factores de emisión de CH_4 provenientes de la gestión del estiércol (2022)

	Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros Promedio nacional	Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros Valor por defecto IPCC 2006	Referencia IPCC	Explicación de las diferencias
Categoría	kg CH_4/cabeza/año	kg CH_4/cabeza/año		
Vacas	21	1	Cuadro 10.A4 –América Latina	En el país las vacas presentan un peso promedio y una VS mayor. A su vez se encuentra mayor grado de utilización de lagunas anaeróbicas en sistemas lecheros.
Vaquillonas	0,5	1	Cuadro 10.A4 –América Latina	–
Toros	0,8	1	Cuadro 10.A4 –América Latina	En el país los toros presentan un peso promedio y una VS mayor.
Bueyes	0,8	1	Cuadro 10.A4 –América Latina	
Toritos	0,7	1	Cuadro 10.A4 –América Latina	
Terneros	-	-	-	No hay categoría lactante para América Latina. Se asume que la categoría ternero no emite dado que es lactante.
Terneras	-	-	-	No hay categoría lactante para América Latina. Se asume que la categoría ternero no emite dado que es lactante.

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se puede apreciar la comparación entre los valores de la tasa de excreción de N ($N_{índice}$) local y por defecto para bovinos lecheros. En el caso de la subcategoría vaca, el $N_{índice}$ calculado con datos locales presenta un valor mayor al presente en las Directrices del IPCC de 2006 para América Latina. Para el resto de las subcategorías de ganado, los $N_{índice}$ resultaron en valores menores a los presentados por defecto.

Tabla 468. Comparación con valores internacional del $N_{índice}$ para bovinos lecheros de la gestión del estiércol (2022)

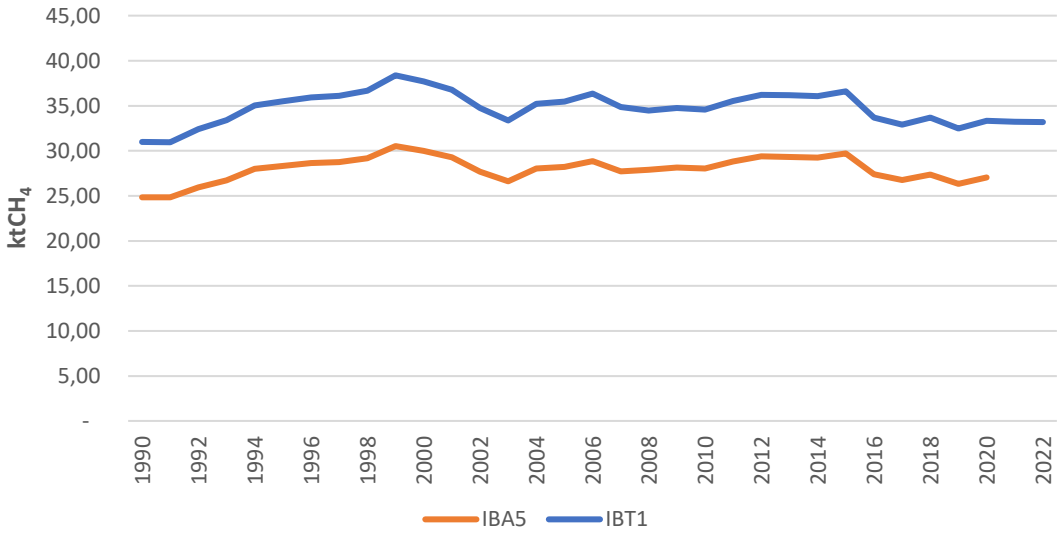
	$N_{indice(t)}$ Bovinos Lecheros Promedio nacional	$N_{indice(t)}$ Bovinos Lecheros Valor por defecto IPCC 2006	Referencia IPCC
Categoría	kg N / 1000 kg masa animal /día	kg N / 1000 kg masa animal /día	
Vacas	0,55	0,48	Cuadro 10.19 – Ganado vacuno América Latina
Vaquillonas	0,40	0,48	
Toros	0,30	0,48	
Bueyes	0,30	0,48	
Toritos	0,43	0,48	
Terneros	-	-	
Terneras	-	-	

Fuente: Elaboración propia

Recálculo y mejoras

Se actualizó la metodología de cálculo conforme a las Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Se puede observar el impacto de las modificaciones en la siguiente figura.

Figura 265. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3B1a (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3B1b– Directas Gestión del estiércol Bovinos de Carne

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 469. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B1b – Directas Gestión del estiércol Bovinos de Carne

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3B1b	Directas Gestión del estiércol Bovinos de Carne	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de otros vacunos.		Nivel 2	Nivel 2

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 470. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría – 3B1b – Directas Gestión del estiércol Bovinos de Carne

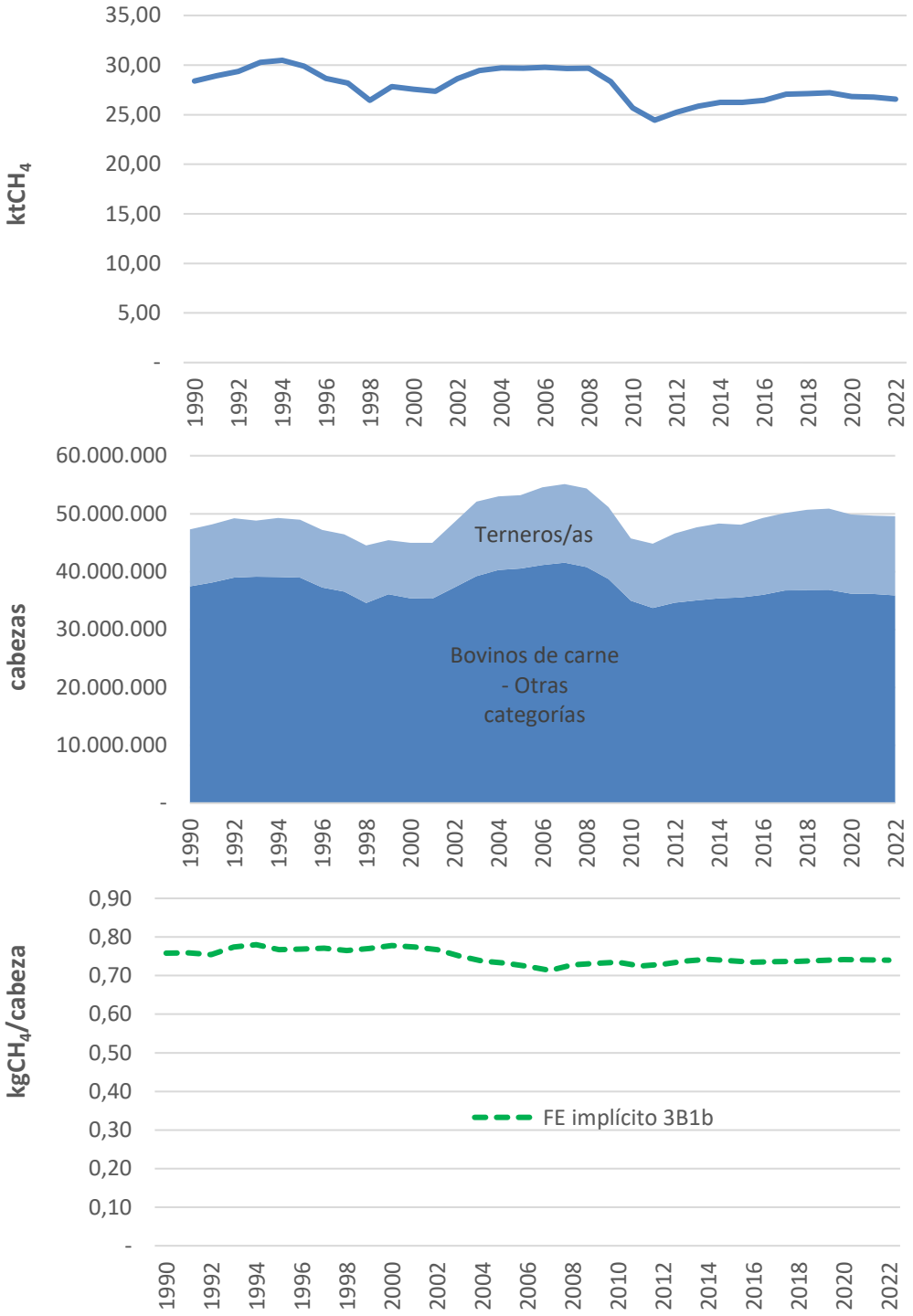
Sistema de archivo:	
Procedimiento	3ACaii_P_00
Ruta de acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo	3ACaii_HT_1990-2007_02 3ACaii_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACaii_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACaii_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACaii_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres	3ACaii_IN_2022_00
DA	3AC_DA_1990-2007_01 3AC_DA_2008-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

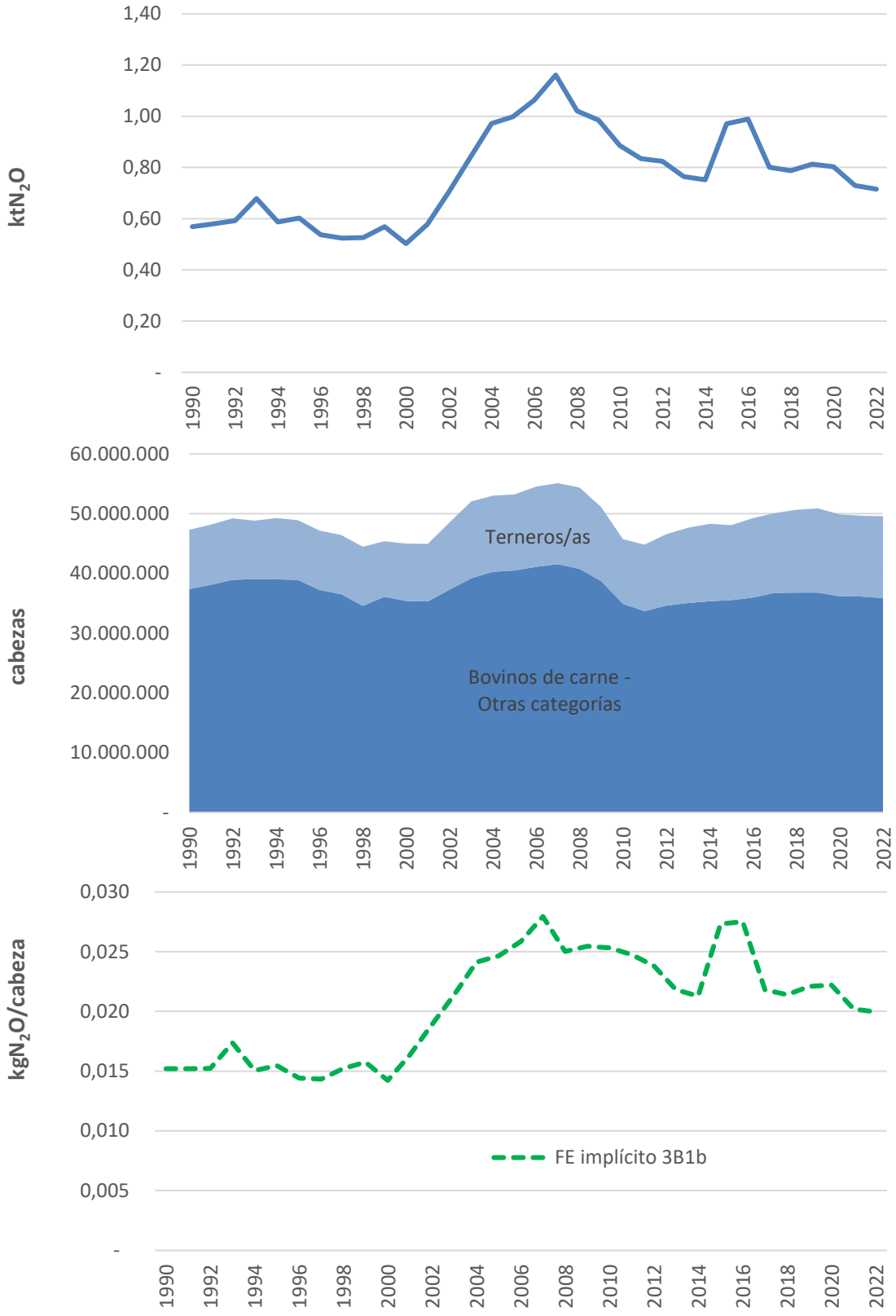
La tendencia de las emisiones de CH_4 se encuentra relacionada a la variación de las existencias de ganado. Se asume que los terneros y terneras no emiten.

Figura 266. Evolución de la tendencia de emisiones de CH_4, dato de actividad y factor de emisión implícito 3B1b



Fuente: Elaboración propia

Figura 267. Evolución de la tendencia de emisiones de N_2O, dato de actividad y factor de emisión implícito 3B1b

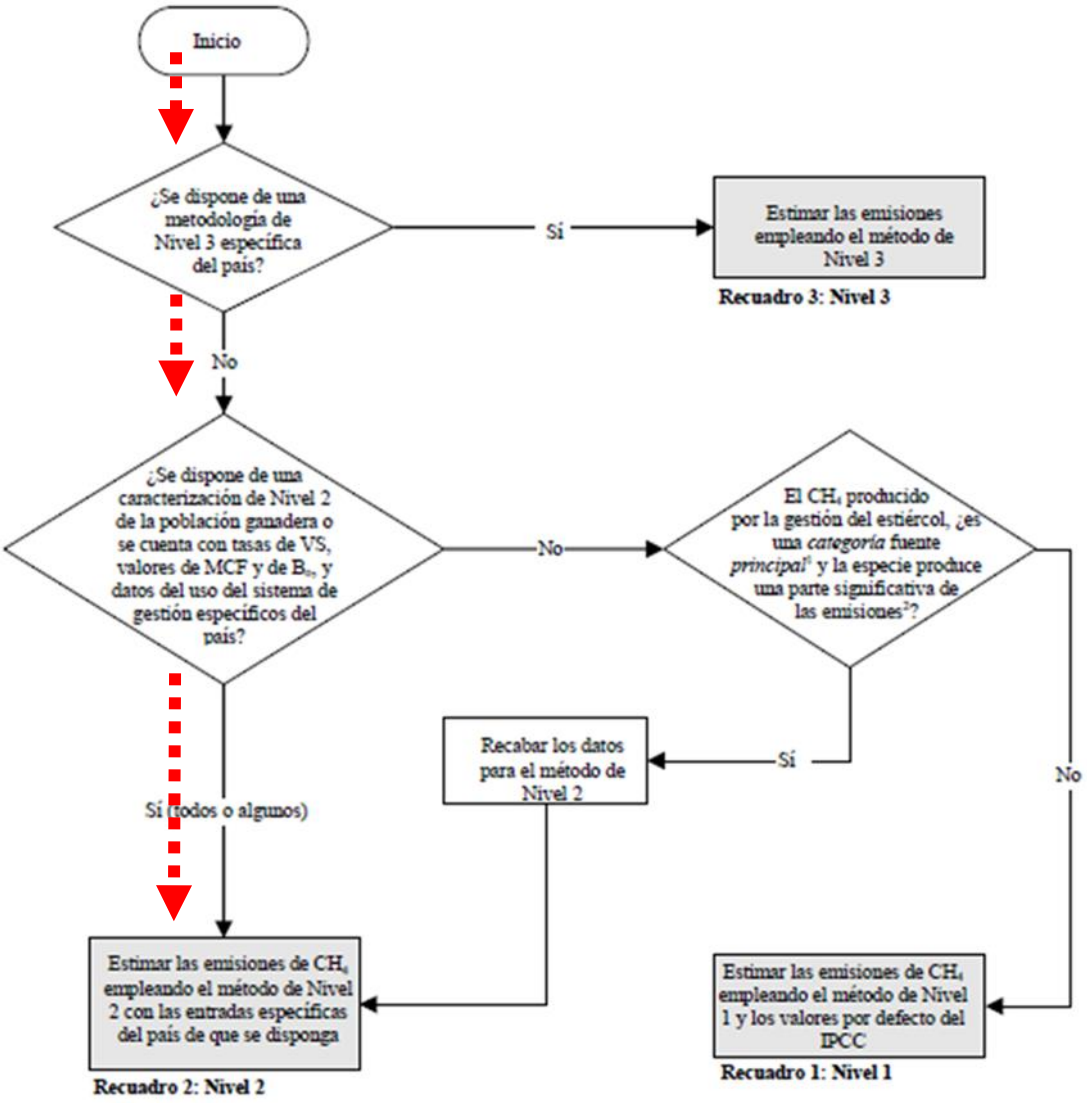


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

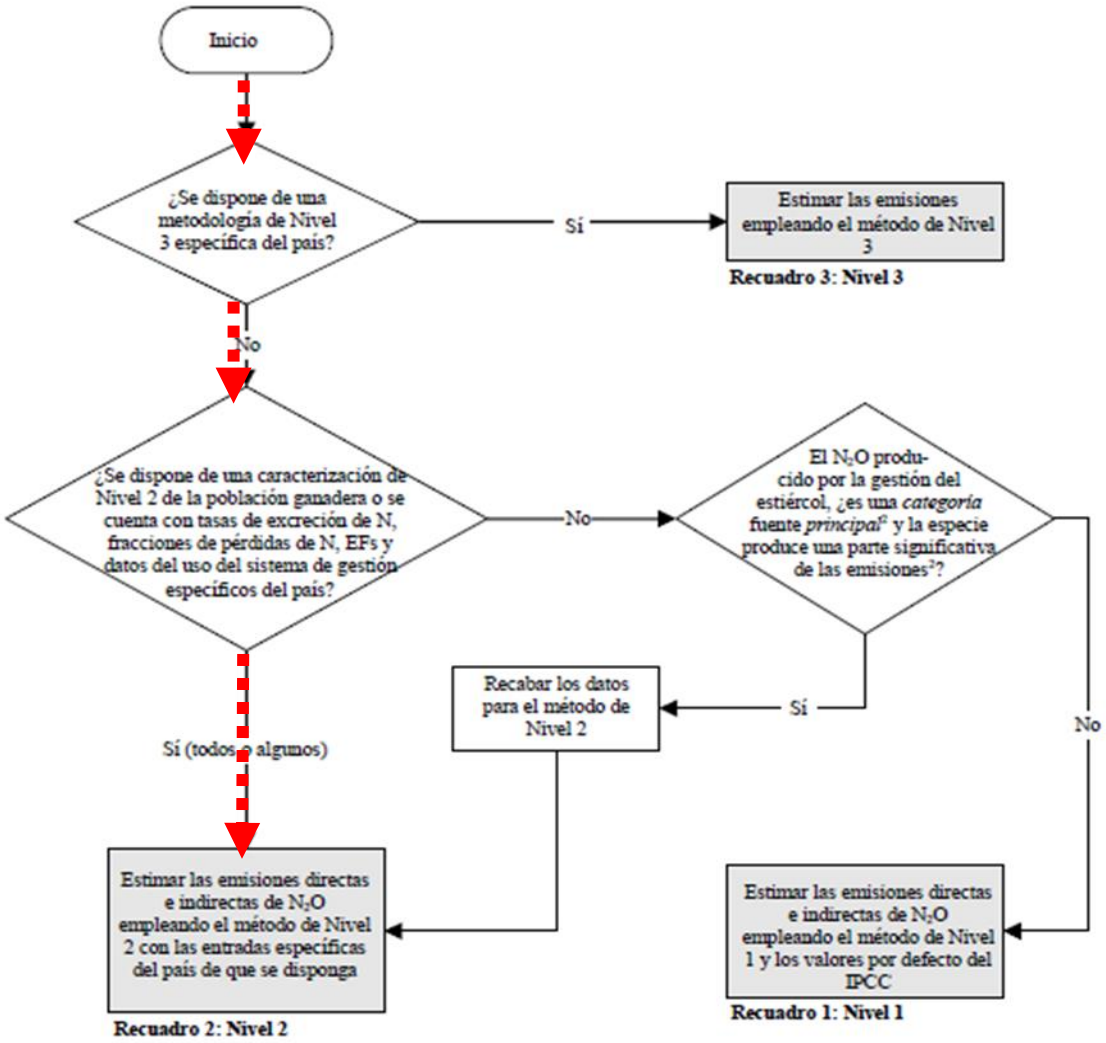
Ilustración 66. Árbol de decisión para emisiones de CH_4 resultantes de la gestión del estiércol



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se dispone de una caracterización de Nivel 2 de la población de bovinos lecheros y datos del sistema de gestión específico del país por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 2. La estimación de la categoría se realizó utilizando la ecuación 10.22 del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Ilustración 67. Árbol de decisión para emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se dispone de una caracterización de Nivel 2 de la población de bovinos lecheros y datos del sistema de gestión específico del país por lo que se calculan las emisiones utilizando el método de cálculo Nivel 2. La estimación de las emisiones de N_2O se realizó utilizando la ecuación 10.25 del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo del FE de CH_4 y para el cálculo de emisiones de N_2O se considera el tipo de sistema de gestión de estiércol empleado y la fracción del estiércol manejado en cada sistema de gestión (%MS). Cada SM presenta valores de %MS propios, los cuales se promedian considerando el porcentaje de participación de cada SM en cada zona. Los valores se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales de carne.

Emisiones de metano

En la tabla a continuación se muestran las ecuaciones utilizadas para el cálculo del FE de CH_4. Al calcularse por SM, se utilizan las ecuaciones del Anexo Cálculo de factores de emisión según caracterización de ganado de carne.

Tabla 471. Ecuaciones utilizadas para el cálculo del factor de emisión de CH_4 de la gestión del estiércol

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$FE_{Estiércol}$	Factor de emisión de CH_4 de estiércol de la gestión del estiércol	Factor de emisión anual de CH_4 para la población de ganado categoría T.	IPCC 2019 – Ecuación 10.23	kg CH_4/ cabeza/año
VS	Tasa de excreción de sólidos volátiles	Excreción de sólidos volátiles por día en base a materia orgánica seca.	IPCC 2019 – Ecuación 10.24	kg VS/día
GE	Energía bruta para vacunos, búfalos y ovinos	Energía bruta.	IPCC 2019 – Ecuación 10.16	MJ/día

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros utilizados para la estimación de emisiones se encuentran en las siguientes tablas. El FE de CH_4 proveniente de la gestión del estiércol se calcula utilizando los datos de VS, MCF, Bo y %MS por subcategoría de ganado y región climática. La temperatura y peso de cada subcategoría de ganado están definidos por SM y se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales de carne.

Tabla 472. Parámetros para el cálculo del factor de emisión de la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (CH_4)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
UE	Energía urinaria expresada como fracción de la GE.	-	0,04xGE	IPCC 2019 - Pág 10.65	-
CENIZA	Contenido de ceniza del estiércol calculado como fracción de la ingesta alimentaria de materia seca.	-	0,08	IPCC 2019 - Pág 10.159	-
DE	Digestibilidad.	%	Ver Anexo Definición de sistemas modales de carne	Dato local	SM
Bo	Capacidad máxima de producción de CH4 del estiércol.	m^3 CH_4 /kg de VS excretado	0,19	IPCC 2019 - Cuadro 10.16A	Todas las ganaderías – Praderas, prados y pasturas

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
%MS	Fracción del estiércol manejado del sistema de gestión.	%	En el Anexo Definición de sistemas modales de carne.	Dato local	SM

Fuente: Elaboración propia

Tabla 473. Parámetro MCF para la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (CH_4)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Tipo de gestión	Valor (%)		Fuente de información	Criterio
				Temp. fría	Temp. templada		
MCF	Factor de conversión de CH_4 específico del sistema de gestión.	%	Praderas, prados y pasturas	0,47		IPCC 2019 – Cuadro 10.17	Tempe-ratura
			Corral de engorde	1	1,5		
			Distribución diaria	0,1	0,5		

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se encuentran los valores de promedio nacional por subcategoría de los parámetros y FE implícitos para las emisiones de metano. Los valores por SM se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales de carne.

Tabla 474. Parámetros y factores de emisión por subcategoría de ganado para la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (CH_4) (2022)

Subcategoría	Cabezas	TAM	Bo	VS	Directas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne
		kg / Cabeza	m^3 CH_4 / kg de VS excretado.	kg VS/día	kg CH_4/año x Cabeza
Vacas	21.503.738	400	0,19	3,77	0,8
Vaquillonas	6.723.207	240	0,19	2,57	0,6
Novillos	2.360.365	291	0,19	2,56	0,6
Novillitos	4.321.908	288	0,19	2,48	0,6
Terneros	6.897.074	-	-	-	-
Terneras	6.819.999	-	-	-	-
Toros	1.002.166	600	0,19	4,83	1,1
Toritos	255.947	596	0,19	4,73	1,0
Bueyes	7.924	605	0,19	5,18	1,1

Fuente: Elaboración propia

Emisiones de óxido nitroso

Para la estimación de emisiones directas de N_2O provenientes de la gestión del estiércol se utiliza un FE por defecto de las del Refinamiento a las Directrices del IPCC de 2019.

Tabla 475. Factor de emisión para la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (N_2O)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Tipo de gestión	Valor (%)	Fuente de información
FE_3	Factor de emisión para emisiones directas de N_2O.	kg N_2O-N /kg nitrógeno excretado	Distribución diaria	0	IPCC 2019 – Cuadro 10.21
			Corral de engorde	2	IPCC 2006 - Cuadro 10.21

Fuente: Elaboración propia

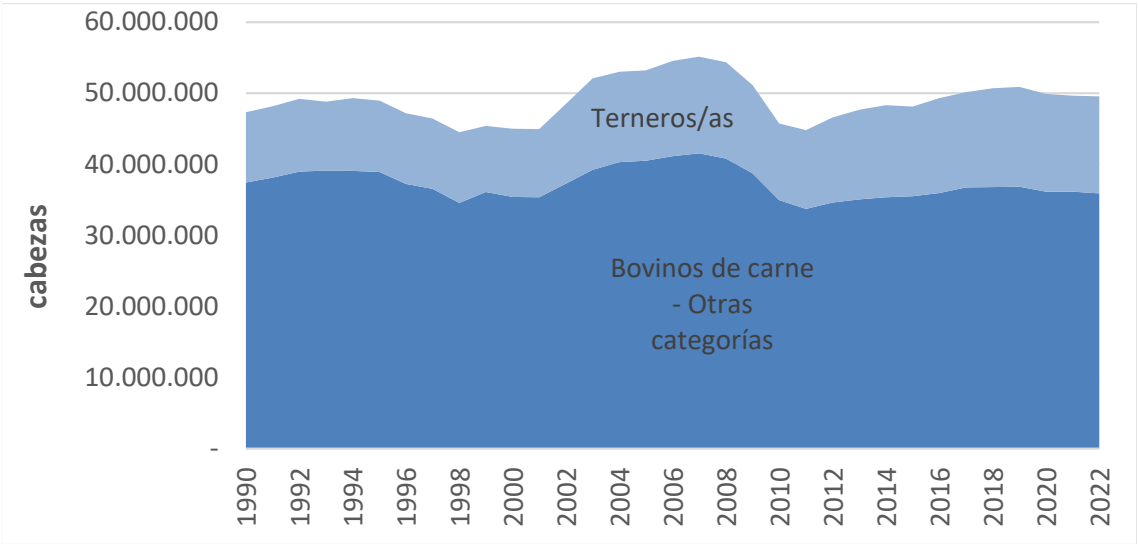
Datos de actividad

Emisiones de metano

El DA es el número de cabezas de ganado bovino de carne, por subcategoría de ganado y región. El SENASA reporta el nivel de existencias de bovinos totales, que incluye actividades de carne y leche, y bovinos en establecimientos de producción lechera al mes de marzo[262] de cada año por departamento. Para obtener el nivel de existencias de bovinos de carne, se resta las existencias de ganadería de leche a las existencias totales, para cada una de las subcategorías de ganado. Esta sustracción entre existencias totales y existencias lecheras no se realiza para las subcategorías de novillo y novillito, ya que se asume que dichos animales pertenecen a las existencias de la producción de carne. El resultado del cálculo es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una región a cada departamento (ver Anexo Definición de sistemas modales de carne).

[262] Las existencias de 2021 y 2022, que fueron reportadas por SENASA al mes de diciembre, se ajustaron para mantener la coherencia con la serie temporal como se detalla en la sección Caracterización de bovinos de carne.

Figura 268. Evolución de las existencias de la producción de carne 3B1b



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla están los valores de las existencias de bovinos de carne por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 476. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de ganado y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Novillos	Novillitos	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
SE	3.796.418	1.192.516	199.537	507.980	1.473.562	1.527.477	156.451	47	54.527	8.908.515
SO	2.142.365	607.320	149.764	326.824	825.570	853.254	88.638	31	29.247	5.023.013
O	2.080.149	721.674	378.199	628.305	877.212	829.979	84.160	14	31.633	5.631.326
N	2.708.428	986.696	580.477	870.702	1.138.892	1.061.360	116.398	179	45.201	7.508.335
NEA	5.730.120	1.706.167	747.873	957.424	1.363.484	1.395.541	279.214	2.054	64.092	12.245.968
NOA	2.223.168	755.484	224.178	455.237	628.037	571.803	116.794	755	71.748	5.047.204
Semiárida	1.966.460	470.250	169.278	314.216	367.632	373.808	83.198	43	23.404	3.768.288
Patagonia	754.054	145.603	33.644	55.211	176.081	216.500	35.524	652	9.763	1.427.032
Conurbano	5.873	1.299	508	246	1.935	2.063	253	-	17	12.195
Total	21.407.034	6.587.009	2.483.459	4.116.146	6.852.405	6.831.786	960.630	3.775	329.632	49.571.876

Fuente: Elaboración propia. SE: Sudeste SO: Sudoeste O: Oeste N: Norte NEA: Noreste NOA: Noroeste

Emisiones de óxido nitroso

El DA es la cantidad de nitrógeno excretado en cada tipo de sistema de gestión de estiércol. Este se calcula estimando el nitrógeno ingerido por subcategoría de animal según la dieta y el total de nitrógeno retenido para su crecimiento y otros requerimientos. La tasa de ingesta de nitrógeno se calcula sobre la base de los mismos supuestos de características dietarias empleadas en la modelización de las emisiones por fermentación entérica. Se utilizan las ecuaciones de la siguiente tabla para la estimación de N_{ex}.

Tabla 477. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de la cantidad de N excretado en la gestión del estiércol

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
GE	Energía bruta para vacunos,búfalos y ovinos	Energía bruta.	IPCC 2019 – Ecuación 10.16	MJ/día
$N_{ingesta}$	Tasa de ingesta de N para vacunos	N consumido diariamente por animal de la categoría T.	IPCC 2019 – Ecuación 10.32	kg N/cabeza/año
N_{ex}	Tasa de excreción anual de N	Excreción anual de N para la categoría de ganado T.	IPCC 2019 – Ecuación 10.31- Opción 1	Kg N/cabeza/año

Fuente: Elaboración propia.

Las variables utilizadas para el cálculo de la $N_{ingesta}$ y la N_{ex} se encuentran en la tabla siguiente. Los valores de proteína y energía de la dieta son parámetros calculados y se encuentran en la Sección caracterización ganado bovino – Bovinos de carne.

Tabla 478. Parámetros para la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (N_2O)

Parámetro	Descripción	Categoría	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$N_{retención}$	Tasa de nitrógeno retenido para vacunos.	Toros	kg N retenido /kg N ingesta	0	IPCC 2006 – Cuadro 10.20	Latinoamérica – Machos adultos
		Vacas		0,07		Latinoamérica – Hembras adultas
		Vaquillona en recría		0,08		Latinoamérica – Reemplazo/crecimiento
		Vaquillona y novilltos en engorde - Pastura		0,11		Latinoamérica – Vaquillonas y novillos en crecimiento - Pastura
		Vaquillona y novillos en engorde -		0,10		Latinoamérica – Ganado de corral

Parámetro	Descripción	Categoría	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
		Compartimiento				

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se encuentran los valores de promedio nacional de los parámetros por subcategoría de ganado y de N_{ex} por sistema de gestión del estiércol para la estimación de la categoría.

Tabla 479. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (N_2O) (2022)

Subcategoría	Cabezas	TAM	Nex(t)	N excretado total	NexMMs – F_{DD}	NexMMs – F_{CE}
		kg / Cabeza	kg N/cabeza	kg N	kg N/Año x Cabeza	kg N/Año x Cabeza
Vacas	21.407.034	400	42,1	902.164.252	-	-
Vaquillonas	6.587.009	240	34,1	184.900.376	4,32	1,70
Novillos	2.483.459	291	42,7	72.144.374	12,10	1,53
Novillitos	4.116.146	288	42,1	116.158.017	11,95	1,90
Terneros	6.852.405	-	-	-	-	-
Terneras	6.831.786	-	-	-	-	-
Toros	960.630	600	57,1	54.892.079	-	-
Toritos	329.632	596	56,9	18.770.003	-	-
Bueyes	3.775	605	53,9	203.508	-	-

Fuente: Elaboración propia. F_{DD}: Fracción de distribución diaria; F_{CE}: Fracción de corral de engorde.

Tabla 480. Dato de actividad de las emisiones de N_2O de la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (2022)

Sistema de gestión de estiércol	Nitrógeno excretado
	kg N/año
Distribución diaria	107.722.581
Corral de engorde	22.776.229

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 481. Incertidumbre de la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (2022)

Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
8,0 %	12,8%	2,57E-08	0,3%	5,29E-07

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC para el FE y DA. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta.

Tabla 482. Parámetros utilizados en el método de Simulación de Monte Carlo 3B1b

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	IPCC 2006 para dato local
$N_{retención}$	Tasa de N retenido para vacunos	Normal	25%	IPCC 2006
DE	Digestibilidad de la dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
CP	Contenido de proteína bruta en dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
Bo	Capacidad máxima de producción de metano del estiércol	Normal	7,5%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[263], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre

[263] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.

- Controlar que la suma total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de SENASA del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Se utiliza el mismo indicador que para la categoría 3A1aii – Fermentación entérica Bovinos de carne.

Comparativa con valores internacionales

En la siguiente tabla se presenta la comparación entre los FE locales y por defecto de CH_4 de la gestión de estiércol para bovinos de carne. Los FE calculados con datos locales de las subcategorías vaquillonas, novillos y novillitos presentan valores menores a los presentes en las Directrices del IPCC de 2006 para América Latina.

Tabla 483. Comparación con valores internacional de los factores de emisión de CH_4 provenientes de la gestión del estiércol (2022)

	Gestión del Estiércol Bovinos de Carne Promedio nacional	Gestión del Estiércol Bovinos de Carne Valor por defecto IPCC 2006	Referencia IPCC	Explicación diferencias
Categoría	kg CH_4/año x Cabeza	kg CH_4/año x Cabeza		
Vacas	1,3	1	Cuadro 10A5 – América Latina	En el país las vacas presentan un peso promedio y una tasa de VS mayor.
Vaquillonas	0,8	1	Cuadro 10A5 – América Latina	En el país las vaquillonas presentan un peso promedio menor.
Novillos	0,7	1	Cuadro 10A5 – América Latina	En el país los novillos y novillitos presentan un peso promedio y una tasa de VS menor.
Novillitos	0,7	1	Cuadro 10A5 – América Latina	
Toros	1,6	1	Cuadro 10A5 – América Latina	En el país los toros presentan un peso promedio y una tasa de VS mayor.
Bueyes	1,8	1	Cuadro 10A5 – América Latina	

Toritos	1,6	1	Cuadro 10A5 – América Latina	
Terneros	-	-	Cuadro 10A2 – Terneros en lactancia América del Norte / Europa Occidental	No hay categoría lactante para América Latina. Se asume que la categoría ternero no emite dado que es lactante.
Terneras	-	-	Cuadro 10A2 – Terneros en lactancia América del Norte / Europa Occidental	No hay categoría lactante para América Latina. Se asume que la categoría ternero no emite dado que es lactante.

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presenta la comparación entre los valores de la tasa de excreción de N ($N_{índice}$), local y por defecto, para bovinos de carne. En el caso de las subcategorías vacas, toros, bueyes y toritos, los $N_{índice}$ calculados con datos locales presentan valores menores a los presentes en las Directrices del IPCC de 2006 para América Latina. Para las subcategorías vaquillonas, novillos y novillitos, los $N_{índice}$ resultaron en valores mayores a los por defecto.

Tabla 484. Comparación con valores internacional del $N_{índice}$ para bovinos de carne de la gestión del estiércol (2022)

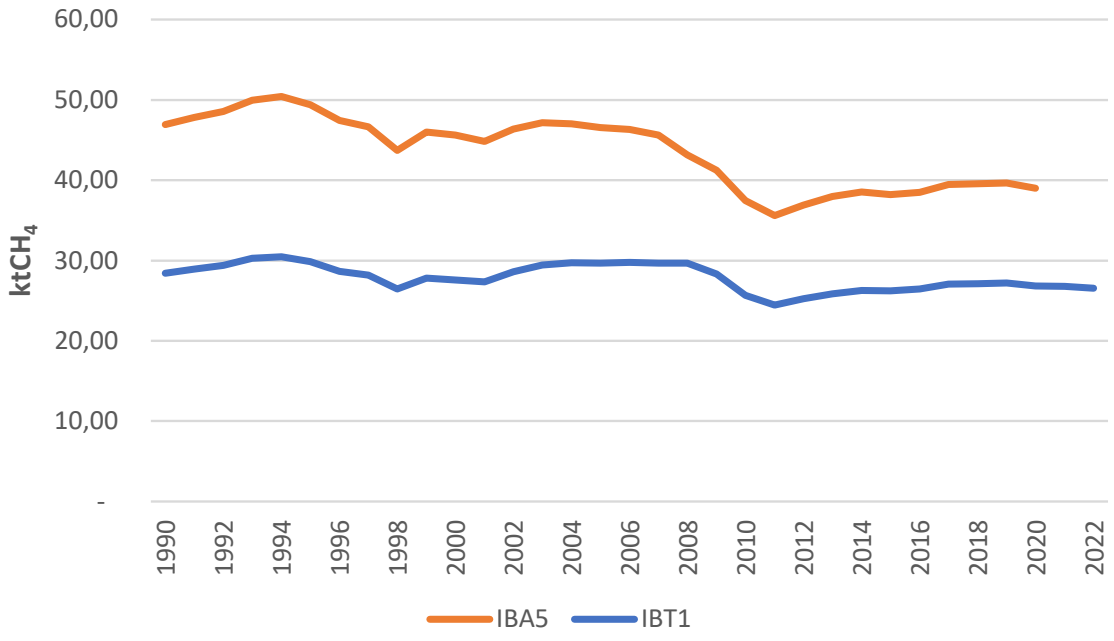
	$N_{índice}(t)$ Bovinos de Carne Promedio nacional	$N_{índice}(t)$ Bovinos de Carne Valor por defecto IPCC 2006	Referencia IPCC
Categoría	kg N / 1000 kg masa animal /día	kg N / 1000 kg masa animal /día	
Vacas	0,29	0,36	Cuadro 10.19 – Otros vacunos América Latina
Vaquillonas	0,39	0,36	
Novillos	0,42	0,36	
Novillitos	0,41	0,36	
Toros	0,24	0,36	
Bueyes	0,23	0,36	
Toritos	0,24	0,36	
Terneros	-	0,36	
Terneras	-	0,36	

Fuente: Elaboración propia

Recálculo y mejoras

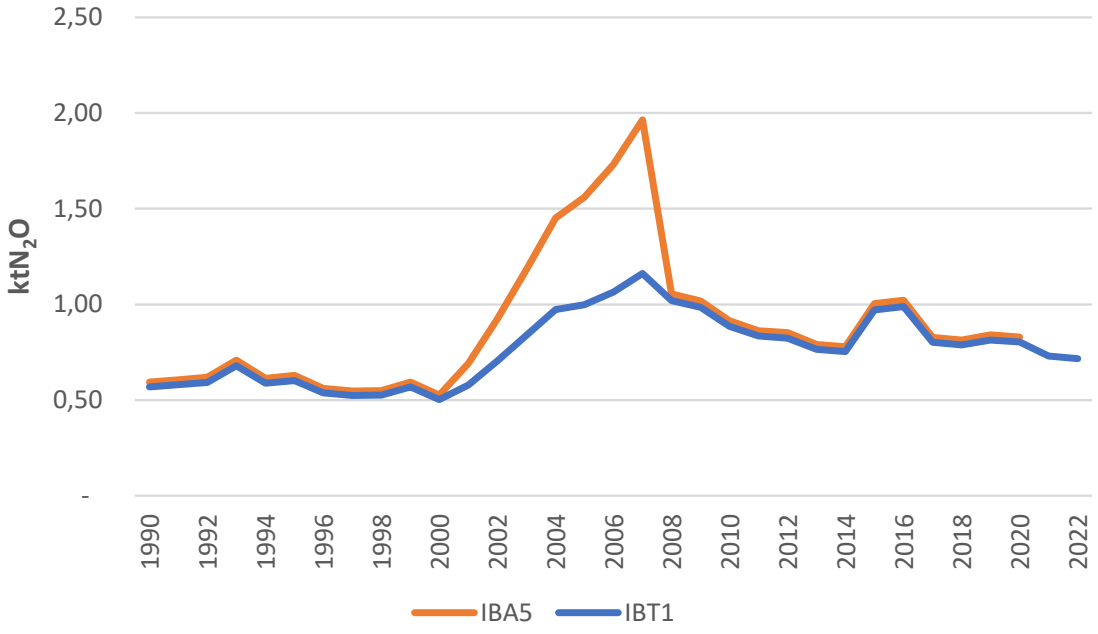
Se actualizó la metodología de cálculo conforme a las Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Adicionalmente se corrigió la interpolación lineal de los datos de contenido de proteína de la dieta y %MS, entre los años 2001 y 2007. Se puede observar el impacto de las modificaciones en la siguiente figura.

Figura 269. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3B1b (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 270. Comparativa tendencia de emisiones para N_2O 3B1b (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3B2 – Directas Gestión del estiércol ovinos

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 485. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3B2	Directas gestión del estiércol de ovejas	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de ovejas.		Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 486. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos

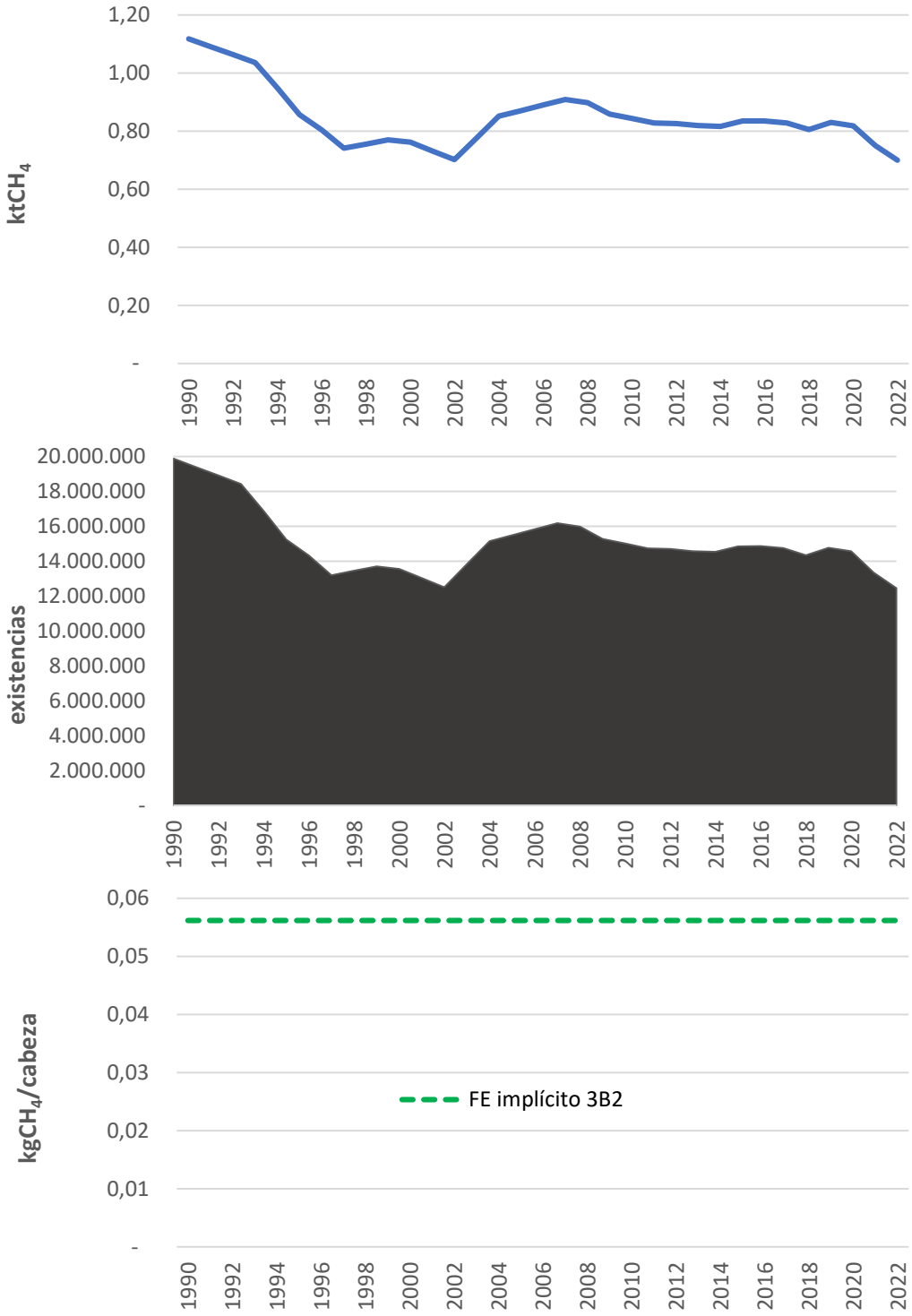
Sistema de archivo	
Procedimiento:	3ACc_P_00
Ruta de acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hoja de trabajo:	3ACc_HT_1990- 2022_00
Incertidumbres:	3ACc_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3ACc_DA_1990-2022_00
Compilación:	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones responde a la variación temporal en las existencias de ganado. Sólo se presentan las emisiones de metano ya que la ganadería ovina se realiza en sistemas extensivos y se considera que el 100% de las excretas quedan en pasturas, por lo que se estiman en la categoría 3D1c.

Figura 271. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos (CH_4)

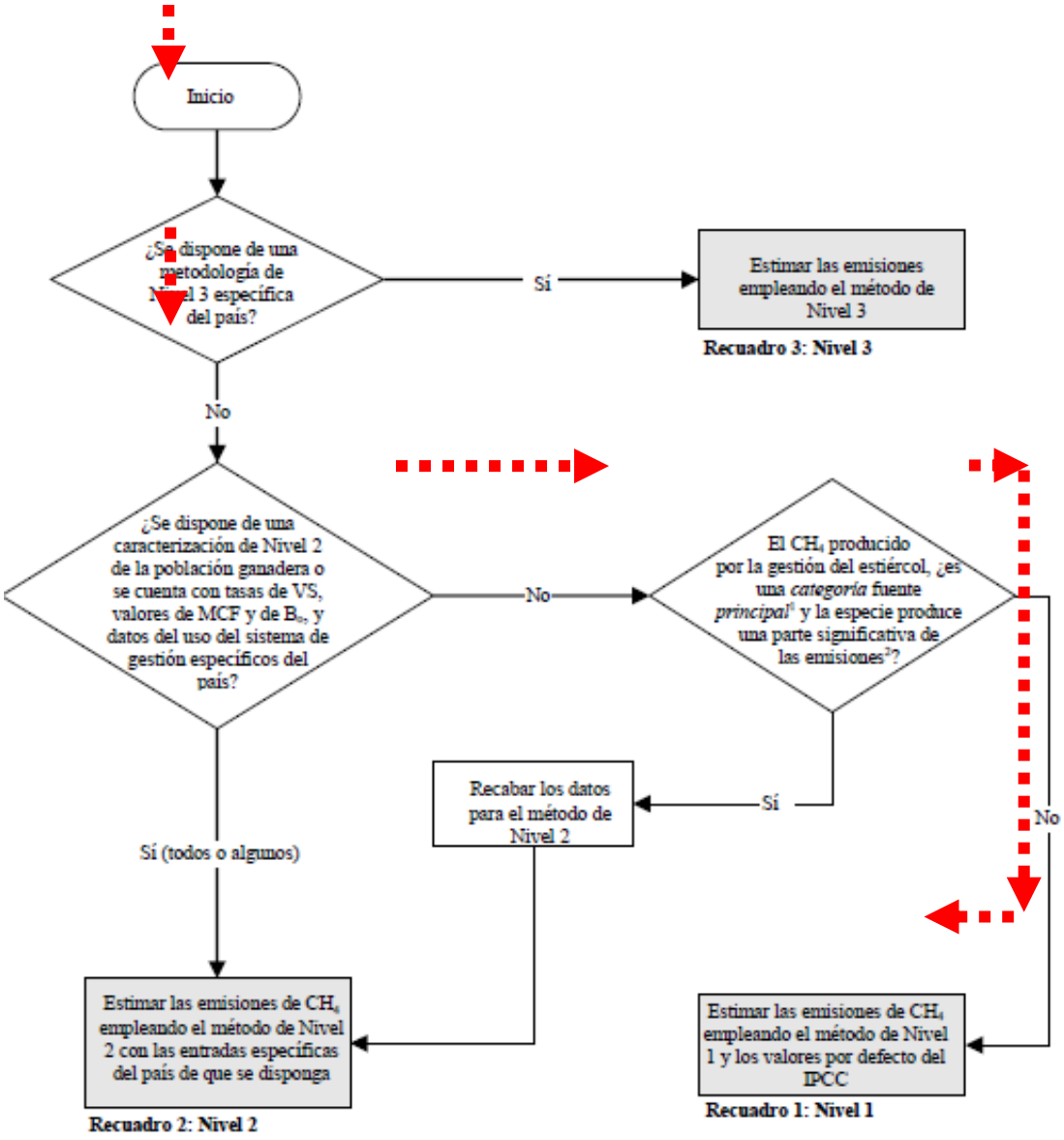


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 68. Árbol de decisión para emisiones de CH_4 de la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

No es una categoría principal por lo cual se emplea un método de cálculo Nivel 1. La estimación de la categoría se realizó utilizando la ecuación 10.22 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Factor de emisión

En la tabla a continuación se detallan %MS utilizados en cada ganadería.

Tabla 487. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol (MS) para la ganadería ovina

Ganadería	MS	%	Fuente de información
Ovinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto

Fuente: Elaboración propia

Emisiones de metano

En la tabla a continuación se muestran las ecuaciones utilizadas para el cálculo del FE de CH_4.

Tabla 488. Ecuaciones utilizadas para el cálculo del factor de emisión de CH_4 para la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$FE_{Estiércol}$	Factor de emisión de CH_4 de estiércol de la gestión del estiércol	Factor de emisión anual de CH_4 para la población de ganado categoría T.	IPCC 2019– Ecuación 10.23	kg CH_4/ cabeza/año
VS	Cantidad de sólidos volátiles excretados anualmente por cabeza de ganado.	Cantidad de sólidos volátiles excretados anualmente por cabeza de ganado	IPCC 2019 – Ecuación 10.22A	Kg VS.cabeza^{-1} .año^{-1}

Fuente: Elaboración propia

La fuente de los parámetros utilizados para la estimación del FE se encuentra a continuación.

Tabla 489. Parámetros utilizados para el cálculo del factor de emisión de CH_4 de la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos

Variable	Valor	Unidades	Fuente	Criterio
Bo	0,19	$m^3.CH_4.kg^{-1}$	Cuadro 10.16 – IPCC 2019	Todos los animales para excretas en pasturas.
VS_{tasa}	8,3	kg VS. 1000 kg^{-1} de masa animal.día^{-1}	Cuadro 10.13A. – IPCC 2019.	Ovinos – Latinoamérica.
MCF	0,47	%	Cuadro 10.19 – IPCC 2019.	Todos los animales para excretas en pasturas.

Fuente: Elaboración propia

La tabla a continuación presenta los valores de VS y y $FE_{estiércol}$ calculados por cabeza.

Tabla 490. Parámetros y factor de emisión calculados para la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos

Variable	Valor	Unidades
$FE_{Estiércol}$	0,06	kg CH_4/ cabeza/año
VS	0,26	Kg VS.cabeza^{-1} .día^{-1}

Fuente: Elaboración propia

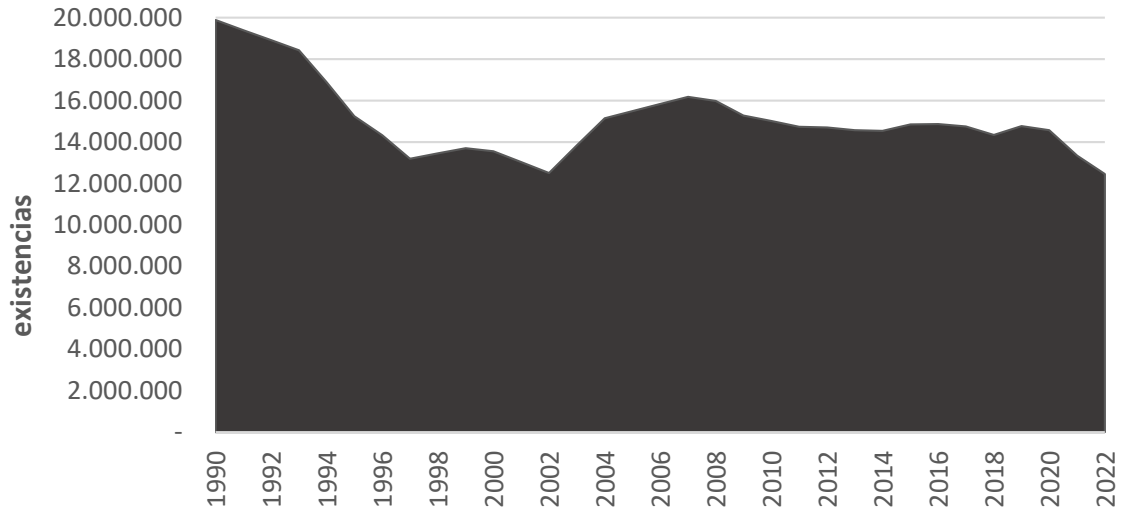
Emisiones de óxido nitroso

Las emisiones de óxido nitroso para la ganadería ovina se presentan dentro de la categoría 3D1c teniendo en cuenta que el sistema de gestión del estiércol es 100% en praderas, prados y pasturas.

Datos de actividad

El DA es el número de cabezas de ganado; la fuente para el período 1990-2007 es el PROLANA (MAGyP), y de 2008 en adelante el SENASA. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección Caracterización de ganaderías no bovinas. En la figura a continuación se exhibe la evolución de las existencias ovinas y en la siguiente tabla el valor para el año 2022.

Figura 272. Evolución de las existencias ovinas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 491. Existencias de ganado ovino (2022)

Variable	Subcategoría de ganadería	Existencias
N_{ovinos}	Ovinos	12.461.845

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006. La incertidumbre de la categoría se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 492. Incertidumbre de la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CH_4	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3B2	20%	30%	36,1%	NA	NA	3,11E-10	0,007%	1,33E-07%

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[264], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

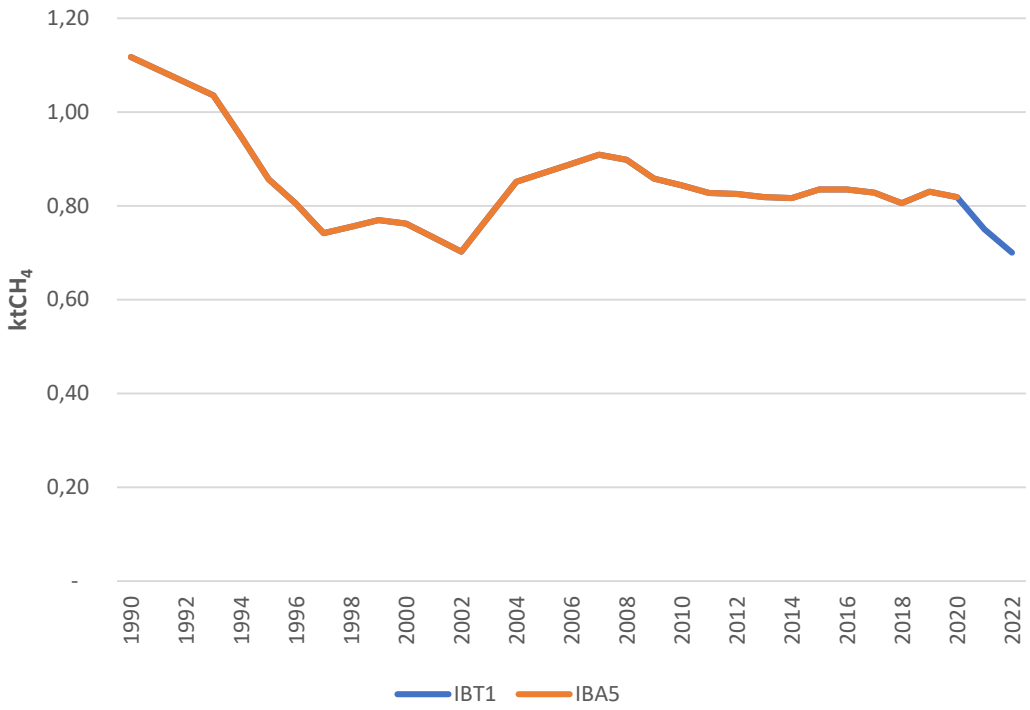
- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX de la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la suma total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso de que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

[264] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

Figura 273. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3B2 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3B3 – Directas gestión del estiércol porcinos

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 493. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O 3B3 – Directas gestión del estiércol porcinos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3B3	Directas gestión del estiércol de cerdos	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de cerdos.		Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

En la siguiente tabla se detalla la documentación asociada a la estimación de esta categoría.

Tabla 494. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B3 – Directas gestión del estiércol porcinos

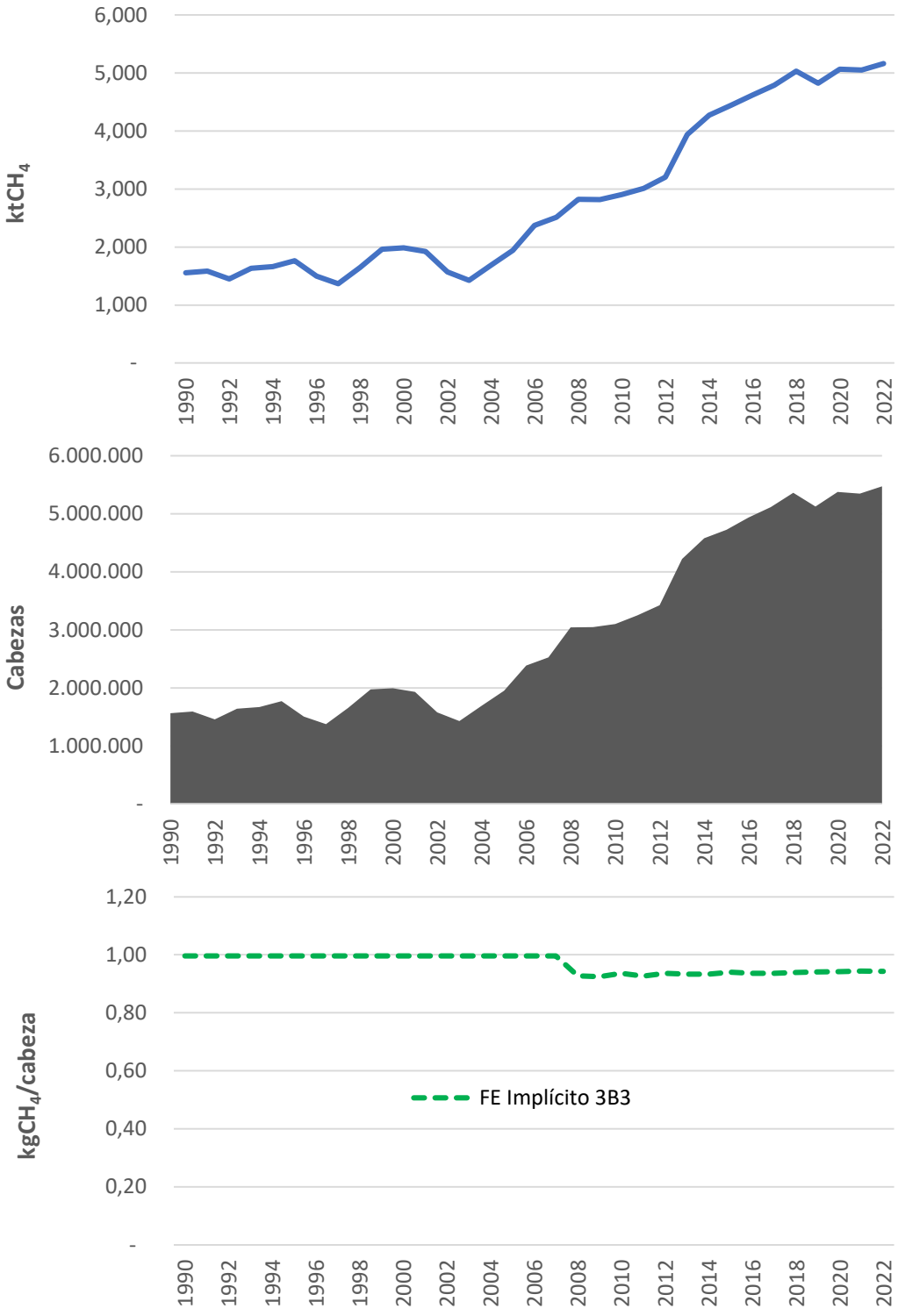
Sistema de archivo	
Procedimiento:	3ACh_P_00
Hoja de trabajo:	3ACh_HT_1990-2007_02 3ACh_HT_XXXX_02 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACh_HT_XXXX_01 (XXXX de 2017 a 2020) 3ACh_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres:	3ACh_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3ACh_DA_1990-2007_00 3ACh_DA_2021_00 3ACh_DA_2022_00
Compilación:	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

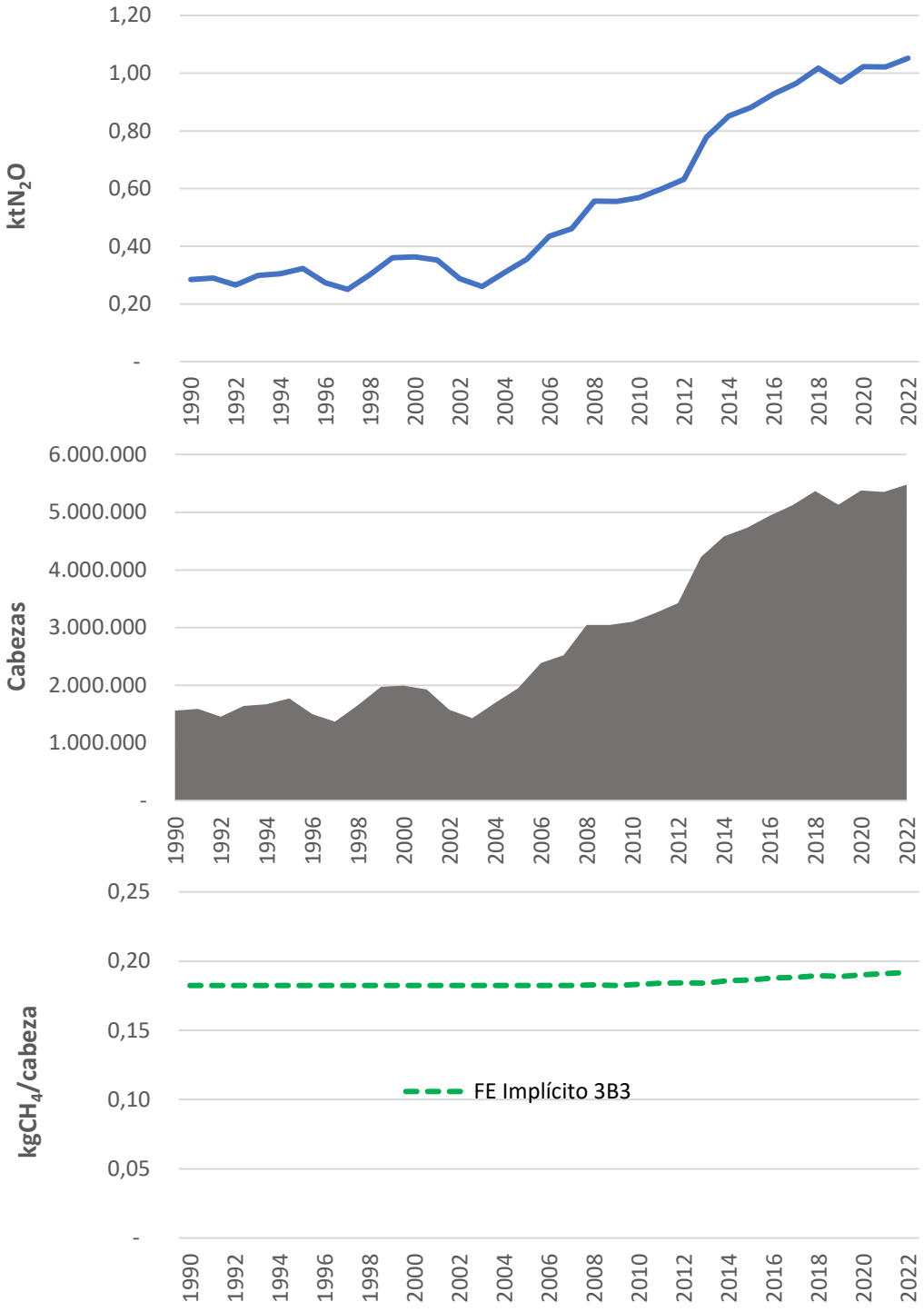
La tendencia de las emisiones responde a la evolución de los datos de actividad. La pequeña variación del FE implícito responde a la variación de la participación relativa de diferentes subcategorías, cuya desagregación se encuentra disponible a partir del año 2008.

Figura 274. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para porcinos (CH_4) 3B3



Fuente: Elaboración propia

Figura 275. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para porcinos (N_2O) 3B3

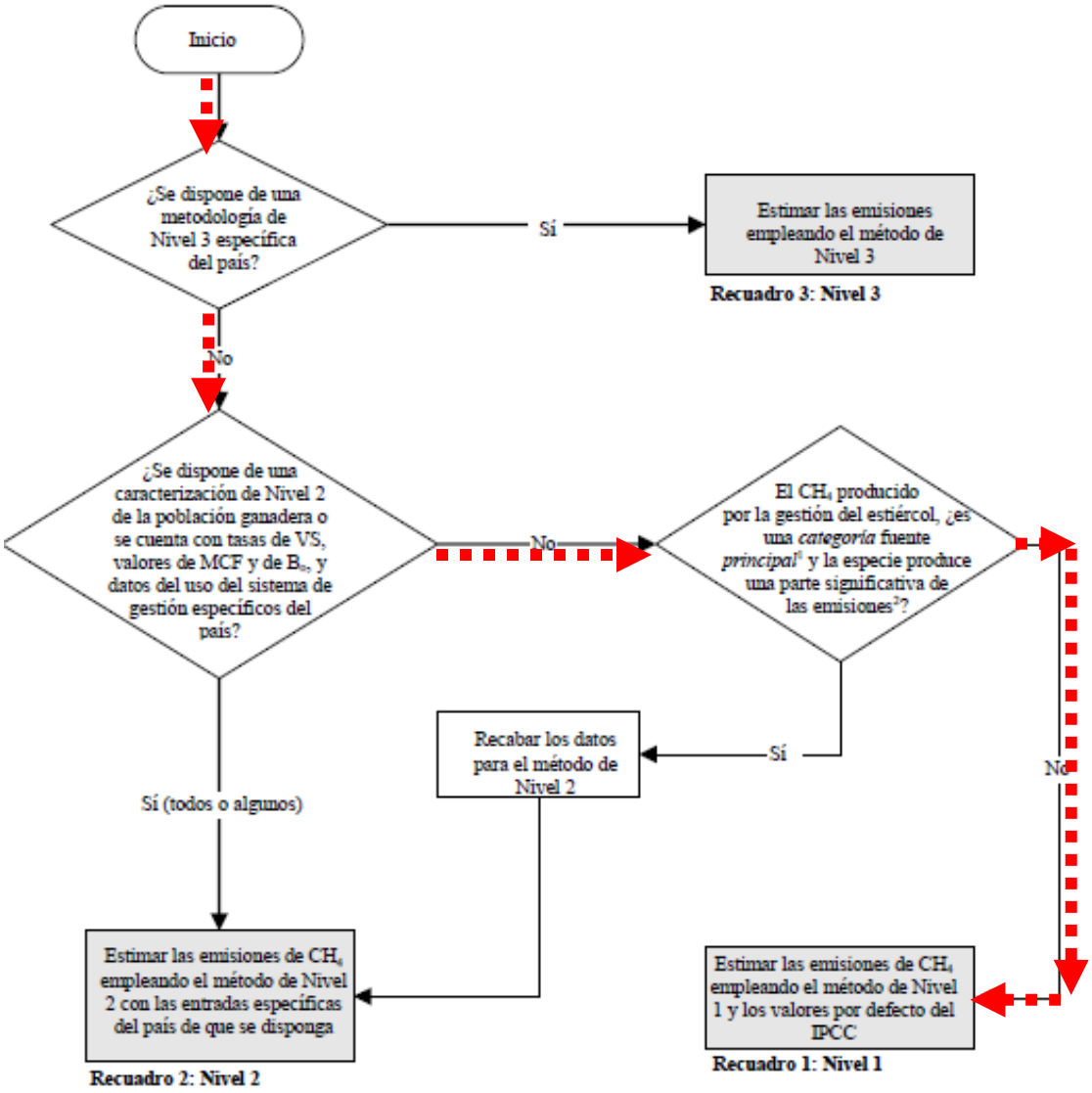


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

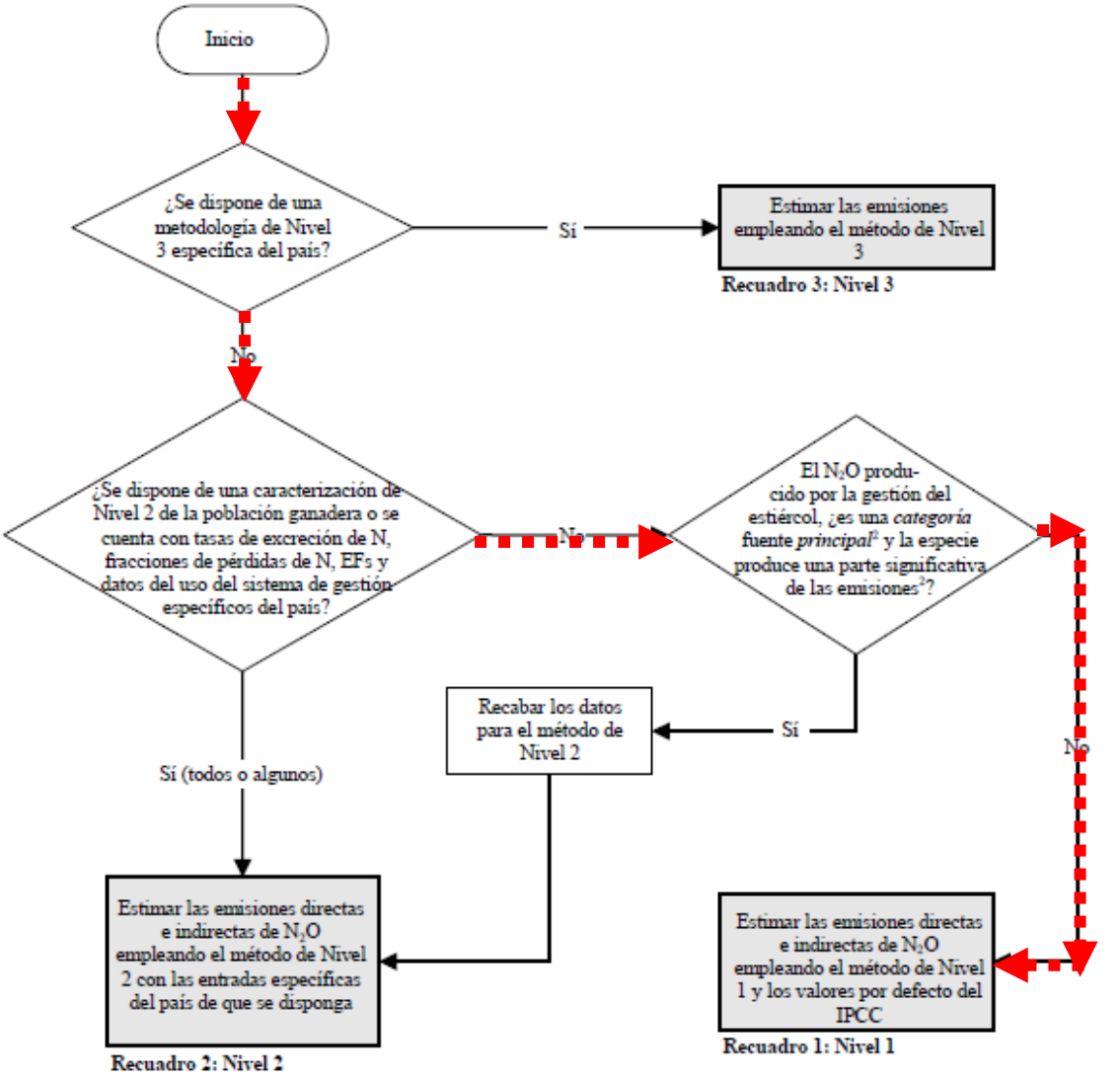
Ilustración 69. Árbol de decisión para emisiones de CH_4 resultantes de la gestión del estiércol – 3B3



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

No es una categoría principal por lo cual se emplea un método de cálculo Nivel 1. En el caso de los porcinos se presenta una caracterización por subcategoría de ganado y se realizan las estimaciones a dicho nivel de desagregación. La estimación de la categoría se realizó la ecuación 10.22 de las Directrices del IPCC de 2006.

Ilustración 70. Árbol de decisión para emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol – 3B3



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

No es una categoría principal por lo cual se emplea un método de cálculo Nivel 1. En el caso de los porcinos se presenta una caracterización por subcategoría de ganado y se realizan las estimaciones a dicho nivel de desagregación. La estimación de la categoría se realizó utilizando la ecuación 10.25 de las Directries del IPCC de 2006.

Factor de emisión

En la tabla a continuación se detallan %MS utilizados en la ganadería porcina.

Tabla 495. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol (MS) para cada ganadería

MS	%	Fuente de información
Pasturas/prados/praderas	40%	IPCC 2006 – Cuadros 10A–7/8
Distribución diaria	2%	
Almacenaje de sólidos	10%	
Corral de engorde	41%	
Camas profundas para vacunos y porcinos	7%	

Fuente: Elaboración propia

Emisiones de metano

En la tabla a continuación se muestran las ecuaciones utilizadas para el cálculo del FE de CH_4.

Tabla 496. Ecuaciones utilizadas para el cálculo del factor de emisión de CH_4 para la categoría 3B3– Directas gestión del estiércol porcinos

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$FE_{Estiércol}$	Factor de emisión de CH_4 de estiércol de la gestión del estiércol	Factor de emisión anual de CH_4 para la población de ganado categoría T.	IPCC 2006– Ecuación 10.23	kg CH_4/ cabeza/año
VS	Cantidad de sólidos volátiles excretados anualmente por cabeza de ganado.	Cantidad de sólidos volátiles excretados anualmente por cabeza de ganado	IPCC 2006 – Ecuación 10.22	Kg VS.cabeza^{-1} .año^{-1}

Fuente: Elaboración propia

La fuente de los parámetros utilizados para la estimación del FE se encuentra a continuación.

Tabla 497. Fuente de los parámetros utilizados para el cálculo del factor de emisión de CH_4 de la gestión del estiércol

Variable	Fuente	Criterio
Bo	Cuadro 10A-7/10A-8 – IPCC 2006	Porcinos – América Latina
VS	Cuadro 10A-7/10A-8 – IPCC 2006	
MCF	Cuadro 10.17 – IPCC 2006.	

Fuente: Elaboración propia

La elección del valor de MCF depende del MS que presente cada una de las ganaderías y de la temperatura (definida por la temperatura promedio de la provincia en la que se sitúan).

La tabla a continuación presenta los valores de Bo, VS y $FE_{estiércol}$ calculado, por subcategoría y región.

Tabla 498. Parámetros y factor de emisión según la ganadería para la categoría 3B3– Directas gestión del estiércol porcinos

Temperatura	Bo	VS	$FE_{Estiercol}$
	m^3 CH_4 / kg de VS excretado	kg VS/día/cabeza	kg CH_4/cabeza/ año
Templada	0,29	0,30	0,94
Fría	0,29	0,30	0,93

Fuente: Elaboración propia

Emisiones de óxido nitroso

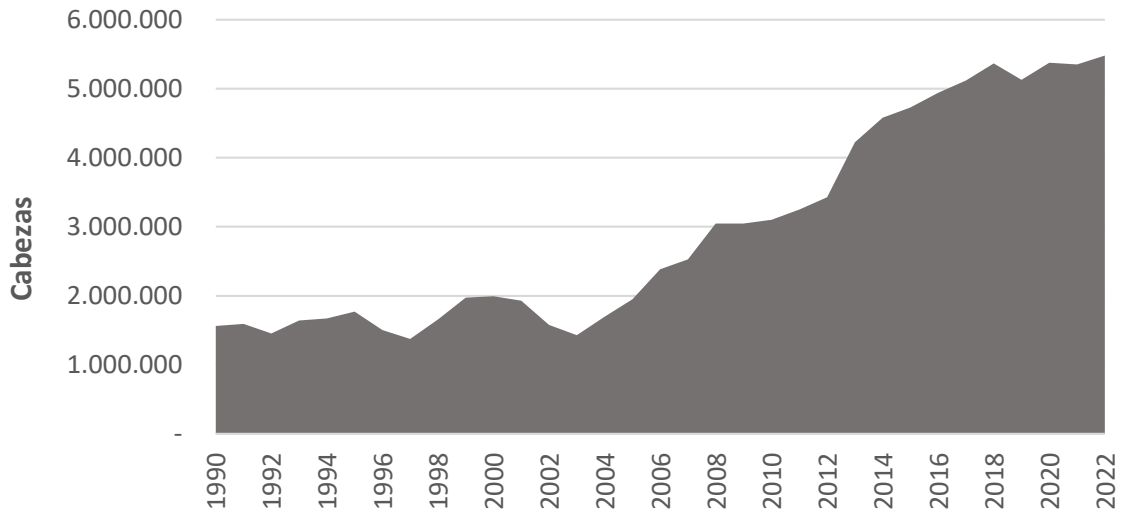
Los valores de FE_3 provienen del cuadro 10.21 de las Directrices del IPCC de 2006. La elección del valor depende del tipo de MS que presente cada una de las ganaderías.

Datos de actividad

Emisiones de metano

El DA es el número de cabezas de ganado; la fuente para el período 1990-2007 es el Área Técnica de MAGyP, y de 2008 en adelante el SENASA. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección Caracterización de ganaderías no bovinas. En la figura a continuación se exhibe la evolución de las existencias porcinas y en la siguiente tabla las existencias por subcategoría para el año 2022.

Figura 276. Evolución de las existencias porcinas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 499. Existencias de ganado de porcinos (2022)

Subcategoría de ganado	Existencias
Padrillos	129.183
Cerdas	925.196
Lechones	1.889.587
Capones	1.040.475
Cachorros	921.779
Cachorras	350.644
MEI	220.243

Fuente: Elaboración propia

Emisiones óxido nitroso

El DA es la cantidad de nitrógeno excretado en cada tipo de sistema de gestión de estiércol. En la siguiente tabla se detallan los parámetros y ecuaciones utilizados para el cálculo del DA.

Tabla 500. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de la cantidad de N excretado en la gestión del estiércol

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
TAM	Masa animal típica	Peso promedio por cabeza	IPCC 2006 – Cuadro 10A-7/10A-8 – América Latina	$kg.cabeza^{-1}$
$N_{índice}$	Tasa de excreción de nitrógeno cada 1000 kg de masa animal	Tasa de excreción de nitrógeno por defecto	IPCC 2006 – Cuadro 10.19	$kg\ N.1000\ kg\ masa\ animal^{-1}.día^{-1}$
N_{ex}	Tasa de excreción anual de N	Excreción anual de N para la categoría de ganado T.	IPCC 2006 – Ecuación 10.30	$kg\ N.cabeza^{-1}.año^{-1}$

Fuente: Elaboración propia

El valor de $N_{índice}$ es por defecto y se toma del cuadro 10.19 de las Directrices del IPCC de 2006.

La tabla a continuación presenta los valores de TAM, N_{ex} y $N_{índice}$ por subcategoría.

Tabla 501. Masa animal típica y tasa de excreción de nitrógeno por categoría de ganado porcino

Subcategoría	TAM	$N_{índice}(t)$	$N_{ex}(t)$
Padrillos	28	0,55	5,62
Cerdas			
Lechones		1,57	16,05
Capones			
Cachorros			
Cachorras			
MEI			

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presentan los valores calculados de nitrógeno excretado para cada sistema de gestión del estiércol[265].

Tabla 502. Nitrógeno excretado para la categoría 3B3– Directas gestión del estiércol porcinos (2022)

Sistema de gestión de estiércol	Nitrógeno excretado
	kg N/año
Distribución diaria	1.537.822
Almacenaje de sólidos	7.689.110
Corral de engorde	31.525.353
Camas profundas	5.382.377

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto. La incertidumbre de la categoría se presenta en la siguiente tabla.

[265] Las emisiones directas por excretas en pasturas se incluyen en la categoría 3D1c.

Tabla 503. Incertidumbre de la categoría 3B3 – Directas gestión del estiércol porcinos (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CH_4	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3B3	20%	30%	36,1%	100%	102,0%	5,19E-07	0,2%	5,59E-06

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[266], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

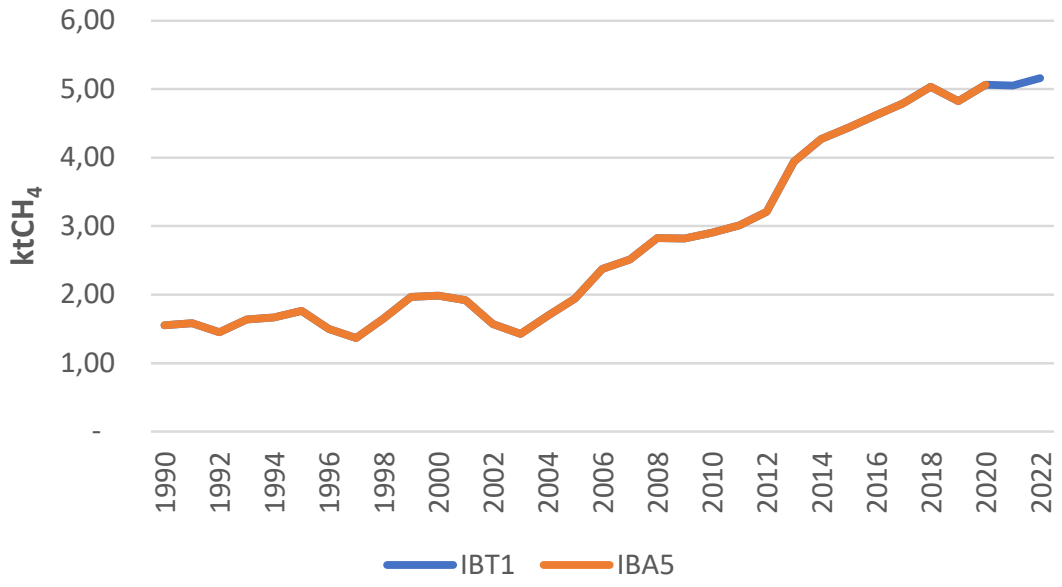
- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX de la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la suma total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso de que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

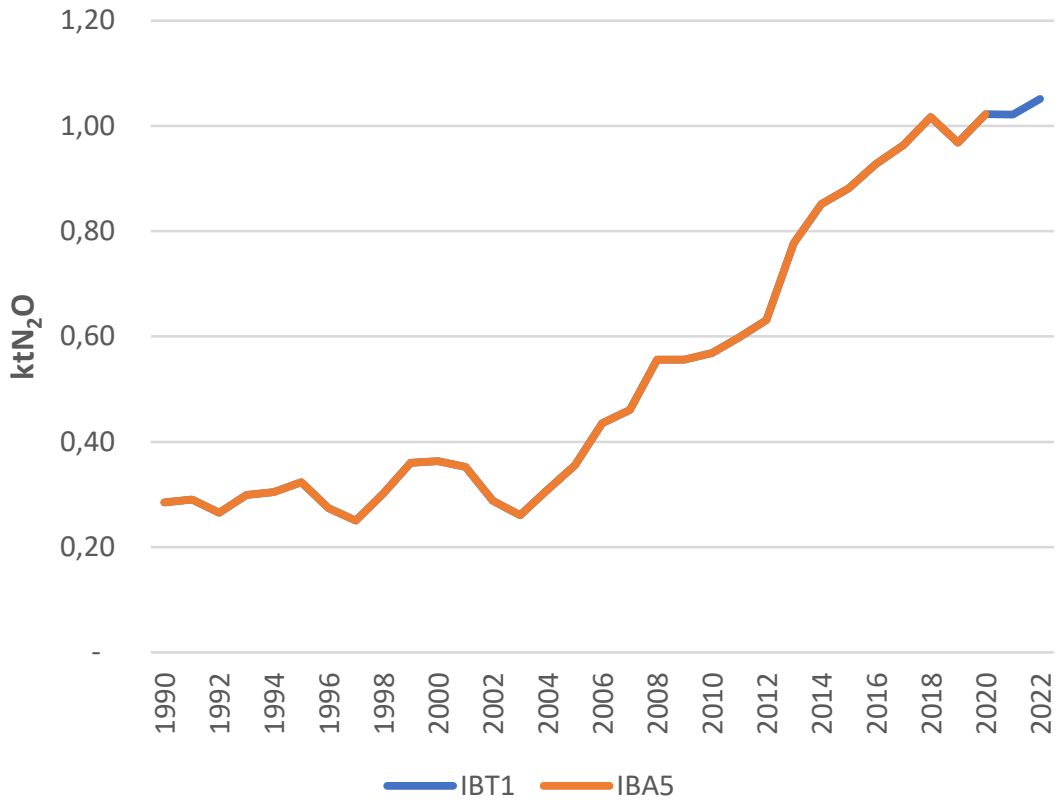
[266] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 277. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3B3 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 278. Comparativa tendencia de emisiones para N_2O 3B3 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3B4 – Directas Gestión del estiércol otras ganaderías

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 504. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B4 – Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3B4a	Bubalinos	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de búfalos.		Nivel 1	Nivel 1
3B4b	Camélidos	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de camélidos.		Nivel 1	Nivel 1
3B4c	Ciervos	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de ciervos.		NE	NE
3B4d	Caprinos	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de cabras.		Nivel 1	Nivel 1
3B4e	Equinos	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de caballos.		Nivel 1	Nivel 1
3B4f	Mulas y asnos	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de mulas y asnos.		Nivel 1	Nivel 1
3B4g	Aves de corral	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de aves.		Nivel 1	Nivel 1
3B4h	Otros	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de otro ganado (p. ej.: ciervos, renos, etc.). Emisiones de metano de otro ganado (p. ej.: ciervos, renos, etc.).		NE	NE

Fuente: Elaboración propia

No se estiman las emisiones de las categorías 3B4c y 3ABh ya que no se cuenta con DA de ciervos ni otro ganado.

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 505. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B4 – Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías

	Bubalinos	Caprinos	Camélidos	Equinos	Mulares y Asnales	Aves
Procedimiento	3ACb_P_00	3ACd_P_00	3ACe_P_00	3ACf_P_00	3ACg_P_00	3ACi_P_00
Hoja de trabajo	3ACb_HT_1990-2022_00	3ACd_HT_1990-2022_00	3ACe_HT_1990-2022_00	3ACf_HT_1990-2022_00	3ACg_HT_1990-2022_00	3ACi_HT_1990-2022_00

	Bubalinos	Caprinos	Camélidos	Equinos	Mulares y Asnales	Aves
DA	3ACb_DA_1990-2022_00	3ACd_DA_1990-2022_00	3ACe_DA_1990-2022_00	3ACf_DA_1990-2022_00	3ACg_DA_1990-2022_00	3ACi_DA_1990- 2022_00
Incertidumbres	3ACb_IN_2022_00	3ACd_IN_2022_00	3ACe_IN_2022_00	3ACf_IN_2022_00	3ACg_IN_2022_00	3ACi_IN_2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00					

Fuente: Elaboración propia

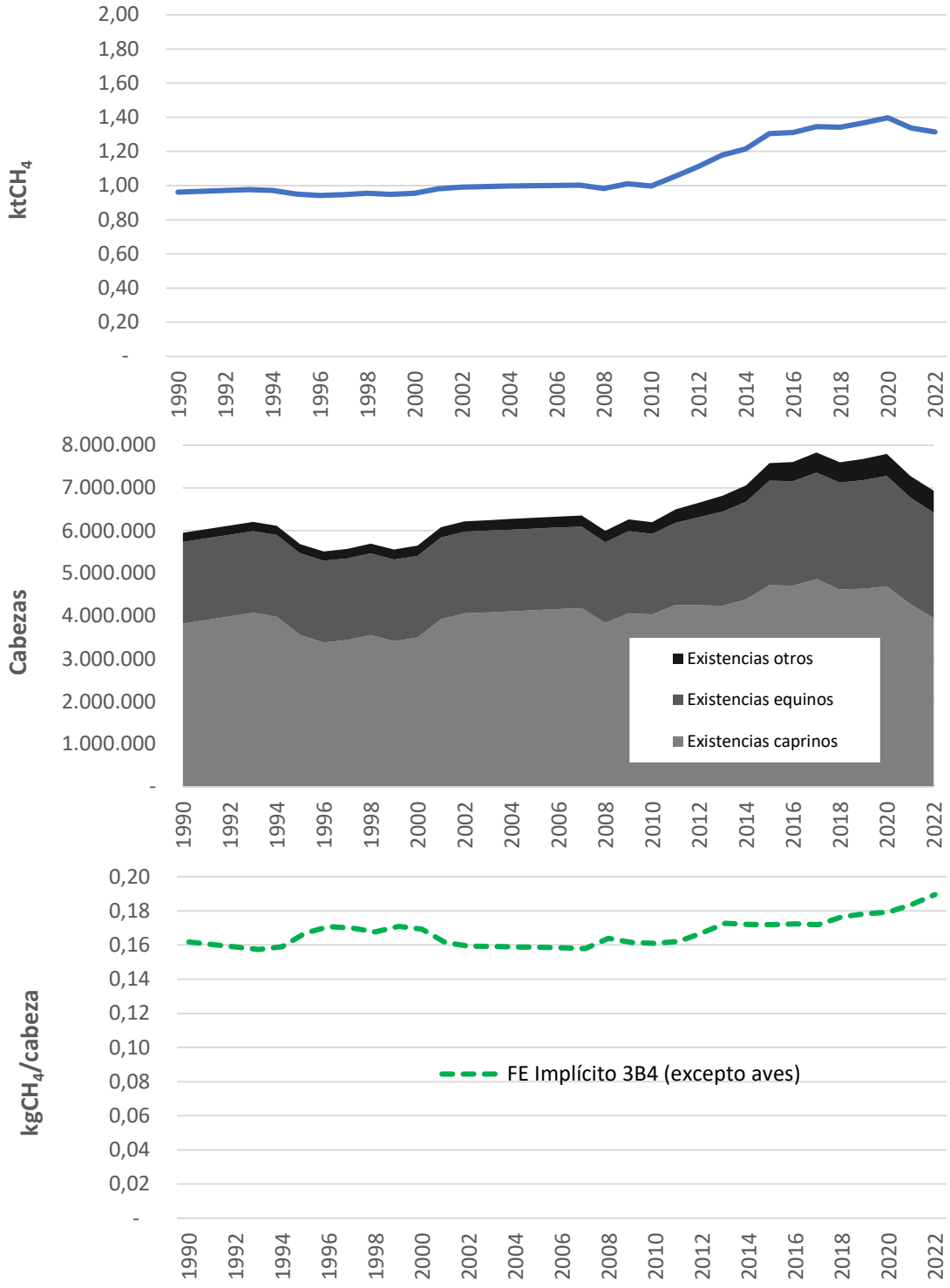
Tendencia de las emisiones de GEI

Para una mejor visualización se graficaron las emisiones, los DA y los FE implícitos de bubalinos, caprinos, equinos y mulares y asnales separados de las aves. La variación del FE implícito responde a cambios en la participación relativa de las distintas ganaderías, en particular a la variación de existencias de caprinos, que presentan un FE por cabeza menor y mayor cantidad de cabezas en toda la serie temporal.

En el caso de las aves la variación del FE implícito responde a la variación de la participación relativa de diferentes subcategorías (ponedoras y parrilleros).

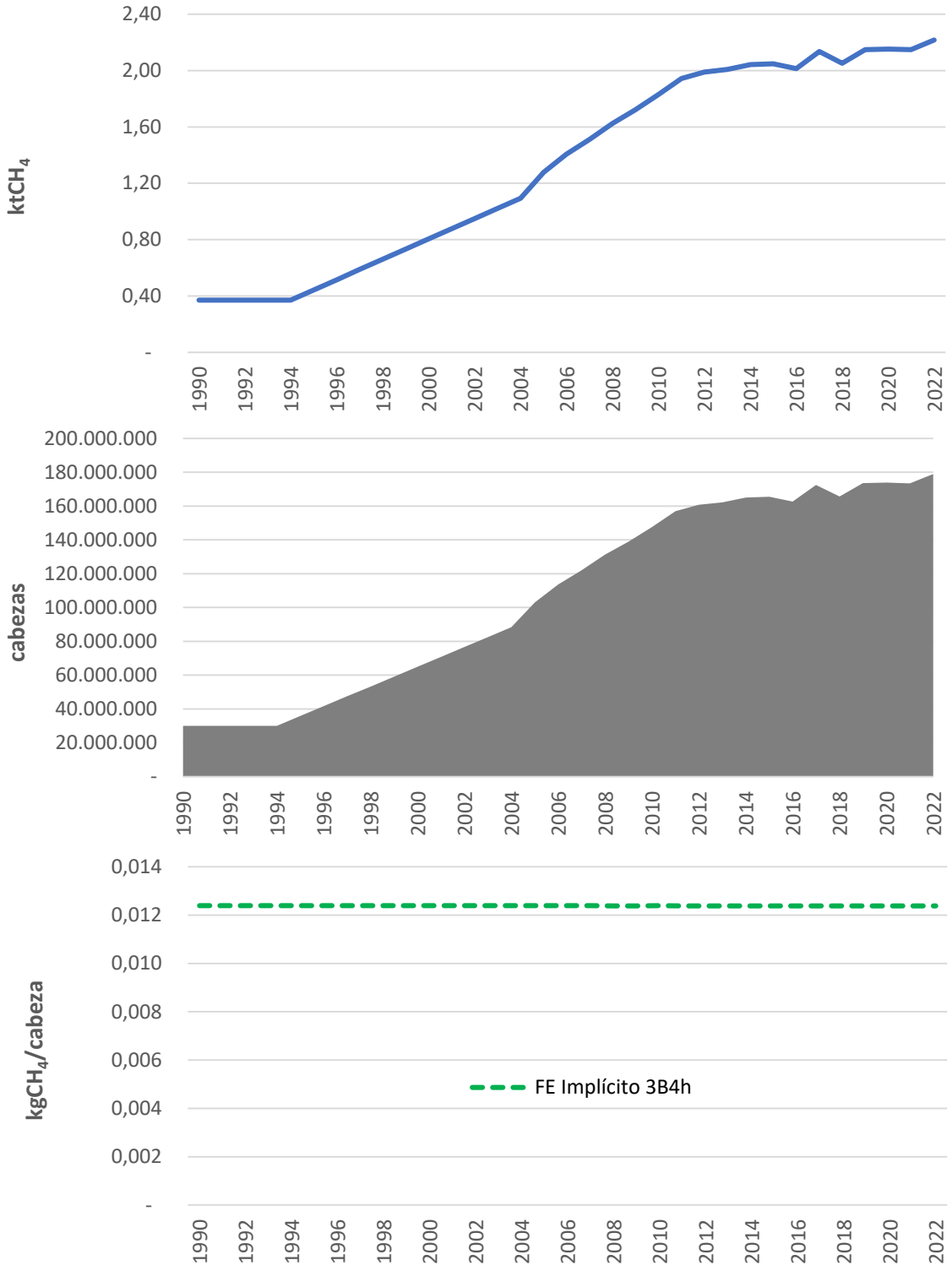
Para N_2O solo se graficaron las emisiones de aves por el tipo de sistema de gestión del estiércol que poseen.

Figura 279. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para (CH_4)- 3B4 (excepto aves)



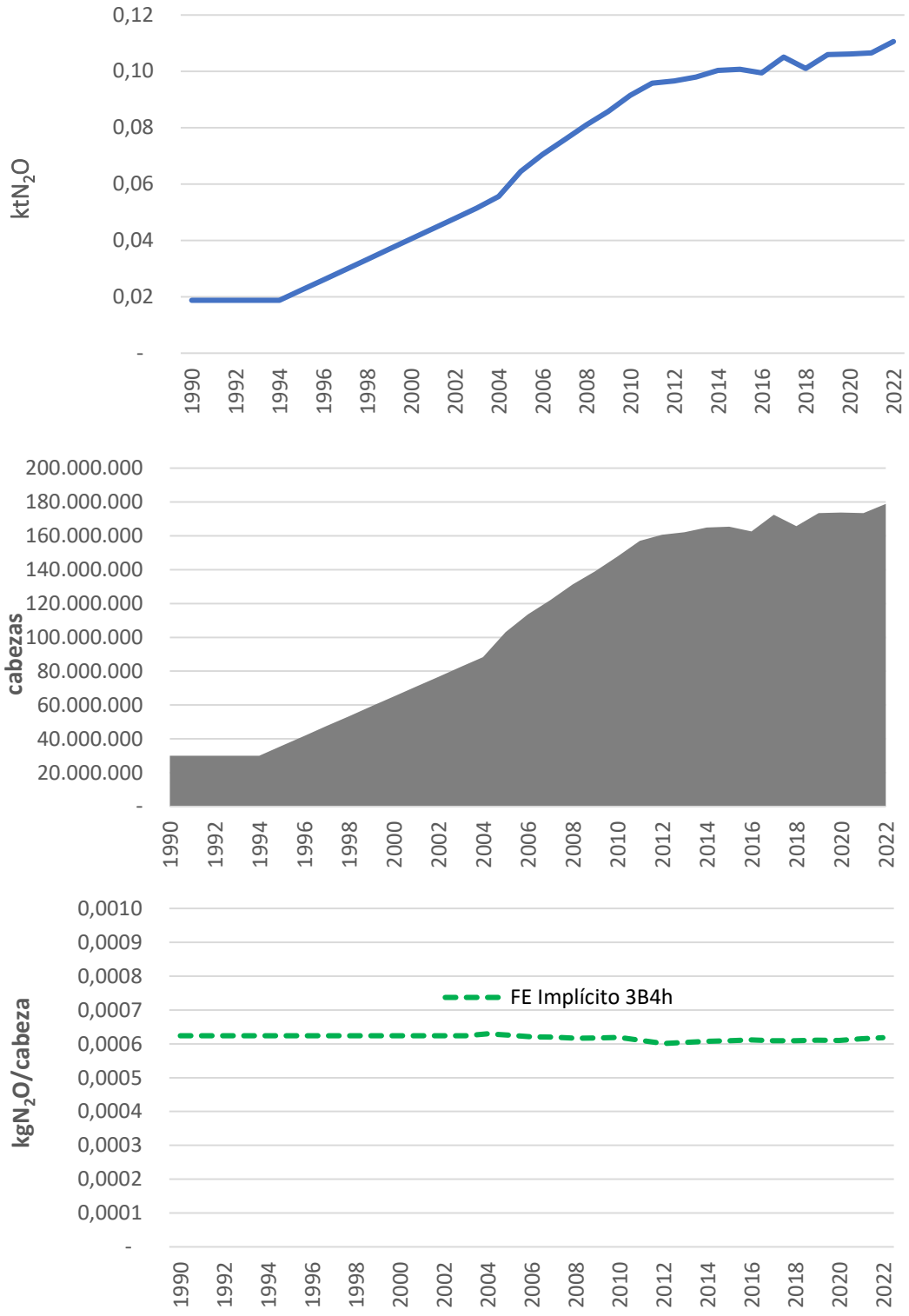
Fuente: Elaboración propia

Figura 280. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para aves (CH_4) 3B4h



Fuente: Elaboración propia

Figura 281. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para aves (N_2O) 3B4h

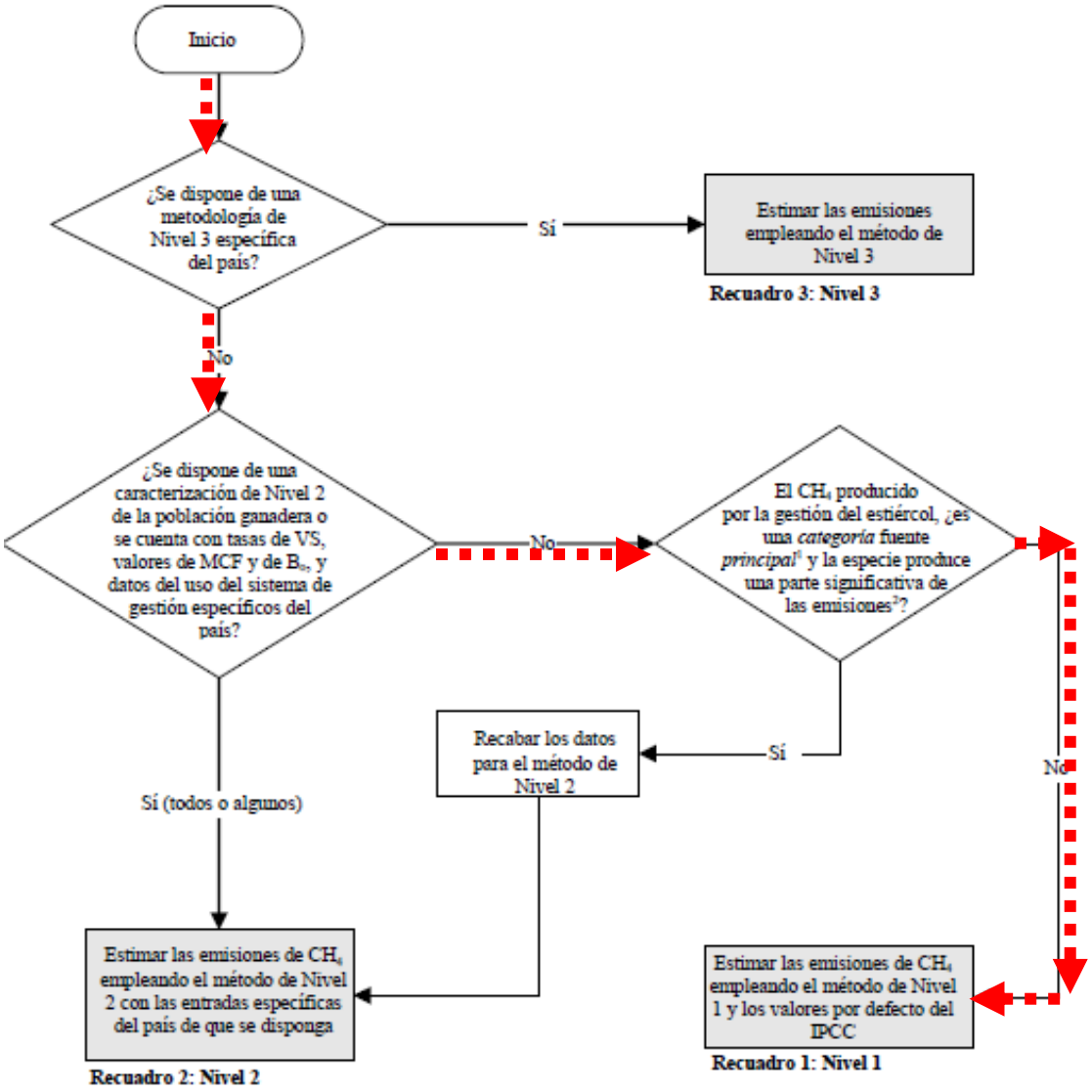


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

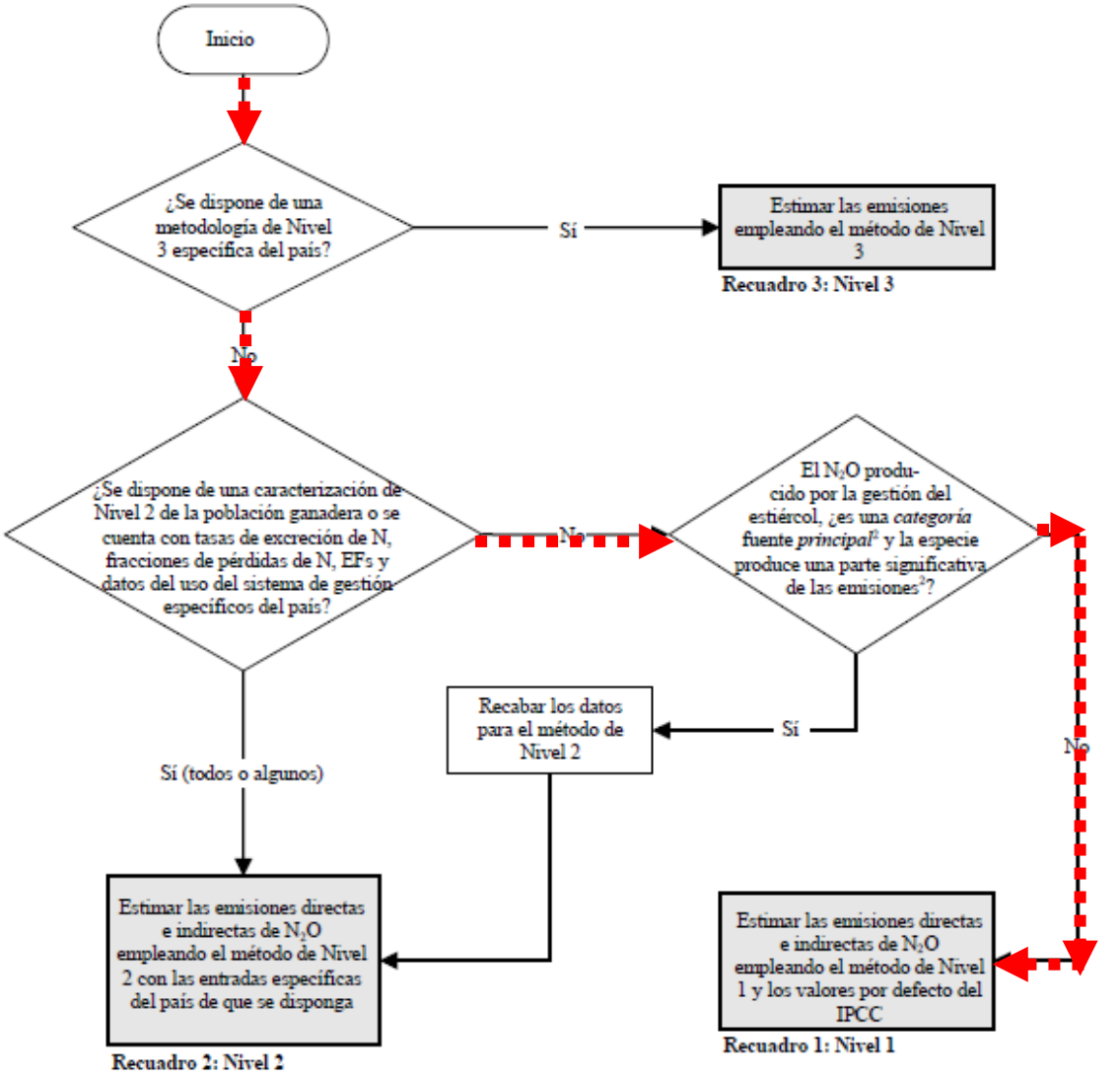
Ilustración 71. Árbol de decisión para emisiones de CH_4 resultantes de la gestión del estiércol



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

No es una categoría principal por lo cual se emplea un método de cálculo Nivel 1. La estimación de la categoría se realizó utilizando la ecuación 10.22 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Ilustración 72. Árbol de decisión para emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

No es una categoría principal por lo cual se emplea un método de cálculo Nivel 1. La estimación de la categoría se realizó utilizando la ecuación 10.25 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Factor de emisión

En la tabla a continuación se detallan %MS utilizados en cada ganadería.

Tabla 506. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol (MS) para cada ganadería

Ganadería	MS	%	Fuente de información
Bubalinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Caprinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Camélidos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Equinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Mulares y asnales	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Aves	Estiércol de Aves con hojarasca	100% (subcategoría parrilleros)	Dictamen experto
	Estiércol de Aves sin hojarasca	100% (subcategoría ponedoras)	Dictamen experto

Fuente: Elaboración propia

Emisiones de metano

En la tabla a continuación se muestran las ecuaciones utilizadas para el cálculo del FE de CH_4.

Tabla 507. Ecuaciones utilizadas para el cálculo del factor de emisión de CH_4 para la categoría 3B4 – Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$FE_{Estiércol}$	Factor de emisión de CH_4 de estiércol de la gestión del estiércol	Factor de emisión anual de CH_4 para la población de ganado categoría T.	IPCC 2019– Ecuación 10.23	kg CH_4/ cabeza/año
VS	Cantidad de sólidos volátiles excretados anualmente por cabeza de ganado.	Cantidad de sólidos volátiles excretados anualmente por cabeza de ganado	IPCC 2006 – Ecuación 10.22	Kg VS.cabeza-1 .año-1

Fuente: Elaboración propia

La fuente de los parámetros utilizados para la estimación del FE se encuentra a continuación. Todos los cuadros pertenecen al Refinamiento del IPCC de 2019.

Tabla 508. Fuente de los parámetros utilizados para el cálculo del factor de emisión de CH_4 de la gestión del estiércol

Subcategoría	Bo	VS	MCF
Bubalinos	Tabla 10.16. Todos los animales para Excretas en pasturas. – IPCC 2019	Tabla 10.13A. Pg 10.55 – Valor por cabeza calculado utilizando el valor medio (kg VS/1000 kg de masa animal/día) para Latinoamérica – IPCC 2019	Tabla 10.17 – IPCC 2019.
Caprinos			
Camélidos			
Equinos			
Mulares y asnales			
Aves	Tabla 10.16. Valor por defecto para Otras regiones. – IPCC 2019		

Fuente: Elaboración propia

La elección del valor de MCF depende del MS que presente cada una de las ganaderías y de la temperatura.

La tabla a continuación presenta los valores de Bo, VS calculados por cabeza y $FE_{estiércol}$ por ganadería.

Tabla 509. Parámetros y factor de emisión según la ganadería para la categoría 3B4– Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías

Subcategoría	Bo (m^3 CH_4 / kg de VS excretado)	VS (kg VS/día/cabeza)	$FE_{Estiercol}$ (kg CH_4/cabeza/ Año)
Bubalinos	0,19	3,53	0,77
Caprinos	0,19	0,25	0,055
Camélidos	0,19	0,75	0,16
Equinos	0,19	1,71	0,37
Mulares y Asnales	0,19	0,94	0,20
Aves - Ponedoras	0,24	0,01414	0,0124
Aves - Parrilleros	0,24	0,01404	0,0124

Fuente: Elaboración propia

Coherencia de la serie temporal de aves

En el caso de la producción de aves, no se contaba con datos de existencias desagregadas por subcategorías previos a 2004, por lo que para los cálculos se consideró tomar a las existencias como una sola categoría de animal. Se generó la subcategoría “Sin Determinar” y se calcularon el Bo y el VS como promedios ponderados asumiendo que 70% de las existencias eran parrilleros y 30% ponedoras. Estos porcentajes representan la desagregación por subcategorías que ocurre en el año 2016. De 1990 a 2003 se utilizaron los valores de la siguiente tabla.

Tabla 510. Parámetros considerados de 1990 a 2003 para el cálculo de emisiones producidas por la gestión del estiércol (CH_4) para aves

Acrónimos	Descripción		Unidades	Valor	Fuente de información
MS	Sistema de Gestión	Estiércol de Aves con hojarasca	%	70	Dictamen experto
		Estiércol de Aves sin hojarasca		30	Dictamen experto
Bo	Capacidad máxima de producción de metano del estiércol		m^3 CH_4/kg VS	0,24	Cuadros 10A-9 – En desarrollo
VS	Tasa de sólidos Volátiles excretados		kg MS/animal/año	0,2	Cuadros 10A-9 – En desarrollo

Fuente: Elaboración propia

Emisiones de óxido nitroso

En el caso de las ganaderías de caprinos, camélidos, bubalinos, equinos y mulares y asnales las emisiones de óxido nitroso se estiman dentro de la categoría 3D1c ya que se considera que el 100% de las excretas quedan en pasturas, prados y praderas. En el caso de la categoría 3B4h (aves) los EF_3 utilizados se presentan en la siguiente tabla. toman del cuadro 10.21 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Tabla 511. Factores de emisión de óxido nitroso 3B4h – Directas gestión del estiércol Aves

Sistema de gestión	FE (kg N_2O-N.kg N excretado $^{-1}$)	Fuente de información
Estiércol de aves de corral con hojarasca	0,001	Cuadro 10.21 – IPCC 2019
Estiércol de aves de corral sin hojarasca	0,001	

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Emisiones de metano

El DA es el número de cabezas de ganado y la fuente depende del tipo de ganadería. Las fuentes a lo largo de la serie temporal se encuentran en la siguiente tabla. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección Caracterización de ganaderías no bovinas.

Tabla 512. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería

Ganadería	Fuente de información serie temporal
Bubalinos	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2005 hasta 2012 la OIE; desde 2013 el SENASA.
Caprinos	Para 1994, 1995, 1996, 1997, 1999 y 2000 las ENA. En 2002 el CNA. Desde 2008 el SENASA.
Camélidos	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2013, la Subsecretaría de Ganadería de la SAGyP (Dirección de bovinos y pequeños rumiantes).
Equinos	SENASA
Mulares y asnales	SENASA
Aves	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2004 los datos de ponedoras provienen de la Cámara Argentina de Productores Avícolas (CAPIA) y los de parrilleros son estimaciones de la Dirección de Porcinos Aves de Granja y No Tradicionales de la SAGyP.

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se presentan los DA por ganadería para el año 2022.

Tabla 513. Existencias de ganado por ganadería (2022)

Variable	Subcategoría de ganadería	Existencias
$N_{bubalinos}$	Bubalinos	145.309
$N_{caprinos}$	Caprinos	3.954.991
$N_{camélidos}$	Camélidos	272.811
$N_{equinos}$	Equinos	2.464.935
$N_{mulares\ y\ asnales}$	Mulares y Asnales	99.065

Fuente: Elaboración propia

Tabla 514. Existencias de ganado de aves (2022)

Variable	Subcategoría de ganado	Existencias
$N_{aves\ -\ ponedoras}$	Ponedoras	51.800.000
$N_{aves\ -\ parrilleros}$	Parrilleros	127.100.000

Fuente: Elaboración propia

Emisiones óxido nitroso

El DA es la cantidad de nitrógeno excretado en cada tipo de sistema de gestión de estiércol. Este se calcula estimando la tasa de excreción anual de N.

Tabla 515. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de la cantidad de N excretado en la gestión del estiércol

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
N_{ex}	Tasa de excreción anual de N	Excreción anual de N para la categoría de ganado T.	IPCC 2019 – Ecuación 10.30	kg N/cabeza/año

Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación se detallan los parámetros utilizados para el cálculo del N_{ex}.

Tabla 516. Fuente de los parámetros utilizados para el cálculo de N_{ex} para la categoría 3B4– Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías

Subcategoría	TAM	$N_{índice}$
Bubalinos	Tabla 10A-5. Pg 10.118 – Latinoamérica – IPCC 2019	Tabla 10.19 – Valor para Latinoamérica – IPCC 2019
Caprinos		
Camélidos	Tabla 10.10 – Pg 10.37 – IPCC 2019	
Equinos	Tabla 10A-5. Pg 10.118 – Latinoamérica – IPCC 2019	
Mulares y asnales		
Aves		

Fuente: Elaboración propia

La tabla a continuación presenta los valores de TAM, N_{ex} y $N_{índice}$ por ganadería y región.

Tabla 517. Tasa de excreción de nitrógeno y TAM por ganadería

Acrónimo	TAM	N_{ex}	$N_{índice}$
Subcategoría	kg / cabeza	kg N/cabeza/año	kg N / 1000 kg masa animal /día
Bubalinos	315	47,14	0,41
Caprinos	24	2,98	0,34
Camélidos	65	10,91	0,46
Equinos	238	39,96	0,46
Mulares y Asnales	130	21,83	0,46
Aves - Ponedoras	1,40	0,60	1,17
Aves - Parrilleros	0,90	0,40	1,23

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presentan los DA calculados para el año 2022. Sólo presentan valores los sistemas de gestión del estiércol de aves, ya que las en las demás ganaderías se considera que el 100% de las excretas quedan en pasturas y se estiman dentro de la categoría 3D1c.

Tabla 518. Nitrógeno excretado para la categoría 3B4– Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías – Aves (2022)

Sistema de gestión de estiércol	Nitrógeno excretado
	kg N/año
Estiércol de aves de corral con hojarasca	51.355.390
Estiércol de aves de corral sin hojarasca	30.969.666

Fuente: Elaboración propia

Coherencia de la serie temporal de aves

En el caso de la producción de aves no se contaba con datos de existencias desagregadas por subcategorías previos a 2004, por lo que para los cálculos se consideró tomar a las existencias como una sola categoría de animal. Los parámetros TAM y $N_{índice}$ se estimaron de tal forma de mantener la coherencia de la serie temporal. Se generó la subcategoría "Sin Determinar" para la cual el TAM y el $N_{índice}$ se calcularon asumiendo que 70% de las existencias eran parrilleros y 30% ponedoras. Estos porcentajes representan la desagregación por subcategorías que ocurre en el año 2016. De 1990 a 2003 se utilizaron los valores de la siguiente tabla.

Tabla 519. Parámetros considerados de 1990 a 2003 para el cálculo de emisiones producidas por la gestión del estiércol (N_2O) para aves

Acrónimos	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información
$N_{índice}$	Tasa de excreción de nitrógeno por defecto.	kg N/1000 kg masa animal/día	1,02	Cuadros 10A-9 – En desarrollo
TAM	Masa animal típica.	kg/cabeza	1,17	Cuadros 10A-9 – En desarrollo

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 520. Incertidumbre de la categoría 3B4 – Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CH_4	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3B4a	20%	30%	36,1%	NA	NA	**7,95E-12**	0,001%	3,41E-11
3B4b	20%	30%	36,1%	NA	NA	**1,26E-12**	0,0004%	5,39E-12
3B4d	20%	30%	36,1%	NA	NA	**2,95E-11**	0,002%	1,26E-10
3B4e	20%	30%	36,1%	NA	NA	**5,40E-10**	0,009%	2,31E-09
3B4f	20%	30%	36,1%	NA	NA	**5,80E-13**	0,0002%	2,49E-12
3B4g	20%	30%	36,1%	50,0%	54,0%	**5,25E-09**	0,03%	1,04E-07

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[267], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

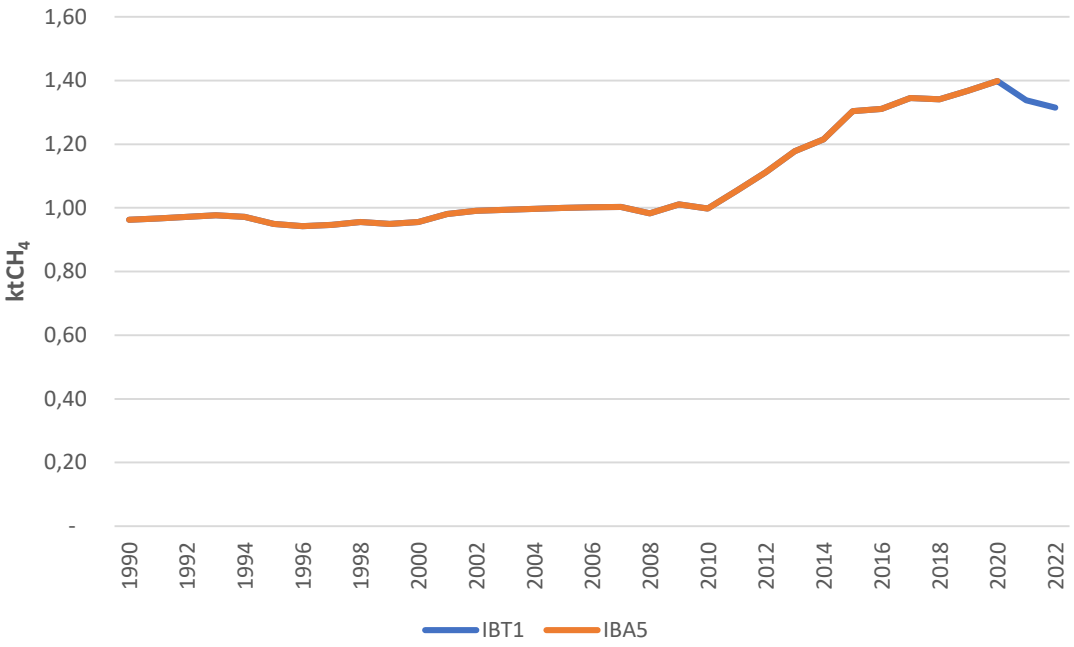
- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX de la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la suma total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso de que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En los siguientes gráficos se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

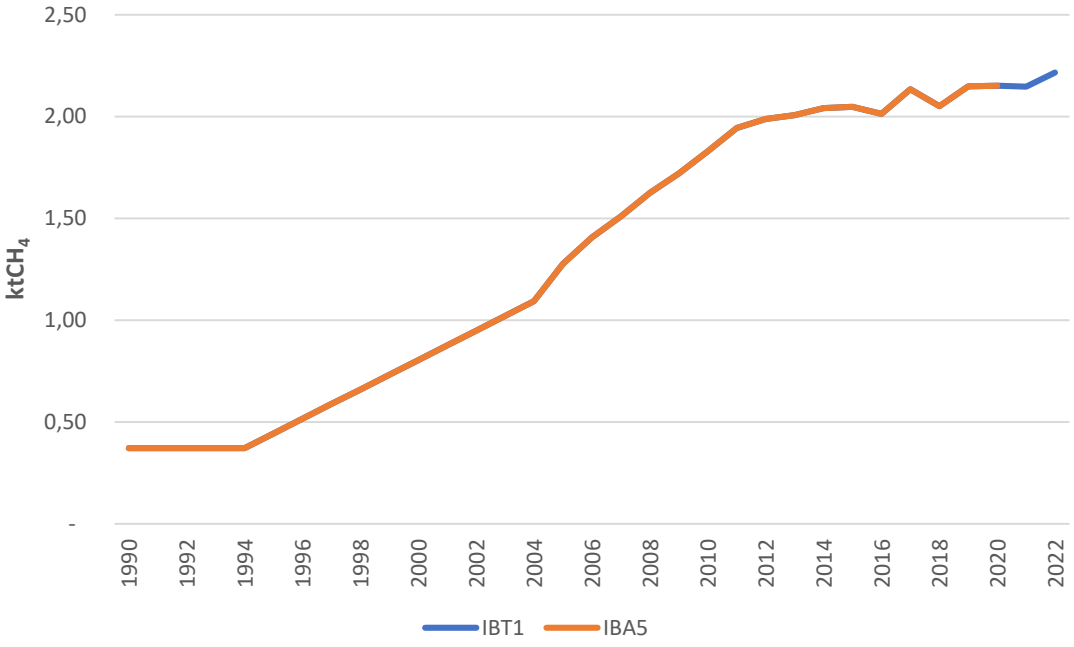
[267] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 282. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3B4 (excepto aves) (IBA5 – IBT1)



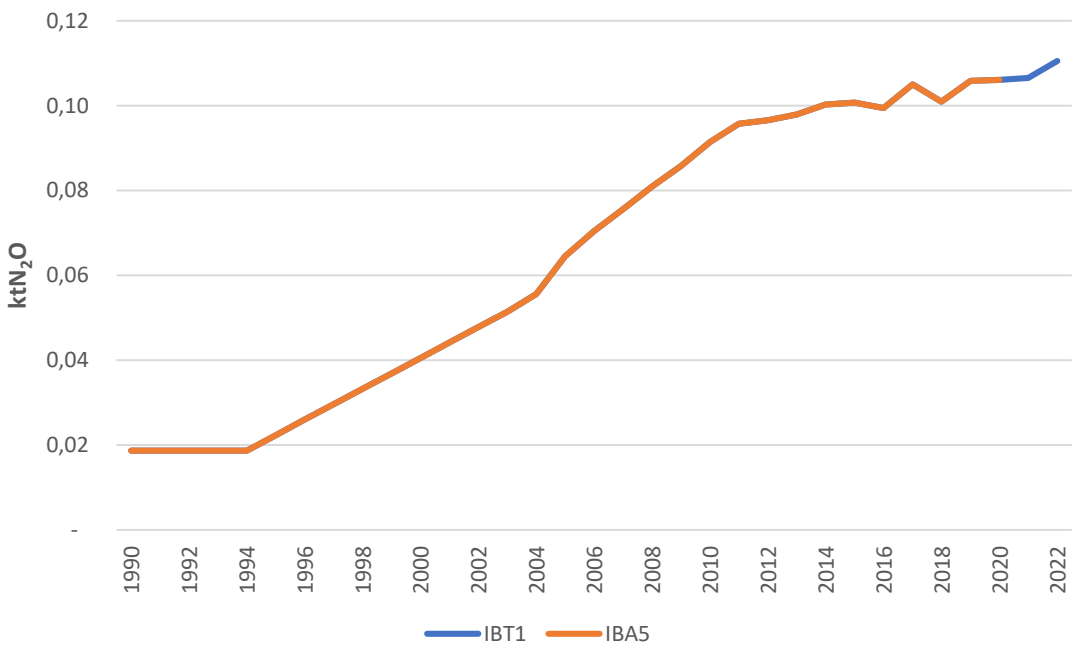
Fuente: Elaboración propia

Figura 283. Comparativa tendencia de emisiones para CH4 3B4h (Aves) (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 284. Comparativa tendencia de emisiones para N_2O 3B4h (aves) (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3B5ai – Emisiones indirectas de N_2O de Gestión de Estiércol – Bovinos Lecheros

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas:

Tabla 521. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B5ai – Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3B5ai1	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Bovinos Lecheros	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de vacas lecheras (volatilización)			Nivel 2
3B5ai2	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Bovinos Lecheros	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de vacas lecheras (lixiviación)			Nivel 2

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 522. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B5ai – Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros

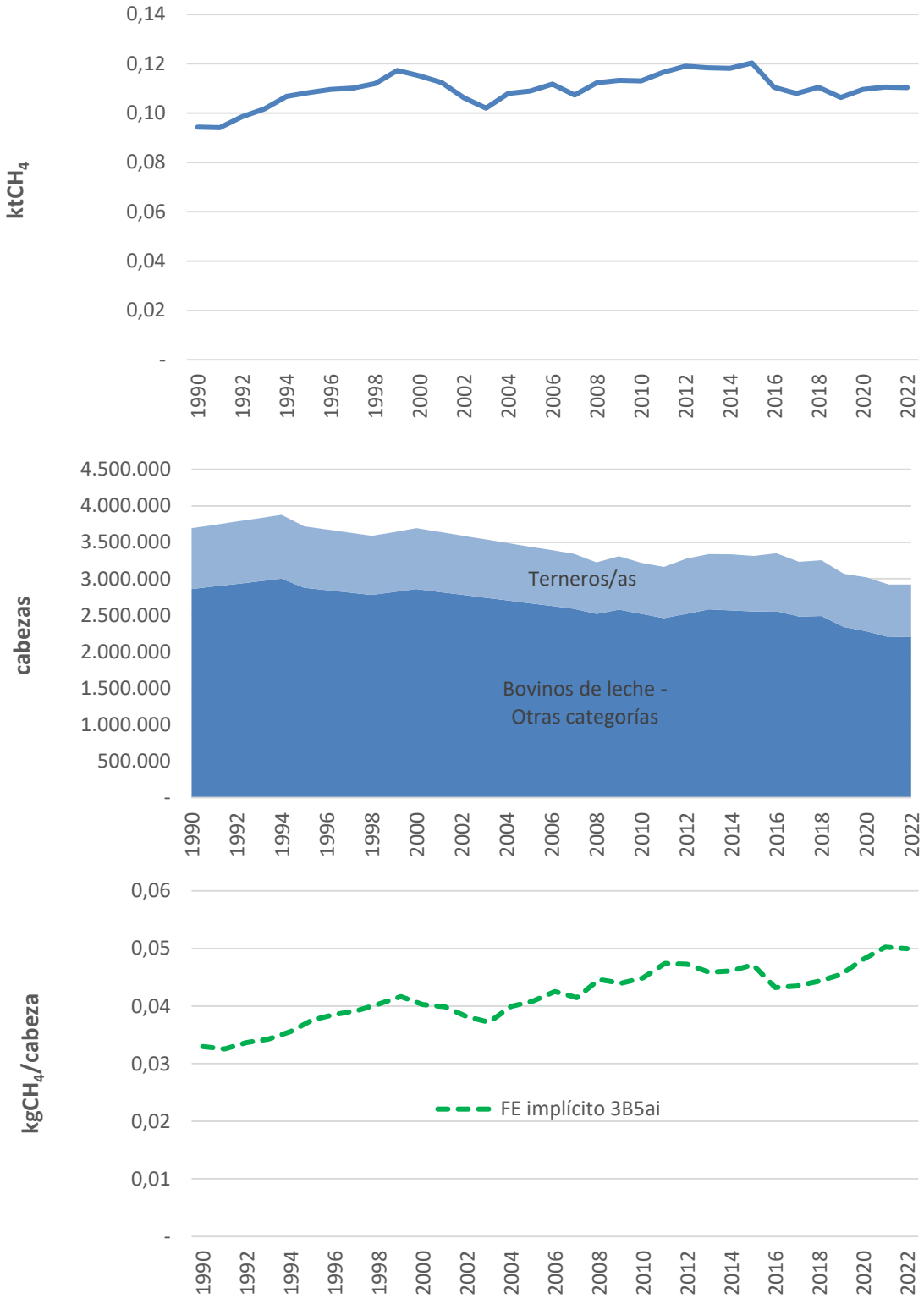
Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3ACai_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3ACai_HT_1990-2007_02 3ACai_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACai_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACai_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACai_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres:	3ACai_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3AC_DA_1990-2007_01 3AC_DA_2008-2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones presenta fluctuaciones asociadas a la variación de las existencias, con una tendencia creciente asociada a la evolución del FE implícito, que aumenta como consecuencia de la mayor producción por cabeza. Se asume que los terneros no emiten. No se presentan emisiones indirectas provenientes de la lixiviación de N_2O por el tipo de gestión del estiércol que presentan los bovinos lecheros.

Figura 285. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3B5ai (1990-2022)

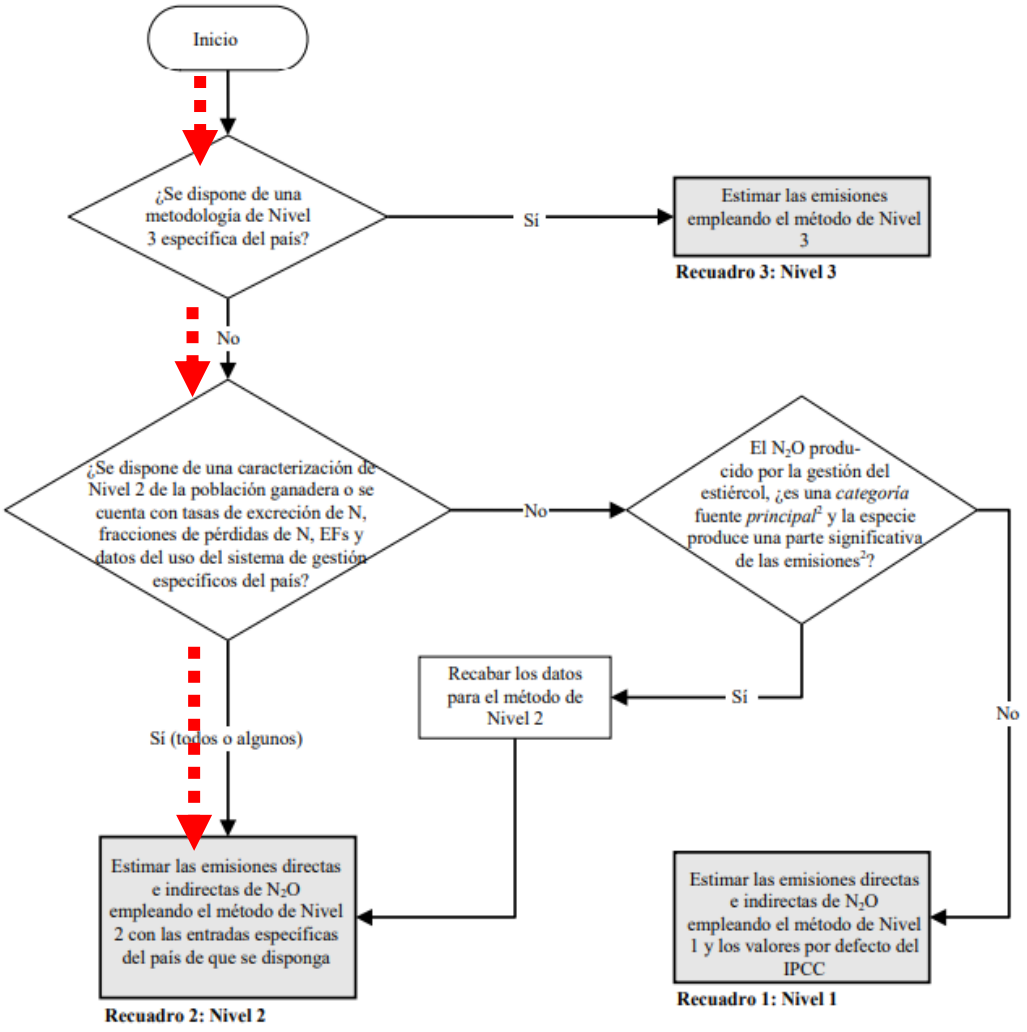


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 73. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se dispone de una caracterización de ganado mejorada por lo cual se utiliza el método de cálculo Nivel 2. La estimación de las emisiones se realizó utilizando las ecuaciones 10.28 (volatilización) y 10.29 (lixiviación) del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Los FE de volatilización y lixiviación se encuentran a continuación.

Tabla 523. Parámetros para el cálculo de la categoría 3B5ai – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros

Acrónimo	Descripción	Unidades	MS	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_4	Factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de nitrógeno en los suelos agrícolas y en las superficies de agua	kg N_2O/ NH_3-N+ NO_x-N volatilizado	Único	0,01	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único
FE_5	Factor de emisión para emisiones de N_2O por lixiviación y escurrimiento de nitrógeno	kg N_2O-N/kg N lixiviación/escurrimiento	Único	0,011	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

En la siguiente tabla se encuentran las ecuaciones utilizadas para el cálculo de las pérdidas de N debidas a la volatilización y la lixiviación de la gestión del estiércol.

Tabla 524. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 3B5ai – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros

Variable	Nombre	Definición	Ecuación	Unidades
$N_{volatilización\text{-}MMS}$	Pérdidas de N debidas a la volatilización de la gestión del estiércol	Cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH_3 y NO_x	IPCC 2019 - Ecuación 10.26	kg N/año
$NI_{lixiviación\text{-}MMS}$	Pérdidas de N debidas a lixiviación de sistemas de gestión del estiércol	Cantidad de nitrógeno del estiércol que lixivia de los sistemas de gestión del estiércol.	IPCC 2019 - Ecuación 10.27	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros utilizados para el cálculo se encuentran a continuación. Los valores de %MS se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales lecheros, y varían por subcategoría de animal y SM. El N_{ex} se calcula según la ecuación 10.31.

Tabla 525. Parámetros para el cálculo de la categoría 3B5ai – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros

Acrónimo	Descripción	Unidades	MS	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{gasMS}$	Porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado que se volatiliza como NH_3 y NO_x en el sistema de gestión del estiércol	%	Laguna anaeróbica no cubierta	35	IPCC 2019 –Cuadro 10.22	Vacas lecheras
$Frac_{lixiviaciónMS}$	Porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde por lixiviación y escurrimiento	%	Laguna anaeróbica no cubierta	0	IPCC 2019 –Cuadro 10.22	Vacas lecheras

Fuente: Elaboración propia

Nitrógeno excretado

La cantidad de nitrógeno excretado depende del tipo de sistema de gestión de estiércol. Los valores de %MS dependen del SM y se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales lecheros. El N excretado total por MS para el año 2020 se encuentra en la tabla siguiente.

Tabla 526. Dato de actividad de las emisiones de N_2O de la categoría "3B5ai – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros" (2022)

Sistema de gestión de estiércol	Nitrógeno excretado (2022)
	kg N/año
Laguna anaeróbica no cubierta	19.608.777

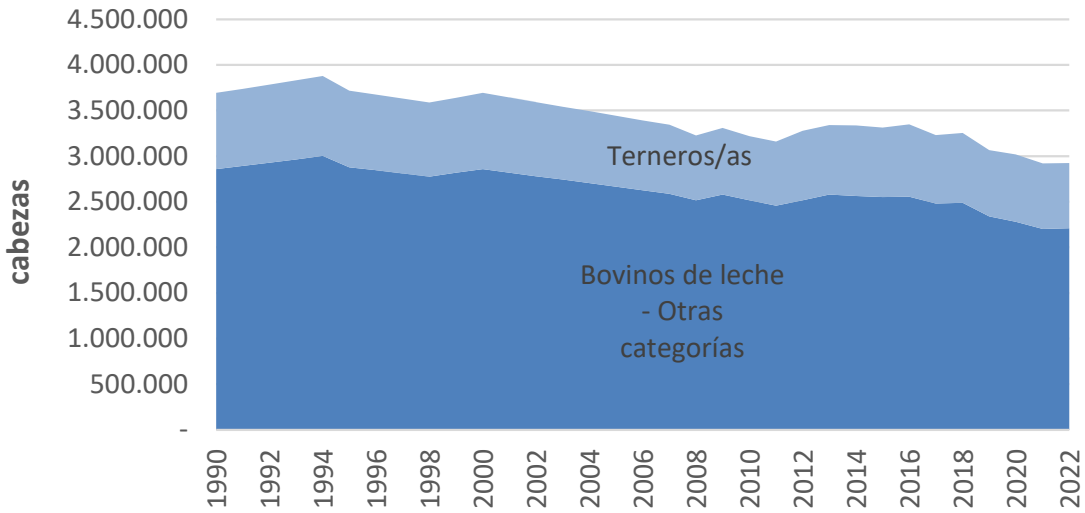
Fuente: Elaboración propia

Existencias de ganado

El SENASA reporta el nivel de existencias en establecimientos de producción lechera al mes de marzo[268] de cada año por departamento. Dicho valor es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una región a cada departamento. Las subcategorías de novillo y novillito pertenecen a las existencias de la producción de leche por lo cual no se toman en cuenta para la estimación de emisiones provenientes de los bovinos lecheros.

[268] Las existencias de 2021 y 2022, que fueron reportadas por SENASA al mes de diciembre, se ajustaron para mantener la coherencia con la serie temporal como se detalla en la sección Caracterización de bovinos lecheros.

Figura 286. Evolución de las existencias de la producción de leche (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla están los valores de las existencias de bovinos lecheros por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 527. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2020)

Región	Vacas	Vaquillonas	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
Buenos Aires Abasto Norte	29.192	13.850	3.149	10.343	308	-	165	57.007
Buenos Aires Abasto Sur	73.797	32.235	8.648	27.935	536	-	238	143.390
Buenos Aires Mar y Sierras	47.629	20.397	5.432	17.750	350	-	111	91.669
Buenos Aires Oeste	212.983	99.918	26.357	75.498	1.958	-	882	417.596
Buenos Aires Otros	25.236	10.126	3.818	8.376	321	-	93	47.969
Buenos Aires Sur	12.579	5.189	1.444	3.397	137	-	28	22.774
Chaco Santiagueño	24.328	7.933	5.341	7.594	634	-	61	45.891
Córdoba Noreste	16.562	7.470	2.272	4.984	257	-	82	31.626
Córdoba Sur	73.668	36.922	11.104	24.942	914	-	243	147.794
Córdoba Villa María	402.399	154.060	53.044	131.962	5.265	-	1.643	748.374
Entre Ríos Este	21.576	11.764	1.998	7.780	148	-	101	43.367
Entre Ríos Oeste	60.568	26.611	7.140	17.497	716	-	253	112.785
La Pampa Centro y Sur	21.204	9.176	3.275	6.588	195	-	224	40.662
La Pampa Noroeste	4.215	2.749	402	657	42	-	24	8.090
NEA	2.616	630	338	620	195	18	8	4.426
Patagonia	2.984	2.035	185	576	82	-	1	5.863
Salta Valle de Lerma	6.328	3.410	691	1.991	59	-	57	12.536
Santa Fe Centro	431.375	182.911	69.599	132.669	6.734	-	2.685	825.972
Santa Fe Sur	53.619	23.139	4.496	23.452	311	-	105	105.122
Tucumán Trancas	4.626	1.501	417	915	75	-	18	7.553
Valles Cordilleranos	1.492	365	121	331	19	4	-	2.333
Total	1.528.976	652.391	209.272	505.857	19.259	23	7.023	2.922.799

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones indirectas de gestión del estiércol provenientes de la volatilización (3B5ai1) en bovinos lecheros se reporta en la siguiente tabla. Sólo se calcula la incertidumbre de esta categoría ya que no se generan emisiones de lixiviación (3B5ai2) por el sistema de gestión del estiércol utilizado.

Tabla 528. Incertidumbre de la categoría 3B5ai – Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros (2022)

	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3B5ai1	106,5%	6,03E-09	0,01%	2,59E-06%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método SMC. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta.

Tabla 529. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3B5ai

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	IPCC 2006 para dato local
$Frac_{gasM}$	Porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado que se volatiliza como NH_3 y NO_x en el sistema de gestión del estiércol	Lognormal	5,6%	IPCC 2006
FE_4	Factor de volatilización y deposición de nitrógeno	Lognormal	0,57%	IPCC 2006
$Frac_{ilxiviación-H}$	Fracción pérdidas de nitrógeno por lixiviación y escurrimiento	Lognormal	21%	IPCC 2006
FE_5	Factor de lixiviación y escurrimiento	Lognormal	1,1%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[269], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA.

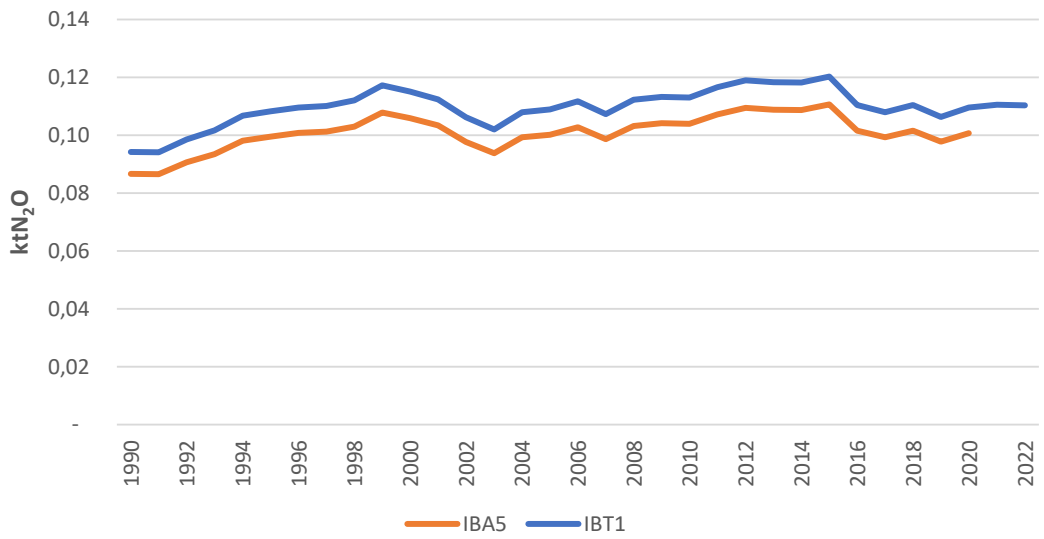
[269] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de SENASA del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Se utiliza el mismo indicador que para la categoría 3A1ai – Fermentación entérica Bovinos Lecheros.

Recálculo y mejoras

Se actualizó la metodología de cálculo conforme al Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Se observa el impacto de estas modificaciones sobre las emisiones en la siguiente figura.

Figura 287. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3B5ai (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3B5aii – Emisiones indirectas de N_2O de Gestión de Estiércol – Estiércol Bovinos de Carne

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 530. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3B5aii – Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne

Código Categoría	Categoría	Definición.	CO_2	CH_4	N_2O
3B5aii1	Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de otros vacunos (volatilización)			Nivel 2
3B5aii2	Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de otros vacunos (lixiviación)			Nivel 2

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 531. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B5aii – Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne

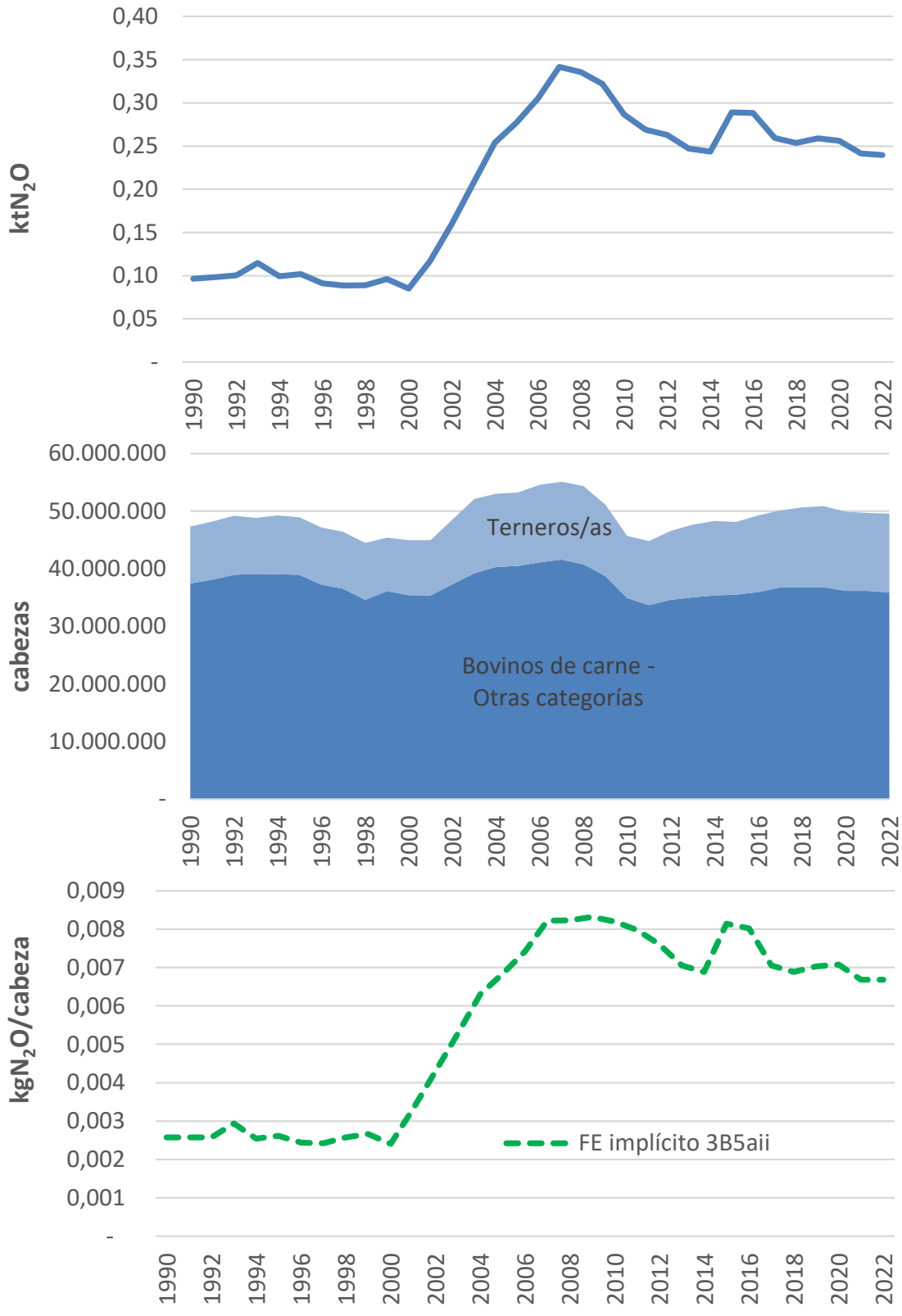
Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3ACaii_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3ACaii_HT_1990-2007_02 3ACaii_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACaii_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACaii_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACaii_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres:	3ACaii_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3ACa_DA_1990-2007_01 3ACa_DA_2008_2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones se encuentra relacionada con la cantidad de toneladas de nitrógeno gestionado, cuya evolución se relaciona con el crecimiento de la incorporación de sistemas intensivos. Se asume que los terneros y terneras no emiten.

Figura 288. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3B5aii (1990-2022)

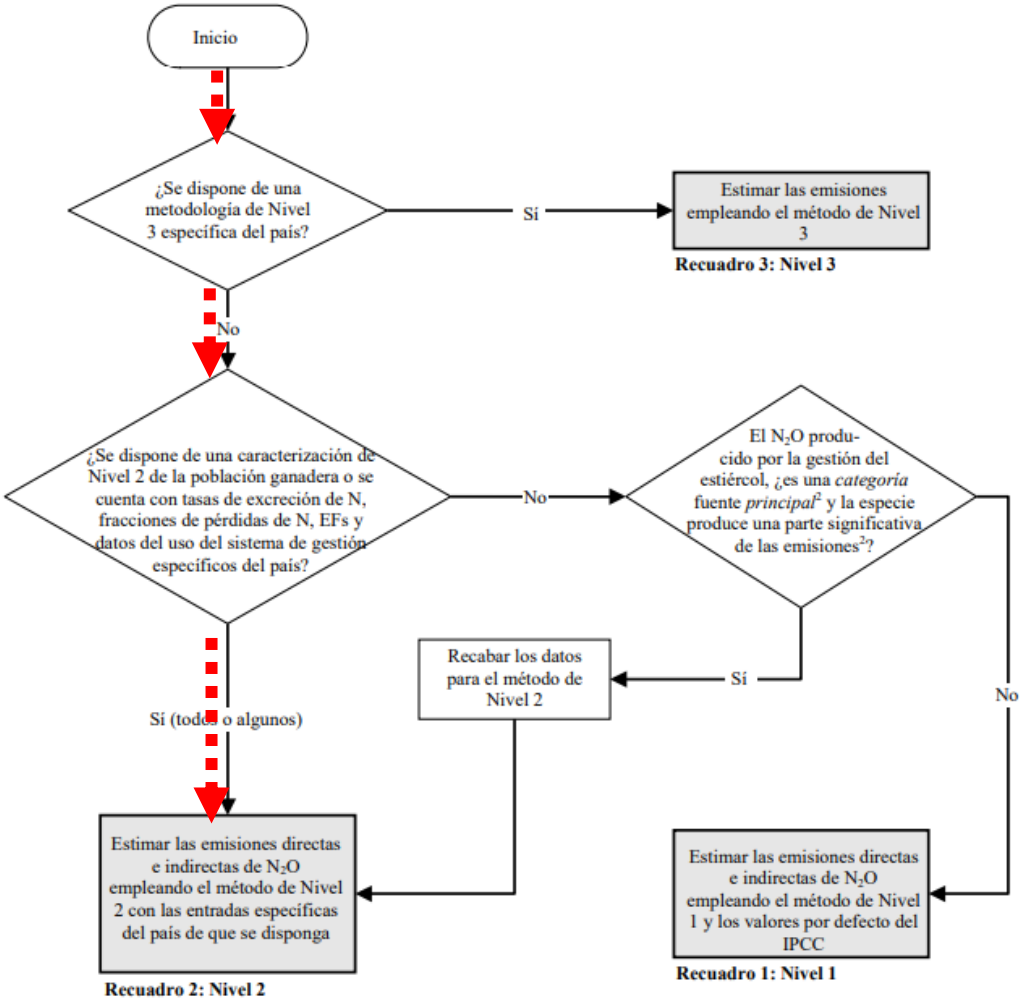


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 74. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol.



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se dispone de una caracterización de ganado mejorada por lo cual se utiliza el método de cálculo Nivel 2. La estimación de las emisiones se realizó utilizando las ecuaciones 10.28 (volatilización) y 10.29 (lixiviación) del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Los FE de volatilización y lixiviación se encuentran a continuación.

Tabla 532. Parámetros para el cálculo de la categoría 3B5aii – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne

Acrónimo	Descripción	Unidades	MS	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_4	Factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de nitrógeno en los suelos agrícolas y en las superficies de agua	kg N_2O/ NH3-N+ NOx-N volatilizado	Único	0,01	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único
FE_5	Factor de emisión para emisiones de N_2O por lixiviación y escurrimiento de nitrógeno	kg N_2O-N/kg N lixiviación/escurrimiento	Único	0,011	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

En la siguiente tabla se encuentran las ecuaciones utilizadas para el cálculo de las pérdidas de N debidas a la volatilización y la lixiviación de la gestión del estiércol.

Tabla 533. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 3B5aii – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$N_{volatilización\text{-}MMS}$	Pérdidas de N debidas a la volatilización de la gestión del estiércol	Cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH_3 y NO_x	IPCC 2019 – Ecuación 10.26	kg N/año
$N_{lixiviación\text{-}MMS}$	Pérdidas de N debidas a lixiviación de sistemas de gestión del estiércol	Cantidad de nitrógeno del estiércol que lixivia de los sistemas de gestión del estiércol	IPCC 2019 – Ecuación 10.27	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros utilizados para el cálculo se encuentran a continuación. Los valores de %MS se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales de carne, y varían por subcategoría de animal y SM. El N_{ex} se calcula según la ecuación 10.31. De acuerdo a los MS que se utilizan en cada subsistema, solo se presentan tasas de N_{ex} para las categorías novillo, novillito y vaquillona.

Tabla 534. Parámetros para el cálculo de la categoría 3B5aii – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne

Acrónimo	Descripción	Unidades	MS	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{gasMS}$	Porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado que se volatiliza como NH_3 y NO_x en el sistema de gestión del estiércol	%	Distribución diaria	7	IPCC 2019 – Cuadro 10.22	Otros Vacunos
			Corral de engorde	30		Otros Vacunos
$Frac_{lixiviaciónMS}$	Porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde por lixiviación y escurrimiento en el sistema de gestión del estiércol	%	Distribución diaria	0	IPCC 2019 –Pág. 61	Otros Vacunos
			Corral de engorde	0,035		Otros Vacunos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 535. N_{ex} por sistema de gestión del estiércol y subcategoría de ganado (2022)

Subcategoría	NexMMS – FDD	NexMMS – FCE
	kg N/cabeza/año	kg N/cabeza/año
Vacas	-	-
Vaquillonas	4,32	1,70
Novillos	12,10	1,53
Novillitos	11,95	1,90
Terneros	-	-
Terneras	-	-
Toros	-	-
Bueyes	-	-
Toritos	-	-

Fuente: Elaboración propia. FDD: Fracción de distribución diaria; FCE: Fracción de corral de engorde.

Nitrógeno excretado

La cantidad de nitrógeno excretado depende del tipo de sistema de gestión de estiércol. Los valores de %MS dependen del SM y se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales de carne. El N excretado total por MS para el año 2022 se encuentra en la tabla siguiente.

Tabla 536. Dato de actividad de las emisiones de N_2O de la categoría 3B5aii – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (2022)

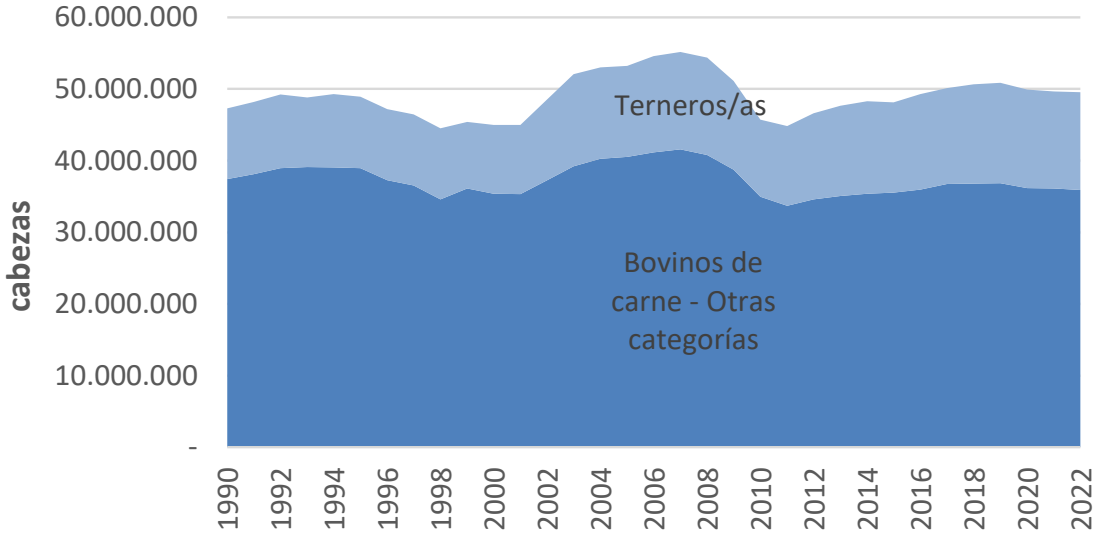
Sistema de gestión de estiércol	Nitrógeno excretado (2022)
	kg N/año
Distribución diaria	107.722.581
Corral de engorde	22.776.229

Fuente: Elaboración propia

Existencias de ganado

El SENASA reporta el nivel de existencias de bovinos totales (incluye actividad de carne y leche) y bovinos en establecimientos de producción lechera al mes de marzo[270] de cada año por departamento. Dicho valor es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una región a cada departamento (en el Anexo Definición de sistemas modales de carne). Para obtener el nivel de existencias de bovinos de carne, se resta a las existencias bovino total, las existencias de ganadería de leche para cada una de las subcategorías de ganado. Esta sustracción entre existencias totales y existencias lecheras no se realiza para las subcategorías de novillo y novillito ya que se asume que dichos animales pertenecen a las existencias de la producción de carne.

Figura 289. Evolución de las existencias de la producción de carne (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

[270] Las existencias de 2021 y 2022, que fueron reportadas por SENASA al mes de diciembre, se ajustaron para mantener la coherencia con la serie temporal como se detalla en la sección Caracterización de bovinos de carne.

Tabla 537. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de ganado y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Novillos	Novillitos	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
Sudeste	3.796.418	1.192.516	199.537	507.980	1.473.562	1.527.477	156.451	47	54.527	8.908.515
Sudoeste	2.142.365	607.320	149.764	326.824	825.570	853.254	88.638	31	29.247	5.023.013
Oeste	2.080.149	721.674	378.199	628.305	877.212	829.979	84.160	14	31.633	5.631.326
Norte	2.708.428	986.696	580.477	870.702	1.138.892	1.061.360	116.398	179	45.201	7.508.335
NEA	5.730.120	1.706.167	747.873	957.424	1.363.484	1.395.541	279.214	2.054	64.092	12.245.968
NOA	2.223.168	755.484	224.178	455.237	628.037	571.803	116.794	755	71.748	5.047.204
Semiárida	1.966.460	470.250	169.278	314.216	367.632	373.808	83.198	43	23.404	3.768.288
Patagonia	754.054	145.603	33.644	55.211	176.081	216.500	35.524	652	9.763	1.427.032
Conurbano	5.873	1.299	508	246	1.935	2.063	253	-	17	12.195
Total	21.407.034	6.587.009	2.483.459	4.116.146	6.852.405	6.831.786	960.630	3.775	329.632	49.571.876

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones provenientes de la volatilización (3B5aii1) y de la lixiviación (3B5aii2) se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 538. Incertidumbre de la categoría "3B5aii – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne" (2022)

Categoría	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3B5aii1	101,6%	2,30E-08	0,02%	9,87E-06
3B5aii2	101,6%	8,57E-11	0,00%	3,67E-08

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta.

Tabla 539. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3B5aii

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	IPCC 2006 para dato local
$Frac_{gasM}$	Porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado que se volatiliza como NH_3 y NO_x en el sistema de gestión del estiércol	Lognormal	5,6%	IPCC 2006
FE_4	Factor de volatilización y deposición de nitrógeno	Lognormal	0,57%	IPCC 2006
$Frac_{ilxiviación\text{-}H}$	Fracción pérdidas de nitrógeno por lixiviación y escurrimiento	Lognormal	21%	IPCC 2006
FE_5	Factor de lixiviación y escurrimiento	Lognormal	1,1%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[271], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

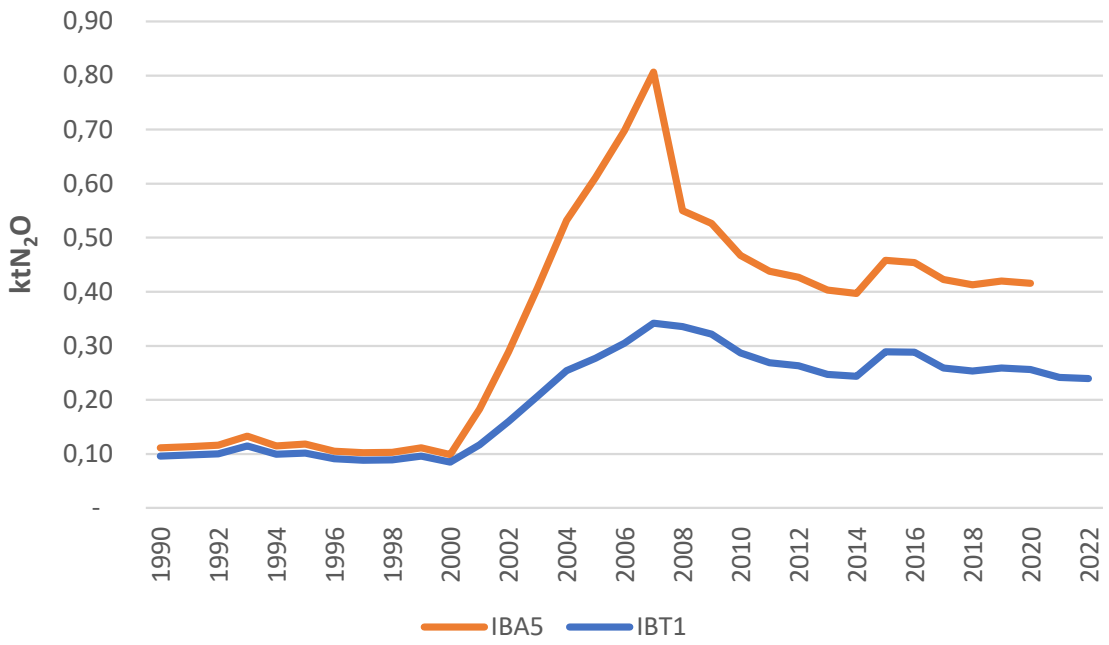
[271] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX de la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código de la fuente y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Se utiliza el mismo indicador que para la categoría 3A1aii – Fermentación entérica Bovinos de carne.

Recálculo y mejoras

Se actualizó la metodología de cálculo de las emisiones conforme al Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Adicionalmente se efectuaron correcciones en los parámetros de cálculo para la serie temporal 2001-2007, que se obtiene por interpolación entre los parámetros establecidos para el año 2000 y para el 2008. Se puede observar el impacto de estas modificaciones en la siguiente figura.

Figura 290. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3B5aii (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3B5b-j – Emisiones indirectas de N_2O de Gestión de Estiércol – Ganaderías no bovinas

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 540. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganaderías no bovinas

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3B5bi	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Bubalinos - Volatilización	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de búfalos.			NO
3B5bii	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Bubalinos - Lixiviación	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de búfalos.			NO
3B5ci	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Ovinos - Volatilización	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de ovinos.			NO
3B5cii	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Ovinos - Lixiviación	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la			NO

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
		cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de ovinos.			
3B5di	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Caprinos - Volatilización	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de caprinos.			NO
3B5dii	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Caprinos - Lixiviación	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de caprinos.			NO
3B5ei	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Camélidos - Volatilización	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de camellos.			NO
3B5eii	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Camélidos - Lixiviación	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de camellos.			NO
3B5fi	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Equinos - Volatilización	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de ganado equino.			NO
3B5fii	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Equinos - Lixiviación	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de ganado equino.			NO
3B5gi	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Mulares y Asnales - Volatilización	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de mulas y asnos.			NO
3B5gii	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Mulares y Asnales - Lixiviación	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de mulas y asnos.			NO
3B5hi	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Porcinos - Volatilización	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de porcinos.			Nivel 1
3B5hii	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Porcinos - Lixiviación	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de porcinos.			Nivel 1
3B5ii	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Aves - Volatilización	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de aves, incluyéndose pollos, parrilleras, pavos y patos.			Nivel 1

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3B5iii	Emisiones indirectas de N_2O Estiércol gestionado - Aves - Lixiviación	Emisiones de metano y de óxido nitroso de la descomposición del estiércol de aves, incluyéndose pollos, parrilleras, pavos y patos.			Nivel 1
3B5ji	Otros (ciervos, renos, animales con piel, avestruces, etc.) - Lixiviación	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de otro ganado (p. ej.: ciervos, renos, animales con piel, avestruces, etc.).			NE
3B5jii	Otros (ciervos, renos, animales con piel, avestruces, etc.) - Volatilización	Emisiones indirectas de N_2O de la gestión de estiércol (datos de la actividad de la cantidad de nitrógeno en el estiércol). Estiércol de otro ganado (p. ej.: ciervos, renos, animales con piel, avestruces, etc.).			NE

Fuente: Elaboración propia

No se estiman las emisiones de la categoría 3B5j ya que no se presentan DA de otro ganado.

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 541. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina

	Bubalinos	Ovinos	Caprinos	Camélidos
Procedimiento	3ACb_P_00	3ACc_P_00	3ACd_P_00	3ACe_P_00
Hoja de trabajo	3ACb_HT_1990-2022_00	3ACc_HT_1990-2022_00	3ACd_HT_1990-2022_00	3ACe_HT_1990-2022_00
DA	3ACb_DA_1990-2022_00	3ACc_DA_1990-2022_00	3ACd_DA_1990-2022_00	3ACe_DA_1990-2022_00
Incertidumbre	3ACb_IN_2022_00	3ACb_IN_2022_00	3ACb_IN_2022_00	3ACb_IN_2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 542. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina (cont.)

	Equinos	Mulares y Asnales	Porcinos	Aves
Procedimiento	3ACf_P_00	3ACg_P_00	3ACh_P_00	3ACi_P_00
Hoja de trabajo	3ACf_HT_1990-2022_00	3ACg_HT_1990-2022_00	3ACh_HT_1990-2007_01 3ACh_HT_XXXX_01 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACh_HT_XXXX_00	3ACi_HT_1990-2022_00

	Equinos	Mulares y Asnales	Porcinos	Aves
			(XXXX de 2017 a 2022)	
DA	3ACf_DA_1990-2022_00	3ACg_DA_1990-2022_00	3ACh_DA_1990-2007_00 3ACh_DA_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)	3ACi_DA_1990-2022_00
Incertidumbre	3ACf_IN_2022_00	3ACg_IN_2022_00	3ACh_IN_2022_00	3ACi_IN_2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

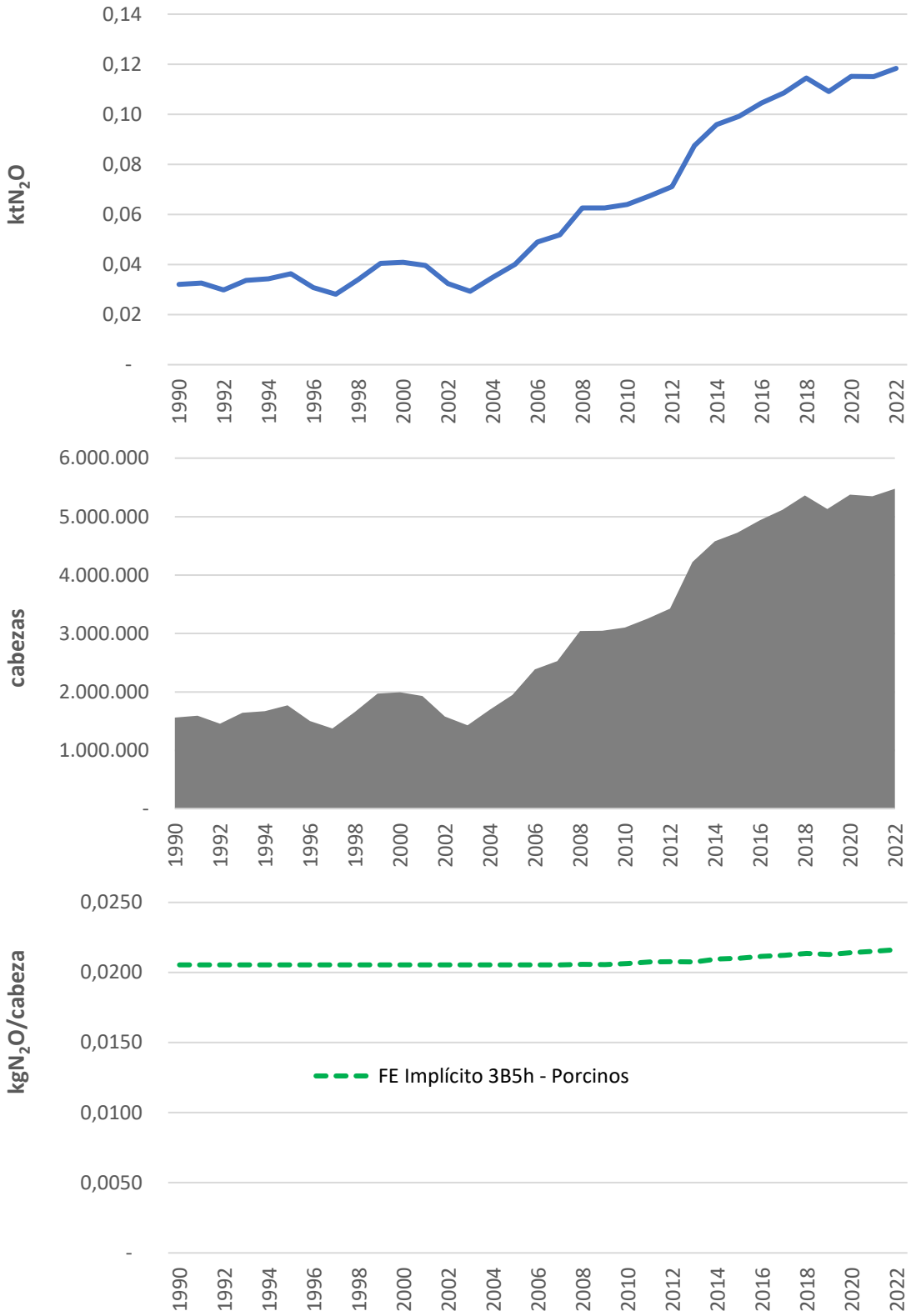
Tendencia de las emisiones de gases de efecto invernadero

La tendencia de las emisiones de N_2O sigue la evolución de las existencias en cada ganadería.

Para una mejor visualización se graficaron las emisiones, los DA y el FE implícito por separado para porcinos y aves; sólo se graficaron estas ganaderías por el tipo de gestión de estiércol que poseen.

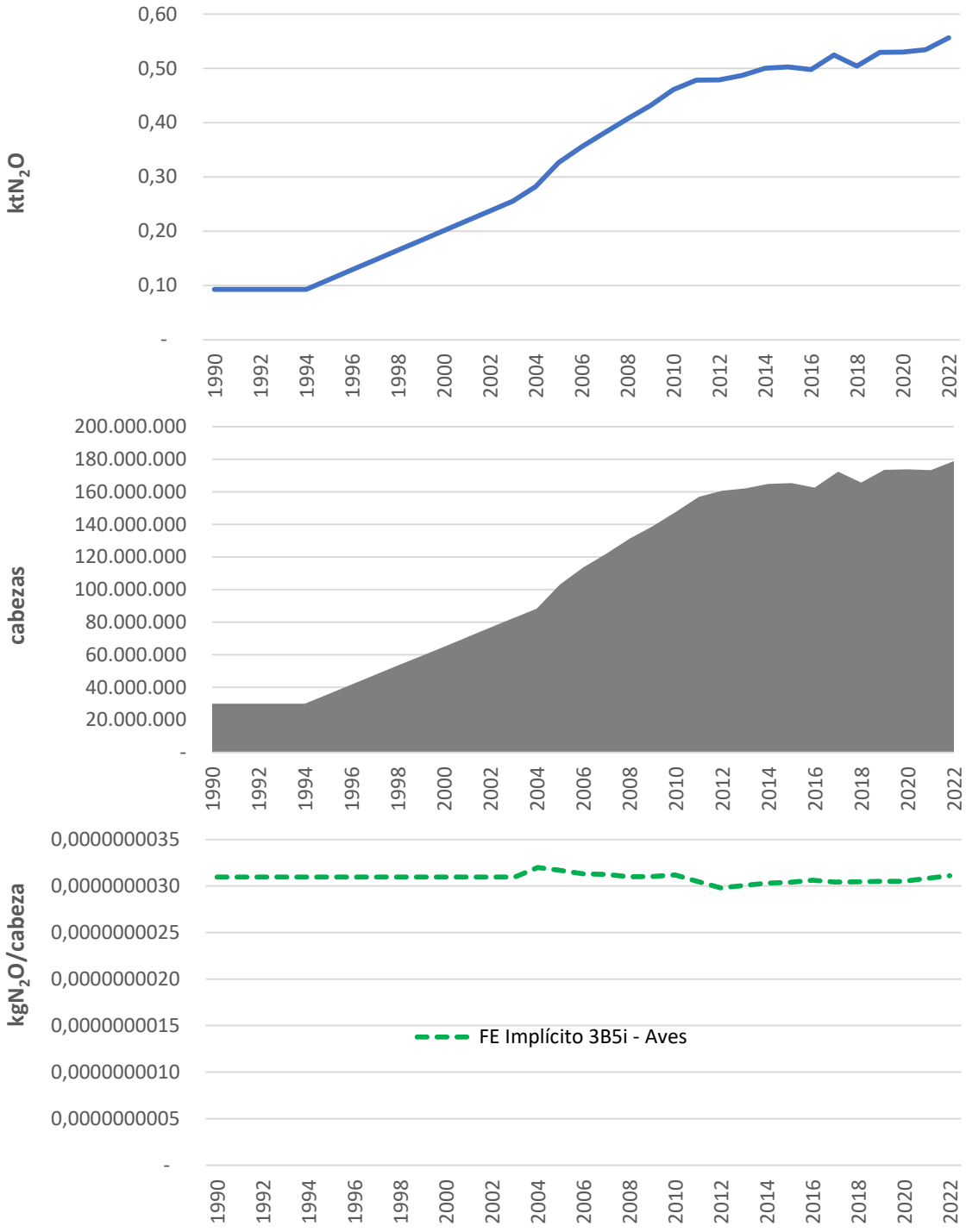
Las variaciones en el FE implícito se deben a modificaciones en la participación relativa de diferentes subcategorías para la ganadería porcina, y de los dos subsistemas (ponedoras y parrilleros) en el caso de las aves.

Figura 291. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito en 3B5h porcinos (N_2O)



Fuente: Elaboración propia

Figura 292. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 3B5i aves (N_2O)

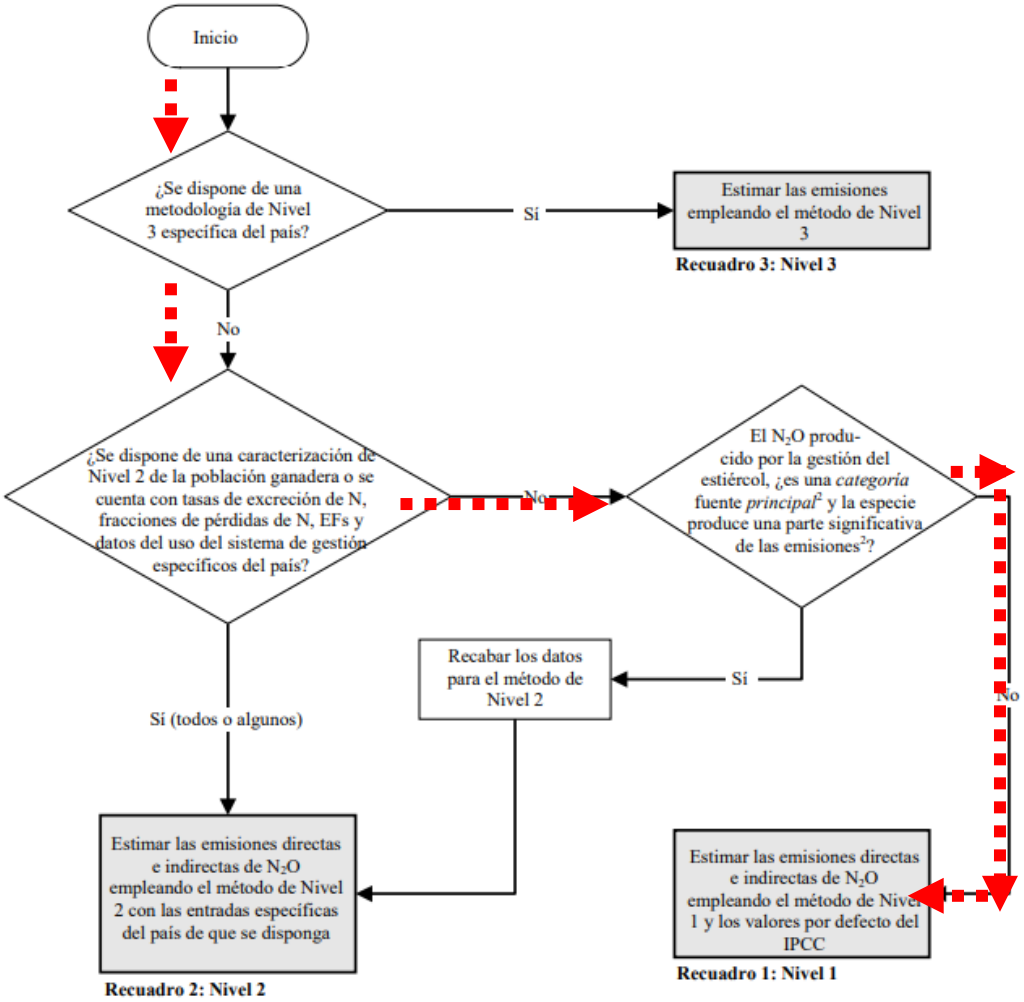


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 75. Árbol de decisión para emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

No es una categoría principal por lo cual se emplea un método de cálculo Nivel 1.

La estimación de las emisiones de N_2O se realizó utilizando las ecuaciones 10.28 (volatilización) y 10.29 (lixiviación) del Refinamiento del IPCC de 2019 para aves, y las ecuaciones 10.27 (volatilización) y 10.29 (lixiviación) de las Directrices del IPCC 2006 para porcinos. En el caso de los porcinos se presenta una caracterización por subcategoría de ganado y se realizan las estimaciones a este nivel de esta desagregación.

El resto de las categorías animales no presenta emisiones desde sistemas de gestión del estiércol, ya que la totalidad de las excretas quedan en pasturas, prados y praderas, por lo que sus emisiones se incluyen en la categoría 3D.

Factor de emisión

Los FE de volatilización y lixiviación se encuentran a continuación; se tomaron del cuadro 11.3 de las Directrices del IPCC de 2006 para ganadería porcina y del Refinamiento del IPCC de 2019 para aves.

Tabla 543. Factores de emisión para el cálculo de la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_4	Factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de nitrógeno en los suelos agrícolas y en las superficies de agua	kg N_2O/ NH_3-N+ NO_x-N volatilizado	0,01	IPCC 2006 – Cuadro 11.3 (porcinos)	Único
			0,01	IPCC 2019 – Cuadro 11.3 (aves)	Único
FE_5	Factor de emisión para emisiones de N_2O por lixiviación y escurrimiento de nitrógeno	kg N_2O-N/kg N lixiviación/ escurrimiento	0,0075	IPCC 2006 – Cuadro 11.3 (porcinos)	Único
			0,011	IPCC 2019 – Cuadro 11.3 (aves)	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es la cantidad de nitrógeno excretado que se pierde por volatilización y lixiviación. En la siguiente tabla se encuentran las ecuaciones utilizadas para el cálculo de estas pérdidas desde sistemas de gestión del estiércol.

Tabla 544. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
Nvolatilización-MMS	Pérdidas de N debidas a la volatilización desde sistemas de gestión del estiércol	Cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH3 y NOx	IPCC 2006 – Ecuaciones 10.26 (porcinos)	kg N/año
			IPCC 2019 – Ecuación 10.26 (aves)	
Nlixiviación-MMS	Pérdidas de N debidas a lixiviación desde	Cantidad de nitrógeno del estiércol que lixivia	IPCC 2006 – Ecuación 10.28 (porcinos)	kg N/año

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
	sistemas de gestión del estiércol	de los sistemas de gestión del estiércol	IPCC 2019 – Ecuación 10.27 (aves)	

Fuente: Elaboración propia

En el caso de aves la metodología de cálculo se actualizó de acuerdo al Refinamiento del IPCC de 2019. Como no se presenta información para la cantidad de nitrógeno proveniente de codigestatos agregados en plantas de biogás (N_{cdg}) este parámetro se considera cero. En el caso de la ganadería porcina se mantuvieron las ecuaciones y parámetros de cálculo según Directrices del IPCC 2006.

El resto de los parámetros utilizados para el cálculo de ambas fuentes de emisión se indican en las siguientes tablas.

Tabla 545. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol (MS) para cada ganadería

Ganadería	MS	Porcentaje	Fuente de información
Bubalinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Ovinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Caprinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Camélidos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Equinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Mulares y asnales	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Porcinos	Pasturas/prados/praderas	40%	IPCC 2006 –Cuadros 10A-7/8
	Distribución diaria	2%	IPCC 2006 –Cuadros 10A-7/8
	Almacenaje de sólidos	10%	IPCC 2006 – Cuadros 10A-7/8
	Corral de engorde	41%	IPCC 2006 – Cuadros 10A-7/8
	Camas profundas para vacunos y porcinos	7%	IPCC 2006 – Cuadros 10A-7/8
Aves	Estiércol de Aves con hojarasca	100% (subcategoría parrilleros)	Dictamen experto
	Estiércol de Aves sin hojarasca	100% (subcategoría ponedoras)	Dictamen experto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 546. Parámetros el cálculo de la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina

Acrónimo	Descripción	Unidades	Ganadería	Sistema de gestión de estiércol	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{gasMS}$	Porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado que se volatiliza como NH_3 y NO_x en el sistema de gestión del estiércol	%	Porcinos	Pastura/Prado/Pradera	0	IPCC 2006 Cuadro 10.22	Las emisiones directas de N_2O de excretas en pasturas/prado/pradera se tratan en el Capítulo 11, Sección 11.2, Emisiones de N_2O de suelos gestionados.
				Distribución diaria	10		Porcinos
				Almacenaje de sólidos	10		
				Corral del engorde	10		
				Camas profundas para vacunos y porcinos	10		
			Aves	Estiércol de Aves con hojarasca	40	IPCC 2019 Cuadro 10.22	Aves
				Estiércol de Aves sin hojarasca	48		
$Frac_{lixiviaciónMS}$	Fracción pérdidas de nitrógeno por lixiviación y escurrimiento	%	Porcinos	Pastura/Prado/Pradera	0	IPCC 2006 Página 61	Las emisiones directas de N_2O de excretas en pasturas/prado/pradera se tratan en el Capítulo 11, Sección 11.2, Emisiones de N_2O de suelos gestionados.
				Distribución diaria	0		Porcinos
				Almacenaje de sólidos	25		
				Corral del engorde	0		
				Camas profundas para vacunos y porcinos	40		
			Aves	Estiércol de aves con hojarasca	0	IPCC 2019 Cuadro 10.22	Aves
				Estiércol de aves sin hojarasca	0		

Fuente: Elaboración propia

Nitrógeno excretado

La cantidad de nitrógeno excretado se calcula según la ecuación 10.30 para cada sistema de gestión del estiércol. El nitrógeno excretado total por sistema de gestión para el año 2020 se detalla en las siguientes tablas.

Tabla 547. Nitrógeno excretado para la categoría "3B5h – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina" –Porcinos (2022)

Sistema de gestión de estiércol	Nitrógeno excretado
	kg N/año
Distribución diaria	1.537.822
Almacenaje de sólidos	7.689.110
Corral de engorde	31.525.353
Camas profundas	5.382.377

Fuente: Elaboración propia

Tabla 548. Nitrógeno excretado para la categoría "3B5i – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina" –Aves (2022)

Sistema de gestión de estiércol	Nitrógeno excretado
	kg N/año
Estiércol de aves de corral con hojarasca	51.355.391
Estiércol de aves de corral sin hojarasca	30.969.666

Fuente: Elaboración propia

Existencias de ganado

La cantidad de existencias para cada tipo de ganadería se utilizan para el cálculo del DA. Las fuentes a lo largo de la serie temporal se encuentran en la siguiente tabla. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección caracterización de Ganaderías no bovinas.

Tabla 549. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería

Ganadería	Fuente de información serie temporal
Porcinos	Desde 1990 a 2007, el Área Técnica de MAGyP. Desde 2008 el SENASA.
Aves	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2004 los datos de ponedoras provienen de la CAPIA y los de parrilleros son estimaciones de la Dirección de Porcinos Aves de Granja y No Tradicionales de la SAGyP.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 550. Existencias de ganado de porcino (2022)

Variable	Subcategoría de ganado	Existencias
$N_{(porcinos - padrillos)}$	Padrillos	129.183
$N_{(porcinos - cedras)}$	Cerdas	925.196
$N_{(porcinos - lechones)}$	Lechones	1.889.587
$N_{(porcinos - capones)}$	Capones	1.040.475
$N_{(porcinos - cachorros)}$	Cachorros	921.779
$N_{(porcinos - cachorras)}$	Cachorras	350.644
$N_{(porcinos - M.E.I)}$	M.E.I.	220.243

Fuente: Elaboración propia

Tabla 551. Existencias de ganado de aves (2022)

Variable	Subcategoría de ganado	Existencias
$N_{(aves - ponedoras)}$	Ponedoras	51.800.000
$N_{(aves - parrilleros)}$	Parrilleros	127.100.000

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones indirectas de la gestión del estiércol para porcinos (lixiviación y volatilización) y aves (volatilización) se reporta en la siguiente tabla.

Tabla 552. Incertidumbre de la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina (2022)

Categoría	Incertidumbre combinada DA	Incertidumbre combinada FE	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3B5hi	20%	141%	143%	3,66E-09 %	0,01%	1,57E-06%
3B5hii	20%	141%	143%	2,64E-09 %	0,01%	1,13E-06 %
3B5ii	20%	141%	143%	2,77E-07%	0,1%	0,0001

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[272], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

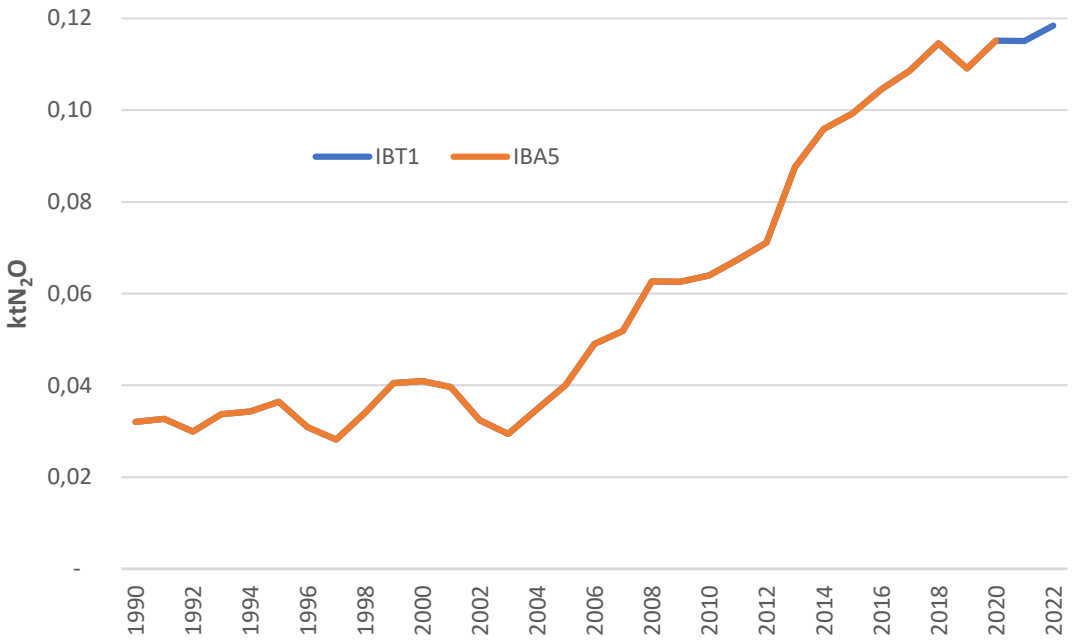
- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX de la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

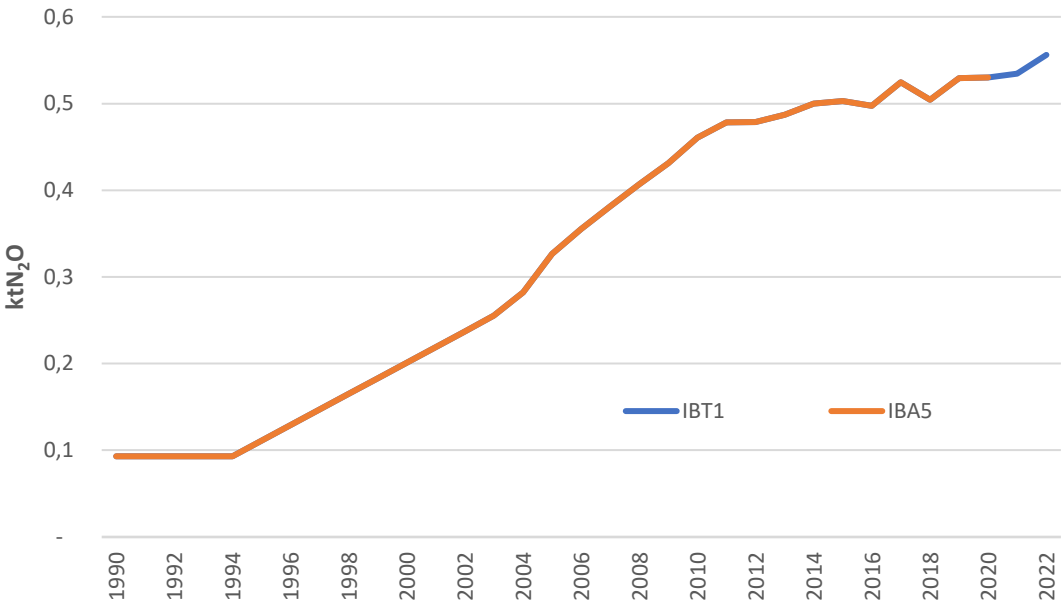
[272] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 293. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O de porcinos (IBA5-IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 294. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O de aves (IBA5-IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Cultivo de arroz (3C)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "3C – Cultivo de arroz" se detalla a continuación.

Tabla 553. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3C

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3C45_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3C45_HT_1990-1999_02 3C45_HT_2000-2009_02 3C45_HT_2010-2019_01 3C45_HT_2020-2022_00
Incertidumbres:	3C45_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3C45_DA_1990-2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 554. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3C – Cultivo de Arroz

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3C	Cultivo de Arroz	Emisiones de metano por la descomposición anaeróbica de material orgánico en arrozales.		Nivel 1	
3C1a	Inundados continuamente	Emisiones de metano por la descomposición anaeróbica de material orgánico en arrozales permanentemente inundados.		Nivel 1	
3C1b	Inundado intermitentemente	Emisiones de metano por la descomposición anaeróbica de material orgánico en arrozales intermitentemente inundados.		NO	
3C2	De secano	Emisiones de metano por la descomposición anaeróbica de material orgánico en arrozales alimentados por agua de lluvias		NO	

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
		en zonas con tendencia a la sequía.			
3C3	Agua profunda/napa	Emisiones de metano por la descomposición anaeróbica de material orgánico en arrozales alimentados por agua de lluvias en zonas con disponibilidad de agua subterránea.		IE	
3C4	Otros	Emisiones de metano por la descomposición anaeróbica de material orgánico en otros arrozales.		NO	

Fuente: Elaboración propia

En el país se realiza cultivo de arroz con inundación continua y también en zonas con disponibilidad de agua subterránea. Debido a que no se puede separar la superficie de los distintos sistemas productivos las emisiones se estiman en su totalidad en la categoría 3C1a, ya que este sistema es mayoritario según dictamen experto.

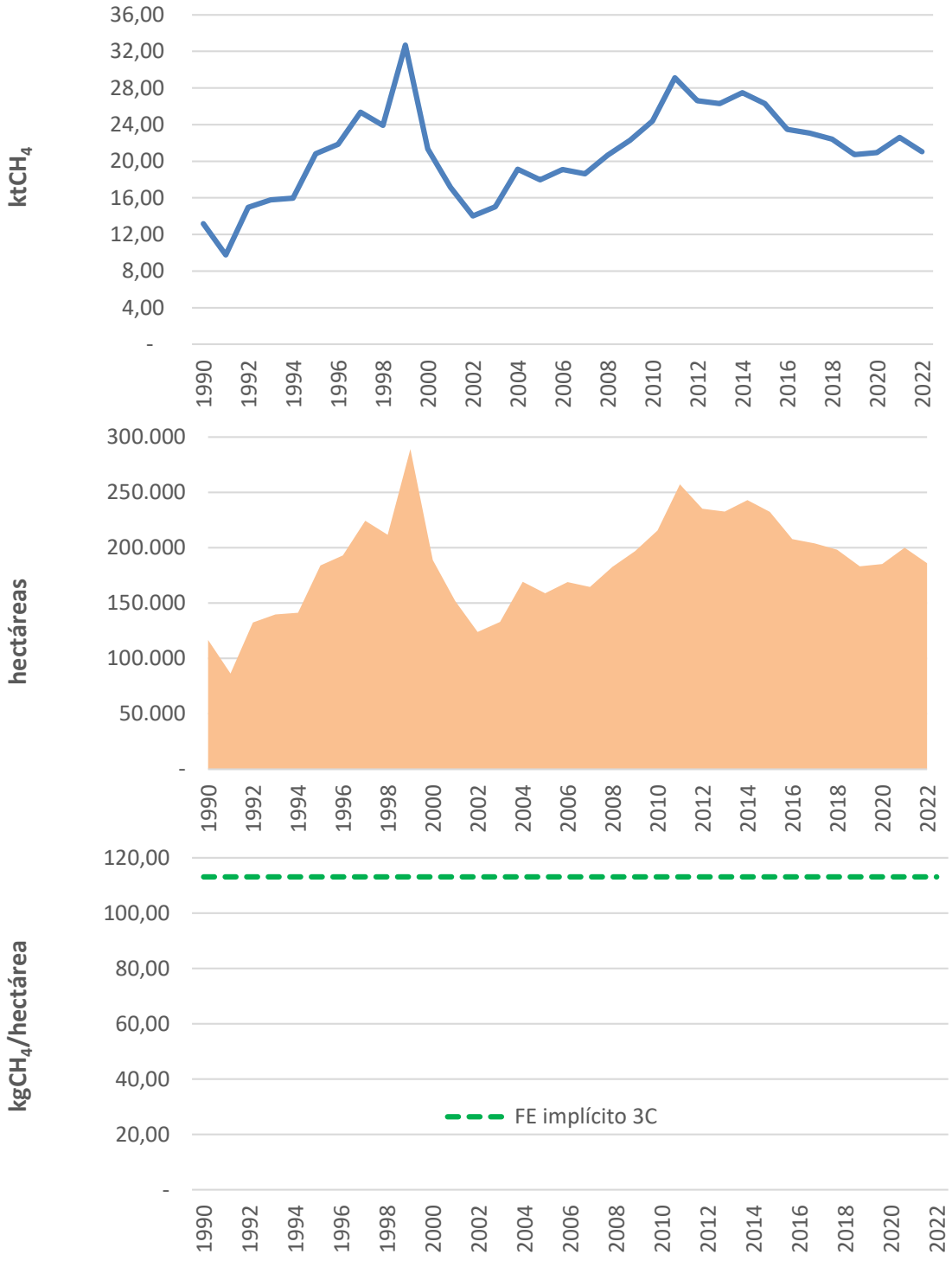
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones sigue la variación de la evolución del DA.

Figura 295. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3C



Fuente: Elaboración propia

Metodología

La siguiente tabla detalla la información sectorial vinculada a la estimación de las emisiones de la categoría.

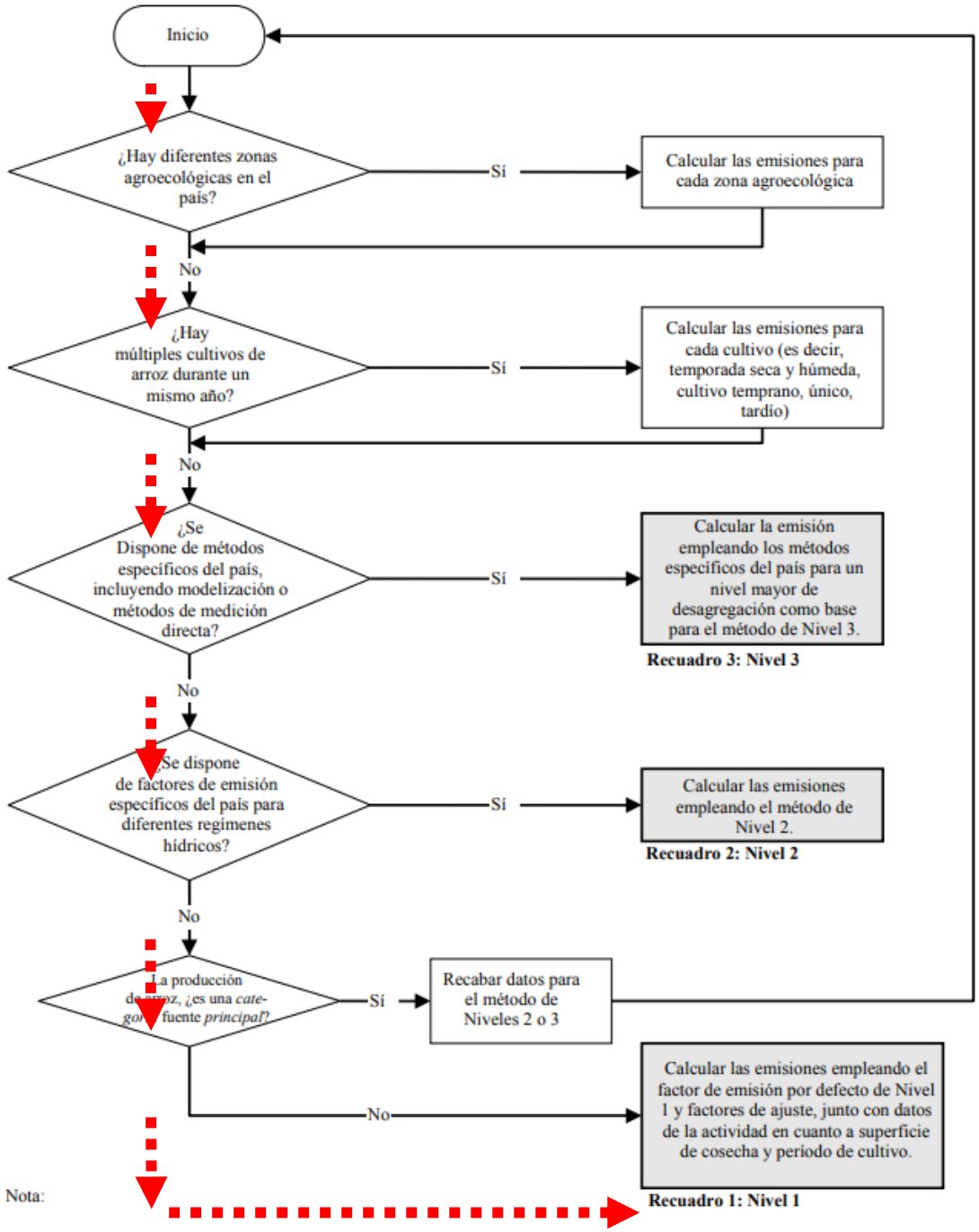
Tabla 555. Información sectorial para la categoría 3C

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Y OTRA INFORMACIÓN RELACIONADA			FACTOR DE EMISIÓN IMPLÍCITO	EMISIONES
	Superficie cosechada	Enmiendas orgánicas agregadas		CH_4	CH_4
	(10^9 m^2/año)	tipo	(t/ha)	(g/m^2)	(kt)
3.C.1. Irrigación					21,03
3.C.1.a. Tierras contínuamente inundadas	1,86	NO	NO	11,30	21,03
3.C.1.b. Tierras intermitentemente inundadas	NO	NO	NO	NO	NO
3.C.1.b.i . Tierras inundadas con aereación simple	NO	NO	NO	NO	NO
3.C.2.b.ii . Tierras inundadas con aereación múltiple	NO	NO	NO	NO	NO
3.C.2. Alimentación por lluvia					NO
3.C.2.a. Tierras propensas a inundaciones	NO	NO	NO	NO	NO
3.C.2.b. Tierras propensas a sequías	NO	NO	NO	NO	NO
3.C.3. Aguas profundas					IE
3.C.3.a. Aguas profundas 50–100 cm	IE	IE	IE	IE	IE
3.C.3.b. Aguas profundas > 100 cm	IE	IE	IE	IE	IE
3.C.4. Otros					NA
Cultivo en tierras altas	NO				
Total	1,86				

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Método de cálculo

Ilustración 76. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de CH_4 resultantes de la producción de arroz



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

La producción de arroz no es una categoría principal por lo cual se utiliza un método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de las emisiones se realizaron utilizando la ecuación 5.1 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Factor de emisión

El FE de CH_4 se calculó utilizando las ecuaciones 5.2 y 5.3.

Tabla 556. Ecuaciones para el cálculo del factor de emisión de la categoría 3C – Cultivo de Arroz

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
FE_i	Factor ajustado de emisión diaria	Factor de emisión diaria ajustado para una superficie de cosecha dada	IPCC 2019– ecuación 5.2	kg CH_4/ha/día
SF_o	Factores de ajuste de emisión de CH_4 adaptado para agregados orgánicos	Factor de ajuste para tipo y cantidad de abono orgánico aplicado	IPCC 2019– ecuación 5.3	adimensional

Fuente: Elaboración propia

Las variables utilizadas para el cálculo del FE se encuentran en la siguiente tabla. Se realiza una caracterización del sistema de la producción de arroz utilizado a nivel nacional.

Tabla 557. Parámetros el cálculo del factor de emisión para la categoría 3C – Cultivo de Arroz

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CH4\ Arroz}$	Factor de emisión diario.	kg CH_4/ha/ día	1,13	IPCC 2019– Ecuación 5.2	-
SF_O	Factor de ajuste deberá variar según el tipo y a cantidad de abono orgánico aplicado.	adimensional	1,00	IPCC 2019- Ecuación 5.3	-
t	Período de cultivo de arroz.	días	100	Dictamen experto	-
EF_C	Factor de emisión básico para tierras inundadas permanentemente sin abonos orgánicos.	kg CH_4/ha/ día	1,27	IPCC 2019- Cuadro 5.11	Valor para Sudamérica.
SF_W	Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo.	adimensional	1,00	IPCC 2019 - Cuadro 5.12	Tierras inundadas permanentemente. Caso desagregado.
SF_P	Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante la	adimensional	0,89	IPCC 2019- Cuadro 5.13	"No Inundados" por más de 180 días pretemporada. Caso desagregado.

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
	temporada previa al cultivo.				
ROA	Tasa de aplicación de abono orgánico en peso seco para paja y en peso fresco para los demás.	t/ha	0	Dictamen experto	Se considera que no hay aplicación de abono orgánico.
CFOA	Factor de conversión para abono orgánico.	adimensional	0,19	IPCC 2019-Cuadro 5.14	Paja incorporada mucho (>30 días) antes del cultivo.

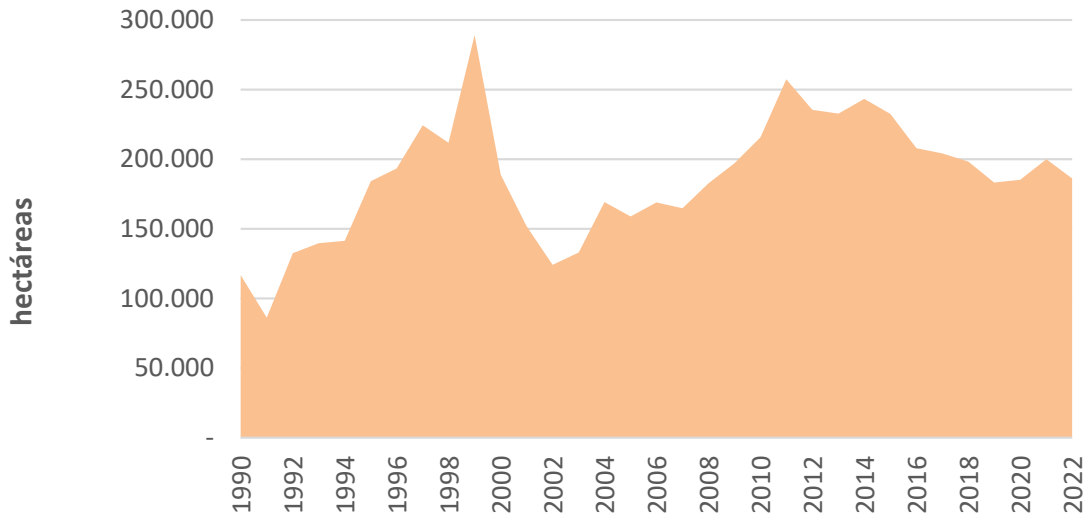
Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Se consensuó que para el cálculo de las emisiones del año inventario se utilizaran los datos de la campaña del *año inventario*-1/*año inventario*; de esta manera, los datos reportados para la campaña 2020/2021 fueron utilizados para el cálculo de emisiones del año 2021 y los datos de la campaña 2021/2022 para las emisiones correspondientes al año 2022.

Los valores de superficie sembrada, cosechada, producción y rendimiento del cultivo de arroz son provistos por la SAGyP para toda la serie. En la figura a continuación se exhibe la evolución de la superficie de arroz y en la siguiente tabla el valor para el año 2022.

Figura 296. Evolución de la superficie de arroz



Fuente: Elaboración propia

Tabla 558. Superficie de arroz

Dato de actividad	Superficie de arroz (hectáreas)
Total 2022	205.600

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 559. Incertidumbre de la categoría 3C – Cultivo de Arroz (2022)

Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CH_4	Incertidumbre combinada CH_4	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
0,3%	0,0%	115,1%	2,86E-06 %	0,2%	0,001 %

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando PLE. Se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[273], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

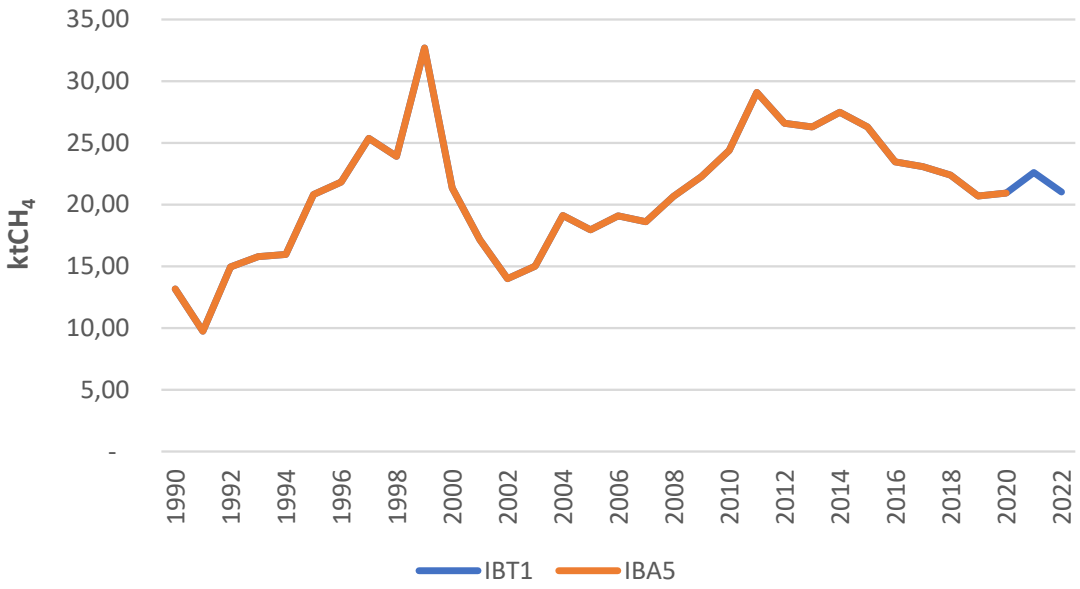
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3C45_HT_XXXX_00.
- Controlar que la suma de la producción de todos los cultivos sea consistente con el total país.
- Controlar que el valor de la serie temporal de producción para cada cultivo sea consistente.
- Controlar que el total de producción cargada cada año en la hoja de trabajo sea igual al total reportado en la estadística del proveedor de datos del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

[273] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Tabla 560. Comparativa tendencia de las emisiones del cultivo de arroz (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de suelos agrícolas (3D)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "3D – Emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de suelos agrícolas", se detalla a continuación. Para más información sobre el sistema de archivo consultar la subsección correspondiente.

Tabla 561. Documentación Categoría 3D – Emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de suelos agrícolas

Sistema de archivo:	
Procedimiento	3C45_P_00 3B23_P_00 3C345_P_00 3ACai_P_00 3ACaii_P_00 3ACb_P_00 3ACc_P_00 3ACd_P_00 3ACe_P_00 3ACf_P_00 3ACg_P_00 3ACh_P_00 3ACi_P_00 3B_P_00 (representación coherente de tierras)
Ruta de acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT

Sistema de archivo:	
Hojas de trabajo	3C45_HT_1990-1999_00 3C45_HT_2000-2009_00 3C45_HT_2010-2019_00 3C45_HT_2020-2022_00 3B23_HT_XXXX_03 (con XXXX desde 1990 hasta 2016) 3B23_HT_XXXX_02 (con XXXX desde 2017 hasta 2018) 3B23_HT_XXXX_01 (con XXXX desde 2019 hasta 2020) 3B23_HT_XXXX_00 (con XXXX desde 2021 hasta 2022) 3C345_HT_1990-2022_00 3ACai_HT_1990-2007_01 3ACai_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACai_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACai_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACaii_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022) 3ACaii_HT_1990-2007_01 3ACaii_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACaii_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACaii_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACaii_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022) 3ACb_HT_1990-2022_00 3ACc_HT_1990- 2022_00 3ACd_HT_1990- 2022_00 3ACe_HT_1990- 2022_00 3ACf_HT_1990- 2022_00 3ACg_HT_1990- 2022_00 3ACh_HT_1990-2007_01 3ACh_HT_XXXX_02 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACh_HT_XXXX_01 (XXXX de 2017 a 2020) 3ACh_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022) 3ACi_HT_1990- 2022_0
Incertidumbres	3C45_IN_2022_00 3B23_IN_2022_00 3C345_IN_2022_00 3ACai_IN_2022_00 3ACaii_IN_2022_00 3ACb_IN_2022_00 3ACc_IN_2022_00 3ACd_IN_2022_00 3ACe_IN_2022_00 3ACf_IN_2022_00 3ACg_IN_2022_00 3ACh_IN_2022_00 3ACh_IN_2022_00

Sistema de archivo:	
DA	3C45_DA_1990-2022_00
	3C345_DA_1990-2022_00
	3ACa_DA_1990-2007_00
	3ACa_DA_2008-2022_00
	3ACb_DA_1990-2022_00
	3ACc_DA_1990-2022_00
	3ACd_DA_1990-2022_00
	3ACe_DA_1990-2022_00
	3ACf_DA_1990-2022_00
	3ACg_DA_1990-2022_00
	3ACh_DA_1990-2022_00
	3ACi_DA_1990-2022_00
	3C45_DA_1990-2022_00
	3B_DA_RCT_1970-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

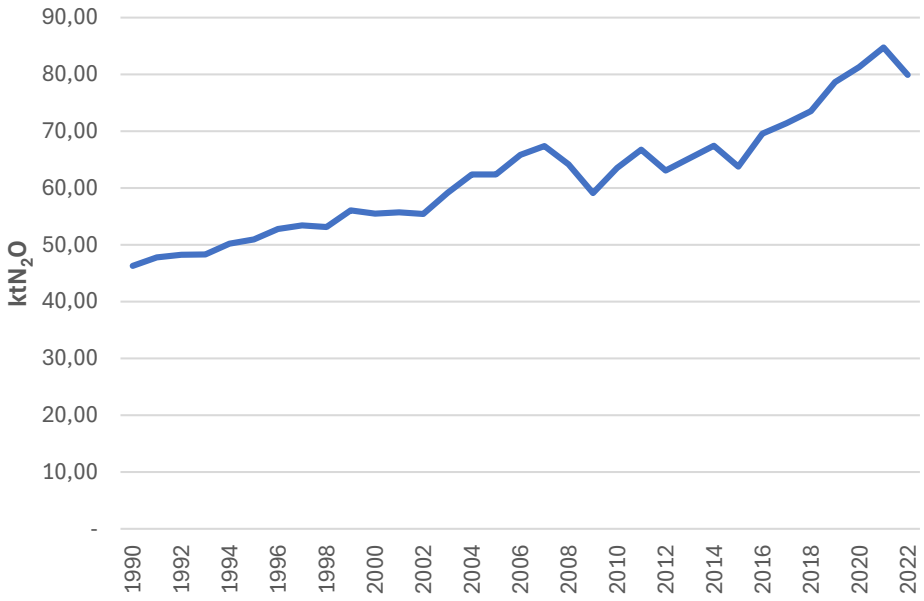
Las emisiones directas de N_2O de suelos gestionados incluyen aquellas provenientes de la aplicación de fertilizantes con nitrógeno sintético; nitrógeno orgánico aplicado como fertilizante (p. ej.: estiércol animal; abono orgánico (compost), barros de aguas servidas, desechos); nitrógeno de orina y de estiércol depositado en pasturas, praderas, prados por animales en pastoreo; nitrógeno en residuos de cultivos (sobre la superficie y debajo de ésta), incluyendo de cultivos fijadores de nitrógeno y de forrajes durante la renovación de pasturas; mineralización/ inmovilización de nitrógeno vinculada a la ganancia/ pérdida de materia orgánica del suelo resultante del cambio del uso de la tierra o de la gestión de suelos minerales; y el drenaje/gestión de suelos orgánicos (p. ej.: histosoles).

Como emisiones indirectas de N_2O se incluyen la volatilización de nitrógeno (como NH_3 y NO_x) después de la aplicación de fertilizantes con nitrógeno sintético y orgánico y/o deposición de orina y estiércol de animales en pastoreo y la subsiguiente deposición del nitrógeno como amoníaco (NH_4+) y óxidos de nitrógeno (NO_x) en suelos y aguas; y la lixiviación y el agotamiento de nitrógeno de fertilizantes añadidos con nitrógeno sintético y orgánico, residuos de cultivos, mineralización/ inmovilización vinculada a la ganancia/ pérdida de carbono del suelo resultante del cambio del uso de la tierra o de las prácticas de gestión de suelos minerales; y orina y estiércol depositado por animales en pastoreo en aguas subterráneas, áreas ribereñas y humedales, ríos y eventualmente la costa oceánica.

Tendencia de las emisiones de GEI

La variación de las emisiones se relaciona principalmente con la evolución de la aplicación de fertilizantes y la variación de existencias bovinas de carne.

Figura 297. Evolución de la tendencia de emisiones para N_2O – 3D

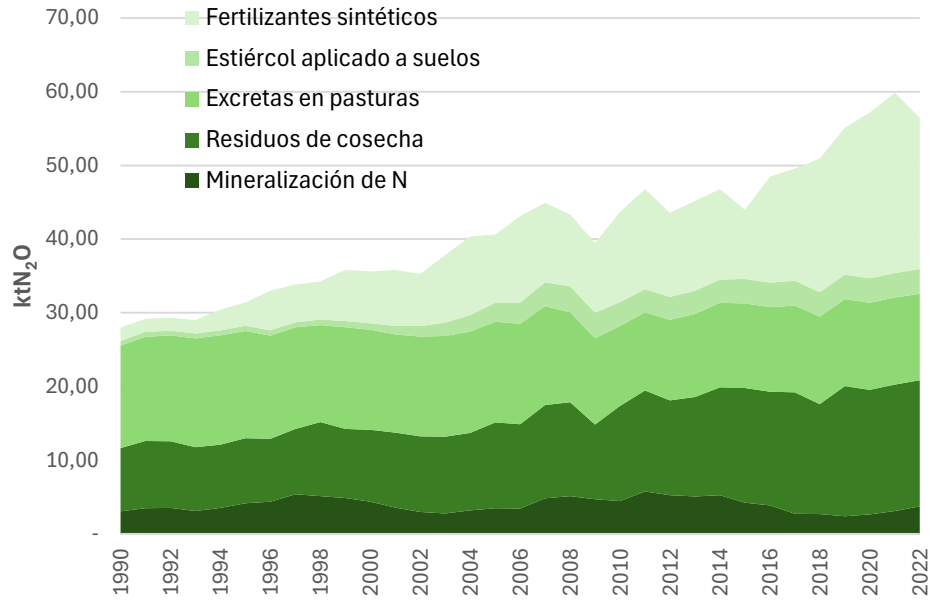


Fuente: Elaboración propia

El 70,62% de las emisiones de la categoría corresponden a emisiones directas (3D1), y el 29,38% restante a emisiones indirectas (3D2).

Las subcategorías con mayor participación en las emisiones directas para el año 2022 son la categoría 3D1a – Directas Fertilizantes sintéticos y 3D1d – Directas residuos de cosecha.

Figura 298. Participación de diferentes subcategorías para 3D1 – Directas Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados

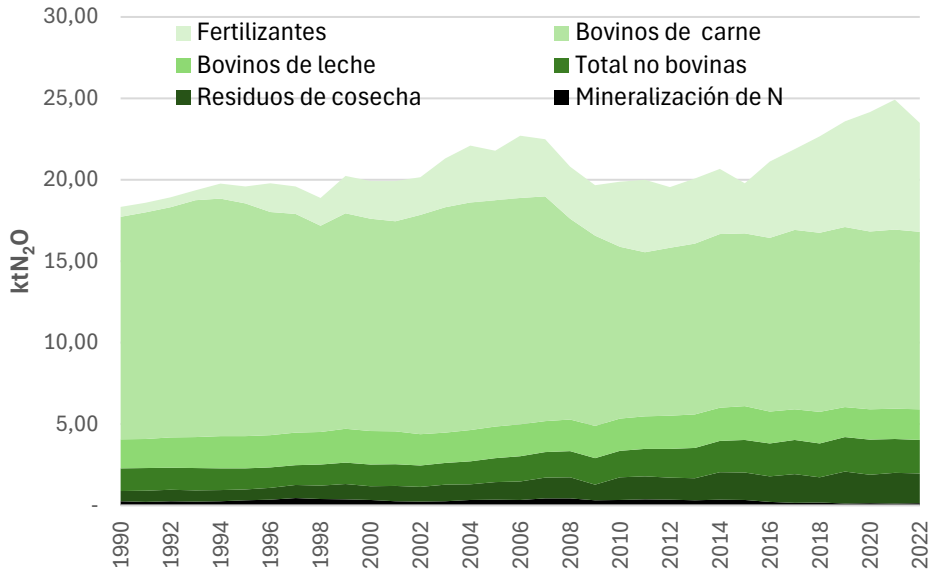


Fuente: Elaboración propia

En el caso de las emisiones indirectas (3D2), la mayor parte (63,21%) corresponde a la subcategoría 3D2a – Lixiviación.

A fin de explicar la tendencia de las emisiones, en la figura siguiente se presentan agrupadas de acuerdo con los diferentes datos de actividad que se utilizan para la estimación. Puede observarse que la tendencia se explica principalmente por la variación en las existencias ganaderas de carne y por el aumento de la aplicación de fertilizantes.

Figura 299. Participación de diferentes actividades para 3D2 – Indirectas Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Se calculan las emisiones empleando el método de cálculo Nivel 2 para las emisiones directas e indirectas asociadas a la ganadería bovina, y métodos de Nivel 1 para las restantes categorías. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 10.19 y 10.20 de las Directrices del IPCC de 2006.

Los DA, FE implícitos y emisiones para el año 2022 se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 562. Información sectorial para la categoría 3D

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Y OTRA INFORMACIÓN RELACIONADA		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS	EMISIONES
	Descripción	Valor		N_2O
		t N/año	kg N_2O-N/kg N	(kt)
3.D.1. Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados				56,45
3.D.1.a. Fertilizantes sinteticos	N inorgánico aplicado en tierras de cultivo y pastizales	1.309.663,31	0,01	20,51
3.D.1.b. Aplicación de fertilizantes de N orgánicos	N orgánico aplicado como fertilizante en tierras de cultivo y pastizales	212.733,06	0,01	3,34
3.D.1.b.i. Estiércol animal aplicado a suelos	N orgánico del estiércol aplicado al suelo	212.733,06	0,01	3,34
3.D.1.b.ii. Barros cloacales aplicados a suelos	N orgánico de barros cloacales aplicados al suelo	NE	NE	NE
3.D.1.b.iii. Otros fertilizantes orgánicos aplicados a suelos	N orgánico de otros fertilizantes orgánicos aplicados al suelo	NE	NE	NE
3.D.1.c. Excretas en pasturas	N excretado y depositado en las pasturas, praderas y prados.	1.785.856,78	0,00	11,75
3.D.1.d. Residuos de cosecha	N en residuos agrícolas	2.100.315,66	0,01	17,13
3.D.1.e. Mineralización/inmobilización asociada a la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	N de suelos minerales que es mineralizado/inmovilizado asociado a la pérdida o ganancia de C del suelo	236.702,27	0,01	3,72
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos	Superficie cultivada de suelos orgánicos (ha/año)	NE	NE	NE
3.D.1.g. Otros	NA	NA	NA	NA
3.D.2. Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados				23,49
3.D .2.a. Volatilización	N volatilizado de los aportes agrícolas de N	549.966,64	0,01	8,64
3.D .2.b. Lixiviación	N de fertilizantes y otros aportes agrícolas que se pierde por lixiviación y escorrentía	994.530,02	0,01	14,85

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Factores de emisión

Se utilizaron factores de emisión conforme a las Directrices del IPCC de 2006 para las estimaciones de fertilizantes, mineralización de N por cambios en la materia orgánica del suelo y ganadería porcina, y factores del Refinamiento del IPCC de 2019 para las restantes categorías.

En el caso del cálculo de emisiones provenientes de bovinos de carne y bovinos de leche se han utilizado valores locales para la estimación de parámetros específicos del país, teniendo en cuenta la heterogeneidad de sistemas productivos por región y nivel tecnológico. De esta manera, los FE son calculados a través de los Sistemas Modales (SM), que son sistemas productivos por región y nivel tecnológico homogéneos. Este enfoque se tiene en consideración a partir del año 2008, dada la disponibilidad de datos de existencias desagregados por departamento. Para más información consultar los respectivos Anexos de Sistemas Modales.

Datos de actividad

Se han utilizado las siguientes fuentes de información oficiales:

SAGyP: La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca es el organismo gubernamental responsable de diseñar y ejecutar planes de producción, comercialización y sanitarios en el ámbito agropecuario, pesquero, forestal y agroindustrial. También es encargado de la intervención en la definición de estructuras arancelarias y políticas comerciales en el ámbito de su competencia, el otorgamiento de certificados de origen y calidad de productos, elaboración de los regímenes de las actividades agropecuarias, entender en la fiscalización sanitaria de la producción y comercialización de los productos primarios de origen agropecuario, entre otras funciones. Particularmente la información de existencias

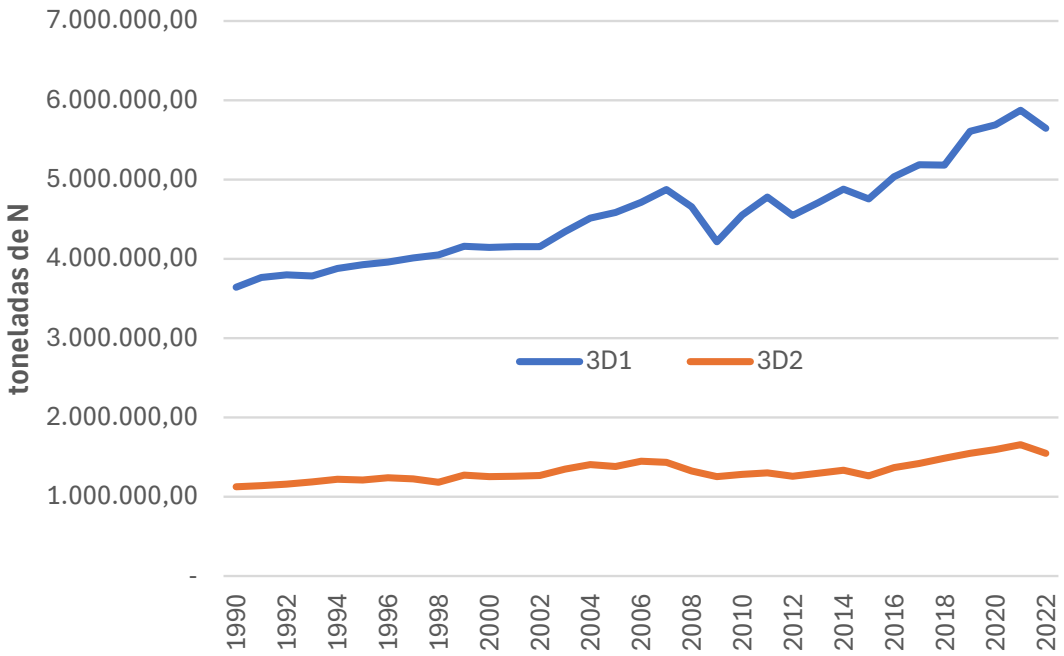
ganaderas fue obtenida de la Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal, y la información de superficies y rendimientos agrícolas de la Dirección de Estimaciones agrícolas.

SENASA: El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria es un organismo descentralizado de la SAGyP, encargado de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad, calidad animal y vegetal e inocuidad de los alimentos de su competencia; así como de verificar el cumplimiento de la normativa vigente en la materia. También es de su competencia el control del tráfico federal, de las importaciones y exportaciones de productos, subproductos y derivados de origen animal y vegetal, fármaco-veterinarios y agroquímicos, productos agroalimentarios, fertilizantes y enmiendas. Se utilizan las estadísticas asociadas a la vacunación que el organismo presenta anualmente.

CIAFA: La Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos nuclea a las empresas que fabrican, formulan, comercializan y distribuyen fertilizantes, productos fitosanitarios y sus aditivos y/o componentes, semillas, productos biológicos y cualquier otro destinado a la sanidad o al mejoramiento agropecuario, sus insumos y envases. Su principal objetivo es la protección de la industria local de agroquímicos, promoviendo la integración entre la industria y el ámbito agropecuario en este sector.

En base a las fuentes mencionadas se estiman los datos de actividad, que para esta categoría son las cantidades de N aportado al suelo provenientes de las diferentes subcategorías.

Figura 300. Evolución de los datos de actividad para la categoría 3D



Fuente: Elaboración propia

Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados (3D1)

3D1a – Fertilizantes sintéticos

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 563. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1a – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1a	Directas Fertilizantes Sintéticos	Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados por la aplicación de fertilizantes con nitrógeno sintético.			Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Es categoría principal por nivel para el año 2022 (1,32%).

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 564. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1a – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos

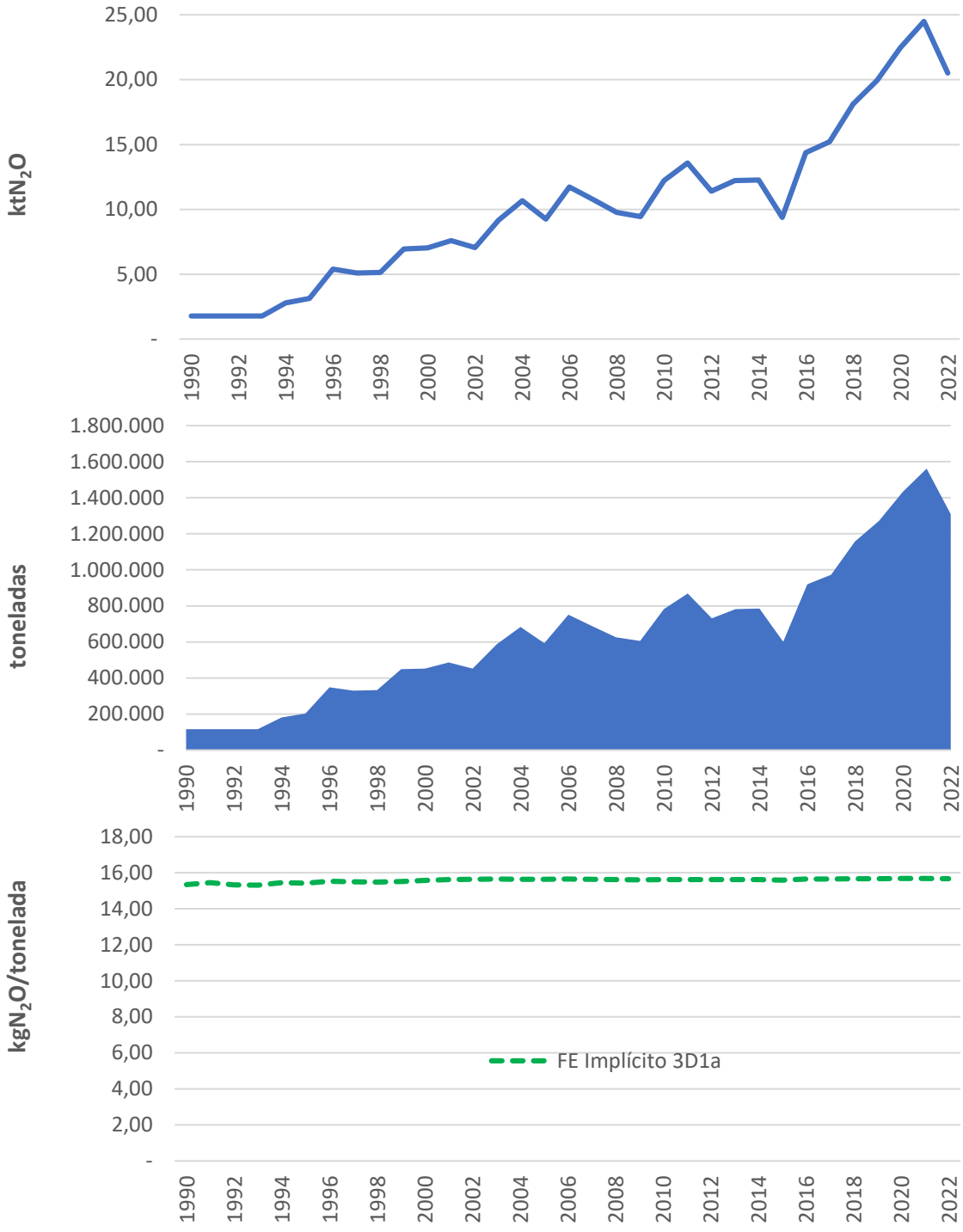
Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3C345_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3C345_HT_1990-2022_00
Incertidumbres:	3C345_IN_2022_00 3C345otras_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3C345_DA_1990-2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

Las emisiones presentan una tendencia general creciente dentro del período 1990-2022, excepto en los dos últimos años posiblemente debido a la sequía y menores perspectivas agrícolas.

Figura 301. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1a

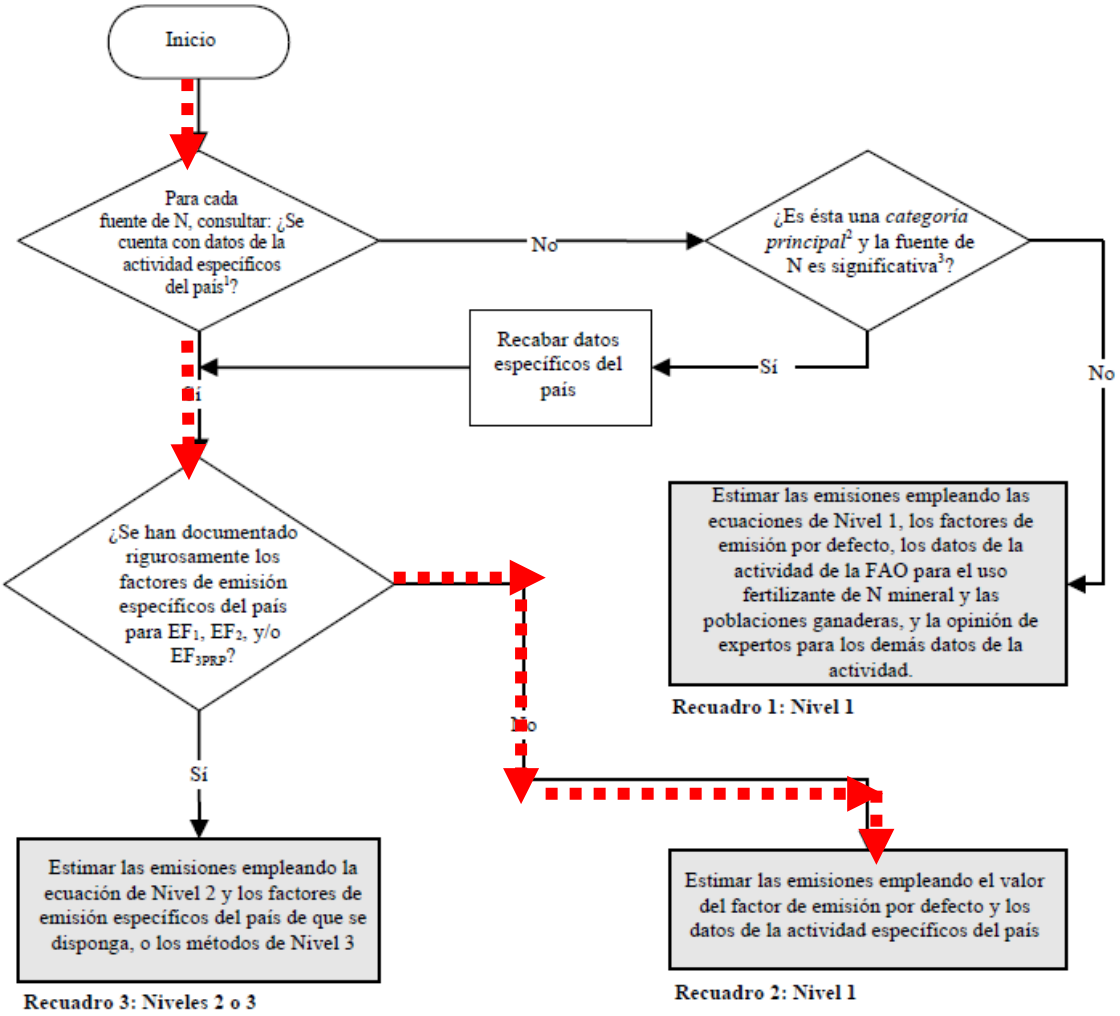


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 77. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes sintéticos



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Las emisiones directas de fertilizantes sintéticos se calculan con el FE por defecto y los DA específicos del país (ya que la República Argentina cuenta con información desagregada según la composición de los fertilizantes) por lo que se utiliza un método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de las emisiones se realizaron utilizando la ecuación 11.1 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Tabla 565. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 3D1a – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_1	Factor de emisión para aportes de N de fertilizantes minerales, abonos orgánicos y residuos agrícolas, y N mineralizado de suelos minerales a causa de pérdida de carbono del suelo	kg N_2O–N/kg N	0,01	IPCC 2006 – Cuadro 11.1	Único
EF_{1FR}	Para arrozales inundados	kg N_2O–N / kg N	0,003	IPCC 2006 – Cuadro 11.1	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es la cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético (F_{SN}). La misma se calcula considerando el consumo de fertilizantes y el grado de nitrógeno de cada uno. La siguiente tabla presenta los distintos grados de nitrógeno considerados para cada tipo de fertilizante.

Tabla 566. Porcentajes de nitrógeno y de urea de los fertilizantes sintéticos

Nombre fertilizante homologado	Grado de N (%)	Urea (%)	Fuente de información
Cloruro de Potasio	-	-	Sin datos
Fosfato Diamónico	0,18	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Fosfato Monoamónico	0,11	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Mezclas NPK	0,15	-	Informe Bienal 2014
Mezclas NPM/PS	0,15	-	Informe Bienal 2014
Nitrato Amonio Calcáreo	0,27	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Nitrato de Amonio	0,21	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Nitrato de Potasio	0,12	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Otras Mezclas	-	-	Sin datos
Otros Azufrados	-	-	Sin datos
Otros fosforados	-	-	Sin datos

Nombre fertilizante homologado	Grado de N (%)	Urea (%)	Fuente de información
Otros nitrogenados	0,23	-	Proceso de calibración comparando con estadística IFA 2017 + Consulta a experto
Otros no incluidos	-	-	Sin datos
Otros Potásicos	-	-	Sin datos
S15	-	-	Sin datos
Sulfato de Amonio	0,21	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Sulfato de Potasio	-	-	Sin datos
Sulfato de Potasio y magnesio	-	-	Sin datos
Sulfato doble de K y Mg	-	-	Sin datos
Sulfato y Sulfonitrato de Amonio	0,26	-	Se utiliza el grado del Sulfonitrato de Amonio
Superfosfato simple	-	-	Sin datos
Superfosfato Triple	-	-	Sin datos
Tiosulfato de Amonio	0,12	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Tiosulfato de Potasio	-	-	Sin datos
UAN	0,32	0,35	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Urea	0,46	1,00	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Yeso	-	-	Sin datos

Fuente: Elaboración propia

Consumo de fertilizante

El dato de consumo de fertilizante (en toneladas por año) se considera a partir de distintas fuentes de información a lo largo de la serie 1990-2022. Las fuentes utilizadas en cada período se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 567. Fuentes de datos de actividad – 3D1a – Directas fertilizantes sintéticos

Período	Fuente de información
1990-1992	MAGyP
1993-2006	Publicación “Sustentabilidad de la Agricultura en la Próxima Década” de la FPC
2007	Interpolación lineal
2008-2022	CIAFA

Fuente: Elaboración propia

Los fertilizantes provenientes de las estadísticas previas a 2007 se homologan con los nombres de CIAFA para mantener la coherencia de los nombres a lo largo la

serie temporal del consumo de fertilizantes. Los nombres homologados fueron consensuados a nivel nacional. También se le asigna un grupo de fertilizante con el fin de conocer mejor la dinámica del consumo nacional de fertilizantes. Ambas asignaciones se encuentran en la siguiente tabla, además de la fuente del documento original en el cual aparece el nombre del fertilizante.

Tabla 568. Asignación de nombres homologados y grupos de fertilizantes desde 1990 a 2007

Nombre fertilizante según documento origen	Nombre fertilizante homologado	Tipo de fertilizante	Fuente documento original
Cloruro de K	Cloruro de Potasio	Otros y mezclas especiales	Fundación Producir Conservando
Cloruro de Potasio	Cloruro de Potasio	Otros y mezclas especiales	CIAFA
Fosfato Diamónico	Fosfato Diamónico	Fosforados	CIAFA
Fosfato Diamónico y otros NP	Fosfato Diamónico	Fosforados	CIAFA
Fosfato Monoamónico	Fosfato Monoamónico	Fosforados	CIAFA
Fosfato Monoamónico y otros MAP	Fosfato Monoamónico	Fosforados	CIAFA
Mezclas N y P con Azufre o Potasio	Mezclas NPK	Otros y mezclas especiales	CIAFA
Mezclas NPK (NP - NK - PK - NPK y otros)	Mezclas NPM/PS	Otros y mezclas especiales	CIAFA
Mezclas NPM/PS	Mezclas NPM/PS	Otros y mezclas especiales	Fundación Producir Conservando
CAN o Similares	Nitrato Amonio Calcáreo	Nitrogenados	CIAFA
Nitrato Amonio Ca	Nitrato Amonio Calcáreo	Nitrogenados	Fundación Producir Conservando
Nitrato de Amonio	Nitrato de Amonio	Nitrogenados	Fundación Producir Conservando / CIAFA
Nitrato de Potasio	Nitrato de Potasio	Otros y mezclas especiales	Fundación Producir Conservando
Otras Mezclas	Otras Mezclas	Otros y mezclas especiales	Fundación Producir Conservando
Otros fosforados	Otros fosforados	Fosforados	Fundación Producir Conservando
Otros no incluidos	Otros no incluidos	Otros y mezclas especiales	Fundación Producir Conservando
S15	S15	Otros y mezclas especiales	Fundación Producir Conservando
Sulfato de Amonio	Sulfato de Amonio	Otros y mezclas especiales	CIAFA

Nombre fertilizante según documento origen	Nombre fertilizante homologado	Tipo de fertilizante	Fuente documento original
Sulfato de Potasio	Sulfato de Potasio	Otros y mezclas especiales	Fundación Producir Conservando / CIAFA
Sulfato Doble de Potasio y Magnesio	Sulfato de Potasio y magnesio	Otros y mezclas especiales	Fundación Producir Conservando / CIAFA
Sulfato de Potasio y magnesio	Sulfato de Potasio y magnesio	Otros y mezclas especiales	Fundación Producir Conservando / CIAFA
Sulfato doble de K y Mg	Sulfato doble de K y Mg	Otros y mezclas especiales	Fundación Producir Conservando
Sulfat y Sulfonit. Amonio	Sulfato y Sulfonitrato de Amonio	Otros y mezclas especiales	Fundación Producir Conservando
Sulfato y Sulfonitrato de Amonio	Sulfato y Sulfonitrato de Amonio	Otros y mezclas especiales	CIAFA
Sulfonitrato de Amonio	Sulfato y Sulfonitrato de Amonio	Otros y mezclas especiales	CIAFA
Superfosfato Simple	Superfosfato simple	Fosforados	Fundación Producir Conservando / CIAFA
Superfosfato Triple	Superfosfato Triple	Fosforados	Fundación Producir Conservando / CIAFA
Tiosulfato de Amonio	Tiosulfato de Amonio	Nitrogenados	CIAFA
Tiosulfato de Potasio	Tiosulfato de Potasio	Otros y mezclas especiales	CIAFA
UAN y otros líquidos	UAN	Nitrogenados	CIAFA
Urea	Urea	Nitrogenados	Fundación Producir Conservando / CIAFA
Urea y otros nitrogenados	Urea	Nitrogenados	CIAFA
Yeso y Tiosulfato de Potasio	Yeso	Otros y mezclas especiales	CIAFA

Fuente: Elaboración propia

El valor de F_{SN} para el año 2022 se exhibe en la siguiente tabla. La desagregación del fertilizante aplicado en arrozales se realiza considerando una dosis de 65 kg de urea por hectárea.

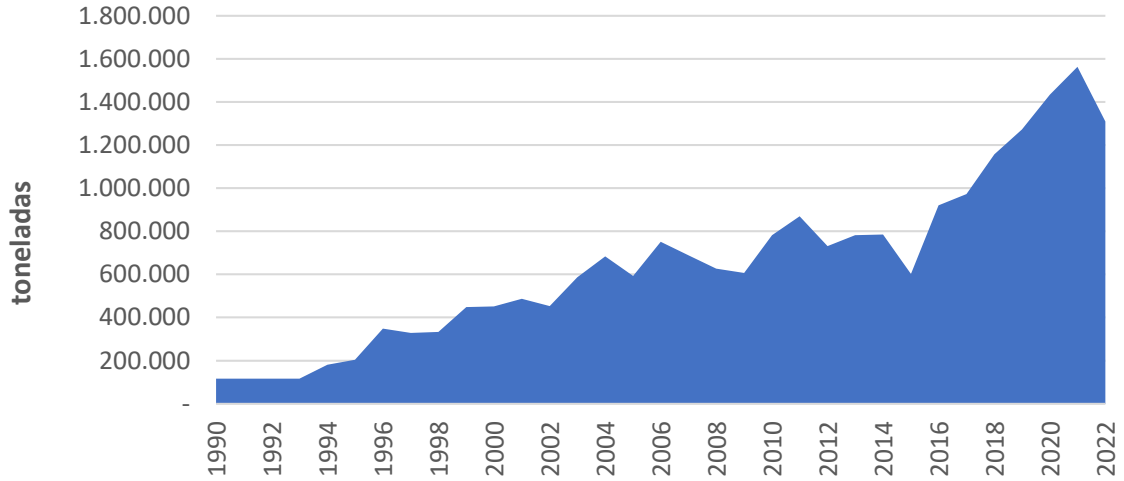
Tabla 569. Valor de F_{SN} (2022)

Sistema	Cantidad anual de N de fertilizante sintético aplicado a los suelos (tonelada)
Arrozales	6.148
Otros cultivos	1.303.515
Total	1.309.663

Fuente: Elaboración propia

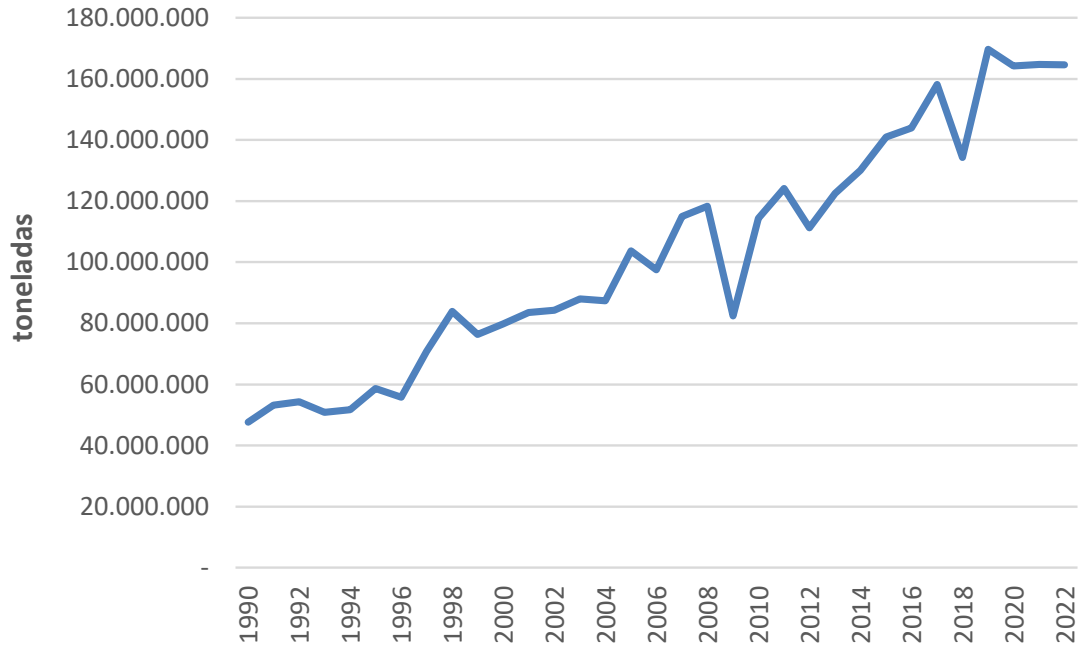
La evolución del consumo de fertilizantes y de la producción de cultivos se encuentran en las figuras a continuación.

Figura 302. Evolución del consumo de fertilizantes



Fuente: Elaboración propia

Figura 303. Evolución de la producción de cultivos



Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre para la categoría 3D1a – Directas Fertilizantes sintéticos se reporta en la siguiente tabla.

Tabla 570. Incertidumbre de la categoría 3D1a – Directas Fertilizantes sintéticos

Incertidumbre DA N_2O	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
5%	100%	73,4%	9,89E-5%	2,0%	0,04%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE, con las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[274], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

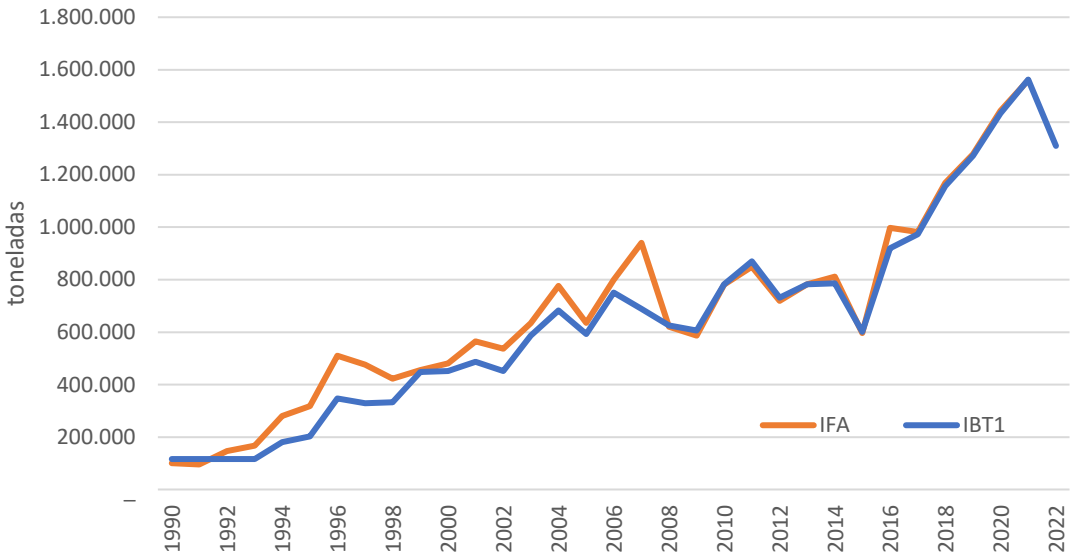
- Controlar que los valores de la serie temporal para cada tipo de fertilizante sean consistentes.
- Controlar que el total del consumo de fertilizantes cargado en la hoja de trabajo sea igual al total reportado en la estadística de la fuente del dato de base del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve

Comparación internacional

Se contrastaron los datos de actividad del IBT1 con los presentados por la International Fertilizer Association (IFA) evaluando la consistencia entre los datos de ambas fuentes. La comparación alcanza el año 2021, dado que no se contó con datos de la IFA para 2022 al momento de la elaboración de este reporte.

[274] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 304. Comparación internacional de las toneladas de N aplicado

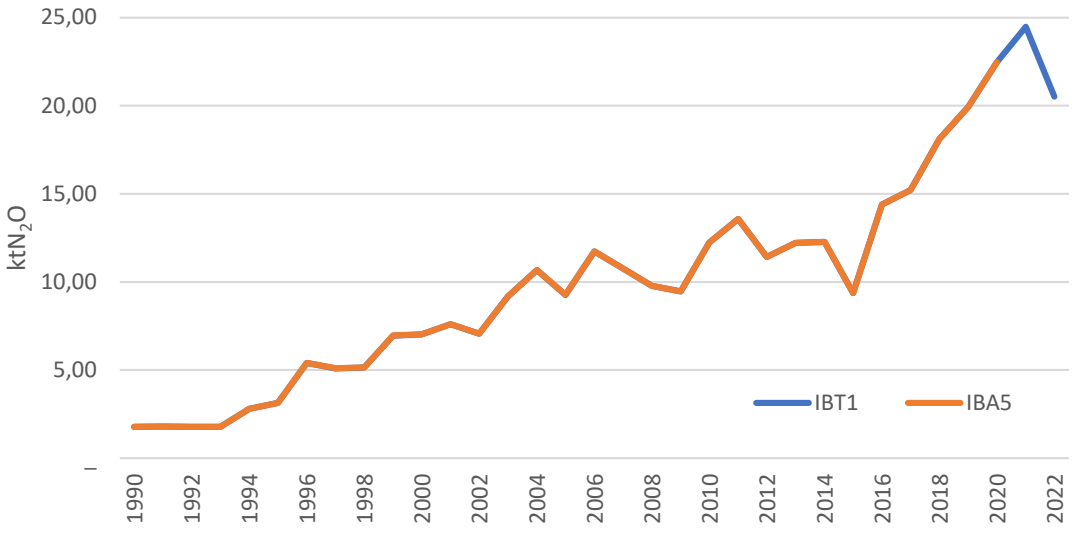


Fuente: Elaboración propia

Recálculo y mejoras

No se realizaron actualizaciones o mejoras en el presente ciclo, por lo que las emisiones para el período 1990-2022 no presentaron cambios respecto al ciclo anterior.

Figura 305. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1a (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1b – Fertilizantes orgánicos

En la siguiente tabla se detallan las subcategorías incluidas dentro de fertilizantes orgánicos.

Tabla 571. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1b – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Orgánicos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1bi	Estiércol animal aplicado a suelos	Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados por la aplicación de estiércol animal como fertilizante orgánico.			Nivel 1 y 2
3D1bii	Barros cloacales aplicados a suelos	Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados por la aplicación de barros clocalaes como fertilizante orgánico.			NE
3D1biii	Otros fertilizantes orgánicosaplicados a suelos	Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados por la aplicación de otros fertilizantes orgánicos.			NE

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de la categoría 3D1bi se estiman con metodologías de Nivel 2 para bovinos, y de Nivel 1 para las demás ganaderías, como se detalla en los siguientes apartados.

Las categorías 3D1bii y 3D1biii no se estiman por falta de información.

3D1bi1a - Fertilizante orgánico aplicado Bovinos Lecheros

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Se incluye la explicación del cálculo de emisiones directas provenientes de excretas en pasturas y aplicación de abono orgánico de bovinos lecheros. Según el SNI-GEI-AR las categorías presentan códigos distintos.

Tabla 572. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1bi1a – Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos Lecheros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1bi1a	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Bovinos de Leche	Emisiones de N_2O producidas directamente por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			Nivel 2

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 573. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a las categorías 3D1bi1a –Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos Lecheros

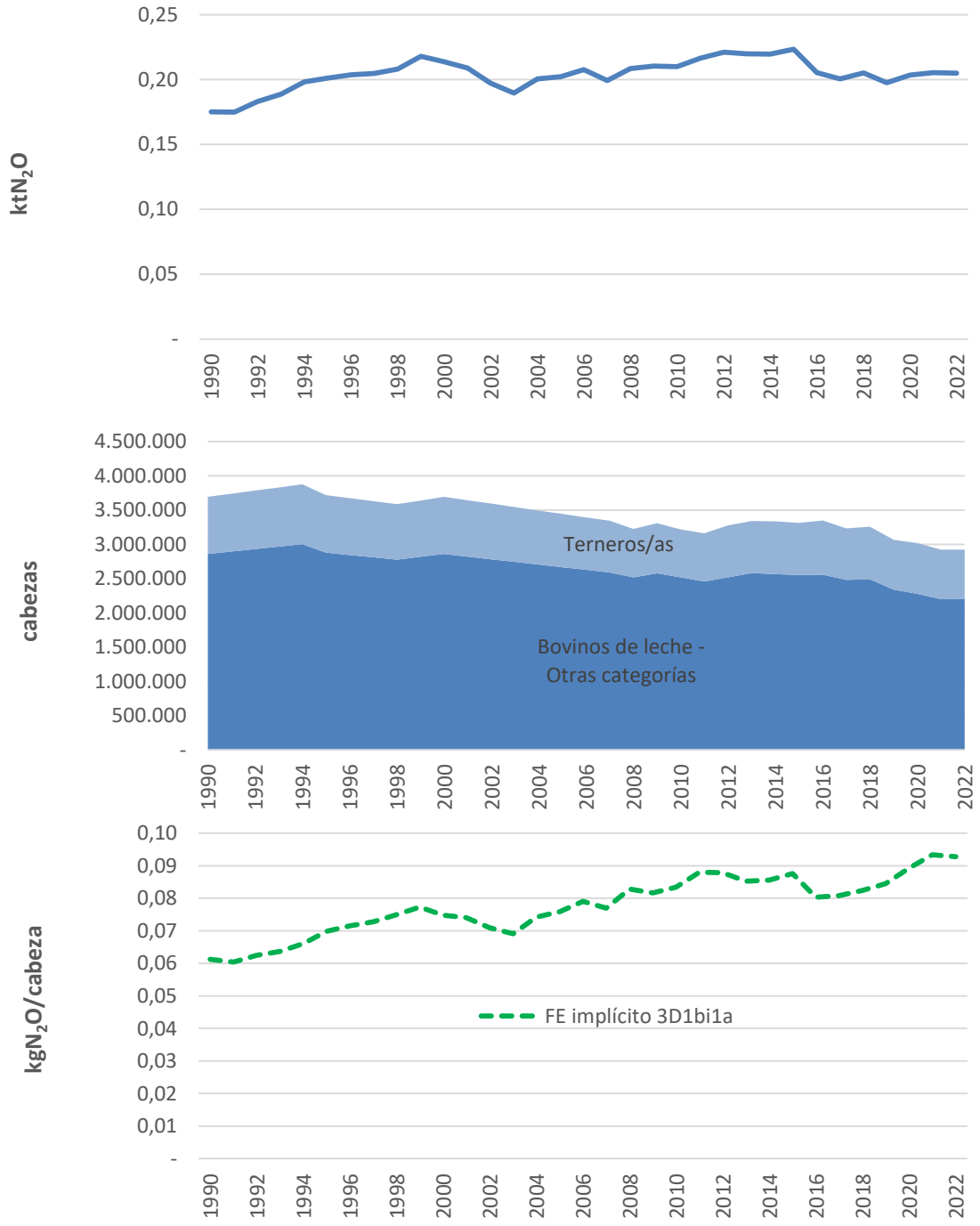
Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3ACai_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3ACai_HT_1990-2007_02 3ACai_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACai_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACai_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACai_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres:	3ACai_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad:	3AC_DA_1990-2007_01 3AC_DA_2008-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

A continuación, se observa la tendencia de las emisiones de la categoría. Se asume que los terneros y terneras no emiten. El FE implícito presenta variaciones debidas al aumento de productividad por cabeza.

Figura 306. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1bi1a (1990-2022)

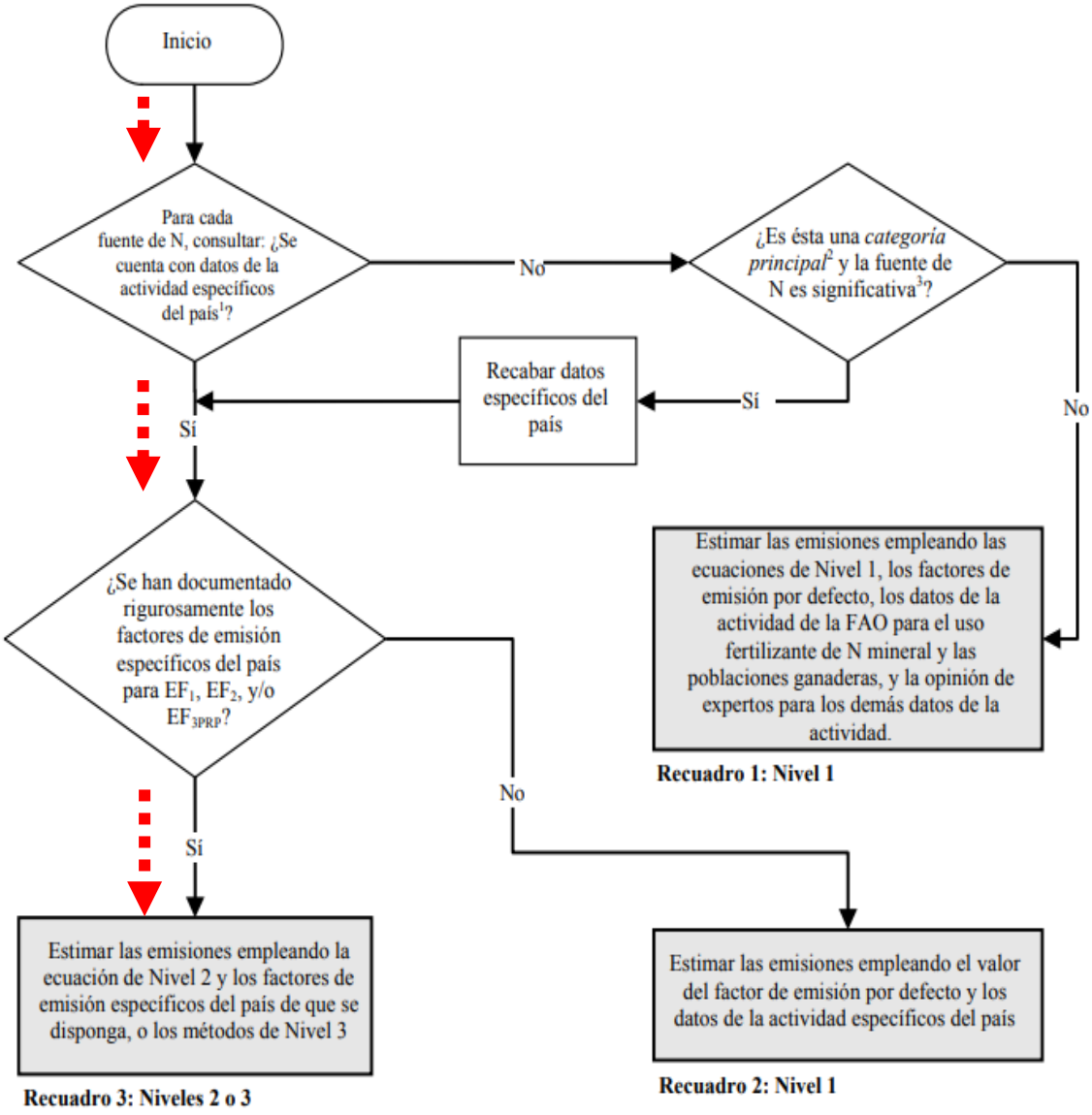


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 78. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Las emisiones provenientes de la aplicación de estiércol animal a los suelos se calculan para cada subcategoría de ganado a partir de la tasa de excreción anual de nitrógeno (N_{ex}). Se cuentan con datos específicos del país de existencias de ganado, de dieta y de proteína de la dieta por lo cual se estima el nitrógeno excretado con datos locales. Las estimaciones de las emisiones se realizaron utilizando la ecuación 11.1 de las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan valores por defecto del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Tabla 574. Valores del factor de emisión para la categoría 3D1bi1a – Directas Excretas En pasturas y de Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos Lecheros

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_1	Factor de emisión por aportes de nitrógeno de abonos orgánicos	kg N_2O–N/kg N	0,01	IPCC 2019– Cuadro 11.1	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es la cantidad total anual de fertilizante de N orgánico aplicado a los suelos, excepto el de animales en pastoreo (F_{ON}).

El F_{ON} proviene de cuatro componentes: aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo (F_{AM}), barros cloacales (F_{SEW}), compost (F_{COMP}) y otros (F_{OOA}). En el caso de los bovinos lecheros se estiman las emisiones provenientes de la aplicación de estiércol animal (F_{AM}).

El F_{AM} se calcula como lo indica la ecuación 11.4 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019, multiplicando la cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción (N_{MMS_Avb}) por la fracción del estiércol gestionado utilizada para alimento ($Frac_{ALIM}$), para combustible ($Frac_{COMBUST}$), y para la construcción ($Frac_{CNST}$). Como no se presenta información para las fracciones de estiércol antes nombradas el F_{AM} resulta ser el parámetro N_{MMS_Avb}, ya que se asume que la totalidad del N está disponible para su aplicación como fertilizante orgánico. El N_{MMS_Avb} se calcula mediante la ecuación 10.34 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019. Se asume que no hay aportes de nitrógeno proveniente de codigestatos añadidos a plantas de biogás, tales como residuos de alimentos o cultivos energéticos (N_{cdg}).

En las tablas siguientes se encuentran las ecuaciones para el cálculo de F_{ON} y los valores de $Frac_{pérdidaMS}$. Se utilizan los mismos valores de $Frac_{pérdidaMS}$ en cada MS para toda la serie temporal. Los %MS se definen por SM y se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales lecheros.

Tabla 575. Ecuaciones para el cálculo de F_{ON} para cada ganadería

Variable	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{ON}	Cantidad total anual de fertilizante de N orgánico aplicada a los suelos, excepto el de animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.3	kg N/año

Variable	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{AM}	Cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos	IPCC 2019 – Ecuación 11.4	kg N/año
N_{MMS_Avb}	Cantidad de N del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción,	IPCC 2019 – Ecuación 10.34	kg N/año
$Frac_{pérdidaMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	IPCC 2019 – Ecuación 10.34A	adimensional
$Frac_{N2MS}$	Fracción del estiércol gestionado que se pierde como nitrógeno gaseoso (N_2)	IPCC 2019 – Ecuación 10.34B	adimensional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 576. Parámetros para la obtención de F_{ON}

Variable	Descripción	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{GASMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	35%	IPCC 2019 – Cuadro 10.22	Laguna anaeróbica – Vacas lecheras
$Frac_{LEACHMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	0%	IPCC 2019 – Cuadro 10.22	Laguna anaeróbica - Vacas lecheras
EF_3	Factor de emisión directo desde el MS	0%	IPCC 2019 – Cuadro 10.21	Laguna anaeróbica
R	Relación entre el factor de emisión directo de N_2O desde el MS y el factor de emisión de N_2 del MS	3	IPCC 2019 – Cuadro 10.23	Único

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se encuentran los valores de los parámetros necesarios para estimar el N_{ex}, el N excretado total y el F_{ON} para el año 2022. El $N_{ingesta}$, CP y GE son parámetros calculados. Los valores de los últimos dos se encuentran en la Sección caracterización ganado bovino – Bovinos Lecheros. El N excretado total corresponde únicamente a la categoría de vacas en ordeñe, debido a que las demás subcategorías de ganado presentan un manejo del estiércol donde el 100% de las excretas quedan a campo.

Tabla 577. Parámetro $N_{retención}$ por subcategoría para calcular el N_{ex}

Variable	Categoría	Valor	Fuente de información	Criterio
$N_{retención}$	Vacas en ordeñe (LG y LV)	0,13	IPCC 2019 – Cuadro 10.22	Latinoamérica – Alta productividad

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 578. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos Lecheros (2022)

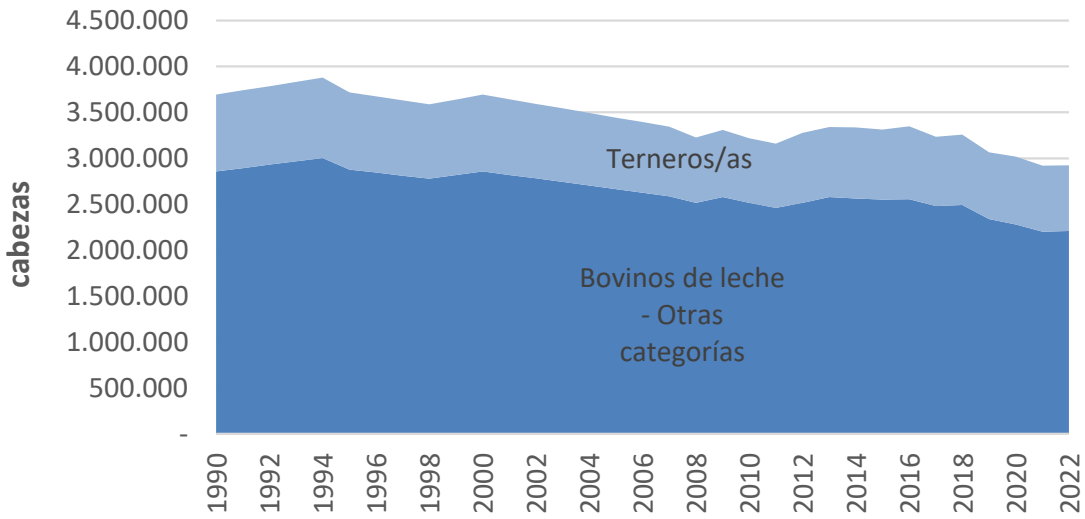
Categoría	Cabezas	$N_{EX}(t)$	$N_{EX}(t)$	NexMMs $-F_{LA}$	FON
		kg N/cabeza	kg N	kg N	kg N
Vacas	1.528.976	130	217.845.420	198.236.644	12.745.705

Fuente: Elaboración propia.

Existencias de ganado

El SENASA reporta el nivel de existencias en establecimientos de producción lechera al mes de marzo de cada año por departamento y subcategoría de ganado, identificado como el momento del año con el stock más representativo. Dicho valor es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una región a cada departamento. Las subcategorías de novillo y novillito pertenecen a las existencias de la producción de carne por lo cual no se toman en cuenta para la estimación de emisiones provenientes de los bovinos lecheros.

Figura 307. Evolución de las existencias de la producción de leche



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla están los valores de las existencias de bovinos lecheros por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 579. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
Buenos Aires Abasto Norte	29.192	13.850	3.149	10.343	308	-	165	57.007
Buenos Aires Abasto Sur	73.797	32.235	8.648	27.935	536	-	238	143.390
Buenos Aires Mar y Sierras	47.629	20.397	5.432	17.750	350	-	111	91.669
Buenos Aires Oeste	212.983	99.918	26.357	75.498	1.958	-	882	417.596
Buenos Aires Otros	25.236	10.126	3.818	8.376	321	-	93	47.969
Buenos Aires Sur	12.579	5.189	1.444	3.397	137	-	28	22.774
Chaco Santiagueño	24.328	7.933	5.341	7.594	634	-	61	45.891
Córdoba Noreste	16.562	7.470	2.272	4.984	257	-	82	31.626
Córdoba Sur	73.668	36.922	11.104	24.942	914	-	243	147.794
Córdoba Villa María	402.399	154.060	53.044	131.962	5.265	-	1.643	748.374
Entre Ríos Este	21.576	11.764	1.998	7.780	148	-	101	43.367
Entre Ríos Oeste	60.568	26.611	7.140	17.497	716	-	253	112.785
La Pampa Centro y Sur	21.204	9.176	3.275	6.588	195	-	224	40.662
La Pampa Noroeste	4.215	2.749	402	657	42	-	24	8.090
NEA	2.616	630	338	620	195	18	8	4.426
Patagonia	2.984	2.035	185	576	82	-	1	5.863
Salta Valle de Lerma	6.328	3.410	691	1.991	59	-	57	12.536
Santa Fe Centro	431.375	182.911	69.599	132.669	6.734	-	2.685	825.972
Santa Fe Sur	53.619	23.139	4.496	23.452	311	-	105	105.122
Tucumán Trancas	4.626	1.501	417	915	75	-	18	7.553
Valles Cordilleranos	1.492	365	121	331	19	4	-	2.333
Total	1.528.976	652.391	209.272	505.857	19.259	23	7.023	2.922.799

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones directas de N_2O provenientes de aplicación de abono orgánico de bovinos lecheros (3D1bi1a) se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 580. Incertidumbre de las categorías 3D1bi1a – Directas Excretas En pasturas Bovinos Lecheros y de 3D1bi1a – Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos lecheros (2022)

Categoría	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3D1bi1a	154,3%	4,37E-8	0,02%	1,87E-07%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta.

Tabla 581. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3D1ci1a

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	IPCC 2006 para dato local
$N_{retención}$	Tasa de N retenido para vacunos	Normal	25%	IPCC 2006
DE	Digestibilidad de la dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
CP	Contenido de proteína bruta en dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
FE_1	Factor de emisión por aportes de nitrógeno de abonos orgánicos	Lognormal	60%	IPCC 2006
FE_{3PRP}	Factor de emisión para emisiones de N_2O del nitrógeno del estiércol depositado en pasturas por vacunos, aves, y porcinos en pastoreo	Lognormal	55%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[275], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.

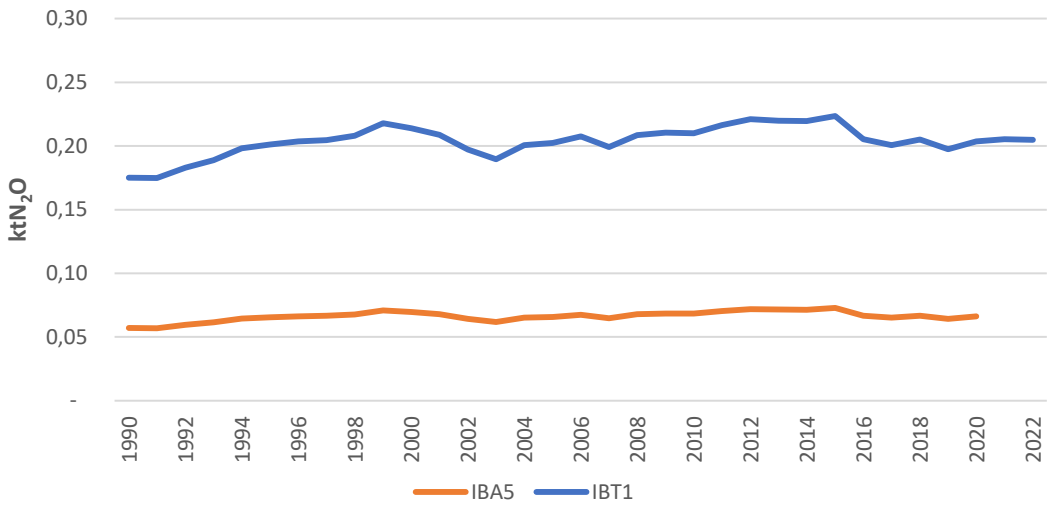
[275] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de SENASA del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Se utiliza el mismo indicador que para la categoría 3A1a – Fermentación entérica Bovinos Lecheros.

Recálculo y mejoras

Se actualizó la metodología de cálculo conforme a las Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Se puede observar el impacto de las modificaciones en la siguiente figura.

Figura 308. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1bi1a (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1bi1b – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Directas aplicación de abono orgánico bovinos de carne

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 582. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1bi1b – Directas aplicación de abono orgánico bovinos de carne

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1bi1b	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Bovinos de Carne	Emisiones de N_2O producidas directamente por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			Nivel 2

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 583. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1bi1b – Directas aplicación de abono orgánico bovinos de carne

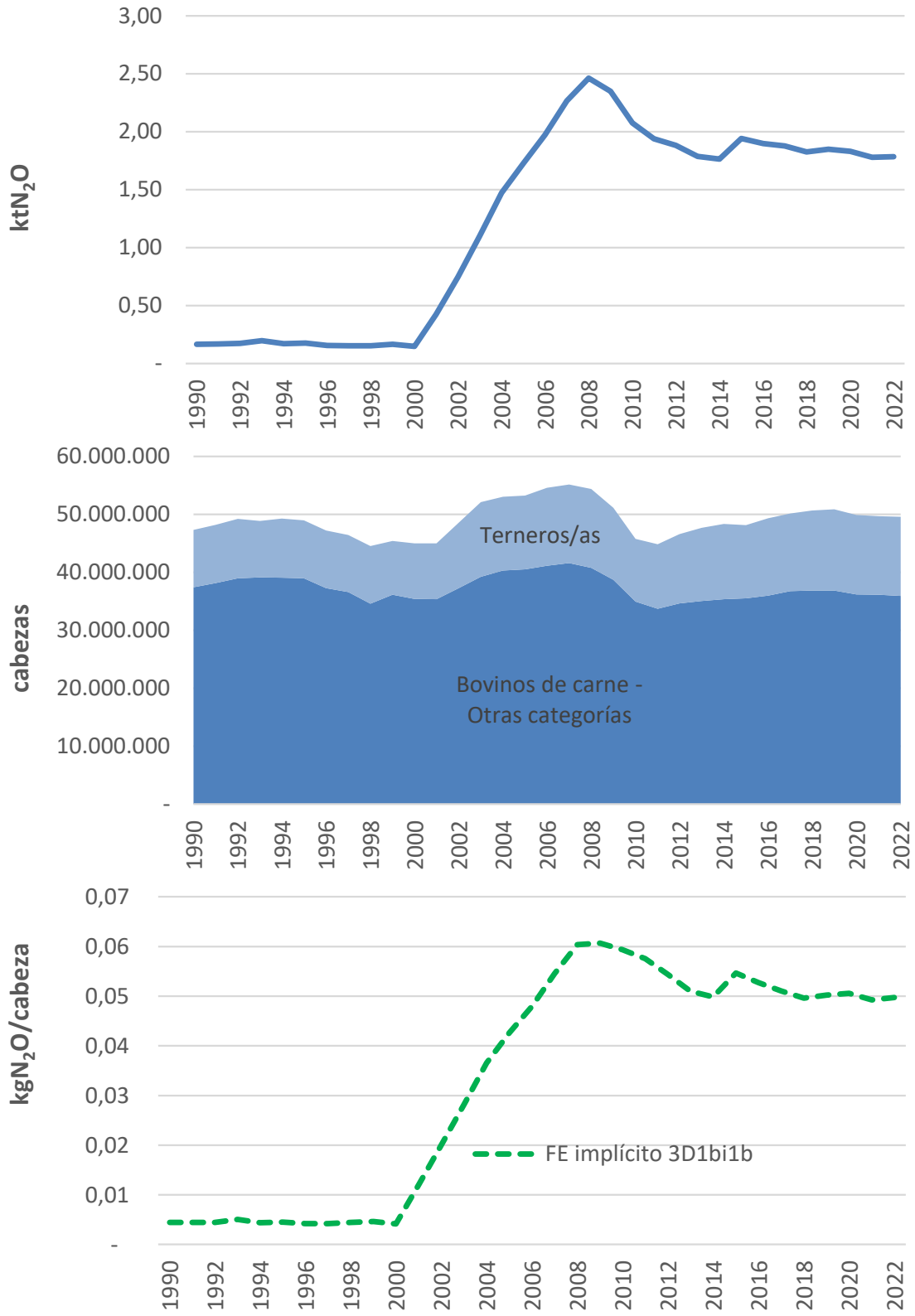
Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3ACaii_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3ACaii_HT_1990-2007_02 3ACaii_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACaii_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACaii_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACaii_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres:	3ACaii_IN_2020_00
Procesamiento de Datos actividad:	3AC_DA_1990-2007_01 3AC_DA_2008-2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

A continuación, se observa la tendencia de las emisiones para la categoría. Ésta presenta una variación similar a los DA. El FE implícito presenta una evolución que acompaña a la implementación progresiva de sistemas de producción más intensivos.

Figura 309. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1bi1b (1990-2022)

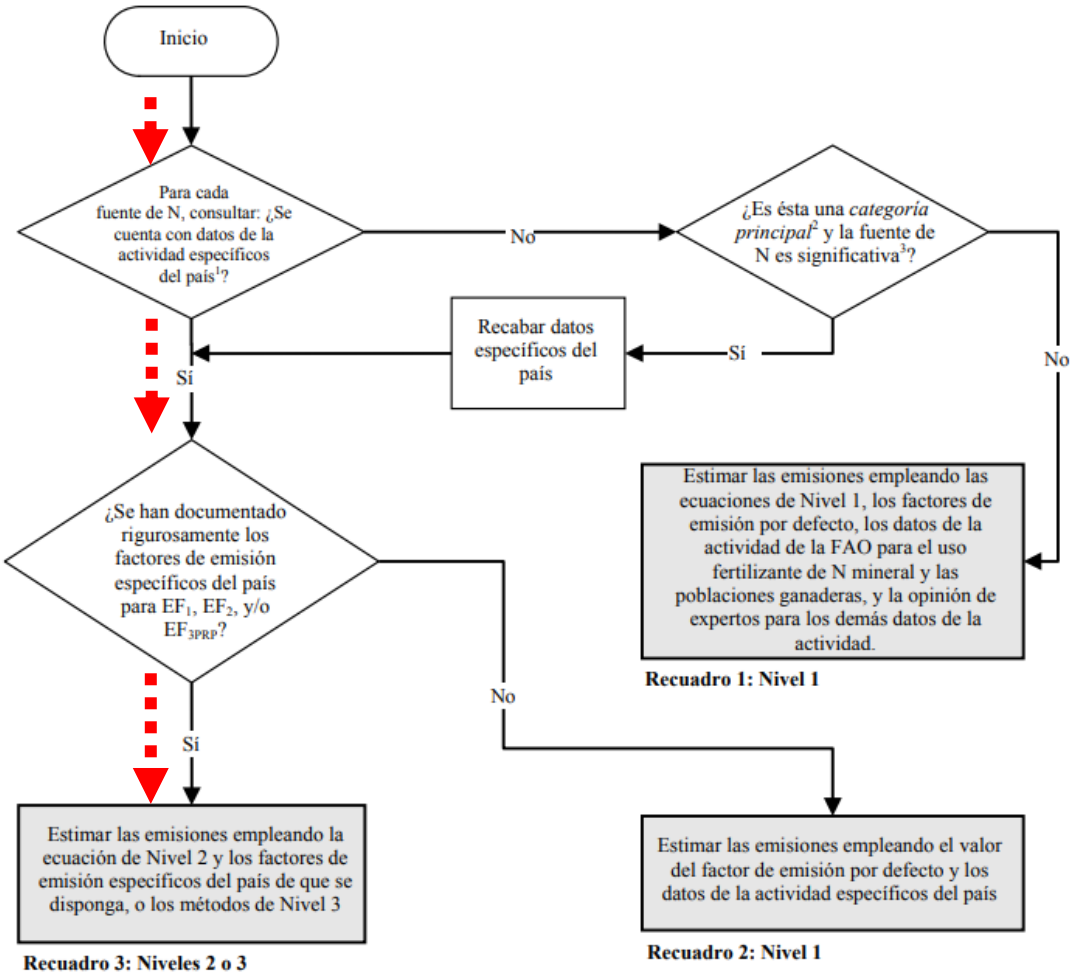


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 79. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Las emisiones provenientes de la aplicación de estiércol animal a los suelos se calculan para cada subcategoría de ganado a partir de la tasa de excreción anual de nitrógeno (N_{ex}). Se cuentan con datos específicos del país de existencias de ganado, de dieta y de proteína de la dieta por lo cual se estima el nitrógeno excretado con datos locales. Las estimaciones de las emisiones se realizaron utilizando la ecuación 11.1 de las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan valores por defecto del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Tabla 584. Parámetros para el cálculo de la categoría 3D1bi1b – Directas aplicación de abono orgánico bovinos de carne

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_1	Factor de emisión por aportes de nitrógeno de abonos orgánicos	kg N_2O–N/kg N	0,01	IPCC 2019– Cuadro 11.1	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es la cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicado a los suelos (F_{ON}). El F_{ON} puede provenir de cuatro componentes: aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo (F_{AM}), barros cloacales (F_{SEW}), compost (F_{COMP}) y otros (F_{OOA}).

El F_{AM} se calcula como lo indica la ecuación 11.4 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019. Se asume que la totalidad del N está disponible para su aplicación como fertilizante orgánico, ya que no se cuenta con información sobre las fracciones de estiércol utilizado como alimento, combustible o construcción. Por esta razón el F_{AM} es igual al parámetro N_{MMS_Avb}. El N_{MMS_Avb} se calcula mediante la ecuación 10.34 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019. Se asume que no hay aportes de nitrógeno proveniente de codigestatos añadidos a plantas de biogás, tales como residuos de alimentos o cultivos energéticos (N_{cdg}).

Los %MS se definen por SM y se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales de carne. En las tablas siguientes se encuentran las ecuaciones y los parámetros utilizados para el cálculo de F_{ON}, respectivamente. El $N_{ingesta}$, CP y GE son parámetros calculados. Los valores de los últimos dos se encuentran en la Sección caracterización ganado bovino – Bovinos de carne.

Tabla 585. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{ON}

Variable	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{ON}	Cantidad total anual de fertilizante de N orgánico aplicada a los suelos, excepto el de animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.3	kg N/año
F_{AM}	Cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos	IPCC 2019 – Ecuación 11.4	kg N/año
N_{MMS_Avb}	Cantidad de N del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción,	IPCC 2019 – Ecuación 10.34	kg N/año
$Frac_{pérdidaMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	IPCC 2019 – Ecuación 10.34A	adimensional
$Frac_{N2MS}$	Fracción del estiércol gestionado que se pierde como nitrógeno gaseoso (N_2)	IPCC 2019 – Ecuación 10.34B	adimensional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 586. Parámetros para la obtención de F_{ON}

Variable	Descripción	MS	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{GASMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	Distribución diaria	7%	IPCC 2019 – Cuadro 10.22	Otro ganado
		Corral de engorde	30%		
$Frac_{LEACHMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	Distribución diaria	0%	IPCC 2019 – Cuadro 10.22	Otro ganado
		Corral de engorde	3,5%		
EF_3	Factor de emisión directo desde el MS	Distribución diaria	0%	IPCC 2019 – Cuadro 10.21	Otro ganado
		Corral de engorde	2%		
R	Relación entre el factor de emisión directo de N_2O desde el MS y el factor de emisión de N_2 del MS	Todos	3	IPCC 2019 – Cuadro 10.23	Único

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se encuentran los valores de los parámetros necesarios para estimar el N_{ex}, el N excretado total y el F_{ON} para el año 2022. El $N_{ingesta}$, CP y GE son parámetros calculados. Los valores de los últimos dos se encuentran en la Sección caracterización ganado bovino – Bovinos de carne. Estos parámetros se presentan únicamente para las categorías de vaquillonas, novillos y novillitos, debido a que las demás subcategorías de ganado presentan un manejo del estiércol donde el 100% de las excretas quedan a campo, y por lo tanto no presentan valores de F_{ON}. La asignación del N_{ex} para situación de feedlot o pastura se asigna de acuerdo a los SM presentados en el Anexo Definición de sistemas modales de carne.

Tabla 587. Parámetro por subcategoría para calcular el N_{ex}

Categoría	Valor	Fuente de información	Criterio
Vaquillonas, novillos y novillitos en engorde - Feedlot	0,10	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Latinoamérica – ganado de feedlot
Vaquillonas, novillos y novillitos en engorde - Pastura	0,11	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Latinoamérica – vaquillonas y novillos en crecimiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 588. Parámetros calculados por subcategoría de ganado para la categoría 3D1bi1b – Directas aplicación de abono orgánico bovinos de carne (2022)

Categoría	Cabezas	$N_{EX(t)}$	N excretado total	F_{ON}
		kg N/cabeza	kg N	kg N
Vaquillonas	6.587.009	34	224.556.517	33.024.742
Novillos	2.483.459	43	106.003.943	30.178.229
Novillitos	4.116.146	42	173.141.117	50.303.124

Fuente: Elaboración propia

Existencias de ganado

El SENASA reporta el nivel de existencias de bovinos totales (incluye actividad de carne y leche) y bovinos en establecimientos de producción lechera al mes de marzo de cada año por departamento. Para obtener el nivel de existencias de bovinos de carne, se resta las existencias de ganadería de leche a las existencias totales, para cada una de las subcategorías de ganado. Esta sustracción entre existencias totales y existencias lecheras no se realiza para las subcategorías de novillo y novillito ya que se asume que dichos animales pertenecen a las existencias de la producción de carne.

En la siguiente tabla están los valores de las existencias de bovinos de carne por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 589. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de animal y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Novillos	Novillitos	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
SE	3.796.418	1.192.516	199.537	507.980	1.473.562	1.527.477	156.451	47	54.527	8.908.515
SO	2.142.365	607.320	149.764	326.824	825.570	853.254	88.638	31	29.247	5.023.013
O	2.080.149	721.674	378.199	628.305	877.212	829.979	84.160	14	31.633	5.631.326
N	2.708.428	986.696	580.477	870.702	1.138.892	1.061.360	116.398	179	45.201	7.508.335
NEA	5.730.120	1.706.167	747.873	957.424	1.363.484	1.395.541	279.214	2.054	64.092	12.245.968
NOA	2.223.168	755.484	224.178	455.237	628.037	571.803	116.794	755	71.748	5.047.204
Semiárida	1.966.460	470.250	169.278	314.216	367.632	373.808	83.198	43	23.404	3.768.288
Patagonia	754.054	145.603	33.644	55.211	176.081	216.500	35.524	652	9.763	1.427.032
Conurbano	5.873	1.299	508	246	1.935	2.063	253	-	17	12.195
Total	21.407.034	6.587.009	2.483.459	4.116.146	6.852.405	6.831.786	960.630	3.775	329.632	49.571.876

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones directas de N_2O provenientes de la aplicación de abono orgánico se reporta en la siguiente tabla.

Tabla 590. Incertidumbre de la 3D1bi1b – Directas aplicación de abono orgánico bovinos de carne (2022)

Categoría	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3D1bi1b	146,2%	2,97E-6 %	0,2%	1,27E-5%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta.

Tabla 591. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3D1bi1b

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	IPCC 2006 para dato local
$N_{retención}$	Tasa de N retenido para vacunos	Normal	25%	IPCC 2006
DE	Digestibilidad de la dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
CP	Contenido de proteína bruta en dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
FE_1	Factor de emisión por aportes de nitrógeno de abonos orgánicos	Lognormal	60%	IPCC 2006
FE_{3PRP}	Factor de emisión para emisiones de N_2O del nitrógeno del estiércol depositado en pasturas por vacunos, aves, y porcinos en pastoreo	Lognormal	55%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[276], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX.

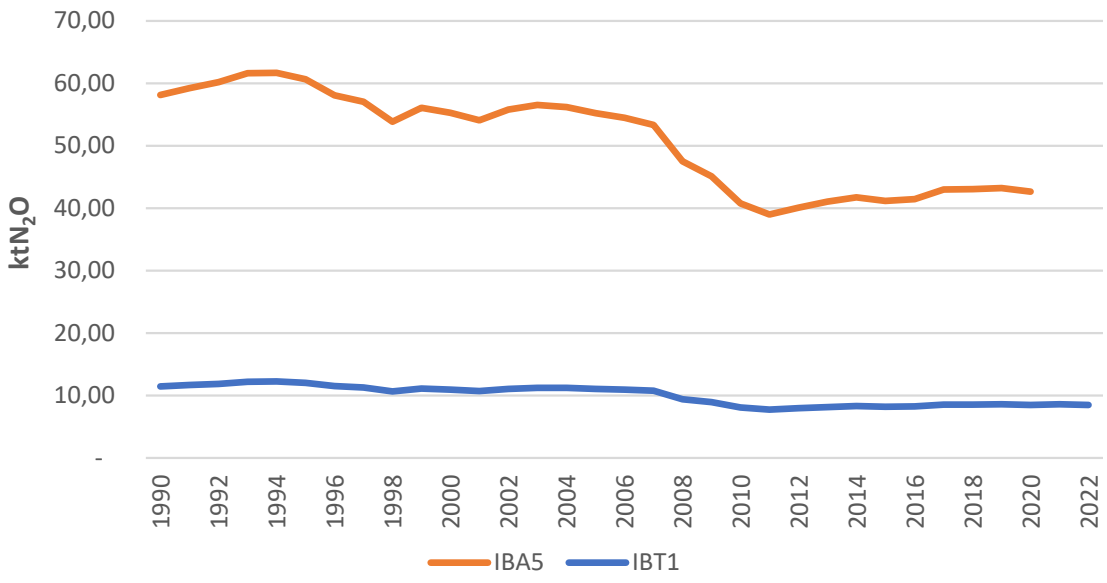
[276] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de SENASA del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Se utiliza el mismo indicador que para la categoría 3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne.

Recálculo y mejoras

Se actualizó la metodología de cálculo conforme al Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Se puede observar el impacto de las modificaciones en la siguiente figura.

Figura 310. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1bi1b (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1bi2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados –Aplicación de abono orgánico ovinos

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 592. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1bi2	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Ovinos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente por la cantidad de aportes de N orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal – Ovinos			NO

Fuente: Elaboración propia

No se estiman las emisiones de esta categoría ya que se considera que la ganadería ovina presenta un sistema de gestión del estiércol completamente a campo, por lo que la totalidad de las excretas quedan en praderas, prados y pasturas.

3D1bi3 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados –Aplicación de abono orgánico porcinos

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 593. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1bi3	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Porcinos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente por la cantidad de aportes de N orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal – Porcinos			Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal para el año 2022.

Tabla 594. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1bi3 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados –Aplicación de abono orgánico porcinos

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3ACh_P_00
Ruta de acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hoja de trabajo:	3ACh_HT_1990-2007_02 3ACh_HT_XXXX_02 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACh_HT_XXXX_01 (XXXX de 2017 a 2020) 3ACh_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres:	3ACh_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3ACh_DA_1990-2007_00 3ACh_DA_2021_00 3ACh_DA_2022_00
Compilación:	INGEI_HC_2022_00

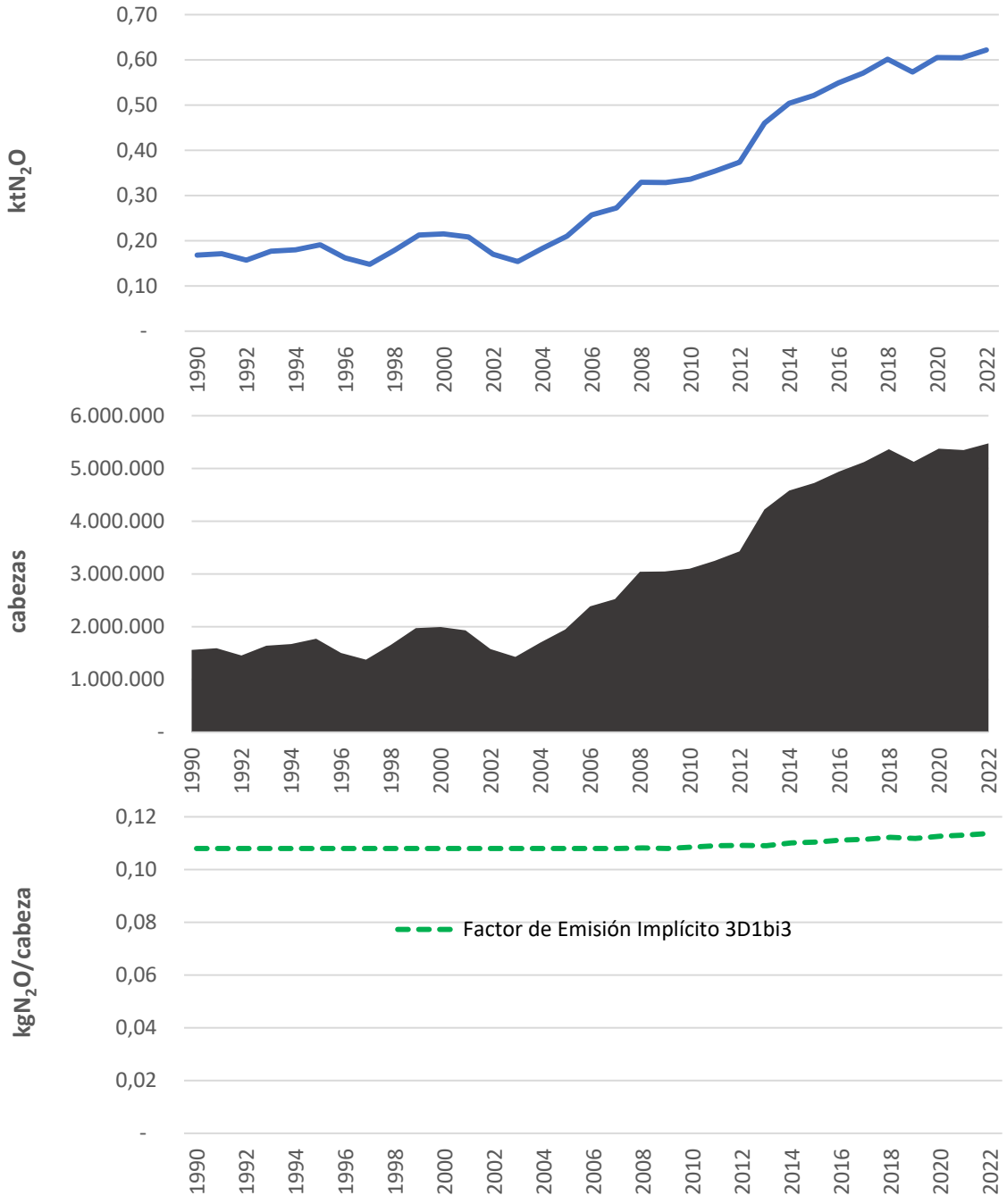
Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

Para una mejor visualización se graficaron las emisiones, los DA y el FE implícito de aves separadas de las otras ganaderías no bovinas. A su vez, se agruparon en “Otros” las existencias de camélidos, bubalinos, equinos, mulares y asnales.

La tendencia de las emisiones de N_2O se debe a la variación de las existencias de ganado. La pequeña variación en el FE implícito de N_2O para las ganaderías no bovinas, excepto aves, se debe a la participación de las diferentes ganaderías.

Figura 311. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1bi3 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados –Aplicación de abono orgánico porcinos

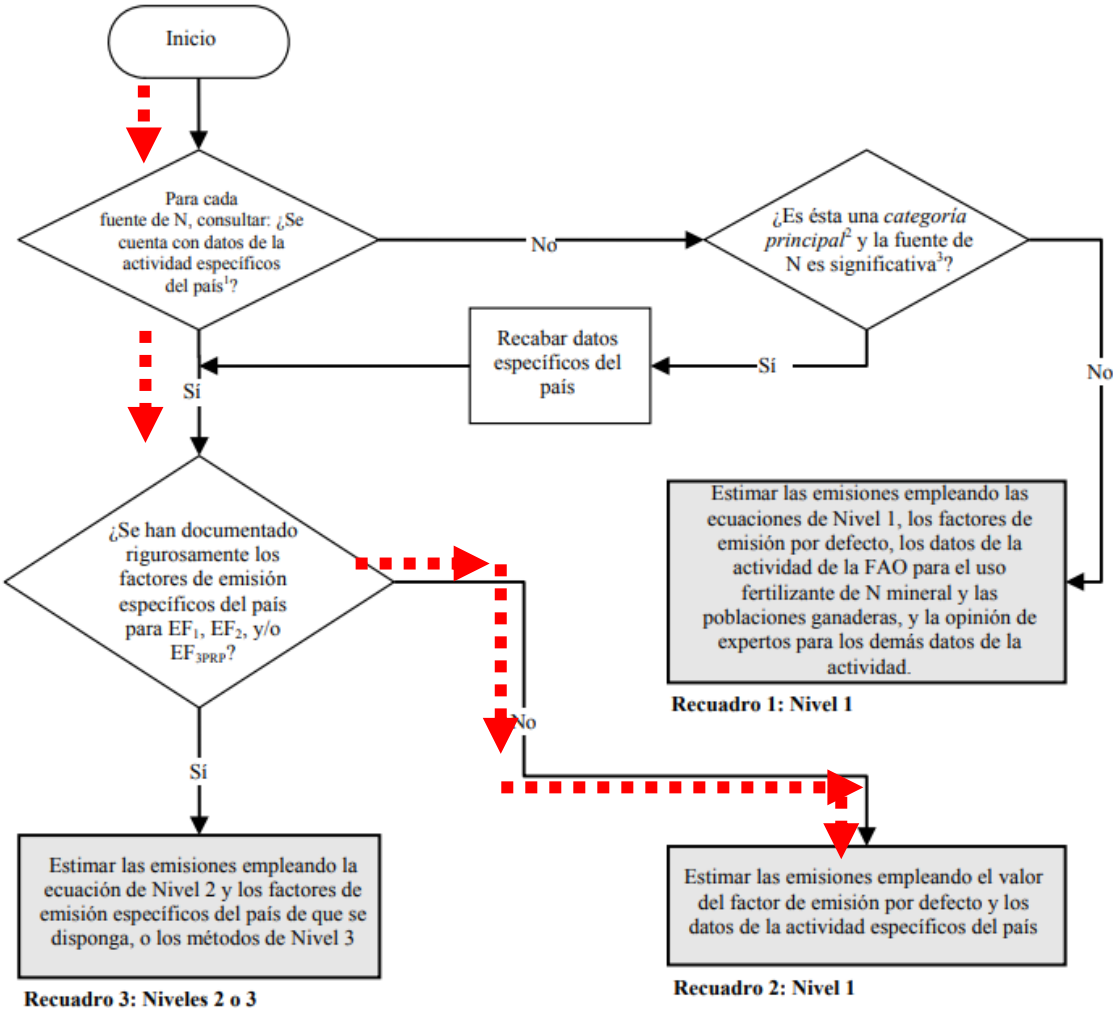


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 80. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se presentan datos locales de las existencias de las diferentes ganaderías. Sin embargo, no se presentan datos locales de los FE por lo cual la estimación de las emisiones se realiza con el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de las emisiones provenientes de la aplicación de abono orgánico se realizaron utilizando la ecuación 11.1 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 595. Factores de emisión de la categoría 3D1bi3 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados –Aplicación de abono orgánico porcinos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_1	Factor de emisión por aportes de nitrógeno de abonos orgánicos	kg N_2O–N/kg N	0,01	IPCC 2006 – Cuadro 11.1	Único.

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es la cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicado a los suelos (F_{ON}). En las tablas a continuación se detallan las ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{ON}.

Tabla 596. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{ON}

Variable	Definición	Ecuación / Fuente de información
F_{ON}	Cantidad anual de N aplicado como fertilizante orgánico a campo	IPCC 2006 – Ecuación 11.5
F_{AM}	Cantidad de N aplicado como fertilizante orgánico a campo	IPCC 2006 – Ecuación 11.4
N_{MMS_Avb}	Cantidad de nitrógeno de estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados o para alimento, combustible o para la construcción	IPCC 2006 – Ecuación 10.34
N_{ex}	Cantidad anual de nitrógeno excretado por porcinos	IPCC 2006 – Ecuación 10.30

Fuente: Elaboración propia

El F_{ON} proviene del nitrógeno de cuatro componentes: aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo (F_{AM}), barros cloacales (F_{SEW}), compost (F_{COMP}) y otros (F_{OOA}). En el caso de las ganaderías solo se incluyen las emisiones provenientes de la aplicación de estiércol animal (F_{AM}). Se asume que ninguna fracción del N_{MMS_Avb} se destina a construcción, combustible o alimentación, por lo que el parámetro F_{AM} es igual al N_{MMS_Avb}.

En las siguientes tablas se detallan los parámetros utilizados para el cálculo del F_{ON}.

Tabla 597. Parámetros por sistema de gestión del estiércol para el cálculo de F_{ON}

	%MS	$Frac_{pérdidaMS}$
Fuente	IPCC 2006 – Cuadros 10A-7/8	IPCC 2006 – Cuadro 10.23
Pasturas/prados/praderas	40%	0%
Distribución diaria	2%	0%
Almacenaje de sólidos	10%	50%

Corral de engorde	41%	0%
Camas profundas para vacunos y porcinos	7%	50%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 598. Parámetros por subcategoría para el cálculo de FON

Variable	Categoría	Unidades	Valor	Fuente
TAM	Todas	Kg.cabeza^{-1}	28	IPCC 2006 – Cuadro 10A.7/8
$N_{índice}$	Padrillos y cerdas	Kg N.día^{-1}.1000 kg de masa animal^{-1}	0,55	IPCC 2006 – Cuadro 10.19
$N_{índice}$	Lechones, capones, cachorros, cachorras y M.E.I.	Kg N.día^{-1}.1000 kg de masa animal^{-1}	1,57	

Fuente: Elaboración propia

El valor de F_{ON} para cada categoría porcina en el año 2022 se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 599. Valor de FON para cada subcategoría (2022)

Categoría	FON (Kg N/año)
Padrillos	373.961
Cerdas	2.678.271
Lechones	15.614.377
Capones	8.597.841
Cachorros	7.617.011
Cachorras	2.897.505
M.E.I.	1.819.952

Fuente: Elaboración propia

Tabla 600. Parámetros para la obtención de FON para porcinos (2022)

Acrónimo	Descripción	Sistema de gestión de estiércol	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{pérdidaMS}$	Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	Pastura/Prado/ Pradera	0%	IPCC 2006 – Cuadro 10.23	Las emisiones directas de N_2O de excretas en pasturas/prado/pradera se tratan en el Capítulo 11, Sección 11.2, Emisiones de N_2O de suelos gestionados.
		Distribución diaria	0%		Porcinos
		Almacenaje de sólidos	50%		

		Corral del engorde	0%		
		Camas profundas para vacunos y porcinos	50%		

Fuente: Elaboración propia

El valor de $N_{índice}$ es por defecto. Se toma del cuadro 10.19 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 601. Fuentes de los datos de actividad por categoría de ganadería

Acrónimo	TAM	$N_{ex}(t)$	$N_{índice}(t)$
Variable	Masa animal típica	Tasa de excreción de nitrógeno	Tasa de excreción de nitrógeno por defecto
Subcategoría (t)	kg/cabeza	kg N/cabeza/año	kg N/1000 kg masa animal /día
Padrillos	28	5,62	0,55
Cerdas	28	5,62	0,55
Lechones	28	16,05	1,57
Capones	28	16,05	1,57
Cachorros	28	16,05	1,57
Cachorras	28	16,05	1,57
M.E.I.	28	16,05	1,57

Fuente: Elaboración propia

Existencias de ganado

El número de cabezas de ganado y la fuente depende del tipo de ganadería. Las fuentes de información a lo largo de la serie temporal se encuentran en la siguiente tabla. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección caracterización de las ganaderías no bovinas.

Tabla 602. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería

Ganadería	Fuente de información serie temporal
Porcinos	Desde 1990 a 2007, el Área Técnica de MAGyP. Desde 2008 el SENASA.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación se presentan los DA por subcategoría para el año 2022.

Tabla 603. Existencias de ganado de porcinos (2022)

Variable	Subcategoría de ganado	Existencias
$N_{porcinos-padrillos}$	Padrillos	129.183
$N_{porcinos-cedras}$	Cerdas	925.196
$N_{porcinos-lechones}$	Lechones	1.889.587
$N_{porcinos-capones}$	Capones	1.040.475
$N_{porcinos-cachorros}$	Cachorros	921.779
$N_{porcinos-cachorras}$	Cachorras	350.644
$N_{porcinos-M.E.I}$	M.E.I.	220.243

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de la categoría se reporta en la siguiente tabla.

Tabla 604. Incertidumbre de la categoría 3D1bi3 – Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otros (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3D1bi3	20%	111,8%	143,0 %	3,46E-7	0,1%	1,48E-6%0,

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[277], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX de la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre

[277] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

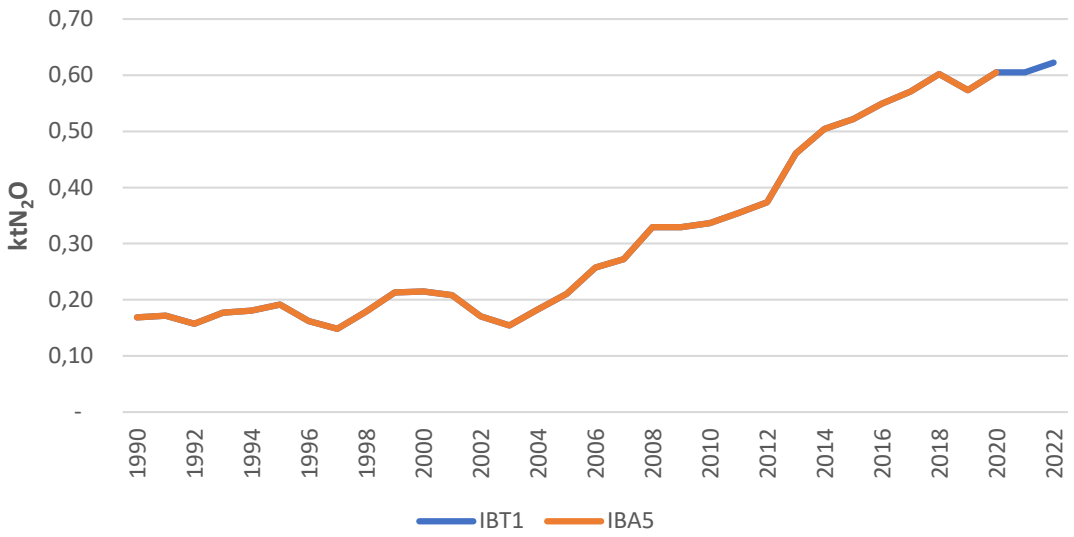
alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.

- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

Figura 312. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1bi3 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1bi4 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados –Fertilizante orgánico aplicado de otras ganaderías

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 605. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1bi4a	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Bubalinos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente por la cantidad de aportes de N orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal – Bubalinos			NO
3D1bi4b	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Camélidos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente por la cantidad de aportes de N orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal – Caprinos			NO
3D1bi4c	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Ciervos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente por la cantidad de aportes de N orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal – Camélidos			NE
3D1bi4d	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Caprinos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente por la cantidad de aportes de N orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal – Equinos			NO
3D1bi4e	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Equinos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente por la cantidad de aportes de N orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal – Mulares y asnales			NO
3D1bi4f	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Mulares y Asnales	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente por la cantidad de aportes de N orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal – Aves			NO
3D1bi4g	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Aves	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente por la cantidad de aportes de N orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal – Aves			Nivel 1
3D1bi4h	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Otras Ganaderías (ciervos, renos, animales con piel, avestruces, etc.)	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente por la cantidad de aportes de N orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal – Otras Ganaderías			NE

Fuente: Elaboración propia

No se estiman las categorías 3D1bi4c ni 3D1bi4h ya que no se cuenta con datos de actividad., Sólo se realizan estimaciones de aplicación de abono orgánico para aves ya que las otras ganaderías presentan un manejo de excretas 100% a campo.

No es categoría principal para el año 2022.

Tabla 606. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1bi4g – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de abono orgánico Aves

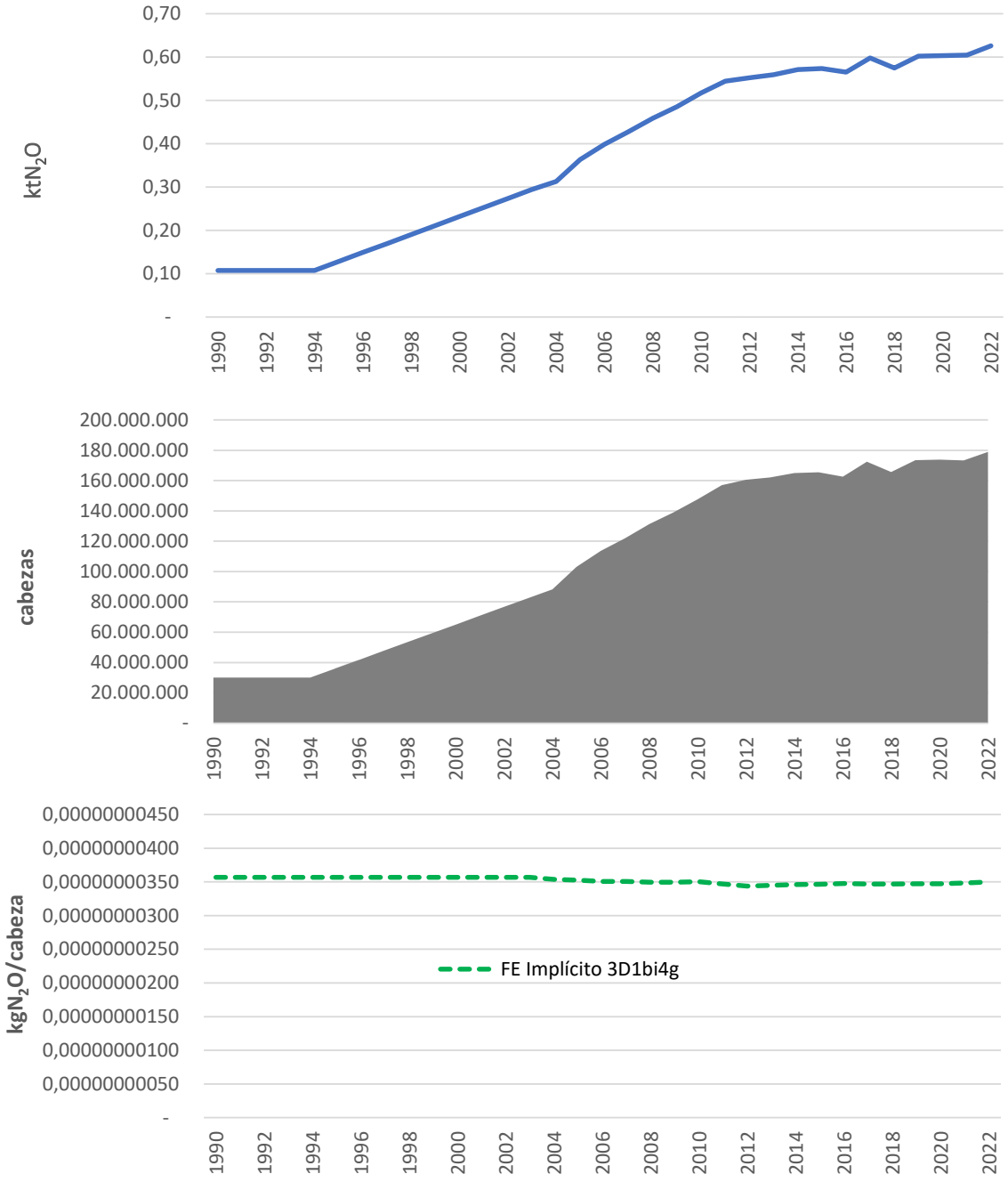
Sistema de archivo	
Procedimiento	3ACi_P_00
Hoja de trabajo	3ACi_HT_1990-2022_00
DA	3ACi_DA_1990- 2022_00
Incertidumbres	3ACi_IN_2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones de N_2O se debe a la variación de las existencias de aves.

Figura 313. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 3D1bi4g

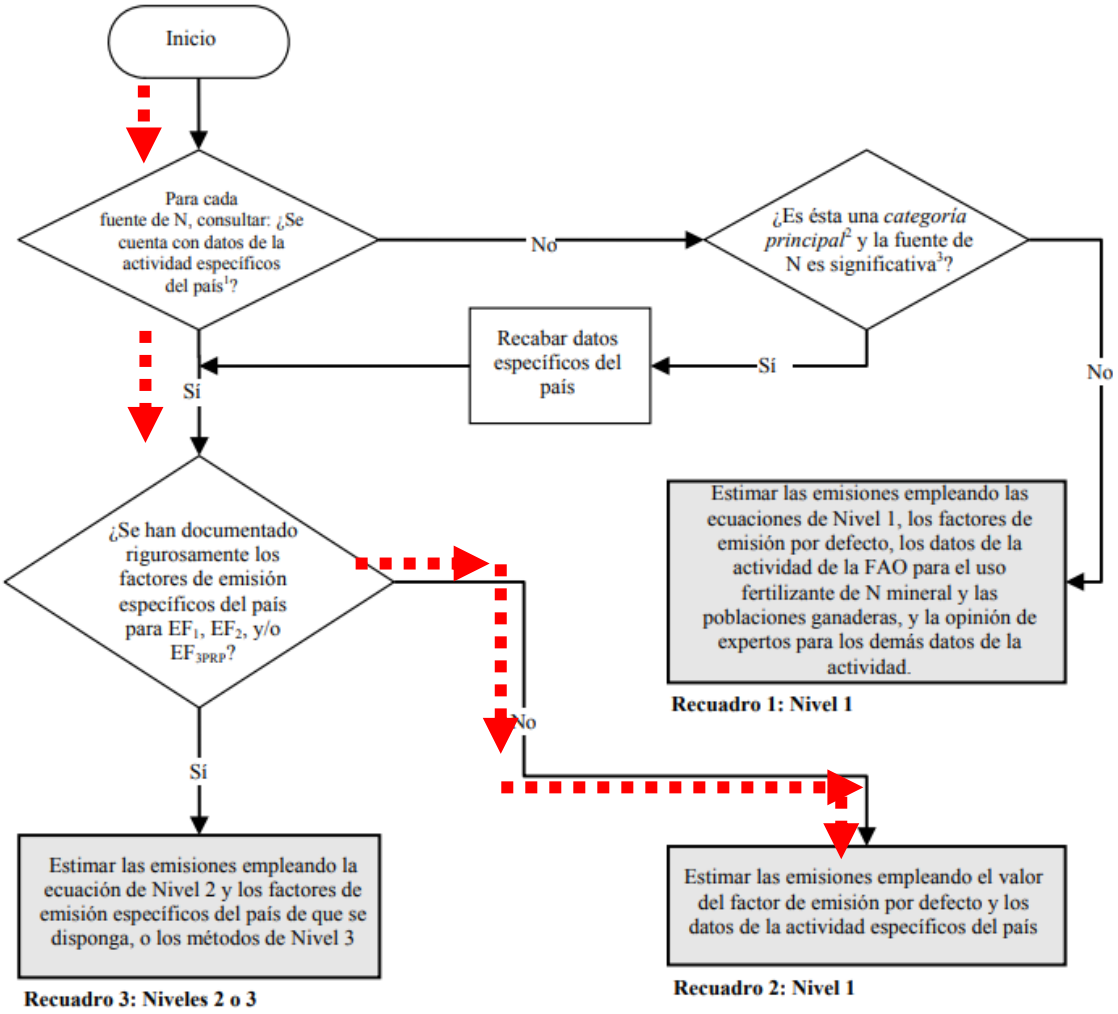


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 81. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Las estimaciones se realizaron utilizando la ecuación 11.1 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan valores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019.

Tabla 607. Factores de emisión de la categoría 3D1bi4g – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_1	Factor de emisión por aportes de nitrógeno de abonos orgánicos	kg N_2O–N/kg N	0,01	IPCC 2019 – Cuadro 11.1	Único.

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

En la tabla a continuación se detallan los porcentajes de participación por MS utilizados en cada subsistema

Tabla 608. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol para cada ganadería

Ganadería	MS	Porcentaje	Fuente de información
Aves	Estiércol de aves con hojarasca	100% (subcategoría parrilleros)	Dictamen experto
	Estiércol de aves sin hojarasca	100% (subcategoría ponedoras)	Dictamen experto

Fuente: Elaboración propia

El DA es la cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicado a los suelos (F_{ON}).

El F_{ON} proviene del nitrógeno de cuatro componentes: aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo (F_{AM}), barros cloacales (F_{SEW}), compost (F_{COMP}) y otros (F_{OOA}). En el caso de las ganaderías solo se incluyen las emisiones provenientes de la aplicación de estiércol animal (F_{AM}).

El F_{AM} se calcula como lo indica la ecuación 11.4 del Refinamiento del IPCC de 2019, multiplicando la cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción (N_{MMS_Avb}) por la fracción del estiércol gestionado utilizada para alimento ($Frac_{ALIM}$), para combustible ($Frac_{COMBUST}$), y para la construcción ($Frac_{CNST}$). Como no se presenta información para las fracciones de estiércol antes nombradas el F_{AM} resulta ser el parámetro N_{MMS_Avb}. Este parámetro se calcula mediante la ecuación 10.34 del Refinamiento del IPCC de 2019; como no se presenta información para la cantidad de nitrógeno proveniente de codigestatos agregados en plantas de biogás (N_{cdg}) este parámetro se considera cero.

Los %MS se definen por SM. En las tablas siguientes se encuentran las ecuaciones para el cálculo de F_{ON} y los valores de $Frac_{pérdidaMS}$, que se obtiene del cuadro 10.23 para porcinos y se calcula mediante la ecuación 10.34A para aves. El resto de las categorías animales no presenta valores de F_{ON} ya que la totalidad de las excretas quedan en pasturas, prados y praderas, por lo que sus emisiones directas e indirectas se tratan en el capítulo 11.

Tabla 609. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{ON}

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{ON}	N de agregados de N orgánico, aplicados a los suelos	Cantidad total anual de fertilizante de N orgánico, aplicada a los suelos, excepto el de animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.3	kg N/año
F_{AM}	N de estiércol animal aplicado a los suelos	Cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos	IPCC 2019 – Ecuación 11.4	kg N/año
N_{MMS_Avb}	N de estiércol gestionado disponible para aplicación en suelos gestionados, como alimento, combustible o en la construcción	Cantidad de N del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción	IPCC 2019 – Ecuación 10.34	kg N/año
$Frac_{pérdidaMS}$	N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol.	Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	IPCC 2019 – Ecuación 10.34A	adimensional
$Frac_{N2MS}$	n del estiércol gestionado que se pierde como N_2 en el sistema de gestión del estiércol	Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde como N_2 en el sistema de gestión del estiércol	IPCC 2019 – Ecuación 10.34B	adimensional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 610. Parámetros para la obtención de F_{ON} para aves (2022)

Acrónimo	Descripción	Sistema de gestión de estiércol	Valor (adimensional)	Fuente de información	Criterio
$Frac_{gas}$	Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde por volatilización en el sistema de gestión del estiércol	Estiércol de aves con hojarasca	0,40	Tabla 10.22	Estiércol de aves con y sin hojarasca
		Estiércol de aves sin hojarasca	0,48		
$Frac_{lixiviación}$	Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde por lixiviación o escorrentía en el sistema de gestión del estiércol	Estiércol de aves con y sin hojarasca	0		
FE_3	Factor de emisión directa de N_2O desde un sistema	Estiércol de aves con y sin hojarasca	0,001	Tabla 10.21	

Acrónimo	Descripción	Sistema de gestión de estiércol	Valor (adimensional)	Fuente de información	Criterio
	de gestión del estiércol				
R	Relación de emisiones de N_2: emisiones de N_2O	Estiércol de aves con y sin hojarasca	3	Tabla 10.23	Único

Fuente: Elaboración propia

Tabla 611. Valor de F_{ON} para cada subsistema (2022)

F_{ON} (Kg N/año)	
Ponedoras	15.980.348
Parrilleros	30.607.813

Fuente: Elaboración propia

El valor de $N_{índice}$ es por defecto. Se toma del cuadro 10.19 del Refinamiento del IPCC de 2019. La tabla a continuación presenta los valores de TAM, N_{ex} y $N_{índice}$ por ganadería.

Tabla 612. Fuentes de los datos de actividad por categoría de ganadería

Acrónimo	TAM	N_{ex}(t)	$N_{índice}$(t)
Variable	Masa animal típica	Tasa de excreción de nitrógeno	Tasa de excreción de nitrógeno por defecto
Subcategoría (t)	kg/cabeza	kg N/cabeza/año	kg N/1000 kg masa animal /día
Ponedoras	1,40	0,60	1,17
Parrilleros	0,90	0,40	1,23

Fuente: Elaboración propia

La coherencia de la serie temporal de los parámetros de aves se encuentra explicada en la categoría 3B4 Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías.

Existencias de ganado

El número de cabezas de ganado y la fuente depende del tipo de ganadería. Las fuentes de información a lo largo de la serie temporal se encuentran en la siguiente tabla. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección caracterización de las ganaderías no bovinas.

Tabla 613. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería

Ganadería	Fuente de información serie temporal
Aves	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2004 los datos de ponedoras provienen de la CAPIA y los de parrilleros son estimaciones de la Dirección de Porcinos Aves de Granja y No Tradicionales de la SAGyP.

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se presentan los DA por ganadería para el año 2022.

Tabla 614. Existencias de ganado de aves (2022)

Variable	Subcategoría de ganado	Existencias
$N_{aves\ –\ ponedoras}$	Ponedoras	51.800.000
$N_{aves\ –\ parrilleros}$	Parrilleros	127.100.000

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones directas de excretas en pasturas y aplicación de abono orgánico de ganaderías no bovinas se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 615. Incertidumbre de la categoría 3D1bi4g – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otros (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3D1bi4g	20%	111,8%	113,6%	2E-9	0,005%	1E-7

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[278], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX de la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El

[278] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.

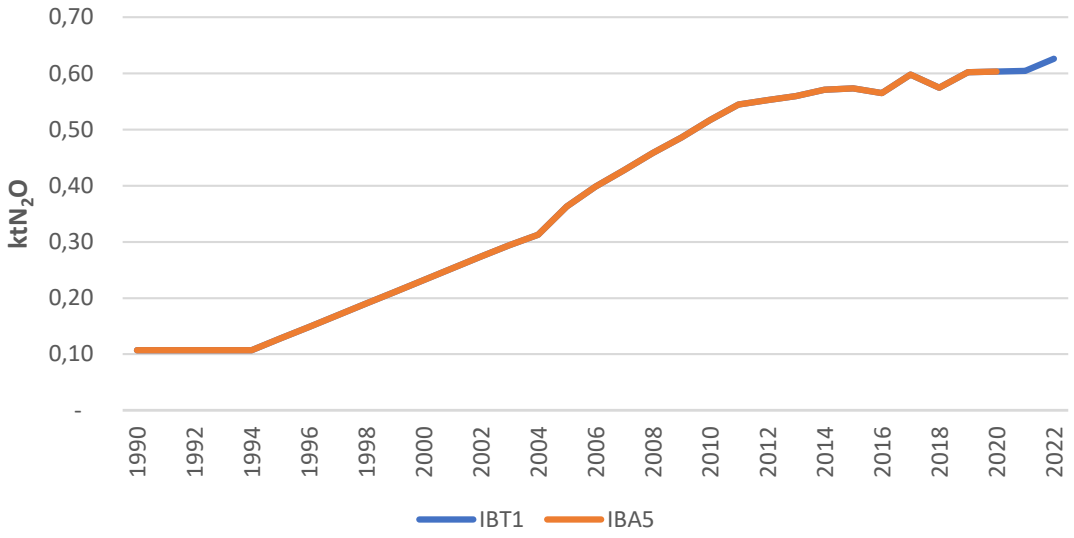
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

Los impactos de las modificaciones pueden observarse en los siguientes gráficos.

Figura 314. Comparativa tendencia de las emisiones para 3D1bi4g (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1c – Excretas en pasturas

3D1c1a –Bovinos Lecheros

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Se incluye la explicación del cálculo de emisiones directas provenientes de excretas en pasturas y aplicación de abono orgánico de bovinos lecheros. Según el SNI-GEI-AR las categorías presentan códigos distintos.

Tabla 616. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1c1a – Directas Excretas En pasturas Bovinos Lecheros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1c1a	Directas Excretas En pasturas Bovinos Lecheros	Emisiones de N_2O producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.	NA	NA	Nivel 2

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 617. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a las categorías 3D1c1a – Directas Excretas En pasturas y de Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos Lecheros

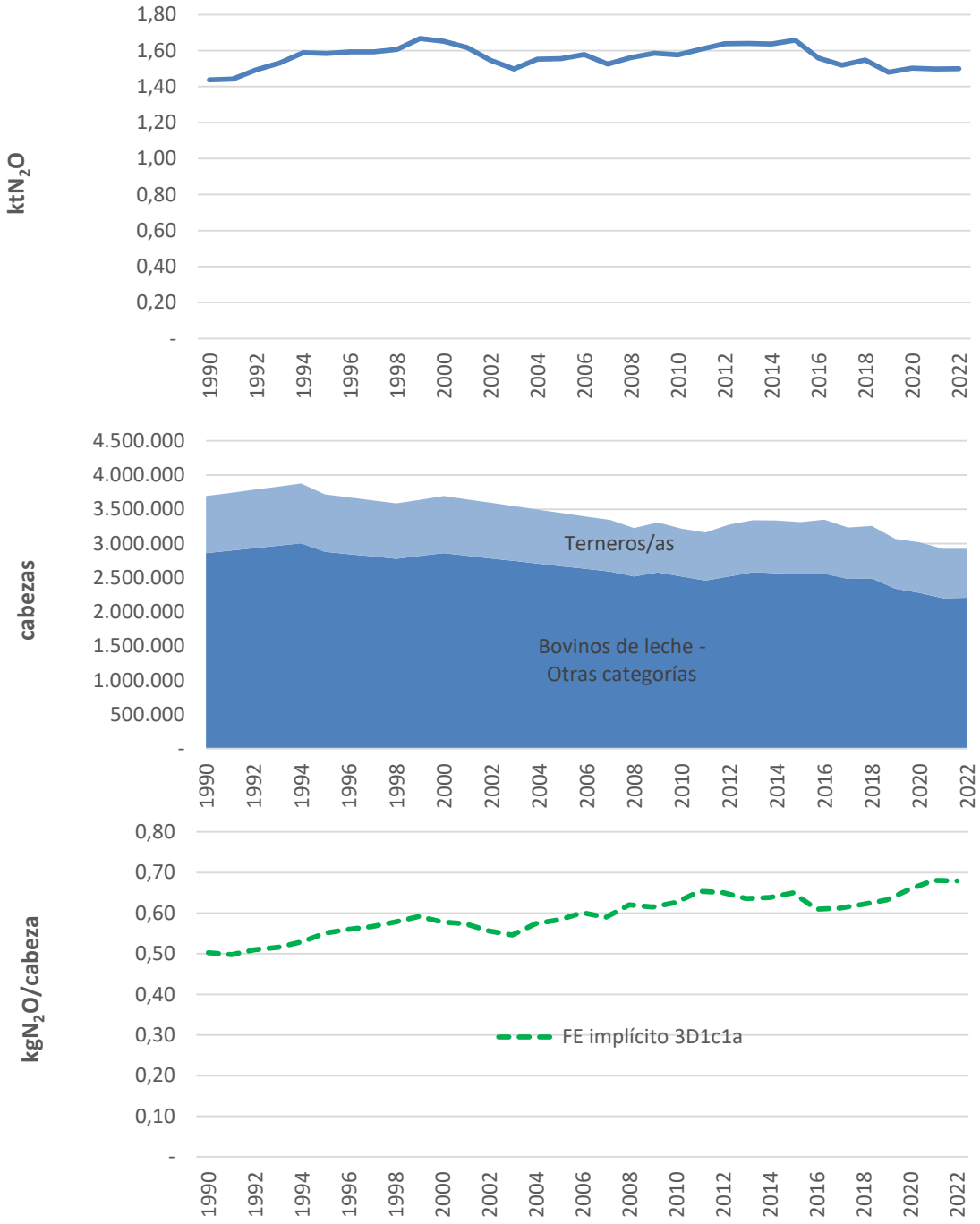
Sistema de archivo	
Procedimiento	3ACai_P_00
Ruta de Acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo	3ACai_HT_1990-2007_02 3ACai_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACai_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACai_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACai_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres	3ACai_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad	3AC_DA_1990-2007_01 3AC_DA_2008-2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

A continuación, se observa la tendencia de las emisiones de la categoría. Se asume que los terneros y terneras no emiten. El FE implícito presenta variaciones debidas al aumento de productividad por cabeza.

Figura 315. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1c1a (1990-2022)

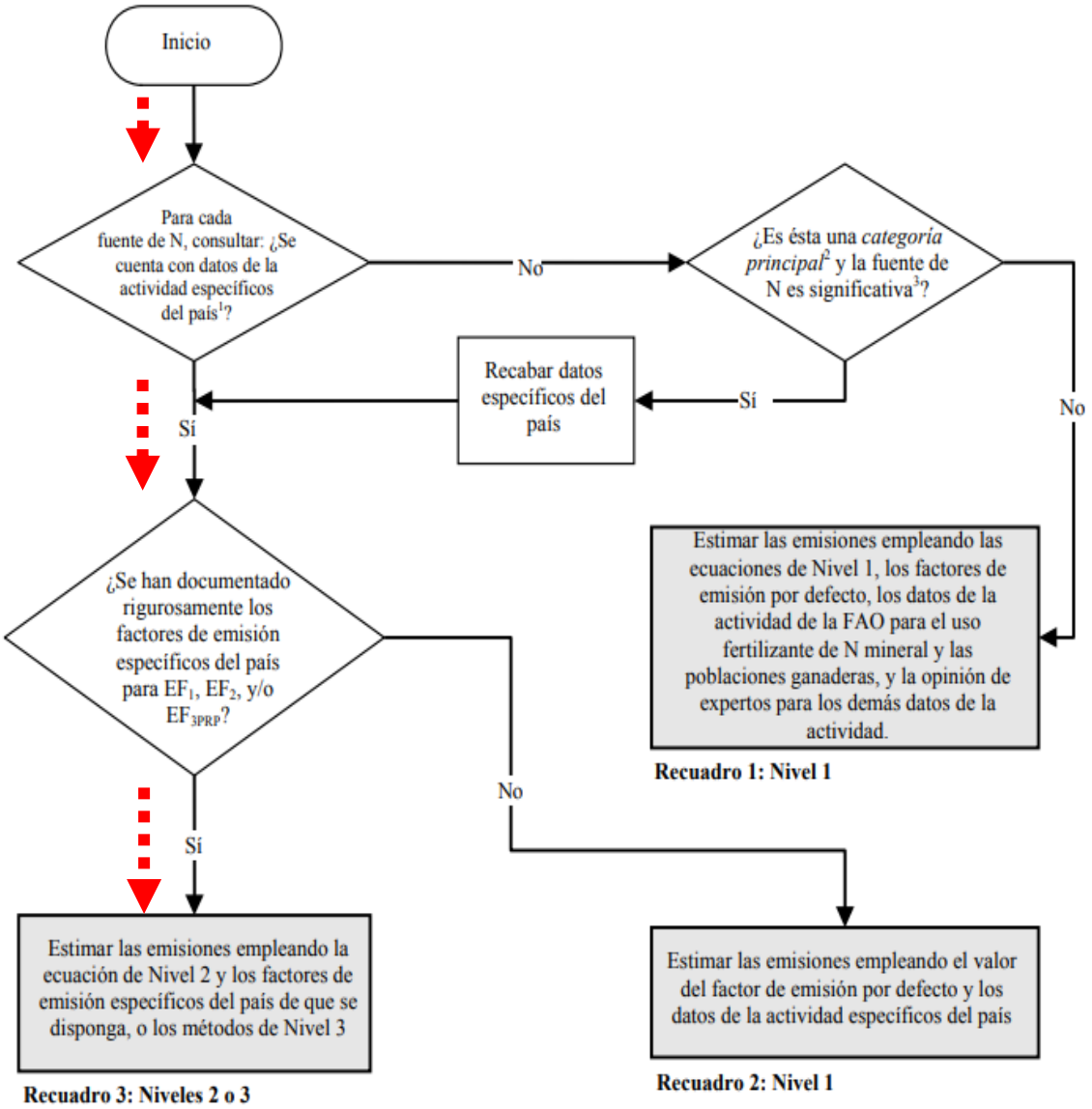


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 82. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Las emisiones provenientes de excretas en pasturas se calculan para cada subcategoría de ganado a partir de la tasa de excreción anual de nitrógeno (N_{ex}). Se cuentan con datos específicos del país de existencias de ganado, de dieta y de proteína de la dieta por lo cual se estima el nitrógeno excretado con datos locales. Las estimaciones de las emisiones se realizaron utilizando la ecuación 11.1 del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan valores por defecto del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Tabla 618. Valores del factor de emisión para la categoría 3D1c1a – Directas Excretas En pasturas Bovinos Lecheros

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{3PRP,CPP}$	Factor de emisión para emisiones de N_2O del nitrógeno del estiércol depositado en pasturas por vacunos, aves, y porcinos en pastoreo	kg N_2O–N/kg N	0,004	IPCC 2019 – Cuadro 11.1	Vacunos, aves, y porcinos en pastoreo

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es la cantidad anual de nitrógeno de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo (F_{PRP}). El F_{PRP} se estima mediante la ecuación 11.5 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019. Los %MS se definen por SM y se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales lecheros.

Tabla 619. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP}

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{PRP}	N de la orina y el estiércol depositado por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas	Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.5	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se encuentran los valores de los parámetros necesarios para estimar el N_{ex}, el N excretado total y el F_{PRP} para el año 2022. El $N_{ingesta}$, CP y GE son parámetros calculados. Los valores de los últimos dos se encuentran en la Sección caracterización ganado bovino – Bovinos Lecheros.

Tabla 620. Parámetro $N_{retención}$ por subcategoría para calcular el N_{ex}

Categoría	Valor	Fuente de información	Criterio
Vacas en ordeñe (LG y LV)	0,13	IPCC 2019 – Cuadro 10A.1	Latinoamérica – Alta productividad
Vacas secas (SG y SV)	0,07	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Latinoamérica – hembras adultas
Vaquillonas	0,08	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Latinoamérica – en crecimiento/reposición
Toros, toritos y bueyes	0	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Latinoamérica – machos adultos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 621. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría 3D1c1a – Directas Excretas en pasturas Bovinos Lecheros (2022)

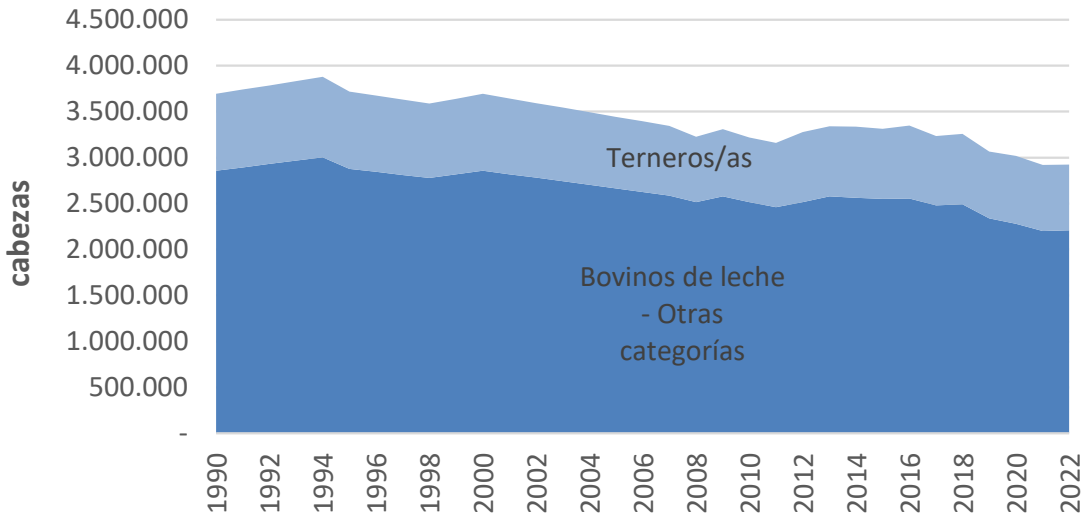
Categoría	Cabezas	$N_{EX(t)}$	N excretado total	F_{PRP}
		kg N/cabeza	kg N	kg N
Vacas	1.528.976	130	217.845.420	198.236.644
Vaquillonas	652.391	52	33.884.278	33.884.278
Terneros	209.272	-	-	-
Terneras	505.857	-	-	-
Toros	19.259	88	1.698.583	1.698.583
Bueyes	23	88	2.006	2.006
Toritos	7.023	83	582.806	582.806

Fuente: Elaboración propia.

Existencias de ganado

El SENASA reporta el nivel de existencias en establecimientos de producción lechera al mes de marzo de cada año por departamento y subcategoría de ganado, identificado como el momento del año con el stock más representativo. Dicho valor es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una región a cada departamento. Las subcategorías de novillo y novillito pertenecen a las existencias de la producción de carne por lo cual no se toman en cuenta para la estimación de emisiones provenientes de los bovinos lecheros.

Figura 316. Evolución de las existencias de la producción de leche



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla están los valores de las existencias de bovinos lecheros por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 622. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
Buenos Aires Abasto Norte	29.192	13.850	3.149	10.343	308	-	165	57.007
Buenos Aires Abasto Sur	73.797	32.235	8.648	27.935	536	-	238	143.390
Buenos Aires Mar y Sierras	47.629	20.397	5.432	17.750	350	-	111	91.669
Buenos Aires Oeste	212.983	99.918	26.357	75.498	1.958	-	882	417.596
Buenos Aires Otros	25.236	10.126	3.818	8.376	321	-	93	47.969
Buenos Aires Sur	12.579	5.189	1.444	3.397	137	-	28	22.774
Chaco Santiagueño	24.328	7.933	5.341	7.594	634	-	61	45.891
Córdoba Noreste	16.562	7.470	2.272	4.984	257	-	82	31.626
Córdoba Sur	73.668	36.922	11.104	24.942	914	-	243	147.794
Córdoba Villa María	402.399	154.060	53.044	131.962	5.265	-	1.643	748.374
Entre Ríos Este	21.576	11.764	1.998	7.780	148	-	101	43.367
Entre Ríos Oeste	60.568	26.611	7.140	17.497	716	-	253	112.785
La Pampa Centro y Sur	21.204	9.176	3.275	6.588	195	-	224	40.662
La Pampa Noroeste	4.215	2.749	402	657	42	-	24	8.090
NEA	2.616	630	338	620	195	18	8	4.426
Patagonia	2.984	2.035	185	576	82	-	1	5.863
Salta Valle de Lerma	6.328	3.410	691	1.991	59	-	57	12.536
Santa Fe Centro	431.375	182.911	69.599	132.669	6.734	-	2.685	825.972
Santa Fe Sur	53.619	23.139	4.496	23.452	311	-	105	105.122
Tucumán Trancas	4.626	1.501	417	915	75	-	18	7.553
Valles Cordilleranos	1.492	365	121	331	19	4	-	2.333
Total	1.528.976	652.391	209.272	505.857	19.259	23	7.023	2.922.799

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones directas de N_2O provenientes de excretas en pasturas se reporta en la siguiente tabla.

Tabla 623. Incertidumbre de las categorías 3D1c1a – Directas Excretas En pasturas Bovinos Lecheros y de 3D1bi1a – Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos lecheros (2022)

Categoría	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3D1c1a	103,5%	0,0035%	0,8%	0,01%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta.

Tabla 624. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3D1ci1a

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	IPCC 2006 para dato local
$N_{retención}$	Tasa de N retenido para vacunos	Normal	25%	IPCC 2006
DE	Digestibilidad de la dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
CP	Contenido de proteína bruta en dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
FE_1	Factor de emisión por aportes de nitrógeno de abonos orgánicos	Lognormal	60%	IPCC 2006
FE_{3PRP}	Factor de emisión para emisiones de N_2O del nitrógeno del estiércol depositado en pasturas por vacunos, aves, y porcinos en pastoreo	Lognormal	55%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[279], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del INGEI.

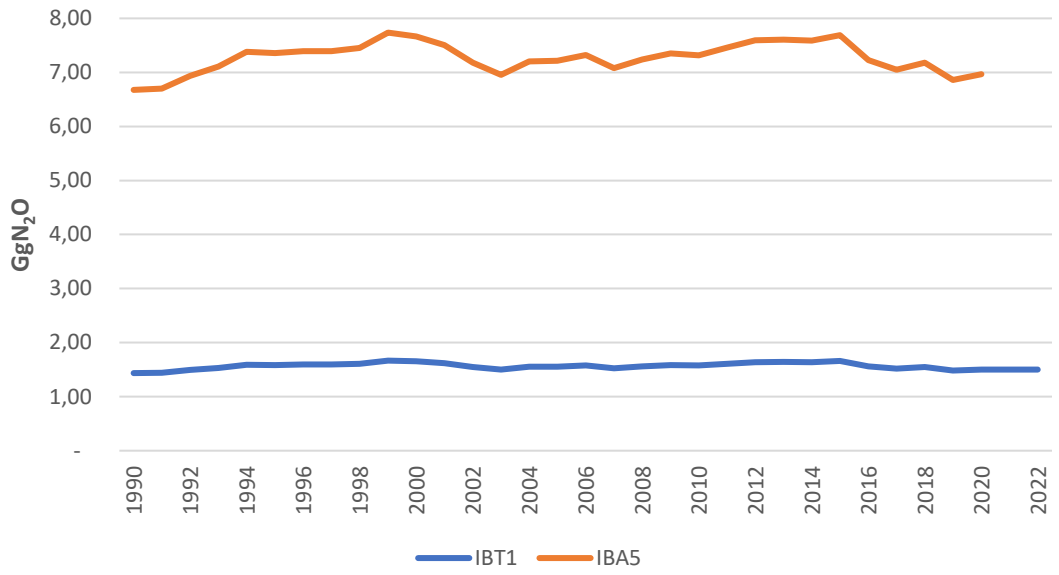
[279] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de SENASA del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Se utiliza el mismo indicador que para la categoría 3A1a – Fermentación entérica Bovinos Lecheros.

Recálculo y mejoras

Se actualizó la metodología de cálculo conforme a las Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Se puede observar el impacto de las modificaciones en la siguiente figura.

Figura 317. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1c1a (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1c1b – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas Bovinos de Carne

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Se incluye la explicación del cálculo de emisiones directas provenientes de excretas en pasturas y aplicación de abono orgánico de bovinos de carne. Según el SNI-GEI-AR las categorías presentan códigos distintos.

Tabla 625. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1c1b	Directas Excretas En pasturas Bovinos de Carne	Emisiones de N_2O producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 2

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 626. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne

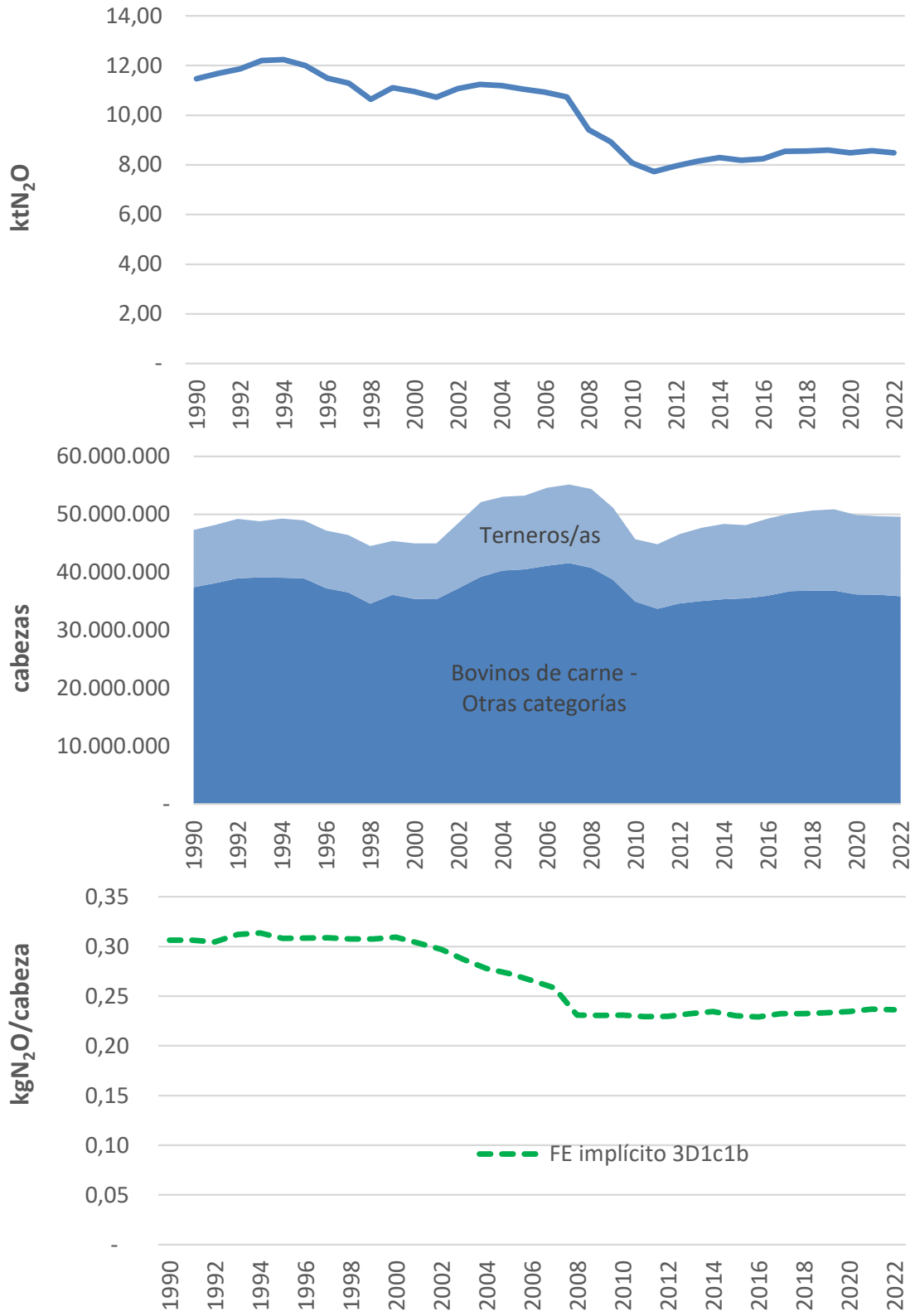
Sistema de archivo	
Procedimiento	3ACaii_P_00
Ruta de Acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo	3ACaii_HT_1990-2007_02 3ACaii_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACaii_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACaii_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACaii_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres	3ACaii_IN_2020_00
Procesamiento de Datos actividad	3AC_DA_1990-2007_01 3AC_DA_2008-2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

A continuación, se observa la tendencia de las emisiones para la categoría. Ésta presenta una variación similar a los DA. El FE implícito presenta una leve disminución ya que a partir de 2008 se realizaron los cálculos utilizando sistemas modales más detallados.

Figura 318. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1c1b (1990-2022)

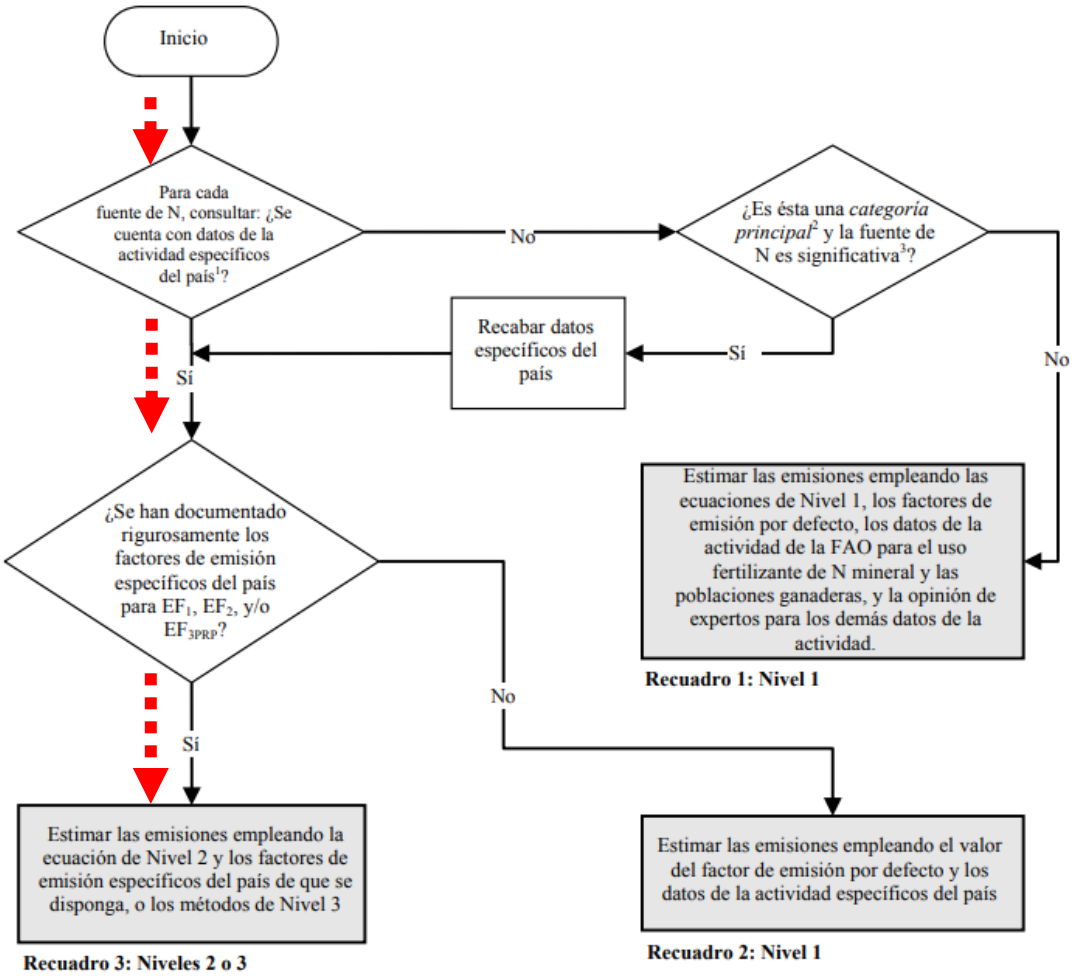


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 83. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Las emisiones provenientes de excretas en pasturas se calculan para cada subcategoría de ganado a partir de la tasa de excreción anual de nitrógeno (N_{ex}). Se cuentan con datos específicos del país de existencias de ganado, de dieta y de proteína de la dieta por lo cual se estima el nitrógeno excretado con datos locales. Las estimaciones de las emisiones se realizaron utilizando la ecuación 11.1 del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utiliza el FE por defecto del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Tabla 627. Parámetros para el cálculo de la categoría 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{3PRP,CPP}$	Factor de emisión para emisiones de N_2O del nitrógeno del estiércol depositado en pasturas por vacunos, aves, y porcinos en pastoreo	kg N_2O–N/kg N	0,004	IPCC 2019 – Cuadro 11.1	Vacunos, aves, y porcinos en pastoreo

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es la cantidad anual de nitrógeno de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo (F_{PRP}). El F_{PRP} se estima mediante la ecuación 11.5 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019. Los %MS se definen por SM y se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales de carne.

Tabla 628. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP}

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{PRP}	N de la orina y el estiércol depositado por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas	Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.5	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se encuentran los valores de los parámetros necesarios para estimar el N_{ex}, el N excretado total y el F_{PRP} para el año 2022. El $N_{ingesta}$, CP y GE son parámetros calculados. Los valores de los últimos dos se encuentran en la Sección Caracterización del ganado bovino – Bovinos de carne.

Tabla 629. Parámetro Nretención por subcategoría para calcular el Nex

Categoría	Valor	Fuente de información	Criterio
Vacas	0,07	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Latinoamérica – hembras adultas
Vaquillonas recría	0,08		Latinoamérica – en crecimiento/reposición
Vaquillonas, novillos y novillitos en engorde - Feedlot	0,10		Latinoamérica – ganado de feedlot
Vaquillonas, novillos y novillitos en engorde - Pastura	0,11		Latinoamérica – vaquillonas y novillos en crecimiento
Toros, toritos y bueyes	0		Latinoamérica – machos adultos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 630. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne (2022)

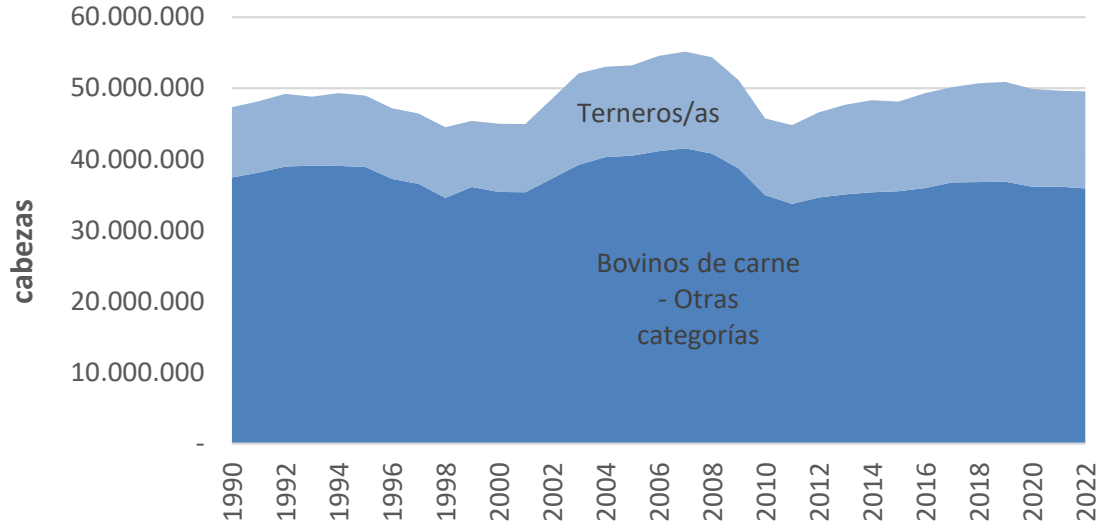
Categoría	Cabezas	$N_{EX(t)}$	N excretado total	F_{PRP}
		kg N/cabeza	kg N	kg N
Vacas	21.407.034	42	902.164.252	902.164.252
Vaquillonas	6.587.009	34	224.556.517	184.900.376
Novillos	2.483.459	43	106.003.943	72.144.374
Novillitos	4.116.146	42	173.141.117	116.158.017
Terneros	6.852.405	-	-	-
Terneras	6.831.786	-	-	-
Toros	960.630	57	54.892.079	54.892.079
Toritos	329.632	57	18.770.003	18.770.003
Bueyes	3.775	54	203.508	203.508

Fuente: Elaboración propia

Existencias de ganado

El SENASA reporta el nivel de existencias de bovinos totales (incluye actividad de carne y leche) y bovinos en establecimientos de producción lechera al mes de marzo de cada año por departamento. Para obtener el nivel de existencias de bovinos de carne, se resta las existencias de ganadería de leche a las existencias totales, para cada una de las subcategorías de ganado. Esta sustracción entre existencias totales y existencias lecheras no se realiza para las subcategorías de novillo y novillito ya que se asume que dichos animales pertenecen a las existencias de la producción de carne.

Figura 319. Evolución de las existencias de la producción de carne



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla están los valores de las existencias de bovinos de carne por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 631. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de animal y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Novillos	Novillitos	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
SE	3.796.418	1.192.516	199.537	507.980	1.473.562	1.527.477	156.451	47	54.527	8.908.515
SO	2.142.365	607.320	149.764	326.824	825.570	853.254	88.638	31	29.247	5.023.013
O	2.080.149	721.674	378.199	628.305	877.212	829.979	84.160	14	31.633	5.631.326
N	2.708.428	986.696	580.477	870.702	1.138.892	1.061.360	116.398	179	45.201	7.508.335
NEA	5.730.120	1.706.167	747.873	957.424	1.363.484	1.395.541	279.214	2.054	64.092	12.245.968
NOA	2.223.168	755.484	224.178	455.237	628.037	571.803	116.794	755	71.748	5.047.204
Semiarida	1.966.460	470.250	169.278	314.216	367.632	373.808	83.198	43	23.404	3.768.288
Patagonia	754.054	145.603	33.644	55.211	176.081	216.500	35.524	652	9.763	1.427.032
Conurbano	5.873	1.299	508	246	1.935	2.063	253	-	17	12.195
Total	**21.407.034**	**6.587.009**	**2.483.459**	**4.116.146**	**6.852.405**	**6.831.786**	**960.630**	**3.775**	**329.632**	**49.571.876**

Fuente: Elaboración propia. SE: Sudeste, SO: Sudoeste, O: Oestee, N: Norte, NEA: Noreste, NOA: Noroeste

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones directas de N_2O provenientes de excretas en pasturas se reporta en la siguiente tabla.

Tabla 632. Incertidumbre de la categoría 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne (2022)

Categoría	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3D1c1b	100,4%	0,1244%	5,0%	0,5%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta.

Tabla 633. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3D1c1b

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	IPCC 2006 para dato local
$N_{retención}$	Tasa de N retenido para vacunos	Normal	25%	IPCC 2006
DE	Digestibilidad de la dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
CP	Contenido de proteína bruta en dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
FE_1	Factor de emisión por aportes de nitrógeno de abonos orgánicos	Lognormal	60%	IPCC 2006
FE_{3PRP}	Factor de emisión para emisiones de N_2O del nitrógeno del estiércol depositado en pasturas por vacunos, aves, y porcinos en pastoreo	Lognormal	55%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[280], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBT.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX.

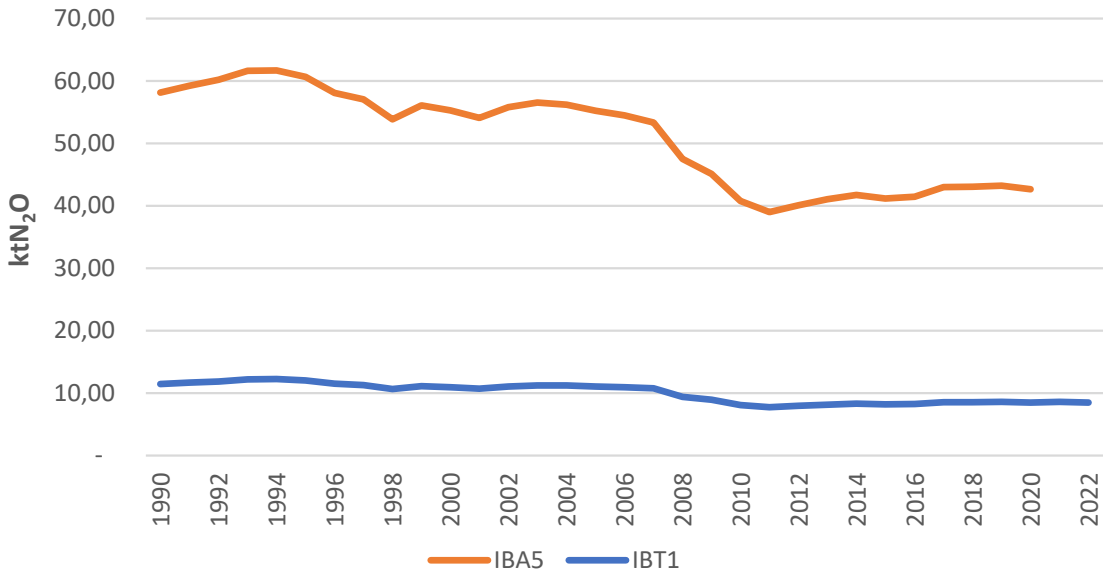
[280] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de SENASA del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Se utiliza el mismo indicador que para la categoría 3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne.

Recálculo y mejoras

Se actualizó la metodología de cálculo conforme al Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Se puede observar el impacto de las modificaciones en la siguiente figura.

Figura 320. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1c1b (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1c2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 634. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1c2	Directas Excretas En pasturas Ovinos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo – Ovinos.			Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel ni tendencia para el año 2022.

Tabla 635. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1c2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos

Sistema de archivo	
Procedimiento:	3ACc_P_00
Ruta de acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hoja de trabajo:	3ACc_HT_1990-2022_00
Incertidumbres:	3ACb_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3ACc_DA_1990-2022_00
Compilación:	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones de N_2O se debe a la variación de las existencias de ganado.

Figura 321. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito – 3D1c2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos

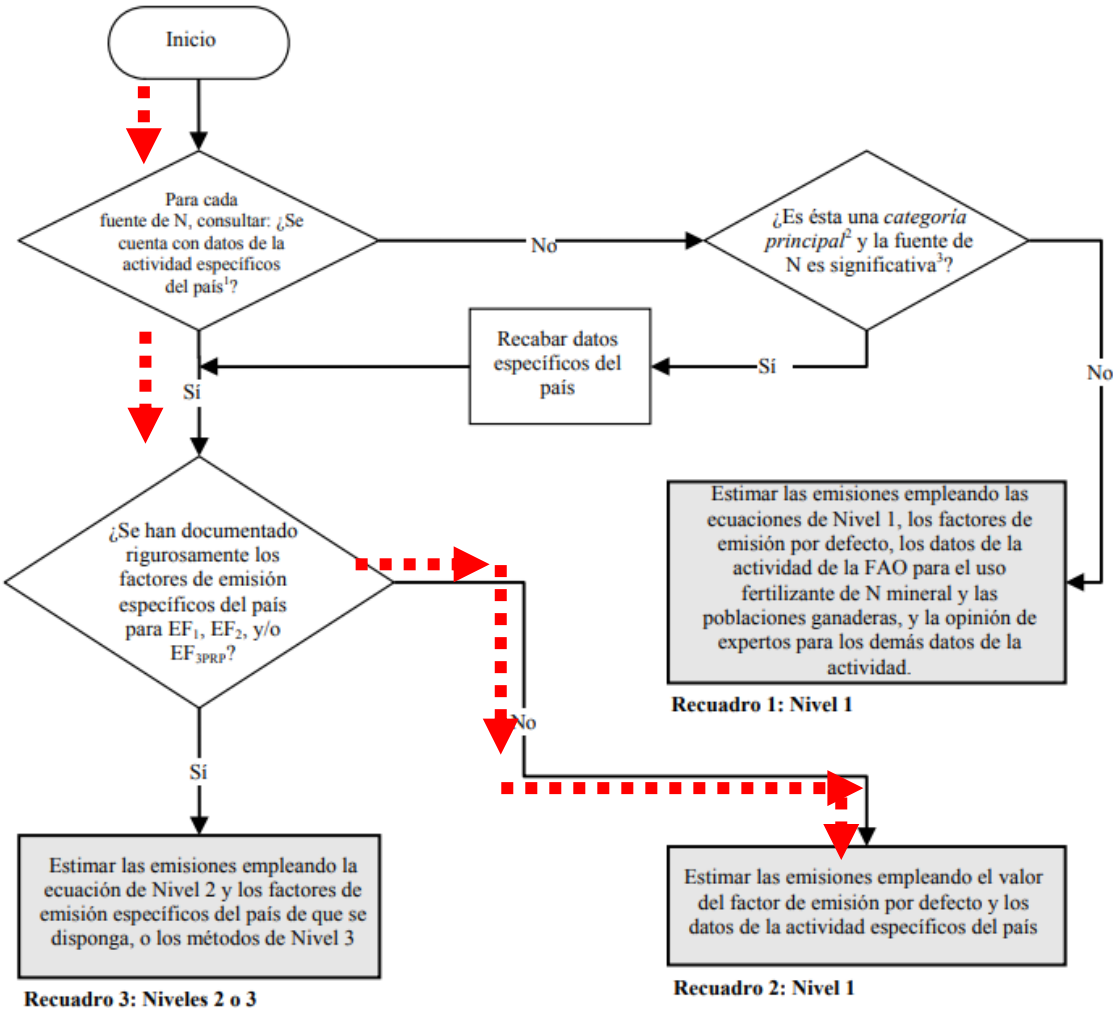


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 84. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados – 3D1c2 – Excretas en pasturas ovinos



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se presentan datos locales de las existencias de las diferentes ganaderías. Sin embargo, no se presentan datos locales de los FE por lo cual la estimación de las emisiones se realiza con el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de las emisiones se realizaron utilizando la ecuación 11.1 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan valores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019.

Tabla 636. Factores de emisión de la categoría 3D1c2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{3PRP,SO}$	Factor de emisión para emisiones de N_2O del nitrógeno del estiércol depositado en pasturas por ovejas y otros	kg N_2O–N/kg N	0,003	IPCC 2019 – Cuadro 11.1	Ovejas y otros

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El dato de actividad es la cantidad de nitrógeno excretada en praderas, prados y pasturas (F_{PRP}). Las ecuaciones y parámetros necesarios para su estimación se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 637. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP}

Variable	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{PRP}	Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.5	kg N/año
N_{ex}	Cantidad anual de nitrógeno excretado por ovinos	IPCC 2019 – Ecuación 10.30	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

Tabla 638. Parámetros utilizados para el cálculo de F_{PRP}

Variable	Definición	Unidades	Valor	Fuente
$\%MS_{PRP}$	Porcentaje de excretas que se gestionan en praderas, prados y pasturas	%	100	Dictamen experto
TAM	Masa animal típica	Kg	31	IPCC 2019 – Cuadro 10A.5
$N_{índice}$	Tasa de excreción de nitrógeno	Kg N.día^{-1}.1000 kg de masa animal^{-1}	0,32	IPCC 2019 – Cuadro 10.19

Fuente: Elaboración propia

El valor de F_{PRP} para el año 2022 se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 639. Valor de F_{PRP} para ganadería ovina (2022)

Variable	Valor
F_{PRP}	45.121.848

Fuente: Elaboración propia

Existencias de ganado

El número de cabezas de ganado y la fuente depende del tipo de ganadería. Las fuentes de información a lo largo de la serie temporal se encuentran en la siguiente tabla. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección caracterización de las ganaderías no bovinas.

Tabla 640. Fuentes de los datos de actividad para la categoría 3D1c2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos

Período	Fuente de información serie temporal
1990-2007	PROLANA (MAGyP).
2008-2022	SENASA.

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se presentan los DA para el año 2022.

Tabla 641. Existencias de ganado ovino (2022)

Variable	Existencias
$N_{(ovinos)}$	12.461.845

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones directas de excretas en pasturas y aplicación de abono orgánico de ganaderías no bovinas se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 642. Incertidumbre de la categoría 3D1c2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos (2022)

Incertidumbre DA	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
20%	111,8%	113,6%	2E-9	0,005%	1E-7

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[281], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

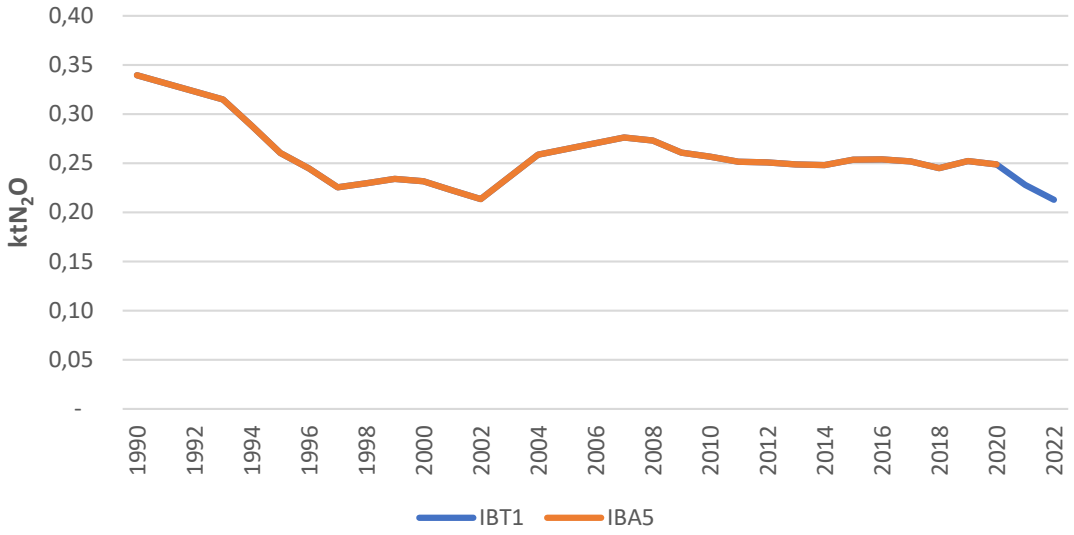
[281] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX de la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

Figura 322. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1c2 (IBA5 - IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1c3 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 643. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1c3	Directas Excretas En pasturas Porcinos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo – Porcinos.			Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal para el año 2022.

Tabla 644. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1c3– Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos

Sistema de archivo	
Procedimiento:	3ACh_P_00
Ruta de acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hoja de trabajo:	3ACh_HT_1990-2007_02 3ACh_HT_XXXX_02 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACh_HT_XXXX_01 (XXXX de 2017 a 2020) 3ACh_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)

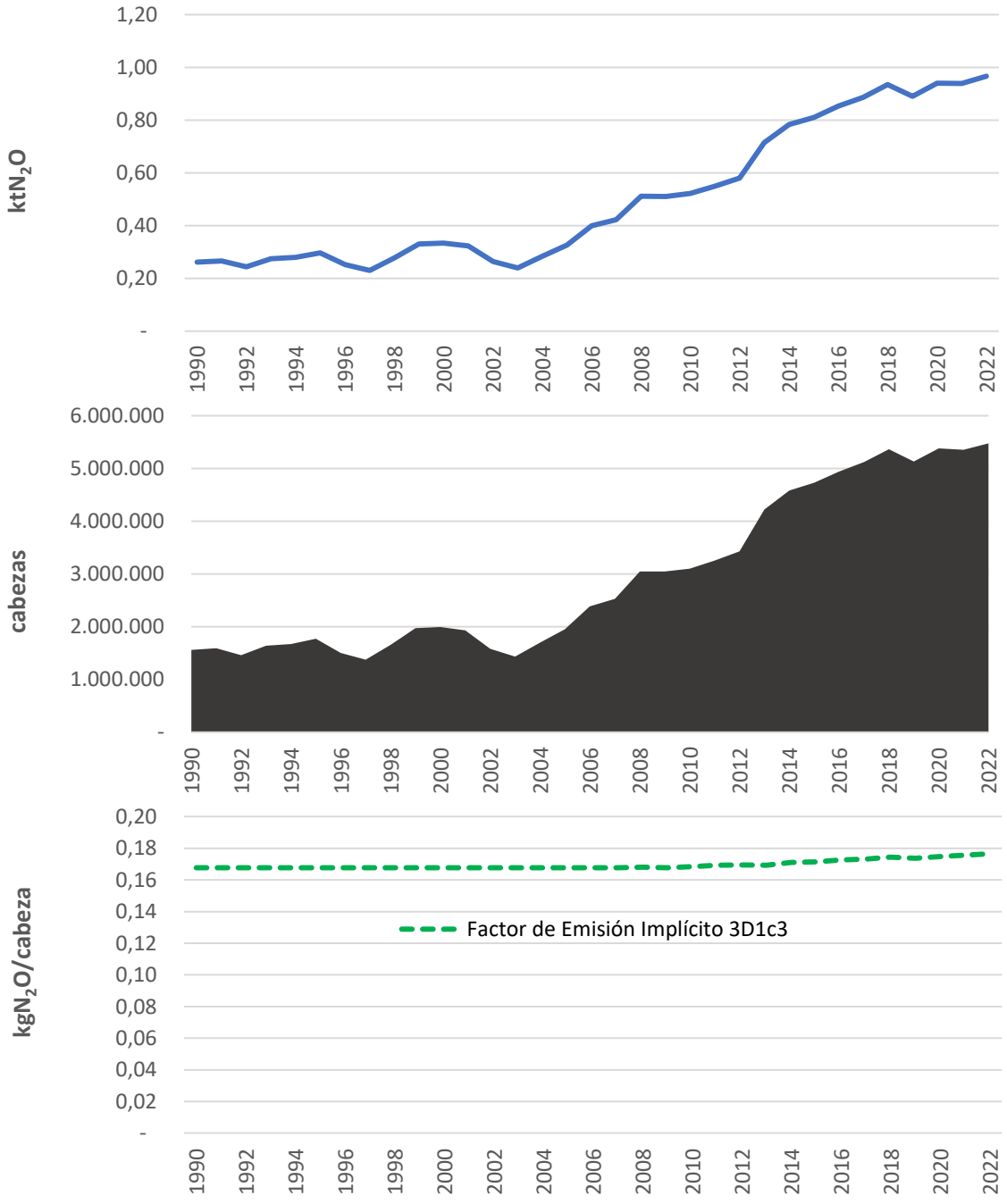
Sistema de archivo	
Incertidumbres:	3ACh_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3ACh_DA_1990-2007_00 3ACh_DA_2021_00 3ACh_DA_2022_00
Compilación:	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones de N_2O se debe a la variación de las existencias de ganado. La variación del factor de emisión implícito se debe a la incorporación de una caracterización detallada por subcategoría de ganado a partir de 2008.

Figura 323. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1c3– Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos

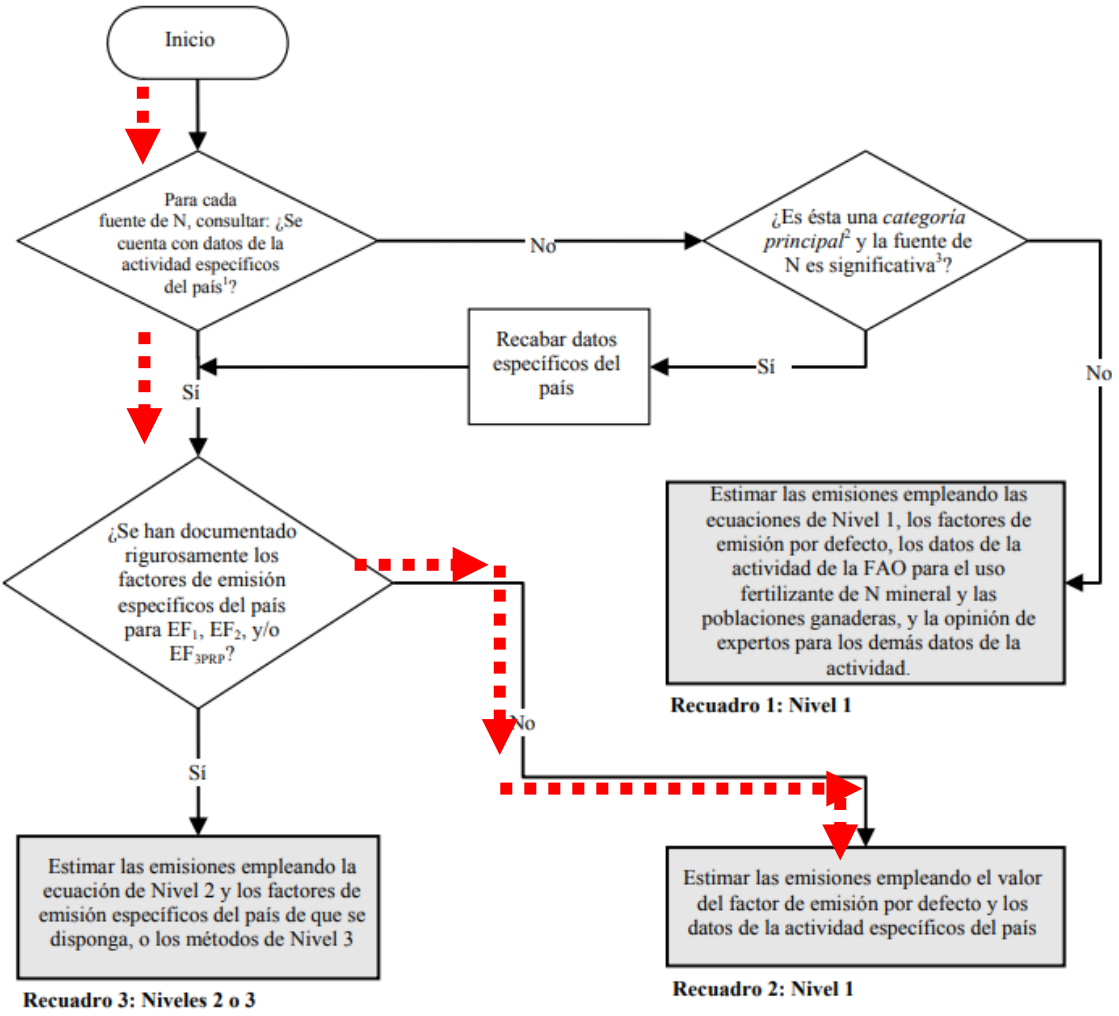


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 85. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se presentan datos locales de las existencias de las diferentes ganaderías. Sin embargo, no se presentan datos locales de los FE por lo cual la estimación de las emisiones se realiza con el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de las emisiones provenientes de las excretas en pasturas se realizaron utilizando la ecuación 11.1 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 645. Factores de emisión de la categoría 3D1c3– Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{3PRP,CPP}$	Factor de emisión para emisiones de N_2O del nitrógeno del estiércol depositado en pasturas por vacunos, aves, y porcinos en pastoreo	kg N_2O–N/kg N	0,02	IPCC 2006 – Cuadro 11.1	Vacunos, aves, y porcinos en pastoreo.

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El dato de actividad es la cantidad de nitrógeno excretada en praderas, prados y pasturas (F_{PRP}). Las ecuaciones y parámetros necesarios para su estimación se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 646. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP}

Variable	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{PRP}	Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo	IPCC 2006 – Ecuación 11.5	kg N/año
N_{ex}	Cantidad anual de nitrógeno excretado por ovinos	IPCC 2006 – Ecuación 10.30	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

Tabla 647. Parámetros utilizados para el cálculo de F_{PRP}

Variable	Categoría	Unidades	Valor	Fuente
$\%MS_{PRP}$	Todas	%	40	IPCC 2006 – Cuadro 10A.7/8
TAM	Todas	kg	28	IPCC 2006 – Cuadro 10A.7/8
$N_{índice}$	Padrillos y cerdas	Kg $N.día^{-1}.1000$ kg de masa $animal^{-1}$	0,55	IPCC 2006 – Cuadro 10.19
$N_{índice}$	Lechones, capones, cachorros, cachorras y M.E.I.	Kg $N.día^{-1}.1000$ kg de masa $animal^{-1}$	1,57	IPCC 2006 – Cuadro 10.19

Fuente: Elaboración propia

El valor de F_{PRP} para cada categoría porcina en el año 2022 se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 648. Valor de F_{PRP} para cada subcategoría de ganado porcino (2022)

Categoría	F_{PRP} (Kg N/año)
Padrillos	290.455
Cerdas	2.080.211
Lechones	12.127.672
Capones	6.677.935
Cachorros	5.916.125
Cachorras	2.250.489
M.E.I.	1.413.555

Fuente: Elaboración propia

Existencias de ganado

En las siguientes tablas se presentan las fuentes de información a lo largo de la serie temporal y las existencias por categoría para el año 2022.

Tabla 649. Fuentes de los datos de actividad para la categoría 3D1c3– Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos

Período	Fuente de información serie temporal
1990-2007	Área Técnica de MAGyP
2008-2022	SENASA.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 650. Existencias de ganado de porcinos (2022)

Subcategoría de ganado	Existencias
Padrillos	129.183
Cerdas	925.196
Lechones	1.889.587
Capones	1.040.475
Cachorros	921.779
Cachorras	350.644
M.E.I.	220.243

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC. La incertidumbre de las emisiones directas de excretas en pasturas de porcinos se reporta en la siguiente tabla.

Tabla 651. Incertidumbre de la categoría 3D1c3– Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos (2022)

Incertidumbre DA	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
20%	111,8%	113,6%	2E-9	0,005%	1E-7

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[282], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

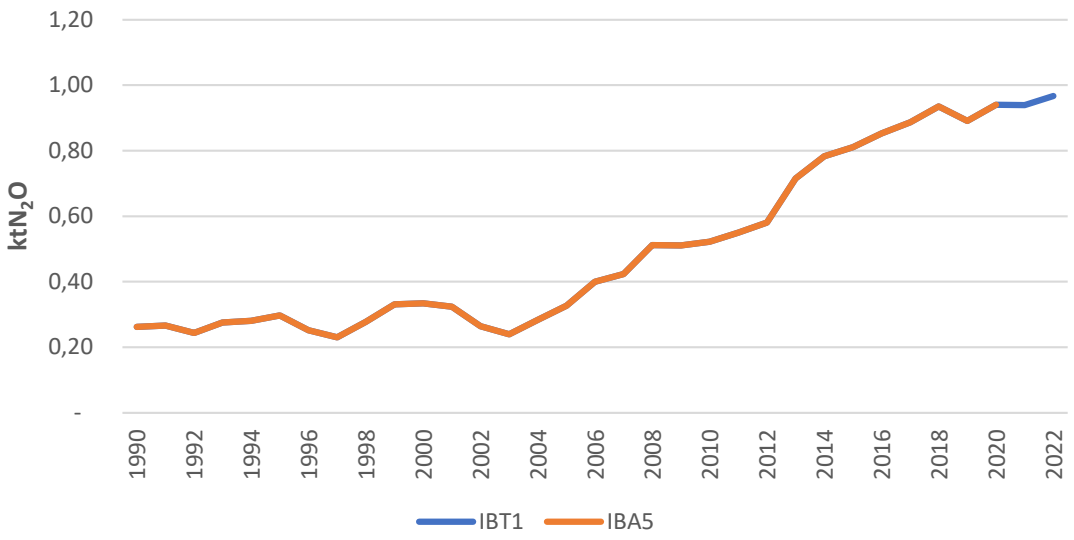
- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX de la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

[282] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

Figura 324. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1c3 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1c4 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otras ganaderías

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 652. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otras ganaderías

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1c4a	Directas Excretas En pasturas Bubalinos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo – Bubalinos.			Nivel 1
3D1c4b	Directas Excretas En pasturas Camélidos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo – Camélidos.			Nivel 1
3D1c4c	Directas Excretas En pasturas Ciervos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo – Ciervos.			NE

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1c4d	Directas Excretas En pasturas Caprinos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo – Caprinos.			Nivel 1
3D1c4e	Directas Excretas En pasturas Equinos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo – Equinos.			Nivel 1
3D1c4f	Directas Excretas En pasturas Mulares y Asnales	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo – Mulares y Asnales.			Nivel 1
3D1c4g	Directas Excretas En pasturas Aves	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo – Aves.			NO
3D1c4h	Directas Excretas En pasturas Otras Ganaderías	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo – Otras Ganaderías.			NE

Fuente: Elaboración propia

No se estiman las emisiones de las categorías 3D1c4c y 3D1c4h ya que no se cuenta con DA de ciervos ni otro ganado. No se estiman las emisiones de la categoría 3D1c4g ya que las aves no presentan gestión del estiércol directo en pasturas, prados y praderas.

No es categoría principal para el año 2022.

Tabla 653. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1c4 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otras ganaderías

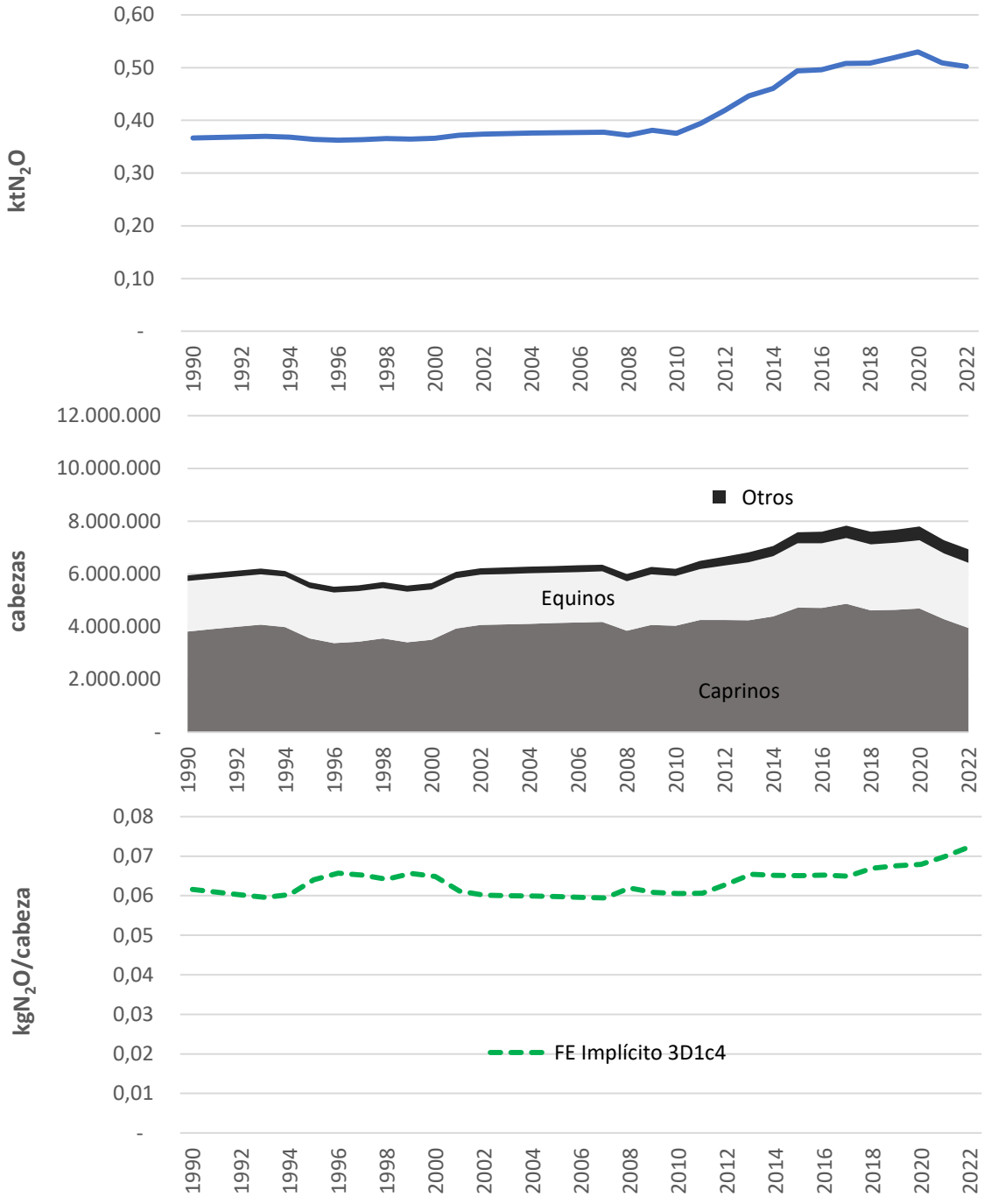
	Bubalinos	Caprinos	Camélidos	Equinos	Mulares y Asnales
Procedimiento	3ACb_P_00	3ACd_P_00	3ACe_P_00	3ACf_P_00	3ACg_P_00
Hoja de trabajo	3ACb_HT_1990-2022_00	3ACd_HT_1990-2022_00	3ACe_HT_1990-2022_00	3ACf_HT_1990-2022_00	3ACg_HT_1990-2022_00
DA	3ACb_DA_1990-2022_00	3ACd_DA_1990-2022_00	3ACe_DA_1990-2022_00	3ACf_DA_1990-2022_00	3ACg_DA_1990-2022_00
Incertidumbres	3ACb_IN_2022_00	3ACd_IN_2022_00	3ACe_IN_2022_00	3ACf_IN_2022_00	3ACg_IN_2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

Para una mejor visualización se graficaron juntas las existencias de camélidos, bubalinos y mulares y asnales, bajo la denominación “Otros”. La tendencia de las emisiones de N_2O se debe a la variación de las existencias de ganado. La variación en el FE implícito de N_2O se debe a la participación de las diferentes ganaderías, principalmente a la participación relativa de la ganadería caprina y equina.

Figura 325. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para otras ganaderías (N_2O)

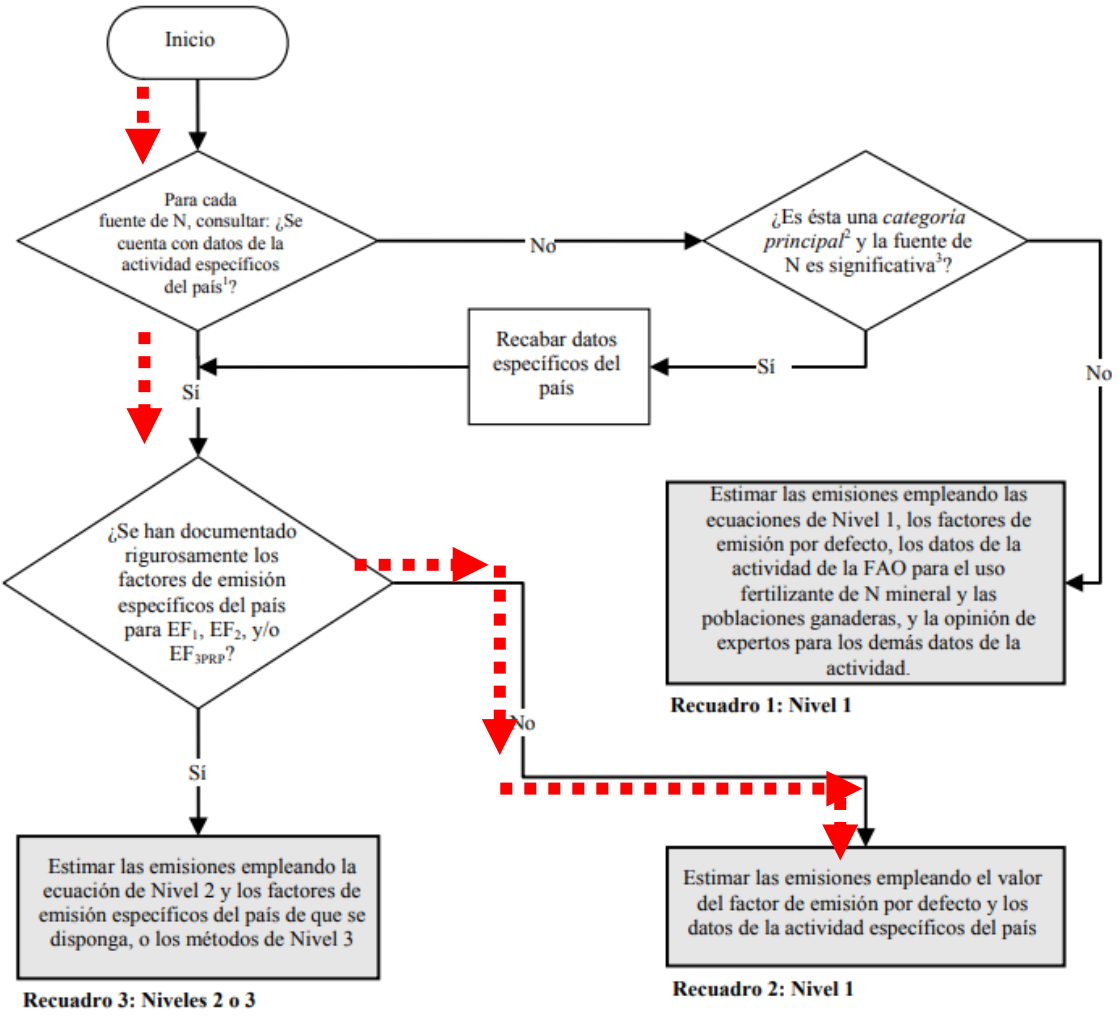


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 86. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se presentan datos locales de las existencias de las diferentes ganaderías. Sin embargo, no se presentan datos locales de los FE por lo cual la estimación de las emisiones se realiza con el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de las emisiones provenientes de las excretas en pasturas y aplicación de abono orgánico se realizaron utilizando la ecuación 11.1 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan valores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019.

Tabla 654. Factores de emisión de la categoría 3D1c4 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otras ganaderías

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{3PRP,SO}$	Factor de emisión para emisiones de N_2O del nitrógeno del estiércol depositado en pasturas por ovinos y otros animales	kg N_2O-N/kg N	0,003	IPCC 2019 – Cuadro 11.1	Ovinos y otros animales

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El dato de actividad es la cantidad de nitrógeno excretada en praderas, prados y pasturas (F_{PRP}). Las ecuaciones y parámetros necesarios para su estimación se detallan en las siguientes tablas. Las ganaderías incluidas en esta categoría presentan MS de 100% en Pasturas, prados y praderas según dictamen experto.

Tabla 655. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP}

Variable	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{PRP}	Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.5	kg N/año
N_{ex}	Cantidad anual de nitrógeno excretado por ovinos	IPCC 2019 – Ecuación 10.30	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

Tabla 656. Parámetros utilizados para el cálculo de F_{PRP}

Categoría	TAM (kg.cabeza^{-1})	Fuente	$N_{índice}$ (Kg N. día^{-1}.1000 kg de masa animal^{-1})	Fuente
Bubalinos	315	IPCC 2019 – Cuadro 10A.5	0,41	IPCC 2019 – Cuadro 10.19
Camélidos	65	IPCC 2019 – Cuadro 10.10	0,46	
Caprinos	24	IPCC 2019 – Cuadro 10A.5	0,34	
Equinos	238		0,46	
Mulares y asnales	130		0,46	

Fuente: Elaboración propia

El valor de F_{PRP} para el año 2022 por ganadería se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 657. Valor de F_{PRP} para otras ganaderías (2022)

Ganadería	F_{PRP} (Kg N/año)
Bubalinos	6.849.830
Caprinos	11.779.545
Camélidos	2.977.323
Equinos	98.499.296
Mulares y asnales	2.162.292

Fuente: Elaboración propia

Existencias de ganado

El número de cabezas de ganado y la fuente depende del tipo de ganadería. Las fuentes de información a lo largo de la serie temporal se encuentran en la siguiente tabla. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección caracterización de las ganaderías no bovinas.

Tabla 658. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería

Ganadería	Fuente de información serie temporal
Bubalinos	Para 1990 y 1994, la PCN. De 2005 a 2012 la OIE. Desde 2013 el SENASA.
Caprinos	Para 1994, 1995, 1996, 1997, 1999 y 2000 las ENA. En 2002 el CNA. A partir de 2008 el SENASA.
Camélidos	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2013 la Subsecretaría de Ganadería de la SAGyP (Dirección de bovinos y pequeños rumiantes).
Equinos	SENASA
Mulares y asnales	SENASA

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se presentan los DA por ganadería para el año 2022.

Tabla 659. Existencias de ganado por ganadería (2022)

Variable	Subcategoría de ganadería	Existencias
$N_{bubalinos}$	Bubalinos	145.309
$N_{caprinos}$	Caprinos	3.954.991
$N_{camélidos}$	Camélidos	272.811
$N_{equinos}$	Equinos	2.464.935
$N_{mulares\ y\ asnales}$	Mulares y Asnales	99.065

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el

IPCC. La incertidumbre de las emisiones directas de excretas en pasturas de otras ganaderías se reporta en la siguiente tabla.

Tabla 660. Incertidumbre de la categoría 3D1c4 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otras ganaderías (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3D1c4a	20%	111,8%	113,6%	2E-9	0,005%	1E-7
3D1c4b	20%	111,8%	113,6%	1E-7	0,03%	2E-7
3D1c4d	20%	111,8%	113,6%	2E-8	0,002%	1E-9
3D1c4e	20%	111,8%	113,6%	2E-6	0,1%	1E-6
3D1c4f	20%	111,8%	113,6%	1E-10	0,001%	5E-10

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[283], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX de la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).

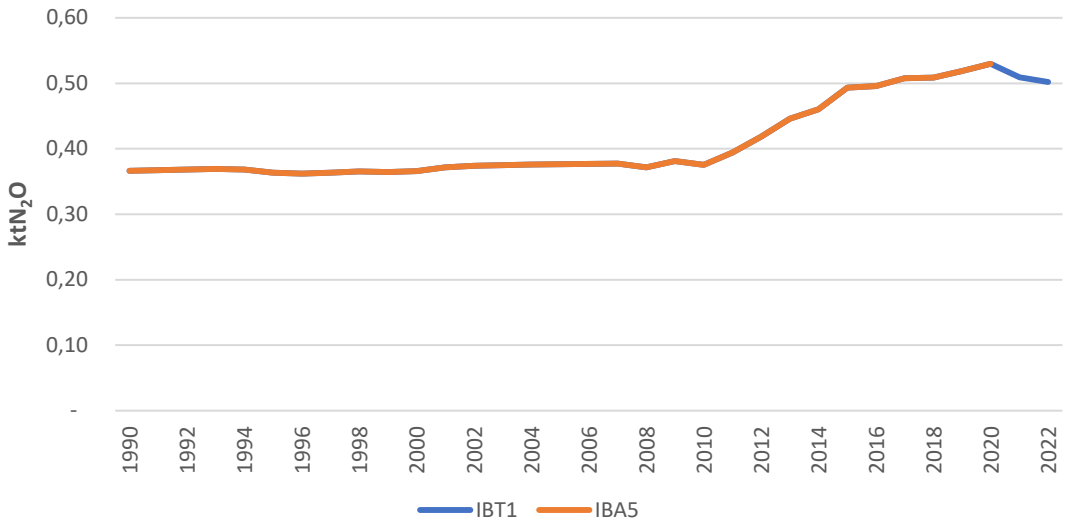
[283] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

Figura 326. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1c4 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1d – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Residuos de Cosecha

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 661. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1e – Directas Residuos de Cosecha

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1d	Directas Residuos de Cosecha	Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados por nitrógeno en residuos de cultivos (sobre la superficie y debajo de ésta), incluyendo de cultivos fijadores de nitrógeno y de forrajes durante la renovación de pasturas.			Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Es categoría principal por nivel para el año 2022 (1,11%).

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 662. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1d – Directas Residuos de Cosecha

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3C45_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3C45_HT_1990-1999_00 3C45_HT_2000-2009_00 3C45_HT_2010-2019_00 3C45_HT_2020-2022_00
Incertidumbres:	3C45_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad:	3C45_DA_1990-2022_00 3B_DA_RCT_1970-2022_00 3B_DA_LEGUMBRES_2003-2018 3B_DA_SIN DEPARTAMENTO_CULT_1990-2018 3B_DA_SIN DEPARTAMENTO_CULT_2019-2022 3B_DA_SIN DEPARTAMENTO_SOJA_2001-2018
Compilación	INGEI_HC_2022_00

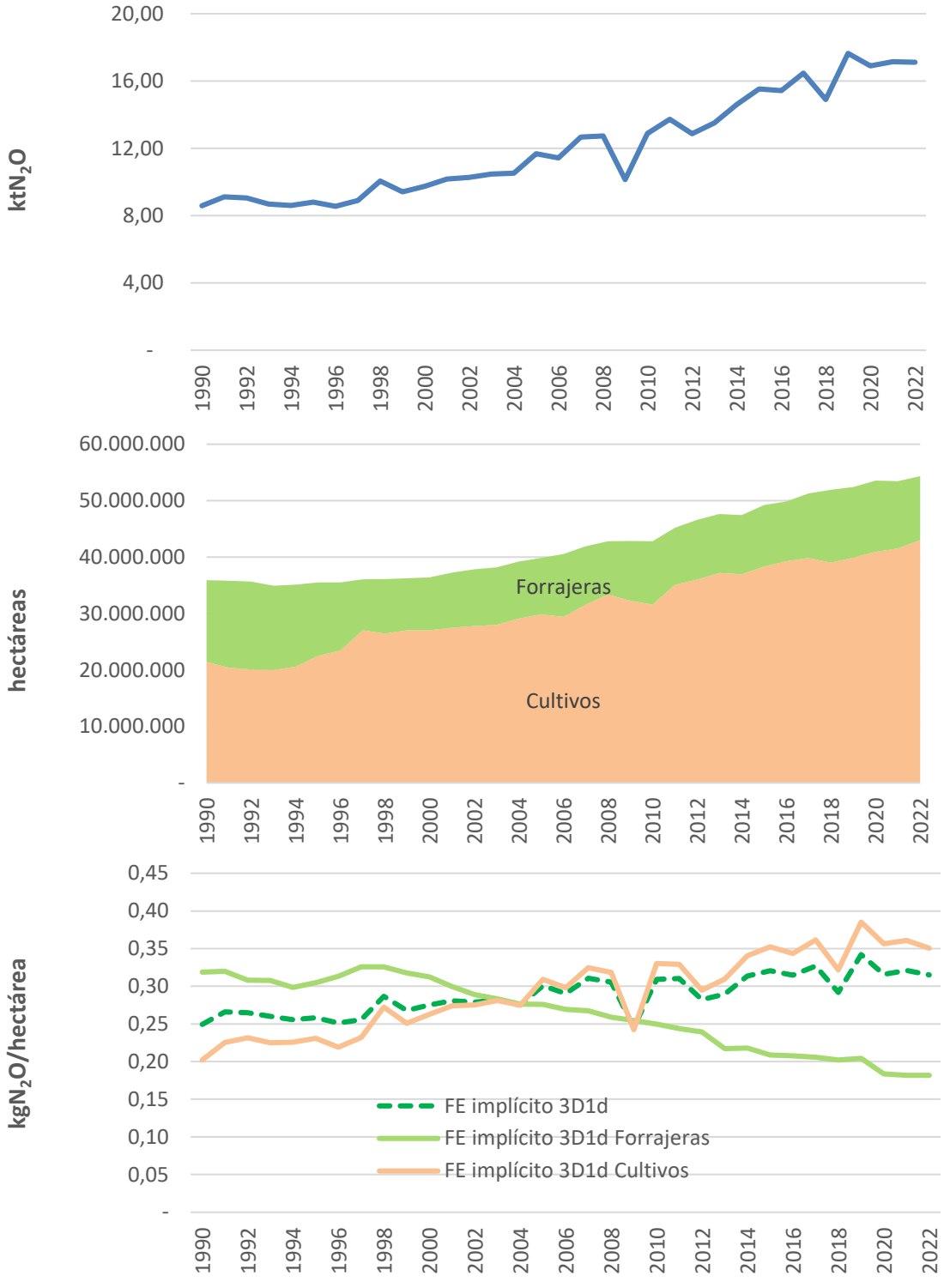
Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de emisiones se encuentra relacionada con la variación del DA. La superficie de los cultivos incluye doble cultivo.

Las oscilaciones del FE implícito se deben al cambio de proporción entre cultivos y forrajeras, a la participación relativa de diferentes cultivos y a la evolución del rendimiento de cada subactividad a lo largo de la serie temporal.

Figura 327. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1d

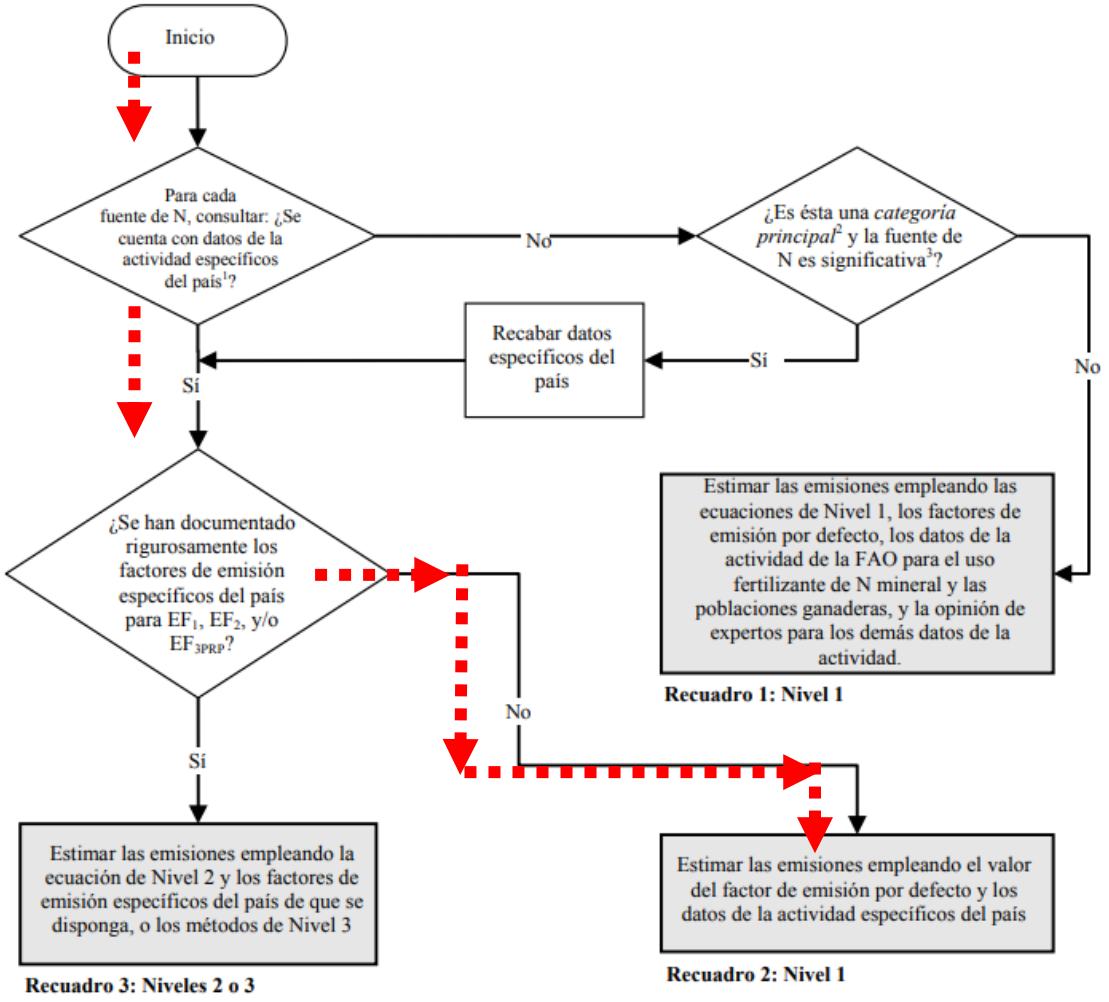


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 87: Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados – residuos de cosecha



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con datos de la actividad específicos del país, pero no se cuenta con FE específicos del país por lo cual se utiliza el método de cálculo Nivel 1 y la ecuación 11.1 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Los FE utilizados son por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019.

Tabla 663. Factores de emisión para el cálculo de la categoría 3D1d – Directas Residuos de Cosecha

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_1	Factor de emisión para aportes de nitrógeno de residuos agrícolas	kg N_2O-N/kg N	0,006	IPCC 2019 - Cuadro 11.1	Aportes orgánicos en climas húmedos
			0,005		Todos los aportes de N en climas secos
$FE_{1\,FR}$	Factor de emisión para arrozales inundados	kg N_2O-N/kg N	0,003	IPCC 2019 - Cuadro 11.1	Se asume inundación continua

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es el F_{CR} que representa la cantidad de N de residuos agrícolas y renovación de forraje/pasturas. El mismo se construye mediante la ecuación 11.6, que a su vez se calcula a partir de la ecuación 11.7 y de las variables que se detallan en la tabla a continuación.

Tabla 664. Ecuaciones y definición de variables asociadas al FCR

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{CR}	N de residuos agrícolas y renovación de forraje/pasturas (Nivel 1)	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	IPCC 2019 –Ecuación 11.6	kg N/ año
Superficie quemada $_{(T)}$	Superficie anual del cultivo T quemada	Total de superficie anual del cultivo T quemada	En Ecuación 11.6	ha/año
$R_{AG(T)}$	Relación entre la materia seca de los residuos aéreos ($AG_{DM(T)}$) y el rendimiento de cosecha del cultivo T	Relación entre la materia seca de los residuos aéreos y el rendimiento de cosecha del cultivo T	En Ecuación 11.6	kg MS/kg MS

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$R_{BG(T)}$	Relación entre residuos subterráneos y rendimiento de cosecha del cultivo T	Relación entre residuos subterráneos y rendimiento de cosecha del cultivo T	En Ecuación 11.6	kg N/kg MS
$AG_{DM(T)}$	Materia seca de los residuos aéreos	Materia seca de los residuos aéreos	En Ecuación 11.6	kg MS
$Cultivo_{(T)}$	Corrección de peso en seco de los rendimientos de cosecha declarados	Rendimiento de materia seca cosechada para el cultivo T	IPCC 2019 –Ecuación 11.7	kg MS/ ha
$SECO_{(T)}$	Fracción de materia seca del cultivo cosechado T	Fracción de materia seca del cultivo cosechado T	En Ecuación 11.7	kg MS/kg peso fresco

Fuente: Elaboración propia

Las variables utilizadas para el cálculo del F_{CR} se encuentran en la tabla a continuación. El $\%\ Sup\ Q_{(T)}$ para lino es del 50% hasta el 2012, y a seguir se considera que no ya no se efectúan quemas de cultivos de lino (0%). Los valores de $\%\ Sup\ Q_{(T)}$ para el cultivo de caña de azúcar se detallan en la tabla subsiguiente.

Tabla 665. Parámetros para el cálculo de F_{CR}

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$\%\ Sup\ Q_{(T)}$	Porcentaje de la quema de del cultivo *T (exceptuando los cultivos de lino y caña de azúcar)*	%	0	Dictamen experto	-
C_f	Factor de combustión	adimensional	0,8	Dictamen experto	-
$Frac_{Remov(T)}$	Fracción de la superficie total dedicada al cultivo *T* que se renueva anualmente	adimensional	1	Página 11.15	Forrajeras anuales y cultivos
			0,2		Forrajeras perennes
$Frac_{Remoc(T)}$	Fracción de los residuos aéreos del cultivo *T* que se extraen anualmente	kg N/kg cultivo-N	0	Dictamen experto	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 666. Valores de % Sup Q (T) para el cultivo de caña de azúcar

Año Inventario	% Area Quemada	Observaciones	Fuente
1990	93,00%	-	2CN
1991	93,00%	-	2CN
1992	93,00%	-	2CN
1993	89,00%	-	2CN
1994	88,00%	-	2CN
1995	87,00%	-	2CN
1996	86,00%	-	2CN
1997	86,00%	-	2CN
1998	86,00%	-	2CN
1999	86,00%	-	2CN
2000	86,00%	-	2CN
2001	86,00%	-	2CN
2002	86,00%	-	2CN
2003	83,80%	Variación lineal entre 2002 y 2009	Estimado
2004	81,60%	Variación lineal entre 2002 y 2009	Estimado
2005	79,40%	Variación lineal entre 2002 y 2009	Estimado
2006	77,20%	Variación lineal entre 2002 y 2009	Estimado
2007	75,00%	Variación lineal entre 2002 y 2009	Estimado
2008	72,80%	Variación lineal entre 2002 y 2009	Estimado
2009	70,60%	Superficie quemada en Tucumán. Se asume que todas las provincias queman con el mismo porcentaje.	Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC)
2010	64,87%	Interpolación lineal	Estimado
2011	59,13%	Interpolación lineal	Estimado
2012	53,39%	Interpolación lineal	Estimado
2013	47,65%	Superficie quemada en Tucumán. Se asume que todas las provincias queman con el mismo porcentaje.	Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC)
2014	14,35%	Superficie quemada en Tucumán. Se asume que todas las provincias queman con el mismo porcentaje.	Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC)
2015	10,74%	Superficie quemada en Tucumán. Se asume que todas las provincias queman con el mismo porcentaje.	Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC)
2016	19,27%	Superficie quemada en Tucumán. Se asume que todas las provincias queman con el mismo porcentaje.	Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC)

Año Inventario	% Area Quemada	Observaciones	Fuente
2017	25,43%	Superficie quemada en Tucumán. Se asume que todas las provincias queman con el mismo porcentaje.	Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC)
2018	31,63%	Superficie quemada en Tucumán. Se asume que todas las provincias queman con el mismo porcentaje.	Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC)
2019	18,61%	Superficie quemada en Tucumán. Se asume que todas las provincias queman con el mismo porcentaje.	Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC)
2020	40,31	Superficie quemada en Tucumán. Se asume que todas las provincias queman con el mismo porcentaje.	Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 667. Parámetros considerados para el cálculo de F_{CR} por cultivo

Cultivos	Fracción de Materia Seca cosechada (SECO)	Calculo AG_{DM}					Contenido de nitrógeno de Residuos Aéreos	Relación Residuos Subterráneos / Biomasa Aérea		Contenido de nitrógeno de Residuos subterráneos	Criterio
	kg MS/ (kg peso fresco)	Declive	± 2 s.d. como % de la media	Intercepción	± 2 s.d. como % de la media	R^2 ajust.	N_{AG}	RG_{BG-BIO}	Rango	N_{BG}	
Granos (C)	0,880	1,090	2%	0,880	6%	0,650	0,006	0,220	16%	0,009	-
Alubias y legumbres(C)	0,910	1,130	19%	0,850	56%	0,280	0,008	0,190	45%	0,008	-
Tubérculos (C)	0,220	0,100	69%	1,060	70%	0,180	0,019	0,200	50%	0,014	-
Raíces, otros (C)	0,850	1,070	19%	1,540	41%	0,630	0,008	0,220	50%	0,009	-
Forrajes Anuales Fijadores de N											-
Forrajes Perennes Fijadores de N	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,027	0,400	50%	0,022	-
Forrajes Anuales No Fijadores de N											-
Forrajes Perennes No Fijadores de N	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,015	0,540	50%	0,012	-
Hierbas perennes (C)	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,015	0,800	50%	0,012	-
Forrajeras Anuales	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,025	0,800	50%	0,016	-
Forrajeras Perennes	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,015	0,800	50%	0,012	-
Mezclas de hierba y trébol(C)	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,025	0,800	50%	0,016	-
Alfalfa	0,900	0,290	31%	0,000	0%	0,000	0,027	0,400	50%	0,019	-

Cultivos	Fracción de Materia Seca cosechada (SECO)	Calculo AG_{DM}					Contenido de nitrógeno de Residuos Aéreos	Relación Residuos Subterráneos / Biomasa Aérea		Contenido de nitrógeno de Residuos subterráneos	Criterio
	kg MS/ (kg peso fresco)	Declive	± 2 s.d. como % de la media	Intercepción	± 2 s.d. como % de la media	R^2 ajust.	N_{AG}	RG_{BG-BIO}	Rango	N_{BG}	
Algodon	0,850	1,070	19%	1,540	41%		0,008	0,220		0,009	-
Alpiste	0,880	1,090	2%	0,880	6%		0,006	0,22		0,009	-
Alubias	0,900	0,360	100%	0,680	47%	0,150	0,008	0,19	No definido	0,008	-
Arroz	0,860	0,950	19%	2,460	41%	0,470	0,007	0,160	35%	0,009	-
Arveja	0,850	0,360	100%	0,680	47%		0,008	0,190		0,008	-
Avena	0,860	0,910	5%	0,890	8%	0,450	0,007	0,250	120%	0,008	-
Caña de azúcar	0,850	1,070	19%	1,540	41%		0,008	0,220		0,009	-
Cártamo	0,850	1,090	50%	0,880	6%	0,650	0,006	0,220	16%	0,009	-
Cebada	0,875	0,980	8%	0,590	41%	0,680	0,007	0,220	33%	0,014	-
Centeno	0,880	1,090	50%	0,880	50%	0,000	0,005	0,240	32%	0,011	Centeno
Colza	0,920	1,090	2%	0,880	6%		0,006	0,220		0,009	Granos
Garbanzo	0,850	0,360	100%	0,680	47%		0,008	0,190		0,008	-
Girasol	0,860	1,090	50%	0,880	6%	0,650	0,006	0,220	16%	0,009	-
Heno no-leguminoso	0,900	0,180	50%	0,000	0%	0,000	0,015	0,540	50%	0,012	Granos.
Lenteja	0,850	0,360	100%	0,680	47%		0,008	0,190		0,008	-
Lino	0,900	1,090	2%	0,880	6%		0,006	0,220		0,009	Granos
Maíz	0,855	1,030	3%	0,610	19%	0,760	0,006	0,220	26%	0,007	-

Cultivos	Fracción de Materia Seca cosechada (SECO)	Calculo AG_{DM}					Contenido de nitrógeno de Residuos Aéreos	Relación Residuos Subterráneos / Biomasa Aérea		Contenido de nitrógeno de Residuos subterráneos	Criterio
	kg MS/ (kg peso fresco)	Declive	± 2 s.d. como % de la media	Intercepción	± 2 s.d. como % de la media	R^2 ajust.	N_{AG}	RG_{BG-BIO}	Rango	N_{BG}	
Maní	0,940	1,070	19%	1,540	41%		0,016	0,220		0,009	Cacahuates
Mijo	0,900	1,430	18%	0,140	308%		0,007	0,220		0,009	Mijo, NBG y RBG-Bio tomado de GRANOS
Papa (Patatas)	0,220	0,100	69%	1,060	70%	0,180	0,019	0,200	50%	0,014	-
Poroto seco	0,850	0,360	100%	0,680	47%		0,008	0,190		0,008	Alubias, valor de RGBG-Bio a valores genérico para Alubias y Legumbres
Soja	0,865	0,930	31%	1,350	49%	0,160	0,008	0,190	45%	0,008	-
Sorgo	0,850	0,880	13%	1,330	27%	0,360	0,007	0,220	26%	0,006	-
Trigo	0,860	1,290	5%	0,750	26%		0,006	0,280		0,009	Trigo primavera
Trigo candeal	0,860	1,290	5%	0,750	26%		0,006	0,280		0,009	Trigo primavera
Trigo de invierno	0,890	1,610	3%	0,400	25%	0,670	0,006	0,230	41%	0,009	-
Trigo de primavera	0,890	1,290	5%	0,750	26%	0,760	0,006	0,280	26%	0,009	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 668. Humedad de comercialización para los diferentes cultivos

Cultivos	Humedad de comercialización (%)	Fuente de información	Criterio
Arroz	14	Bolsa De Cereales (1994a) – Norma II Arroz Cascara	Solo aparece en "Tolerancia de Recibo"
Avena	14	Bolsa De Cereales (1994b) – Norma III Avena	Fuera de Estándar
Cebada cervecera	12	Bolsa De Cereales (2013a) – Cebada Anexo A Cebada Cervecera	Base de Comercialización
Cebada forrajera	14	Bolsa De Cereales (2013b) – Cebada Anexo B Cebada Forrajera	-
Colza	8	Bolsa De Cereales (1994c) – Norma VII Colza	Base de Comercialización
Girasol	11	Bolsa De Cereales (1994d) – Norma IX Girasol	Base de Comercialización
Lino	10	Bolsa De Cereales (1994e) – Norma XI Lino	Tolerancia de Recibo
Maíz	14,50	Bolsa De Cereales (1994f) – Norma XII Maíz	Fuera de Estándar
Poroto seco	15	Bolsa De Cereales (1994g) – Norma XVI Poroto Anexo A	-
Soja	13,50	Bolsa De Cereales (2008) – Norma Soja 151 2008	Tolerancia de Recibo
Sorgo	15	Bolsa De Cereales (2011) – Norma XVIII Sorgo Granífero	Fuera de Estándar
Trigo	14	Bolsa De Cereales (2004) – Norma XX Trigo Pan	Trigo Pan – Fuera de Estándar
Trigo candeal	14	Bolsa De Cereales (2004) – Norma XX Trigo Fideo	Trigo Fideo – Fuera de Estándar
Trigo de invierno	14	Bolsa De Cereales (2004) – Norma XX Trigo Pan	Trigo Pan – Fuera de Estándar
Trigo de primavera	14	Bolsa De Cereales (2004) – Norma XX Trigo Pan	Trigo Pan – Fuera de Estándar

Fuente: Elaboración propia.

Fuentes de superficie y rendimiento

Se consensuó que para el cálculo de las emisiones del año inventario se utilizaran los datos de la campaña del *año inventario*-1/*año inventario*. Por ejemplo, los datos reportados para la campaña 2020/2021 fueron utilizados para el cálculo de emisiones del año 2021 y los datos de la campaña 2021/2022 para las emisiones correspondientes al año 2022.

Los valores de superficie sembrada, cosechada, producción y rendimiento de los cultivos de algodón, alpiste, arroz, avena, caña de azúcar (hasta el 2005), cártamo, cebada, centeno, colza, girasol, lino, maíz, maní, mijo, poroto seco, soja, sorgo, y trigo son provistos por la SAGyP. Los mismos están disponibles en la página web de

Datos Abiertos de forma anual y con desagregación departamental (Datos Abiertos SAGyP).

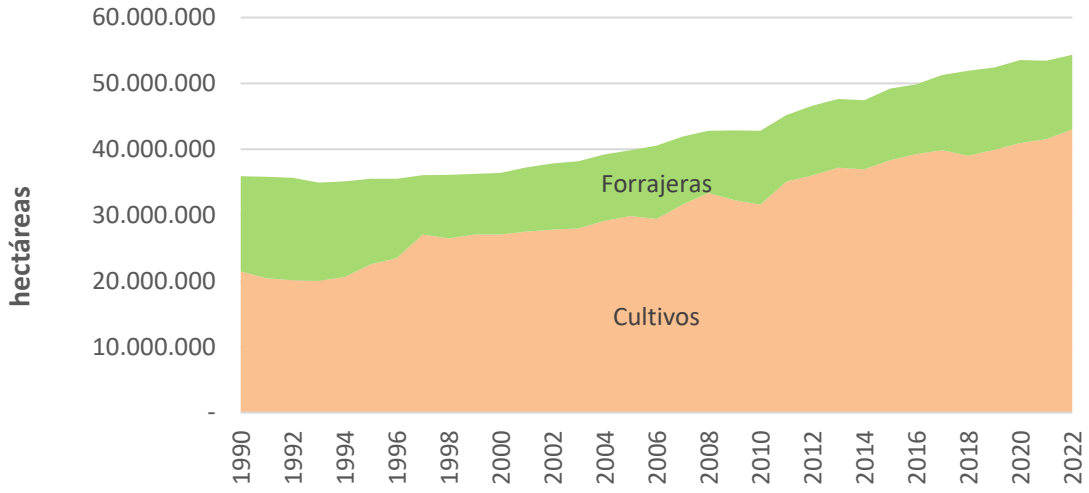
Las provincias que cuentan con producción de caña de azúcar son Tucumán, Jujuy, Salta, Santa Fe, Misiones, y a partir del 2017 Corrientes y Santiago del Estero. Los valores de producción son provistos por el CAA con desagregación por ingenio y a nivel anual. Los datos de producción faltantes para las provincias de Misiones y Santiago del Estero se estimaron en base a los últimos datos disponibles en Misiones y Chaco (con supuesto de similitud entre las provincias de Chaco y Santiago del Estero).

La superficie de caña de azúcar desde 2005 hasta 2020 es provista por el Área Técnica responsable de la producción de caña de azúcar de la SAGyP. Para los años 2021 y 2022 se obtuvo mediante el procesamiento del Mapa Nacional de Cultivos del INTA.

La producción de forrajeras se calcula a partir del dato de rendimiento. Los valores de rendimiento se obtuvieron del Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección (LART) del convenio "Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos"[284]. La superficie cosechada se asume igual a la superficie sembrada. Los valores de esta última provienen de la representación coherente de tierras.

Los datos de superficie sembrada, cosechada, rendimiento y producción de los cultivos, y de rendimiento de forrajeras no presentan ningún tipo de procesamiento. En estos casos el DA se utiliza tal cual se obtiene del proveedor de datos. En la figura a continuación se encuentra la evolución de la superficie de forrajeras y cultivos, y en la tabla siguiente el valor de F_{CR} para el año 2020.

Figura 328. Evolución de la superficie de forrajeras y cultivos



Fuente: Elaboración propia

[284] "Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos". FAUBA -IPCVA. Instituciones participantes Facultad de Agronomía UBA, INTA y AACREA. Etapa III 2015.

Tabla 669. Valor de F_{CR}

Dato de actividad	F_{CR} (tonelada N)
Total 2022	2.100.316

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre para la categoría "3D1d – Directas Residuos de Cosecha" se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 670. Incertidumbre de la categoría "3D1d – Directas Residuos de Cosecha" (2022)

Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
123%	0,03%	2,0%	0,1%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC modelando los siguientes parámetros en cada cultivo, para cada departamento.

Tabla 671. Parámetros utilizados en el método de SMC para 3D1d

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
FE_1	Factor de emisión para aportes de nitrógeno de residuos agrícolas	Lognormal	60%	IPCC 2006
Superficie $_{(T)}$	Rendimiento en fresco cosechado para el cultivo *T*	Normal	2,5%	IPCC 2006
$RendimFresco_{(T)}$	Total de superficie anual de cosechada del cultivo *T*	Normal	2,5%	IPCC 2006
$SECO_{(T)}$	Fracción de Materia Seca cosechada	Normal	2,5%	IPCC 2006
Declive AG_{DM}	-	Normal	Según cultivo	IPCC 2006
N_{AG}	Contenido de nitrógeno de Residuos Aéreos	Normal	2,5%	IPCC 2006
N_{BG}	Contenido de nitrógeno de Residuos subterráneos	Normal	2,5%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

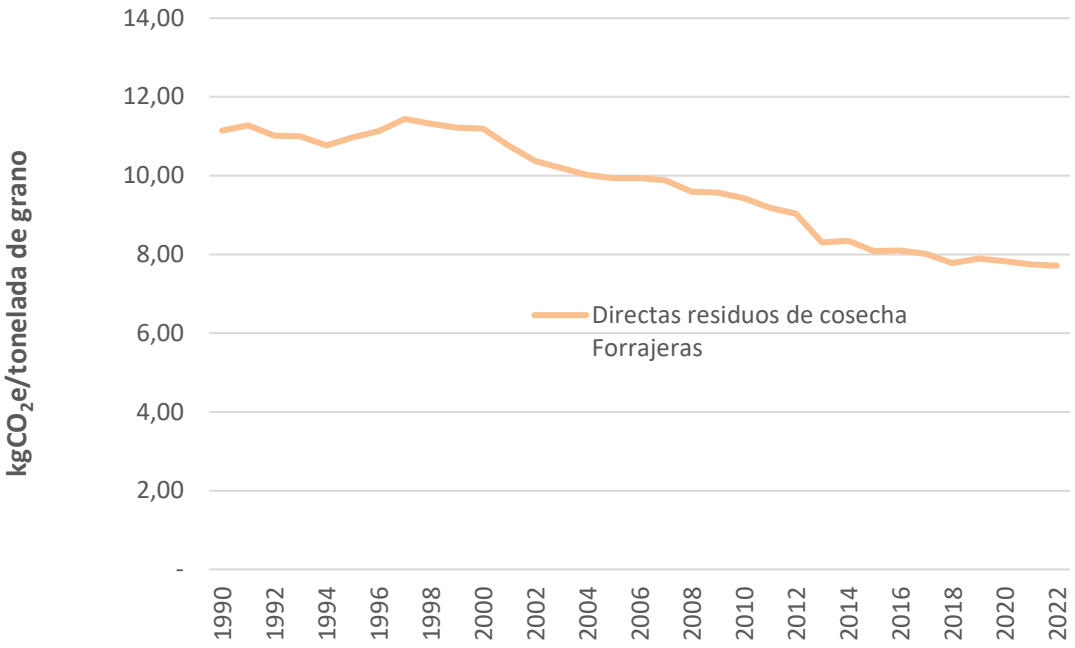
Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[285], se realizaron los controles de calidad de los

[285] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

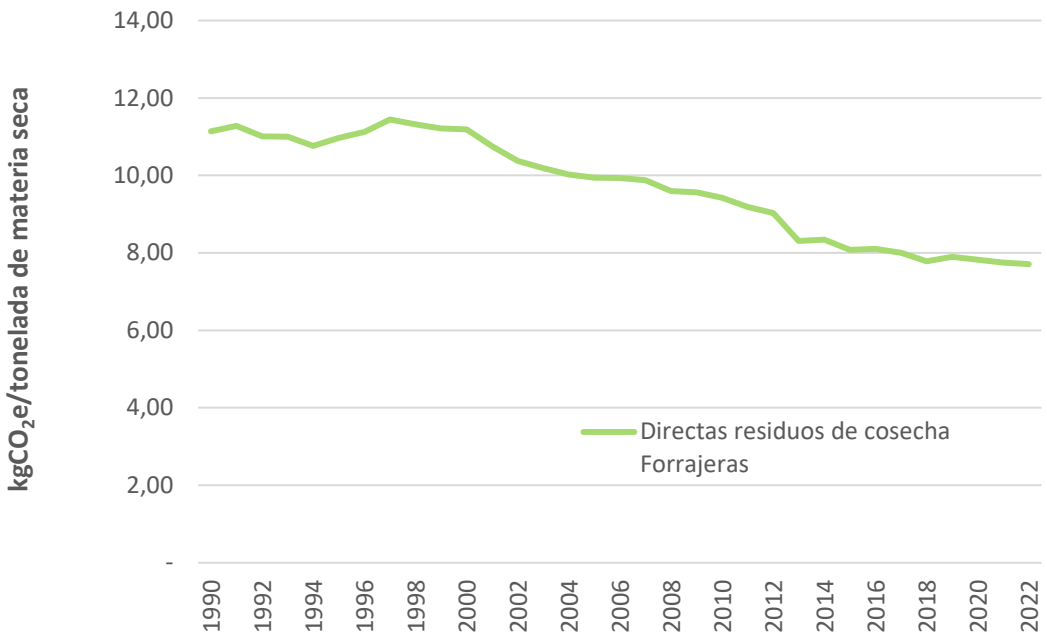
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3C45_HT_XXXX_00.
- Controlar que la suma de la producción de todos los cultivos sea consistente con el total país.
- Controlar que el valor de la serie temporal de producción para cada cultivo sea consistente.
- Controlar que el total de producción cargada cada año en la hoja de trabajo sea igual al total reportado en la estadística del proveedor de datos del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve
- Indicador: Se construyen los indicadores con el objetivo de identificar anomalías o singularidades en la serie temporal de emisiones. El indicador de esta categoría es emisiones de residuos de cosecha por unidad producida ($kgCO_2e$/tonelada grano y $kgCO_2e$/tonelada de materia seca de forraje).
-

Figura 329. Evolución de emisiones de residuos de cosecha por unidad producida (Cultivos)



Fuente: Elaboración propia

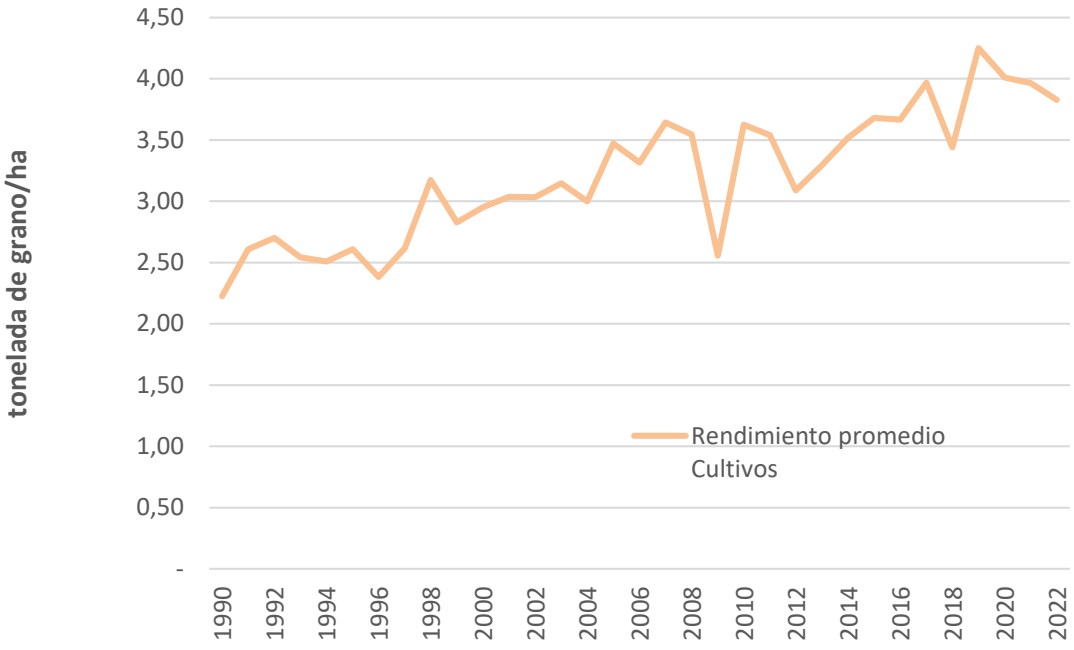
Figura 330. Evolución de emisiones de residuos de cosecha por unidad producida (Forrajeras)



Fuente: Elaboración propia

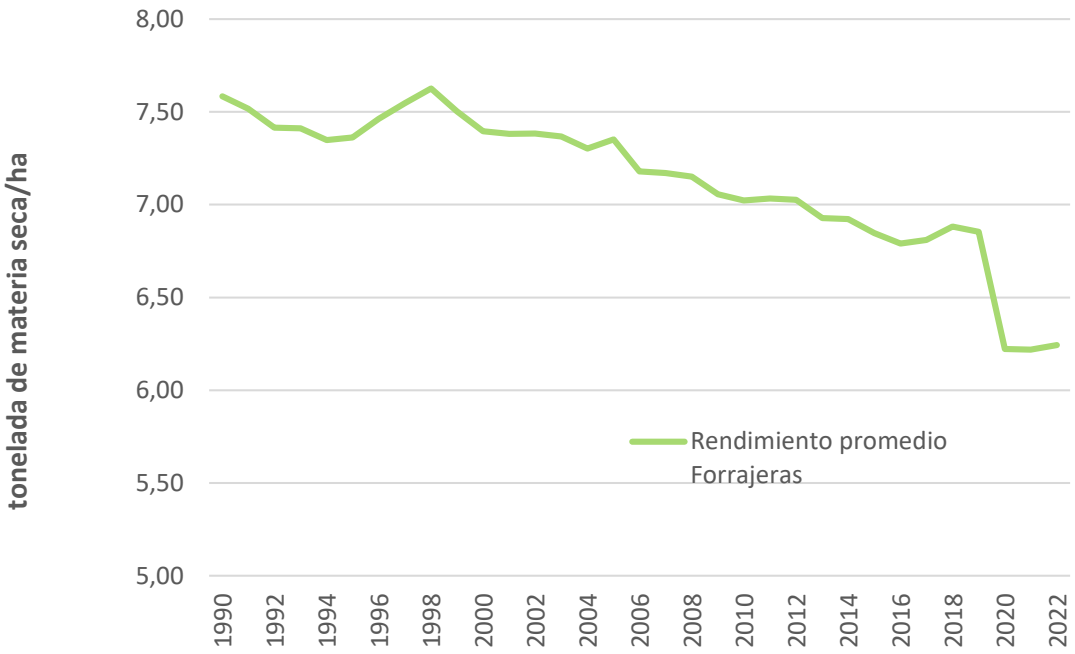
La variación en los indicadores, así como en los FE implícitos presentados previamente, se relaciona con la evolución del rendimiento de cultivos y forrajeras, asociada a mejoras tecnológicas y cambios en las tierras destinadas a cada actividad a lo largo de la serie temporal. La evolución del rendimiento de cultivos y forrajeras se presenta en los siguientes gráficos.

Figura 331. Evolución de rendimiento (Cultivos)



Fuente: Elaboración propia

Figura 332. Evolución de rendimiento (Forrajeras)

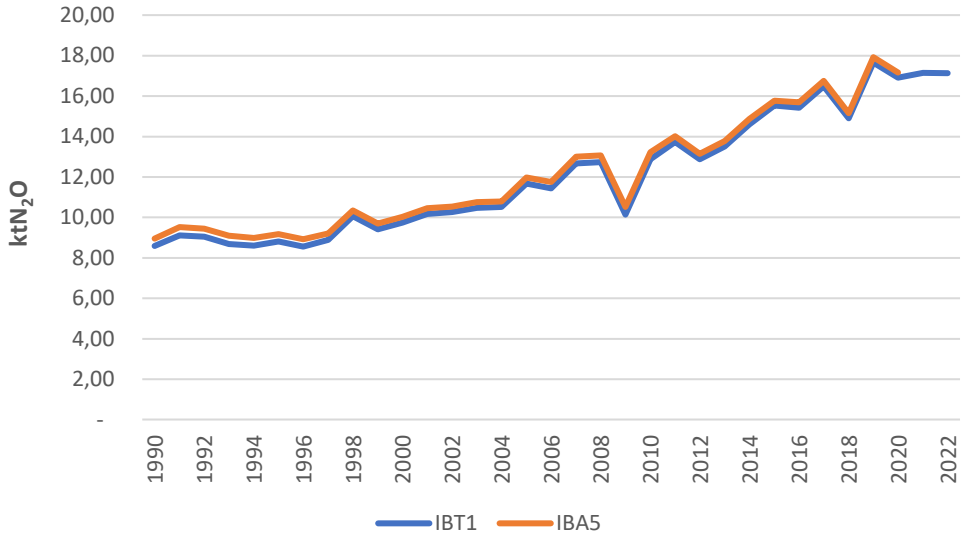


Fuente: Elaboración propia

Recálculo y mejoras

Se corrigieron datos de actividad vinculados al cultivo de lino. El impacto de las modificaciones puede observarse en el siguiente gráfico.

Figura 333. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1d (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1e – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados -Mineralización/inmobilización asociada a la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 672. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1e – Directas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos

Código Categoría	Categoría	Definición fuente	CO_2	CH_4	N_2O
3D1e	Directas Mineralización de N_2 por pérdida de materia orgánica de suelos	Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados por mineralización/ inmovilización de nitrógeno vinculada a la ganancia/ pérdida de materia orgánica del suelo resultante del cambio del uso de la tierra o de la gestión de suelos minerales			Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 673. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1e – Directas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3B23_P_00 3B_P_00 (representación coherente de tierras)
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3B23_HT_1970-1989_01 3B23_HT_XXXX_03 (XXXX de 1990 a 2016) 3B23_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3B23_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3B23_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres:	3B23_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad:	3B_DA_RCT_1970-2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

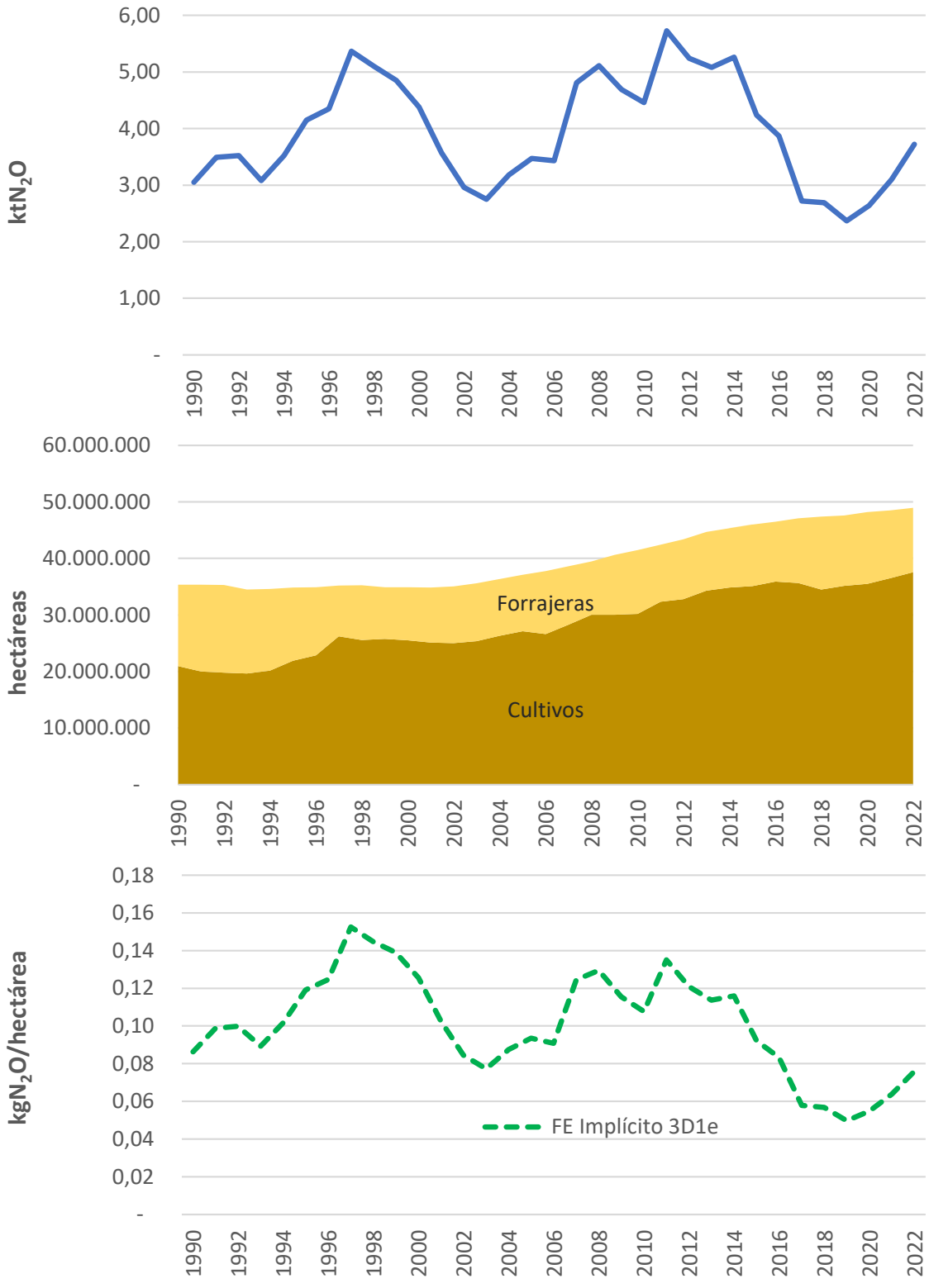
Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones y el FE implícito se ven impactados por la conversión de tierras forestales a tierras productivas, que genera una pérdida de carbono, y por

la práctica de siembra directa que genera un aumento de carbono en suelos cultivados.

Figura 334. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1e

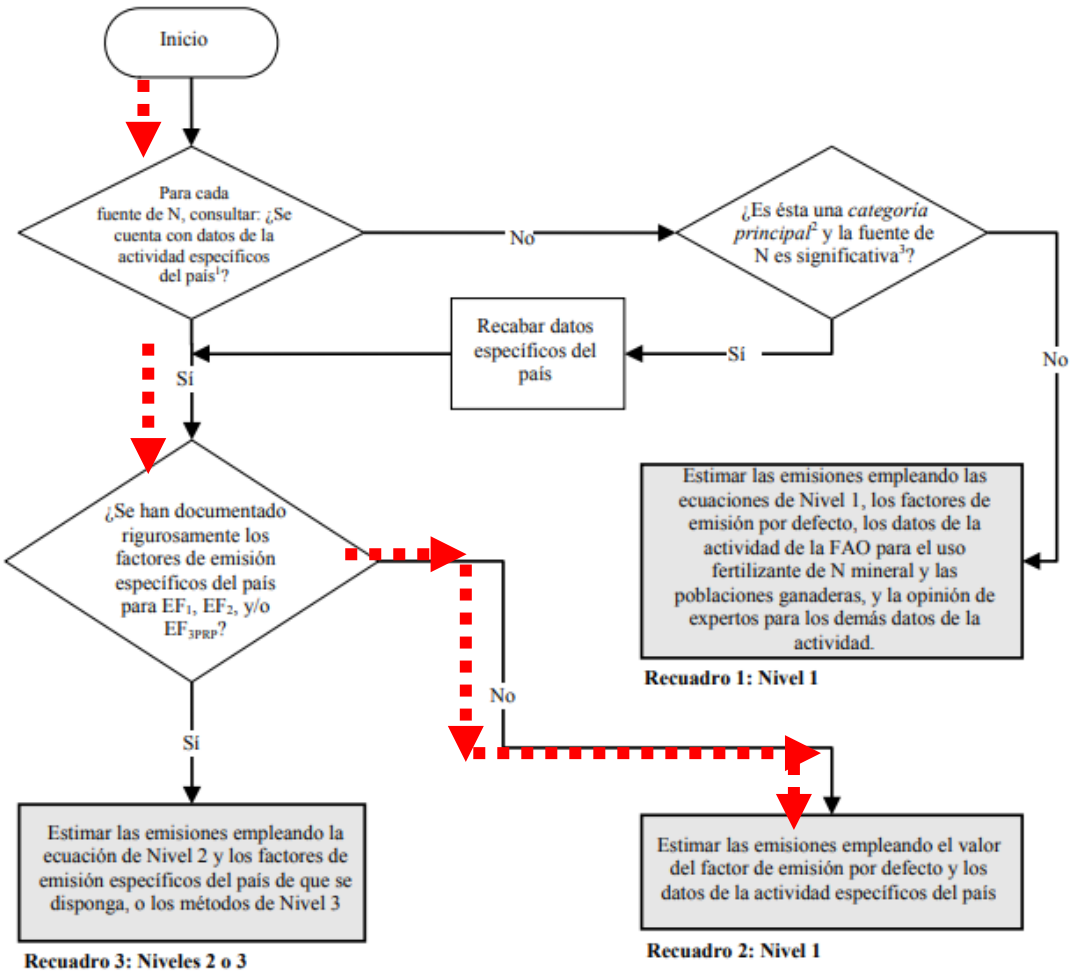


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 88. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con datos de la actividad específicos del país, no así con FE específicos propios para FE_1. Se utiliza el método de cálculo Nivel 1 y la ecuación 11.1 para el cálculo de emisiones.

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utiliza un FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 674. Factor de emisión utilizado para el cálculo de la categoría 3D1e – Directas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_1	Factor de emisión de nitrógeno mineralizado de suelos minerales a causa de pérdida de carbono del suelo	kg N_2O–N / kg N	0,01	IPCC 2006 – Cuadro 11.1	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es la cantidad neta anual de nitrógeno mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios en el uso o la gestión de la tierra (F_{SOM}). El mismo se estima mediante la ecuación 11.8.

Tabla 675. Ecuaciones para el cálculo de F_{SOM}

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{SOM}	Cantidad neta anual de nitrógeno mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios en el uso o la gestión de la tierra	Cantidad neta anual de N mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios en el uso o la gestión de la tierra	IPCC 2006 – Ecuación 11.8	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

Las variables utilizadas para el cálculo del DA se encuentran en la siguiente tabla. El balance de carbono de suelos minerales se calcula por departamento y la estimación de este se explica en la categoría 4B1 – Tierras de cultivo que permanecen como tales – Cambio neto del carbono orgánico de suelos minerales.

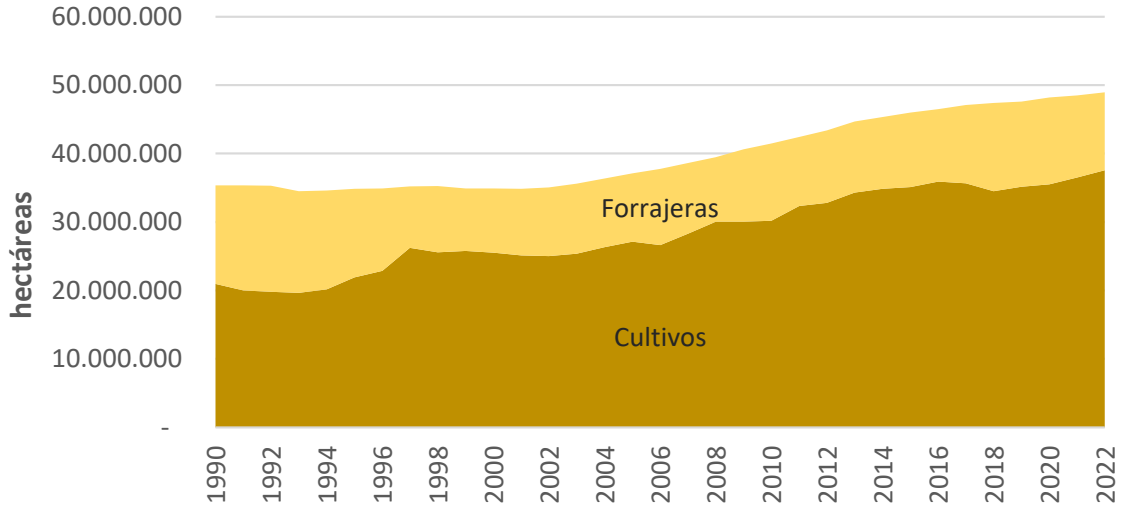
Tabla 676. Parámetros utilizados para estimar el F_{SOM}.

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$\Delta C_{Mineral}$	Cambio Anual en las existencias de carbono en suelos minerales	tC	Estimado por departamento	IPCC 2006 – Ecuación 2.25	-
R C/N	Relación Carbono-Nitrógeno	adimensional	15	Ecuación 11.8	Único

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura y tabla se observa la evolución de la superficie productiva y el valor de F_{SOM} para el año 2022, respectivamente.

Figura 335. Evolución de la superficie total de forrajeras y cultivos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 677. Valor de F_{SOM} (2022)

Dato de actividad	F_{SOM} (kg N)
Total 2022	236.702.272

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 678. Incertidumbre de la categoría "3D1e – Directas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos"

Incertidumbre DA N_2O	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
20%	100%	18%	1,50E-07	0,3%	6,14E-07

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices 2006 del IPCC, aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas por el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[286], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Controlar que la suma de la superficie reportada de cada categoría de uso de la tierra sea consistente con el total país.

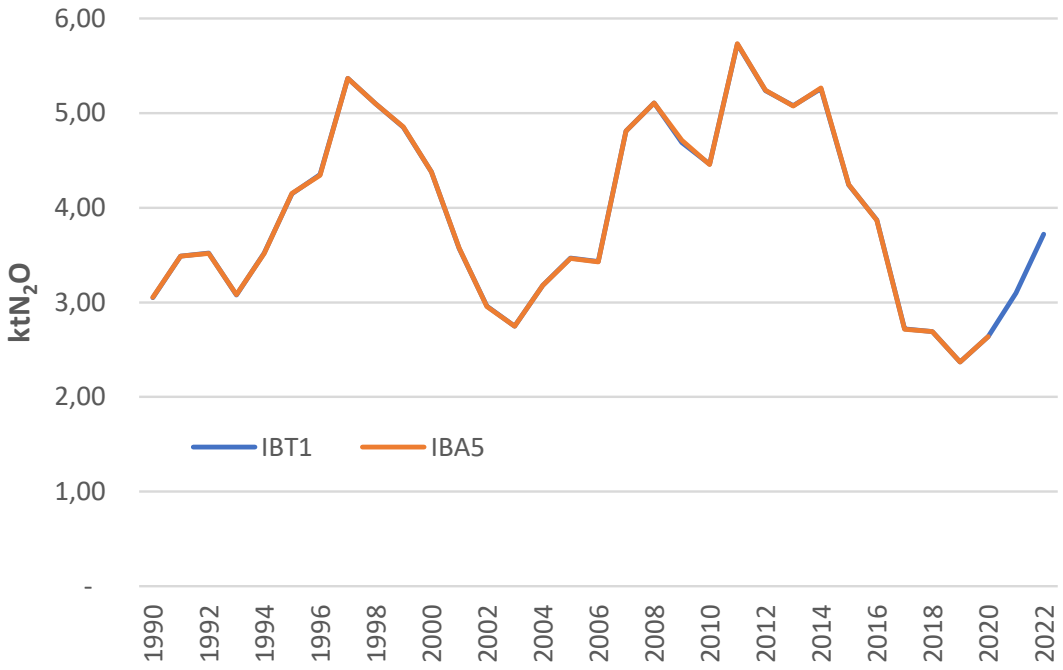
[286] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

- Verificar que los valores de superficie reportada para cada categoría de uso de la tierra sean consistentes a lo largo de la serie temporal.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3B23_HT_XXXX_XX.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

Figura 336. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1e (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

3D1f – Cultivo de suelos orgánicos

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 679. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Cultivo de suelos orgánicos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D1f	Cultivo de suelos orgánicos	Emisiones de óxido nitroso producidas directamente por el cultivo de suelos orgánicos			NE

Fuente: Elaboración propia

Esta categoría no se estima por falta de datos de actividad; se considera que los suelos orgánicos prácticamente no existen en el país.

Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados (3D2)

Con el fin de simplificar la presentación de la información, se detallan las metodologías utilizadas para las estimaciones de la volatilización (3D2a) y la volatilización (3D2b) agrupadas por dato de actividad.

Fertilizantes sintéticos (3D2abi)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 680. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D2ai	Indirectas (volatilización) Fertilizantes Sintéticos	Emisiones indirectas (volatilización) de N_2O de suelos gestionados por la aplicación de fertilizantes con nitrógeno sintético.			Nivel 1
3D2bi	Indirectas (lixiviación) Fertilizantes Sintéticos	Emisiones indirectas (lixiviación) de N_2O de suelos gestionados por la aplicación de fertilizantes con nitrógeno sintético.			Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 681. Documentación SNI-GEI-AR – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos

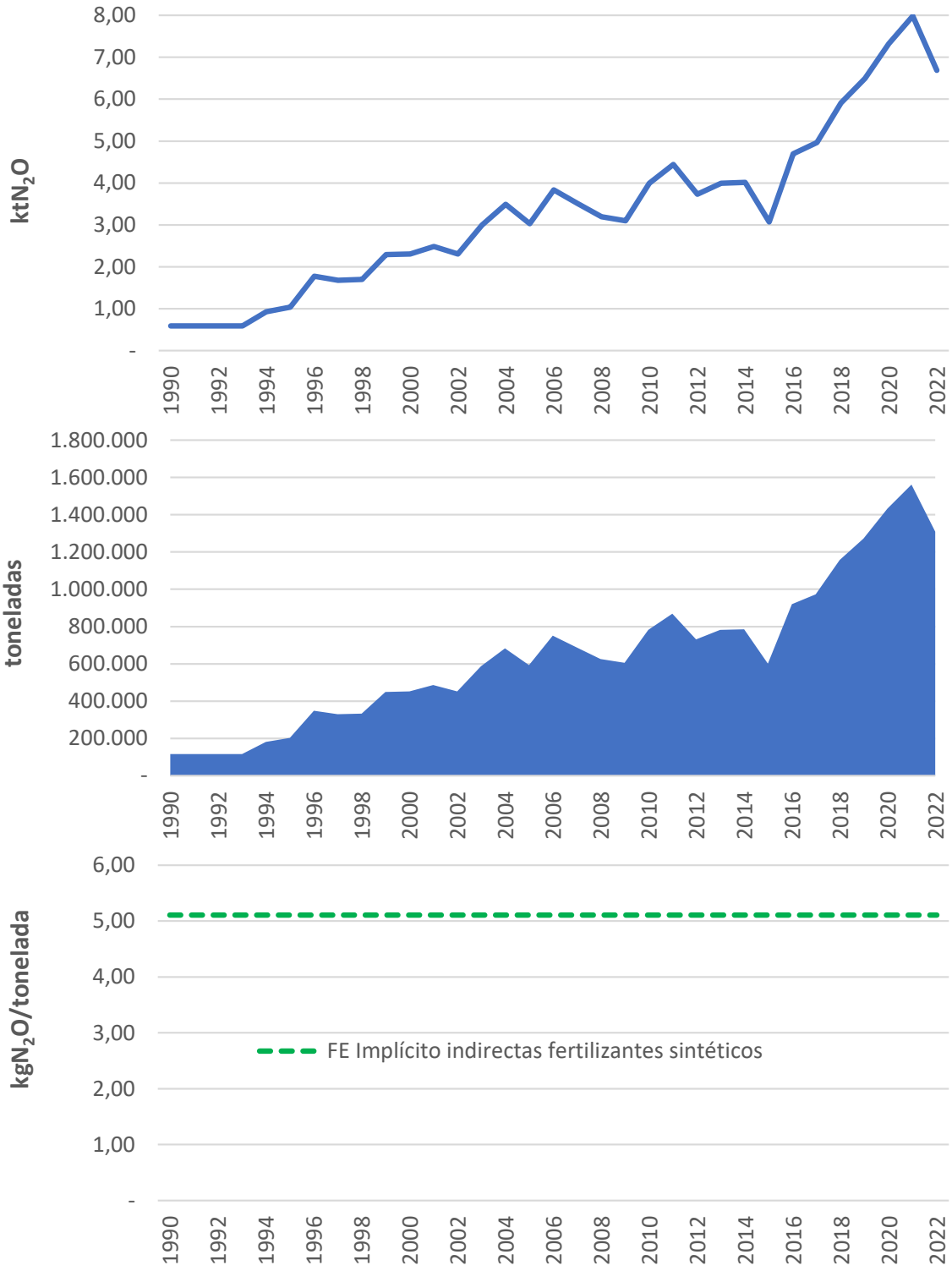
Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3C345_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3C345_HT_1990-2022_00
Incertidumbres:	3C345_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad:	3C345_DA_1990-2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

Las emisiones presentan una tendencia general creciente dentro del período 1990-2022, excepto en los dos últimos años posiblemente debido a la sequía y menores perspectivas agrícolas.

Figura 337. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D2ai y 3D2bi

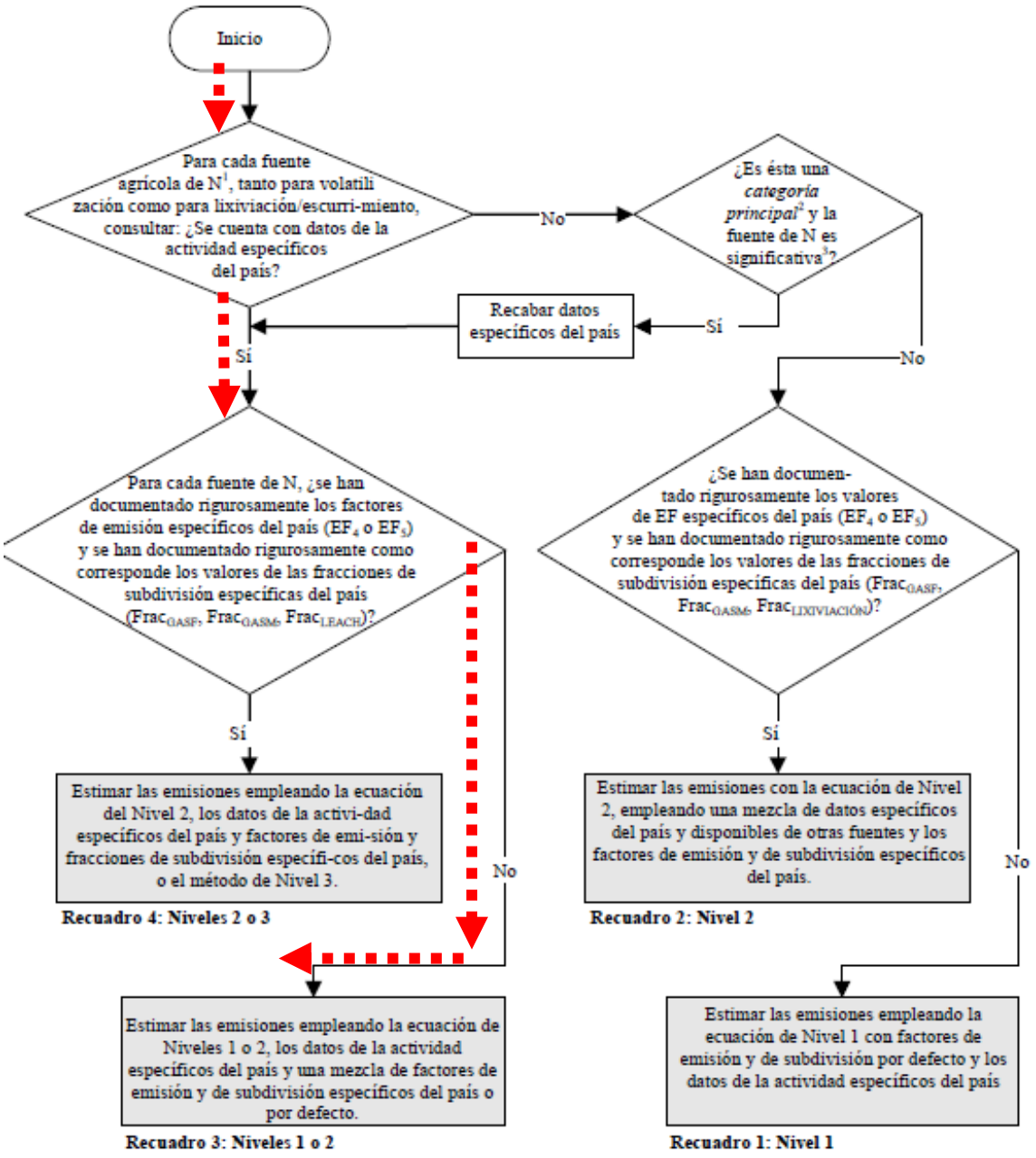


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 89. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de las emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se presentan DA específicos para el país y FE por defecto, por lo cual se utiliza el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de emisiones indirectas provenientes de fertilizantes sintéticos se realizaron utilizando las ecuaciones 11.9 y 11.10, para los casos de volatilización y lixiviación, respectivamente, de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan valores de FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 682. Factores de emisión para la categoría 3D2abi – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_4	Factor de emisión de volatilización y redeposición de N	kg N_2O–N/ (kg NH_3–N + NO_X–N volatilizado	0,010	IPCC 2006 – Cuadro 11.3	Único
FE_5	Factor de emisión de lixiviación/escurrimiento	kg N_2O–N/kg N lixiviación	0,0075	IPCC 2006 – Cuadro 11.3	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es el F_{SN} que representa la cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético. El mismo se calcula considerando el consumo de fertilizantes y el grado de nitrógeno de cada uno. La siguiente tabla presenta los distintos grados de nitrógeno considerados para cada tipo de fertilizante.

Tabla 683. Porcentajes de nitrógeno y de urea de los fertilizantes sintéticos

Nombre fertilizante homologado	Grado de N (%)	Urea (%)	Fuente de información
	-	-	Sin datos
Fosfato Diamónico	0,18	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Fosfato Monoamónico	0,11	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Mezclas NPK	0,15	-	Informe Bienal 2014
Mezclas NPM/PS	0,15	-	Informe Bienal 2014
Nitrato Amonio Calcáreo	0,27	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Nitrato de Amonio	0,21	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Nitrato de Potasio	0,12	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Otras Mezclas	-	-	Sin datos
Otros Azufrados	-	-	Sin datos
Otros fosforados	-	-	Sin datos
Otros nitrogenados	0,23	-	Sin datos

Nombre fertilizante homologado	Grado de N (%)	Urea (%)	Fuente de información
Otros no incluidos	-	-	Sin datos
Otros Potásicos	-	-	Sin datos
S15	-	-	Sin datos
Sulfato de Amonio	0,21	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Sulfato de Potasio	-	-	Sin datos
Sulfato de Potasio y magnesio	-	-	Sin datos
Sulfato doble de K y Mg	-	-	Sin datos
Sulfato y Sulfonitrato de Amonio	0,26	-	Se utiliza el grado del Sulfonitrato de Amonio
Superfosfato simple	-	-	Sin datos
Superfosfato Triple	-	-	Sin datos
Tiosulfato de Amonio	0,12	-	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Tiosulfato de Potasio	-	-	Sin datos
UAN	0,32	0,35	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Urea	0,46	1,00	Fertilizar - Guía 2012: Fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales
Yeso	-	-	Sin datos

Fuente: Elaboración propia

El F_{SN} se multiplica por la fracción de nitrógeno de fertilizante sintético que se volatiliza como NH_3 y NO_x ($Frac_{GASF}$) y por la fracción de todo el nitrógeno agregado/mineralizado en suelos gestionados donde se produce lixiviación ($Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)}$) para obtener el nitrógeno lixiviado y volatilizado, respectivamente. Para ambos parámetros se utilizan valores por defecto que se encuentran en la tabla a continuación**.**

Tabla 684. Parámetros para las categorías 3D2ai y 3D2bi – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{GASF}$	Fracción de nitrógeno volatilizado de fertilizante sintético	kg NH_3–N + NO_x–N/kg N aplicado	0,1	IPCC 2006 – Cuadro 11.3	Único
$Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)}$	Pérdidas de nitrógeno por lixiviación/ escurrimiento en regiones donde hay exceso de agua o donde se emplea irrigación (excepto por goteo)	kg N/kg N agregado o por deposición de animales en pastoreo	0,3	IPCC 2006 – Cuadro 11.3	Único

Fuente: Elaboración propia

Consumo de fertilizante

El dato de consumo de fertilizante (en toneladas por año) se considera a partir de distintas fuentes de información a lo largo de la serie 1990-2022. Se utilizaron estimaciones del MAGyP (para los años 1990-1992); de la publicación "Sustentabilidad de la Agricultura en la Próxima Década" de la FPC (para los años 1993-2006); se realizó una estimación propia mediante interpolación lineal (2007) y por último se utilizaron datos de la CIAFA (para los años 2008-2022). Estos valores son los utilizados para el cálculo del DA, o F_{SN}. A los nombres de los fertilizantes provenientes de las estadísticas de FPC y CIAFA se les asigna un nombre homologado para mantener la coherencia de los nombres a lo largo la serie temporal del consumo de fertilizantes. Los nombres homologados fueron consensuados a nivel nacional. También se les asigna un grupo de fertilizante con el fin de conocer mejor la dinámica del consumo nacional de fertilizantes. Ambas asignaciones se encuentran en la siguiente tabla, además de la fuente del documento original en el cual aparece el nombre del fertilizante.

Tabla 685. Asignación de nombres homologados y grupos de fertilizantes desde 1990 a 2007

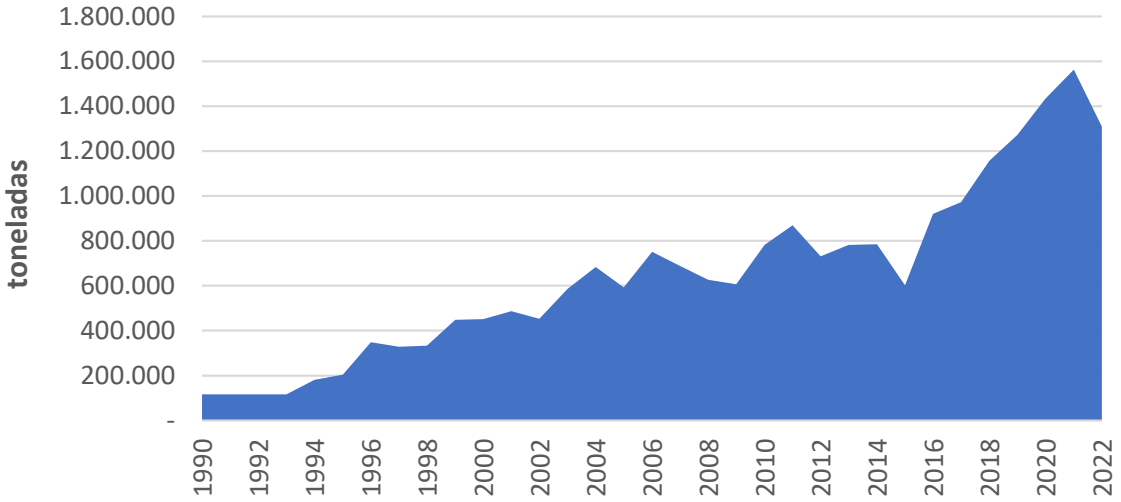
Nombre fertilizante según documento origen	Nombre fertilizante homologado	Tipo de fertilizante	Fuente documento original
Cloruro de K	Cloruro de Potasio	Otros y mezclas especiales	FPC
Cloruro de Potasio	Cloruro de Potasio	Otros y mezclas especiales	CIAFA
Fosfato Diamónico	Fosfato Diamónico	Fosforados	CIAFA
Fosfato Diamónico y otros NP	Fosfato Diamónico	Fosforados	CIAFA
Fosfato Monoamónico	Fosfato Monoamónico	Fosforados	CIAFA
Fosfato Monoamónico y otros MAP	Fosfato Monoamónico	Fosforados	CIAFA
Mezclas N y P con Azufre o Potasio	Mezclas NPK	Otros y mezclas especiales	CIAFA
Mezclas NPK (NP - NK - PK - NPK y otros)	Mezclas NPM/PS	Otros y mezclas especiales	CIAFA
Mezclas NPM/PS	Mezclas NPM/PS	Otros y mezclas especiales	FPC
CAN o Similares	Nitrato Amonio Calcáreo	Nitrogenados	CIAFA
Nitrato Amonio Ca	Nitrato Amonio Calcáreo	Nitrogenados	FPC
Nitrato de Amonio	Nitrato de Amonio	Nitrogenados	FPC / CIAFA
Nitrato de Potasio	Nitrato de Potasio	Otros y mezclas especiales	FPC

Nombre fertilizante según documento origen	Nombre fertilizante homologado	Tipo de fertilizante	Fuente documento original
Otras Mezclas	Otras Mezclas	Otros y mezclas especiales	FPC
Otros fosforados	Otros fosforados	Fosforados	FPC
Otros no incluidos	Otros no incluidos	Otros y mezclas especiales	FPC
S15	S15	Otros y mezclas especiales	FPC
Sulfato de Amonio	Sulfato de Amonio	Otros y mezclas especiales	CIAFA
Sulfato de Potasio	Sulfato de Potasio	Otros y mezclas especiales	FPC / CIAFA
Sulfato Doble de Potasio y Magnesio	Sulfato de Potasio y magnesio	Otros y mezclas especiales	FPC / CIAFA
Sulfato de Potasio y magnesio	Sulfato de Potasio y magnesio	Otros y mezclas especiales	FPC / CIAFA
Sulfato doble de K y Mg	Sulfato doble de K y Mg	Otros y mezclas especiales	FPC
Sulfat y Sulfonit. Amonio	Sulfato y Sulfonitrato de Amonio	Otros y mezclas especiales	FPC
Sulfato y Sulfonitrato de Amonio	Sulfato y Sulfonitrato de Amonio	Otros y mezclas especiales	CIAFA
Sulfonitrato de Amonio	Sulfato y Sulfonitrato de Amonio	Otros y mezclas especiales	CIAFA
Superfosfato Simple	Superfosfato simple	Fosforados	FPC / CIAFA
Superfosfato Triple	Superfosfato Triple	Fosforados	FPC / CIAFA
Tiosulfato de Amonio	Tiosulfato de Amonio	Nitrogenados	CIAFA
Tiosulfato de Potasio	Tiosulfato de Potasio	Otros y mezclas especiales	CIAFA
UAN y otros líquidos	UAN	Nitrogenados	CIAFA
Urea	Urea	Nitrogenados	FPC / CIAFA
Urea y otros nitrogenados	Urea	Nitrogenados	CIAFA
Yeso y Tiosulfato de Potasio	Yeso	Otros y mezclas especiales	CIAFA

Fuente: Elaboración propia

La evolución del consumo de nitrógeno sintético como fertilizante se encuentra en la siguiente figura. El valor de F_{SN} para el año 2022 se exhibe en la tabla a continuación.

Figura 338. Evolución del consumo de Nitrógeno sintético en fertilizantes



Fuente: Elaboración propia

Tabla 686. F_{SN}

Dato de actividad	Cantidad anual de N de fertilizante sintético aplicado a los suelos (toneladas)
Total 2022	1.309.663

Fuente: Elaboración propia

El valor de nitrógeno volatilizado y lixiviado para el año 2022 fue de 130.966 y 392898 toneladas de N, respectivamente.

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre para las categorías 3D2ai 3D2bi se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 687. Incertidumbre de las categorías 3D2ai y 3D2bi – Fertilizantes sintéticos (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3D2ai	5%	141%	97,0%	0,0003%	0,3%	0,001%
3D2bi	5%	141%	97,0%	0,0016%	0,6%	0,007%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando la PLE con las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[287], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

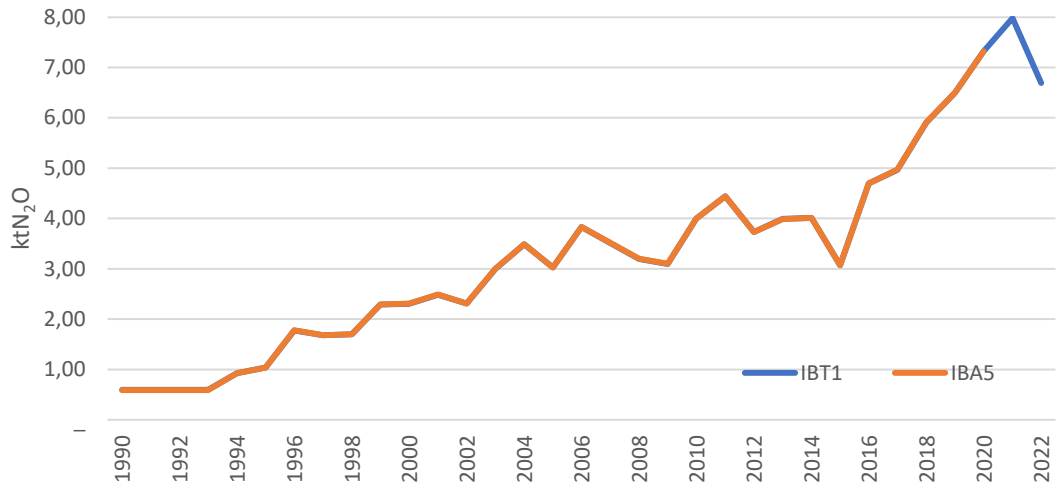
- Controlar que los valores de la serie temporal para cada tipo de fertilizante sean consistentes.
- Controlar que el total del consumo de fertilizantes cargado en la hoja de trabajo sea igual al total reportado en la estadística de la fuente de los datos de base del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

No se realizaron actualizaciones o mejoras en el presente ciclo, por lo que las emisiones para el período 1990-2022 no presentaron cambios respecto al ciclo anterior.

Figura 339. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O para 3D2ai y 3D2bi

(IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

[287] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Aplicación de fertilizantes de N orgánicos y excretas en pasturas (3D2abii y 3D2abiii)

Bovinos lecheros

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas. Se incluye la explicación del cálculo de emisiones indirectas provenientes de excretas en pasturas y aplicación de abono orgánico de bovinos lecheros. Según el SNI-GEI-AR las categorías presentan códigos distintos.

Tabla 688. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D2 – Indirectas Excretas en pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado Bovinos Lecheros

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D2aiii1a	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Bovinos Lecheros	Emisiones de N_2O producidas indirectamente (volatilización) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 2
3D2biii1a	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Bovinos Lecheros	Emisiones de N_2O producidas indirectamente (lixiviación) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 2
3D2aii1a	Emisiones indirectas de N_2O Aplicación de abono orgánico Leche Volatilización	Emisiones de N_2O producidas indirectamente (volatilización) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			Nivel 2
3D2bii1a	Emisiones indirectas de N_2O Aplicación de abono orgánico Leche Lixiviación	Emisiones de N_2O producidas indirectamente (lixiviación) por la cantidad de aportes de N orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			Nivel 2

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 689. Documentación SNI-GEI-AR – Indirectas Excretas En pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado Bovinos Lecheros

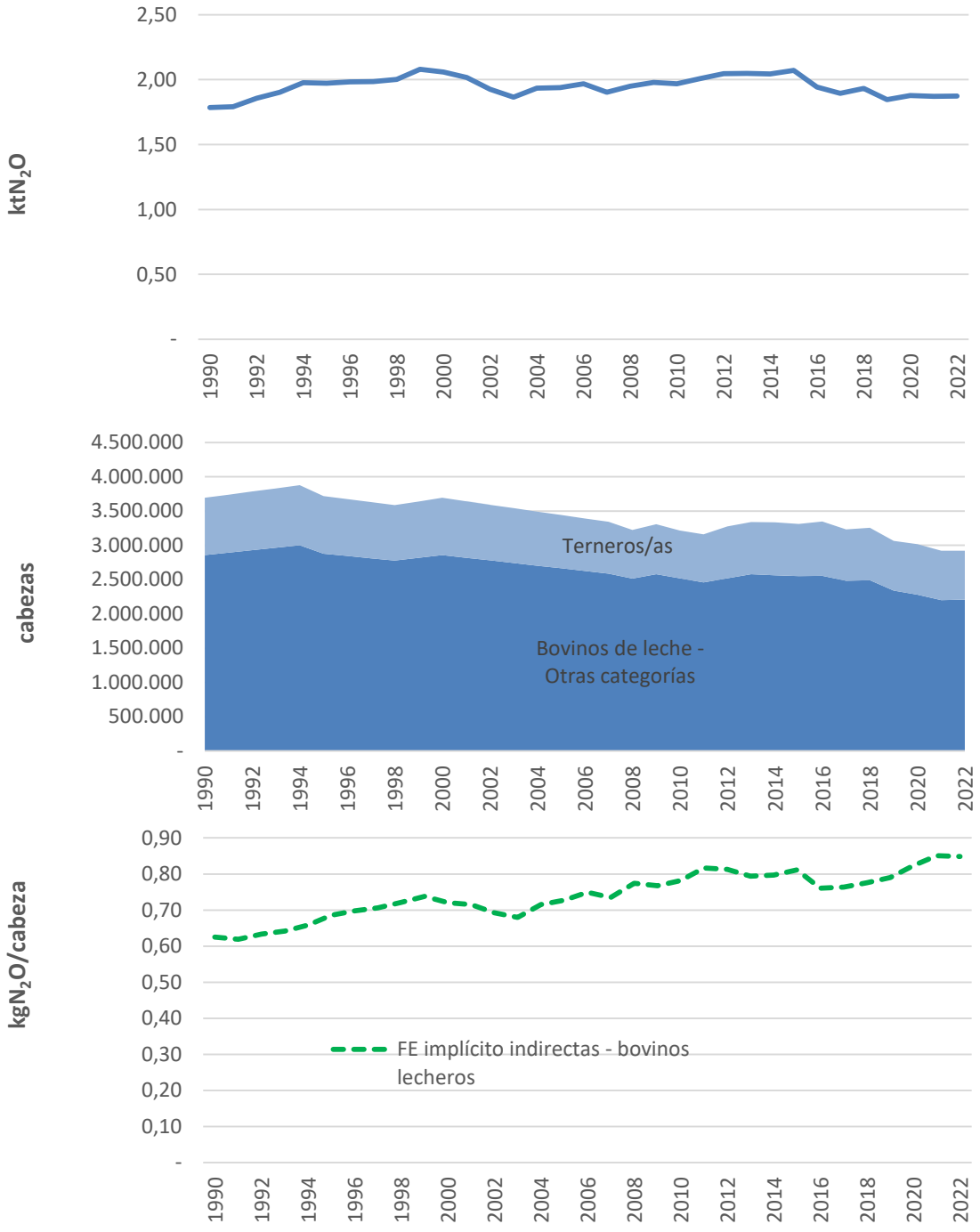
Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3ACai_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3ACai_HT_1990-2007_02 3ACai_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACai_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACai_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACai_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres:	3ACai_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad:	3AC_DA_1990-2007_01 3AC_DA_2008-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

A continuación de observa la tendencia de las emisiones indirectas de lixiviación y volatilización de la categoría. Se asume que los terneros y terneras no emiten. El FE implícito presenta variaciones debidas al aumento de productividad por cabeza.

Figura 340. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito – Indirectas de N_2O Bovinos lecheros

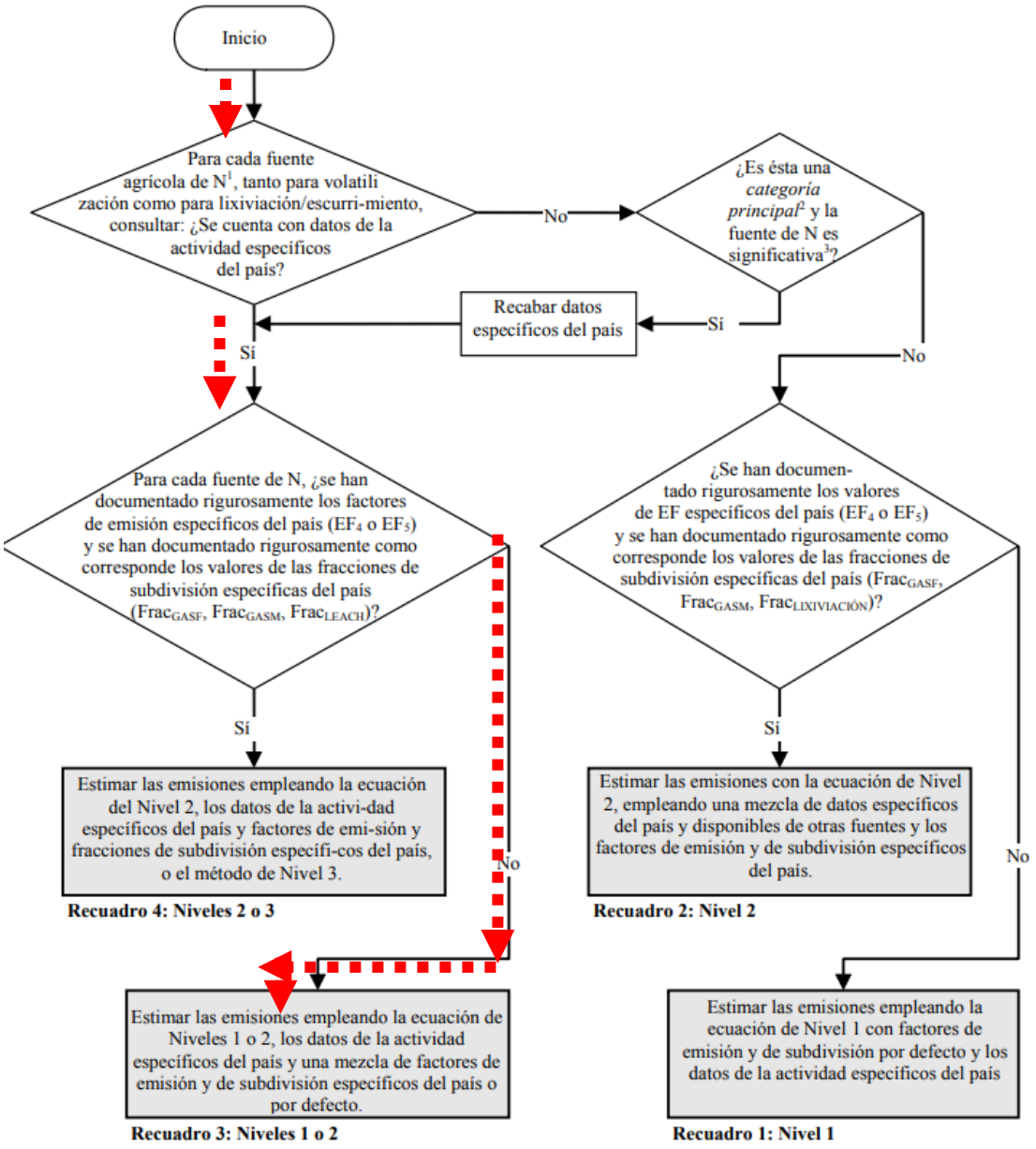


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 90. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones Indirectas de N_2O procedentes Excretas en Pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con datos de la actividad específicos del país que permiten calcular la cantidad promedio anual de N excretado (N_{ex}). Para la estimación de emisiones se utiliza el método de cálculo Nivel 2 y la ecuación 11.9 (volatilización) y la ecuación 11.10 (lixiviación) de las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan valores por defecto del Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019.

Tabla 690. Parámetros y valores del factor de emisión de la categoría - Indirectas Excretas en Pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado Bovinos Lecheros

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_4	Factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de nitrógeno en los suelos agrícolas y en las superficies de agua	kg N-N_2O/kg NH_3-N+NO_x-N volatilizado	0,01	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único
$Frac_{GASM}$	Fracción de materiales fertilizantes de nitrógeno orgánico y de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo que se volatiliza como NH_3 y NO_x	kg N volatilizado/kg de N en depositado o aplicado	0,21	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único
$Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)}$	Fracción de todo el nitrógeno agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento	kg N /kg agregados de N	0,24	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único
FE_5	Factor de emisión para emisiones de N_2O por lixiviación y escurrimiento de nitrógeno	kg N_2O-N/kg N lixiviado o escurrido	0,011	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es la cantidad anual de nitrógeno de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo (F_{PRP}) para las categorías 3D2aiii1a y 3D2biii1a; y la cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico, aplicada a los suelos (F_{ON}) para las categorías 3D2aii1a y 3D2bii1a.

F_{PRP}

El F_{PRP} se estima mediante la ecuación 11.5 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019. Los %MS se definen por SM y se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales lecheros.

Tabla 691. Ecuación utilizada para el cálculo de F_{PRP}

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{PRP}	N de la orina y el estiércol depositado por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas	Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.5	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

F_{ON}

Contiene cuatro componentes: aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo (F_{AM}), barros cloacales (F_{SEW}), compost (F_{COMP}) y otros (F_{OOA}). En el caso de los bovinos lecheros solo se incluyen las emisiones provenientes de la aplicación de estiércol animal (F_{AM}).

El F_{AM} se calcula como lo indica la ecuación 11.4 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019, multiplicando la cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción (N_{MMS_Avb}) por la fracción del estiércol gestionado utilizada para alimento ($Frac_{ALIM}$), para combustible ($Frac_{COMBUST}$), y para la construcción ($Frac_{CNST}$). Como no se presenta información para las fracciones de estiércol antes nombradas el F_{AM} resulta ser el parámetro N_{MMS_Avb}, ya que se asume que la totalidad del N está disponible para su aplicación como fertilizante orgánico. El N_{MMS_Avb} se calcula mediante la ecuación 10.34 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019. Se asume que no hay aportes de nitrógeno proveniente de codigestatos añadidos a plantas de biogás, tales como residuos de alimentos o cultivos energéticos (N_{cdg}).

Los %MS se definen por SM y se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales lecheros. En las tablas siguientes se encuentran las ecuaciones para el cálculo de F_{ON} y los valores de $Frac_{pérdidaMS}$. Se utilizan los mismos valores de $Frac_{pérdidaMS}$ para toda la serie temporal.

Tabla 692. Ecuaciones para el cálculo de F_{ON} para cada ganadería

Variable	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{ON}	Cantidad total anual de fertilizante de N orgánico aplicada a los suelos, excepto el de animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.3	kg N/año
F_{AM}	Cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos	IPCC 2019 – Ecuación 11.4	kg N/año
N_{MMS_Avb}	Cantidad de N del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción,	IPCC 2019 – Ecuación 10.34	kg N/año
$Frac_{pérdidaMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	IPCC 2019 – Ecuación 10.34A	adimensional
$Frac_{N2MS}$	Fracción del estiércol gestionado que se pierde como nitrógeno gaseoso (N_2)	IPCC 2019 – Ecuación 10.34B	adimensional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 693. Parámetros para la obtención de F_{ON}

Variable	Descripción	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{GASMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	35%	IPCC 2019 – Cuadro 10.22	Laguna anaeróbica – Vacas lecheras
$Frac_{LEACHMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	0%	IPCC 2019 – Cuadro 10.22	Laguna anaeróbica - Vacas lecheras
EF_3	Factor de emisión directo desde el MS	0%	IPCC 2019 – Cuadro 10.21	Laguna anaeróbica
R	Relación entre el factor de emisión directo de N_2O desde el MS y el factor de emisión de N_2 del MS	3	IPCC 2019 – Cuadro 10.23	Único

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se encuentran los valores de los parámetros necesarios para estimar el N_{ex}, el N excretado total y el F_{PRP} para el año 2022. El $N_{ingesta}$, CP y GE son parámetros calculados. Los valores de los últimos dos se encuentran en la Sección caracterización ganado bovino – Bovinos Lecheros.

Tabla 694. Parámetro $N_{retención}$ por subcategoría para calcular el N_{ex}

Categoría	Valor	Fuente de información	Criterio
Vacas en ordeñe (LG y LV)	0,13	IPCC 2019 – Cuadro 10A.1	Latinoamérica – Alta productividad
Vacas secas (SG y SV)	0,07	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Latinoamérica – hembras adultas
Vaquillonas	0,08	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Latinoamérica – en crecimiento/reposición
Toros, toritos y bueyes	0	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Latinoamérica – machos adultos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 695. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría – Indirectas Excretas en Pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado Bovinos Lecheros (2020)

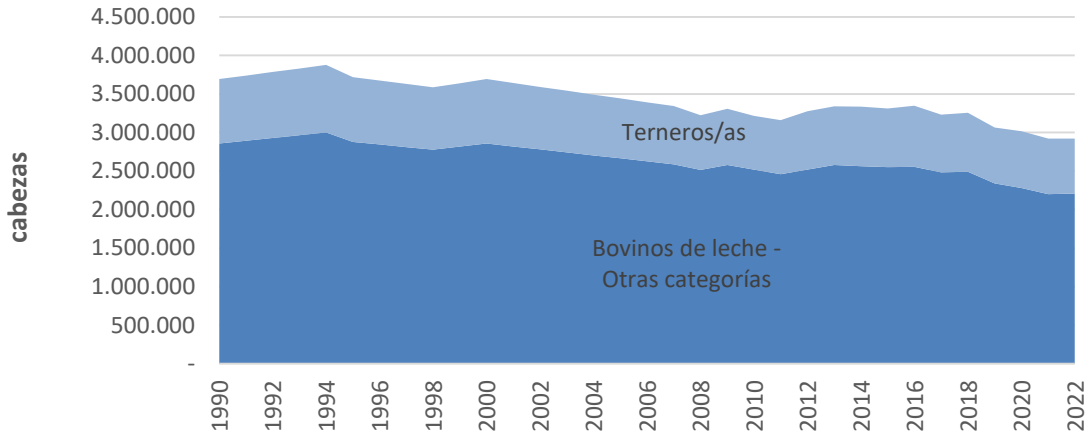
Categoría	Cabezas	$N_{EX(t)}$	N excretado total	F_{PRP}	F_{LA}	F_{ON}
		kg N/cabeza	kg N	kg N	kg N	kg N
Vacas	1.528.976	130	217.845.420	198.236.644	198.236.644	12.745.705
Vaquillonas	652.391	52	33.884.278	33.884.278	-	-
Terneros	209.272	-	-	-	-	-
Terneras	505.857	-	-	-	-	-
Toros	19.259	88	1.698.583	1.698.583	-	-
Bueyes	23	88	2.006	2.006	-	-
Toritos	7.023	83	582.806	582.806	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Existencias de ganado

El SENASA reporta el nivel de existencias en establecimientos de producción lechera al mes de marzo de cada año por departamento y subcategoría de ganado. Dicho valor es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una región a cada departamento. Las subcategorías de novillo y novillito pertenecen a las existencias de la producción de carne por lo cual no se toman en cuenta para la estimación de emisiones provenientes de los bovinos lecheros.

Figura 341. Evolución de las existencias de producción bovina (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla están los valores de las existencias de bovinos lecheros por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 696. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022)

Región	Vacas	Vaquillonas	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
Buenos Aires Abasto Norte	29.192	13.850	3.149	10.343	308	-	165	57.007
Buenos Aires Abasto Sur	73.797	32.235	8.648	27.935	536	-	238	143.390
Buenos Aires Mar y Sierras	47.629	20.397	5.432	17.750	350	-	111	91.669
Buenos Aires Oeste	212.983	99.918	26.357	75.498	1.958	-	882	417.596
Buenos Aires Otros	25.236	10.126	3.818	8.376	321	-	93	47.969
Buenos Aires Sur	12.579	5.189	1.444	3.397	137	-	28	22.774
Chaco Santiagueño	24.328	7.933	5.341	7.594	634	-	61	45.891
Córdoba Noreste	16.562	7.470	2.272	4.984	257	-	82	31.626
Córdoba Sur	73.668	36.922	11.104	24.942	914	-	243	147.794
Córdoba Villa María	402.399	154.060	53.044	131.962	5.265	-	1.643	748.374
Entre Ríos Este	21.576	11.764	1.998	7.780	148	-	101	43.367
Entre Ríos Oeste	60.568	26.611	7.140	17.497	716	-	253	112.785
La Pampa Centro y Sur	21.204	9.176	3.275	6.588	195	-	224	40.662
La Pampa Noroeste	4.215	2.749	402	657	42	-	24	8.090
NEA	2.616	630	338	620	195	18	8	4.426
Patagonia	2.984	2.035	185	576	82	-	1	5.863
Salta Valle de Lerma	6.328	3.410	691	1.991	59	-	57	12.536
Santa Fe Centro	431.375	182.911	69.599	132.669	6.734	-	2.685	825.972
Santa Fe Sur	53.619	23.139	4.496	23.452	311	-	105	105.122
Tucumán Trancas	4.626	1.501	417	915	75	-	18	7.553
Valles Cordilleranos	1.492	365	121	331	19	4	-	2.333
Total	1.528.976	652.391	209.272	505.857	19.259	23	7.023	2.922.799

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones indirectas provenientes de excretas en pasturas y de aplicación de abono orgánico de bovinos lecheros se reportan en la siguiente tabla. Las incertidumbres de las emisiones de volatilización y lixiviación por la aplicación de abono orgánico se reportan de forma conjunta.

Tabla 697. Incertidumbre de la categoría Indirectas Excretas en Pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado – Bovinos de leche (2022)

Categoría	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3D2aiii1a	160,0%	1E-6	0,1%	3E-6
3D2biii1a	160,0%	1E-6	0,1%	4E-6
3D2aii1a	160,0%	1E-9	0,003%	1E-8

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta.

Tabla 698. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	IPCC 2006 para dato local
$N_{retención}$	Tasa de N retenido para vacunos	Normal	25%	IPCC 2006
DE	Digestibilidad de la dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
CP	Contenido de proteína bruta en dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
Frac $_{GASM}$	Fracción de materiales fertilizantes de nitrógeno orgánico y de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo que se volatiliza como NH_3 y NO_x	Lognormal	55%	IPCC 2006
FE_4	Factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de nitrógeno en los suelos agrícolas y en las superficies de agua	Lognormal	80%	IPCC 2006
Frac $_{Lixiviación-H}$	Fracción de todo el nitrógeno agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento	Lognormal	58%	IPCC 2006

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
FE_5	Factor de emisión para emisiones de N_2O por lixiviación y escurrimiento de nitrógeno	Lognormal	147%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[288], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

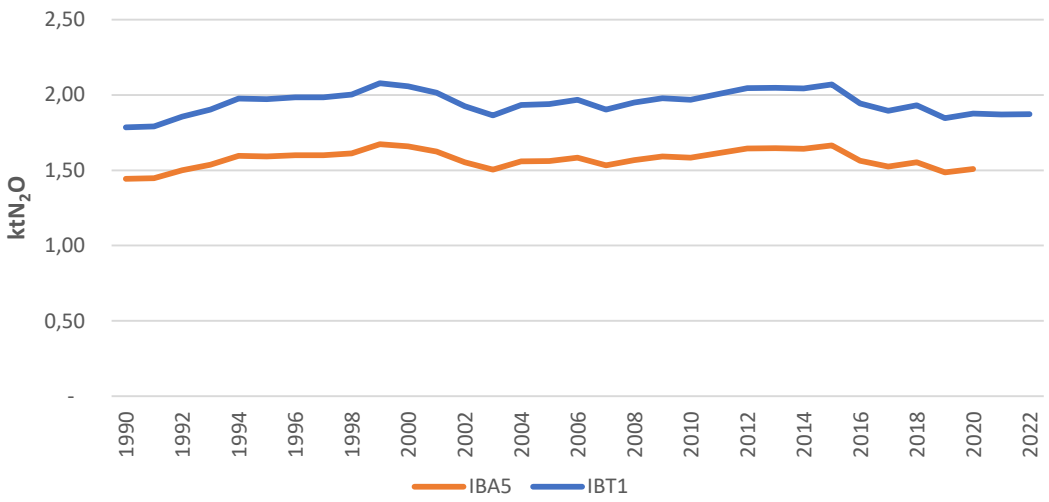
- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACai_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de SENASA del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Se utiliza el mismo indicador que para la categoría 3A1ai – Fermentación entérica Bovinos Lecheros.

Recálculo y mejoras

Se actualizó la metodología de cálculo conforme a las Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Se puede observar el impacto de las modificaciones en la siguiente figura.

[288] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 342. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Bovinos de Carne

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Se incluye la explicación del cálculo de emisiones indirectas provenientes de excretas en pasturas y aplicación de abono orgánico de bovinos de carne. Según el SNI-GEI-AR las categorías presentan códigos distintos.

Tabla 699. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – Indirectas Excretas en pasturas Bovinos de Carne

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D2aiii1b	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Bovinos de Carne	Emisiones de N_2O producidas indirectamente (volatilización) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 2
3D2biii1b	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Bovinos de Carne	Emisiones de N_2O producidas indirectamente (lixiviación) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 2
3D2aii1b	Emisiones indirectas de N_2O Aplicación de abono orgánico Carne Volatilización	Emisiones de N_2O producidas indirectamente (volatilización) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 2
3D2bii1b	Emisiones indirectas de N_2O Aplicación de	Emisiones de N_2O producidas indirectamente (lixiviación) por la cantidad de aportes de nitrógeno			Nivel 2

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
	abono orgánico Carne Lixiviación	orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 700. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría – Indirectas Excretas en pasturas Bovinos de Carne

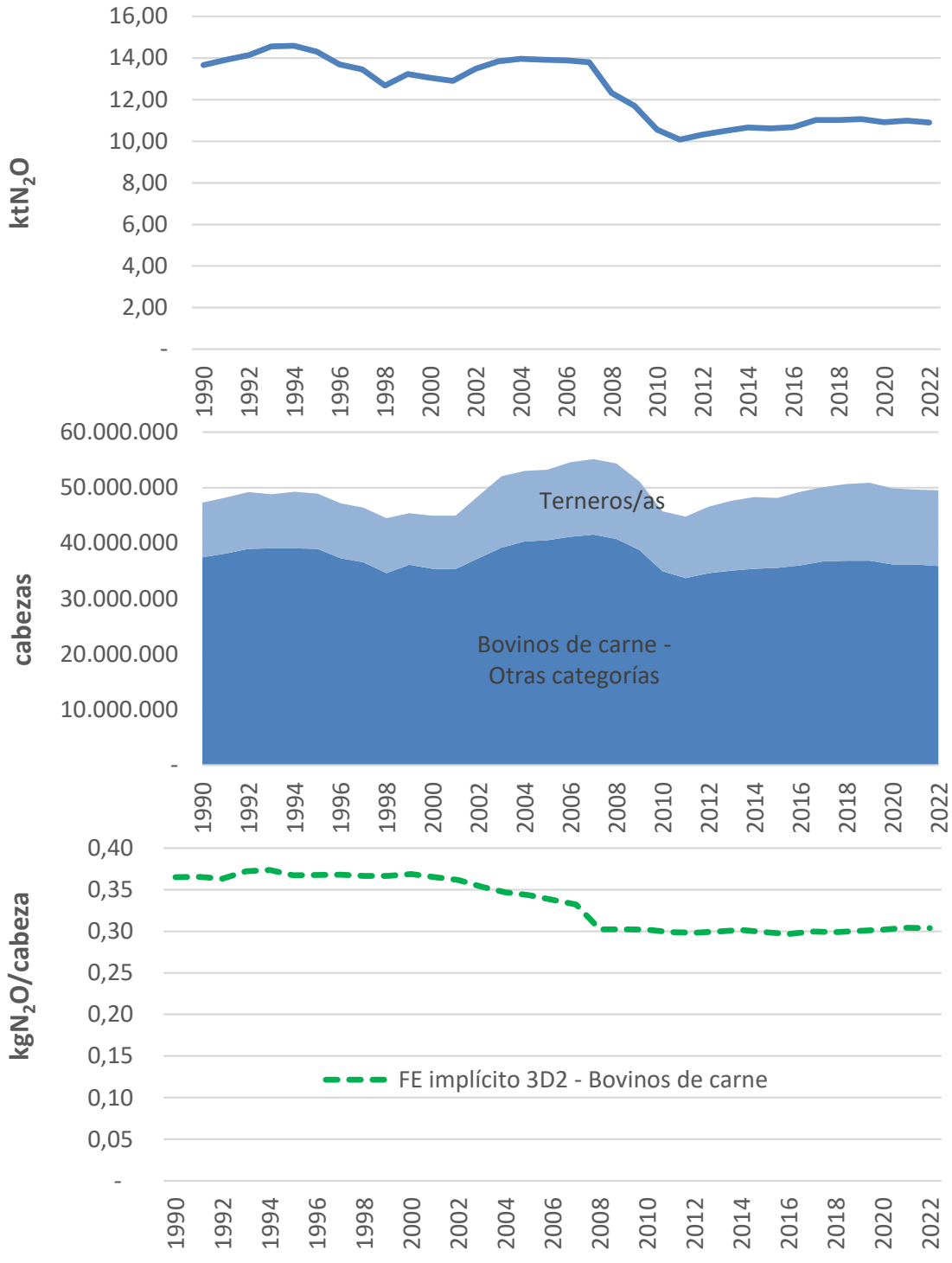
Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3ACaii_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3ACaii_HT_1990-2007_02 3ACaii_HT_XXXX_03 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACaii_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3ACaii_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3ACaii_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres:	3ACaii_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad:	3AC_DA_1990-2007_01 3AC_DA_2008-2022_00
Compilación	3ACaii_P_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

A continuación de observa la tendencia de las emisiones indirectas de lixiviación y volatilización de la categoría. Se asume que los terneros y terneras no emiten. El FE implícito presenta una leve disminución ya que a partir de 2008 se realizaron los cálculos utilizando sistemas modales más detallados.

Figura 343. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito (1990-2022)

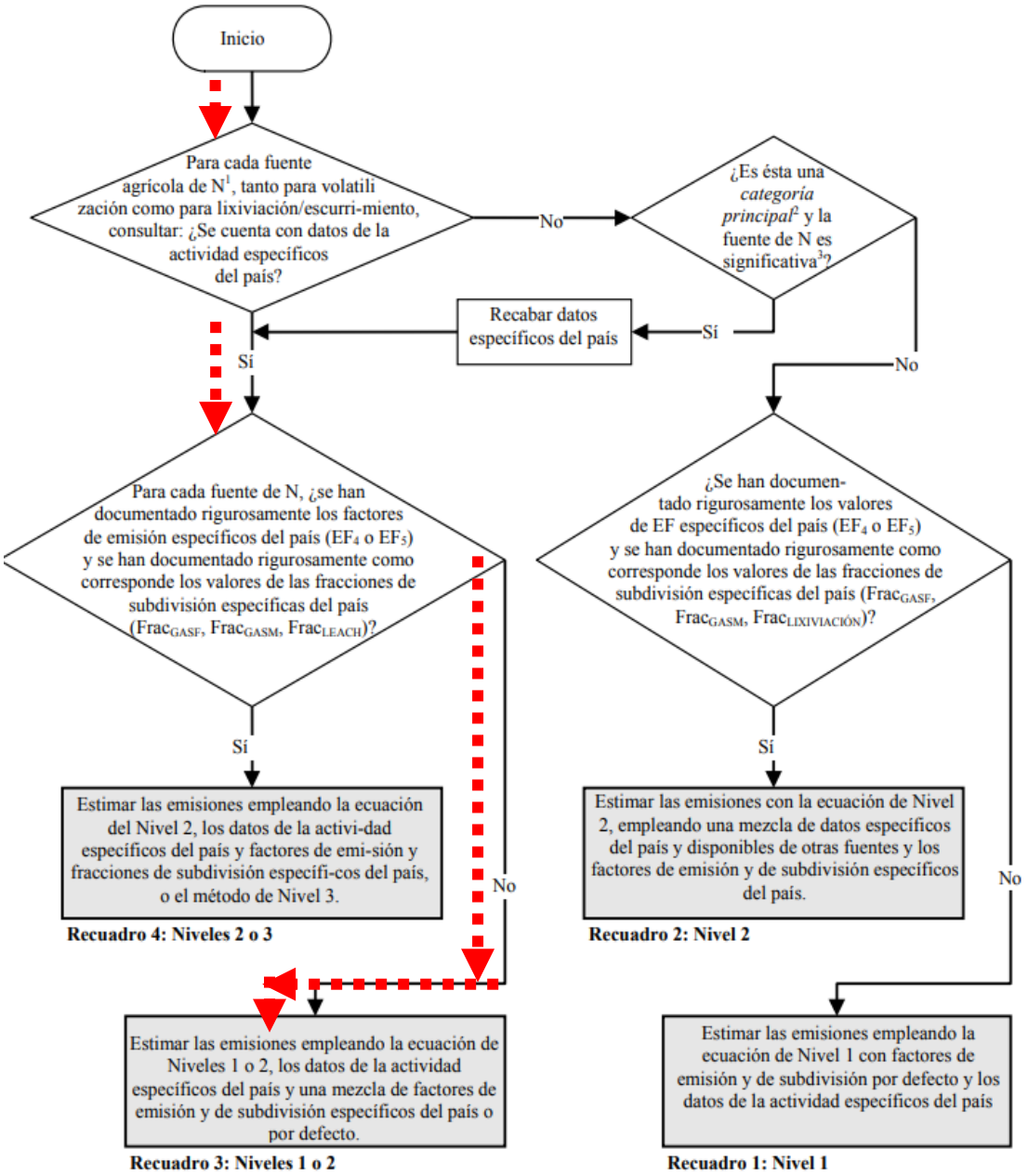


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 91. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones indirectas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con datos de la actividad específicos del país que permiten calcular la cantidad promedio anual de N excretado (Nex). Para la estimación de emisiones se utiliza el método de cálculo Nivel 2 y la ecuación 11.9 (volatilización) y la ecuación 11.10 (lixiviación) de las Directrices del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 del FE.

Tabla 701. Valores del factor de emisión de la categoría – Indirectas Excretas en pasturas Bovinos de Carne

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_4	Factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de nitrógeno en los suelos agrícolas y en las superficies de agua	kg N-N_2O/kg NH_3-N+NO_x-N volatilizado	0,01	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único
$Frac_{GASM}$	Fracción de materiales fertilizantes de nitrógeno orgánico y de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo que se volatiliza como NH_3 y NO_x	kg N volatilizado/kg de N en depositado o aplicado	0,21	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único
$Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)}$	Fracción de todo el nitrógeno agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento	kg N /kg agregados de N	0,24	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único
FE_5	Factor de emisión para emisiones de N_2O por lixiviación y escurrimiento de nitrógeno	kg N_2O-N/kg N lixiviado o escurrido	0,011	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es la cantidad anual de nitrógeno de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo (F_{PRP}) para las categorías 3D2aiii1b y 3D2biii1b; y la cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico, aplicada a los suelos (F_{ON}) para las categorías 3D2aii1b y 3D2bii1b.

F_{PRP}

El F_{PRP} se estima mediante la ecuación 11.5 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019. Los %MS se definen por SM y se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales lecheros.

Tabla 702. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP}

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{PRP}	N de la orina y el estiércol depositado por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas	Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.5	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

F_{ON}

Contiene cuatro componentes: aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo (F_{AM}), barros cloacales (F_{SEW}), compost (F_{COMP}) y otros (F_{OOA}). En el caso de los bovinos lecheros solo se incluyen las emisiones provenientes de la aplicación de estiércol animal (F_{AM}).

El FAM se calcula como lo indica la ecuación 11.4 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019, multiplicando la cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción (NMMS_Avb) por la fracción del estiércol gestionado utilizada para alimento (FracALIM), para combustible (FracCOMBUST), y para la construcción (FracCNST). Como no se presenta información para las fracciones de estiércol antes nombradas el FAM resulta ser el parámetro NMMS_Avb, ya que se asume que la totalidad del N está disponible para su aplicación como fertilizante orgánico. El NMMS_Avb se calcula mediante la ecuación 10.34 del Refinamiento de las Directrices del IPCC del 2019. Se asume que no hay aportes de nitrógeno proveniente de codigestatos añadidos a plantas de biogás, tales como residuos de alimentos o cultivos energéticos (Ncdg).

Los %MS se definen por SM y se encuentran en el Anexo Definición de sistemas modales lecheros. En las tablas siguientes se encuentran las ecuaciones para el cálculo de F_{ON} y los valores de $Frac_{pérdidaMS}$. Se utilizan los mismos valores de $Frac_{pérdidaMS}$ para toda la serie temporal.

Tabla 703. Ecuaciones para el cálculo de F_{ON} para cada ganadería

Variable	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{ON}	Cantidad total anual de fertilizante de N orgánico aplicada a los suelos, excepto el de animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.3	kg N/año
F_{AM}	Cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos	IPCC 2019 – Ecuación 11.4	kg N/año
N_{MMS_Avb}	Cantidad de N del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y	IPCC 2019 – Ecuación 10.34	kg N/año

Variable	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
	para uso como alimento, combustible o en la construcción,		
$Frac_{pérdidaMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	IPCC 2019 – Ecuación 10.34A	adimensional
$Frac_{N2MS}$	Fracción del estiércol gestionado que se pierde como nitrógeno gaseoso (N_2)	IPCC 2019 – Ecuación 10.34B	adimensional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 704. Parámetros para la obtención de F_{ON}

Variable	Descripción	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{GASMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	35%	IPCC 2019 – Cuadro 10.22	Laguna anaeróbica – Vacas lecheras
$Frac_{LEACHMS}$	Fracción de N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	0%	IPCC 2019 – Cuadro 10.22	Laguna anaeróbica - Vacas lecheras
EF_3	Factor de emisión directo desde el MS	0%	IPCC 2019 – Cuadro 10.21	Laguna anaeróbica
R	Relación entre el factor de emisión directo de N_2O desde el MS y el factor de emisión de N_2 del MS	3	IPCC 2019 – Cuadro 10.23	Único

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se encuentran los valores de los parámetros necesarios para estimar el N_{ex}, el N excretado total y el F_{PRP} para el año 2022. El $N_{ingesta}$, CP y GE son parámetros calculados. Los valores de los últimos dos se encuentran en la Sección caracterización ganado bovino – Bovinos de Carne.

Tabla 705. Parámetro por subcategoría para calcular el N_{ex}

Categoría	Valor	Fuente de información	Criterio
Vacas	0,07	IPCC 2019 – Cuadro 10A.2	Latinoamérica – hembras adultas
Vaquillonas recría	0,08		Latinoamérica – en crecimiento/reposición
Vaquillonas, novillos y novillitos en engorde - Feedlot	0,10		Latinoamérica – ganado de feedlot
Vaquillonas, novillos y novillitos en engorde - Pastura	0,11		Latinoamérica – vaquillonas y novillos en crecimiento
Toros, toritos y bueyes	0		Latinoamérica – machos adultos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 706. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría – Indirectas Excretas en pasturas Bovinos de Carne (2020)

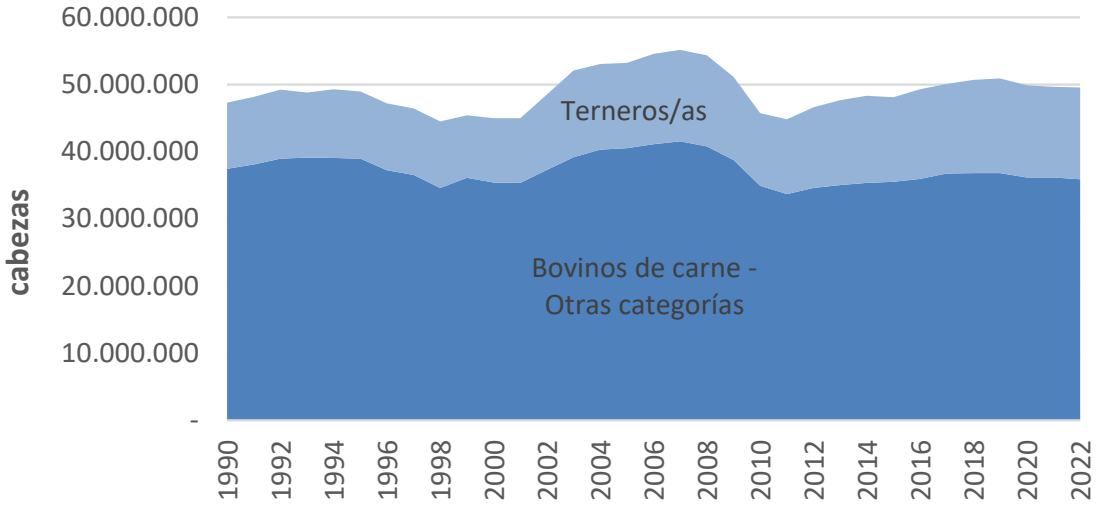
Categoría	Cabezas	$N_{EX(t)}$	N excretado total	F_{PRP}	F_{ON}
		kg N/cabeza	kg N	kg N	kg N
Vacas	21.407.034	42	902.164.252	902.164.252	-
Vaquillonas	6.587.009	34	224.556.517	184.900.376	33.024.742
Novillos	2.483.459	43	106.003.943	72.144.374	30.178.229
Novillitos	4.116.146	42	173.141.117	116.158.017	50.303.124
Terneros	6.852.405	-	-	-	-
Terneras	6.831.786	-	-	-	-
Toros	960.630	57	54.892.079	54.892.079	-
Toritos	329.632	57	18.770.003	18.770.003	-
Bueyes	3.775	54	203.508	203.508	-

Fuente: Elaboración propia.

Existencias de ganado

El SENASA reporta el nivel de existencias de bovinos totales (incluye actividad de carne y leche) y bovinos en establecimientos de producción lechera al mes de marzo de cada año por departamento. Para obtener el nivel de existencias de bovinos de carne, se resta a las existencias bovino total, las existencias de ganadería de leche para cada una de las subcategorías de ganado. Dicho valor es considerado para las existencias del correspondiente año y se le asigna una región a cada departamento (ver Anexo Definición de sistemas modales de carne). Esta sustracción entre existencias totales y existencias lecheras no se realiza para las subcategorías de novillo y novillito ya que se asume que dichos animales pertenecen a las existencias de la producción de carne.

Figura 344. Evolución de las existencias de la producción de carne



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla están los valores de las existencias de bovinos de carne por subcategoría de ganado y región para el año 2022.

Tabla 707. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de animal y región (2020)

Región	Vacas	Vaquillonas	Novillos	Novillitos	Terneros	Terneras	Toros	Bueyes	Toritos	Total
	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas	Cabezas
SE	3.796.418	1.192.516	199.537	507.980	1.473.562	1.527.477	156.451	47	54.527	8.908.515
SO	2.142.365	607.320	149.764	326.824	825.570	853.254	88.638	31	29.247	5.023.013
O	2.080.149	721.674	378.199	628.305	877.212	829.979	84.160	14	31.633	5.631.326
N	2.708.428	986.696	580.477	870.702	1.138.892	1.061.360	116.398	179	45.201	7.508.335
NEA	5.730.120	1.706.167	747.873	957.424	1.363.484	1.395.541	279.214	2.054	64.092	12.245.968
NOA	2.223.168	755.484	224.178	455.237	628.037	571.803	116.794	755	71.748	5.047.204
Semiárida	1.966.460	470.250	169.278	314.216	367.632	373.808	83.198	43	23.404	3.768.288
Patagonia	754.054	145.603	33.644	55.211	176.081	216.500	35.524	652	9.763	1.427.032
Conurbano	5.873	1.299	508	246	1.935	2.063	253	-	17	12.195
Total	**21.407.034**	**6.587.009**	**2.483.459**	**4.116.146**	**6.852.405**	**6.831.786**	**960.630**	**3.775**	**329.632**	**49.571.876**

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Las emisiones indirectas de N_2O correspondientes a la volatilización y lixiviación provenientes de excretas en pasturas y de aplicación de abono orgánico de bovinos de carne se reportan en la siguiente tabla. Las incertidumbres de las emisiones de volatilización y lixiviación por la aplicación de abono orgánico se reportan de forma conjunta.

Tabla 708. Incertidumbre de la categoría Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Bovinos de carne (2022)

Categoría	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3D2aiii1b	147,2%	0,0027%	0,5%	0,01%
3D2biii1b	147,2%	0,0034%	0,6%	0,01%
3D2abii1b	147,2%	0,0001%	0,1%	0,0003%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC. Se modelaron los siguientes parámetros en cada sistema modal, para cada categoría de ganado bovino y tipo de dieta:

Tabla 709. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente/ Criterio de elección
N_t	Existencias de ganado	Normal	10%	IPCC 2006 para dato local
$N_{retención}$	Tasa de N retenido para vacunos	Normal	25%	IPCC 2006
DE	Digestibilidad de la dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
CP	Contenido de proteína bruta en dieta	Normal	5%	IPCC 2006 para dato local
Frac $_{GASM}$	Fracción de materiales fertilizantes de nitrógeno orgánico y de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo que se volatiliza como NH_3 y NO_x	Lognormal	55%	IPCC 2006
FE_4	Factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de nitrógeno en los suelos agrícolas y en las superficies de agua	Lognormal	80%	IPCC 2006
Frac $_{Lixiviación-H}$	Fracción de todo el nitrógeno agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento	Lognormal	58%	IPCC 2006
FE_5	Factor de emisión para emisiones de N_2O por lixiviación y escurrimiento de nitrógeno	Lognormal	147%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[289], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

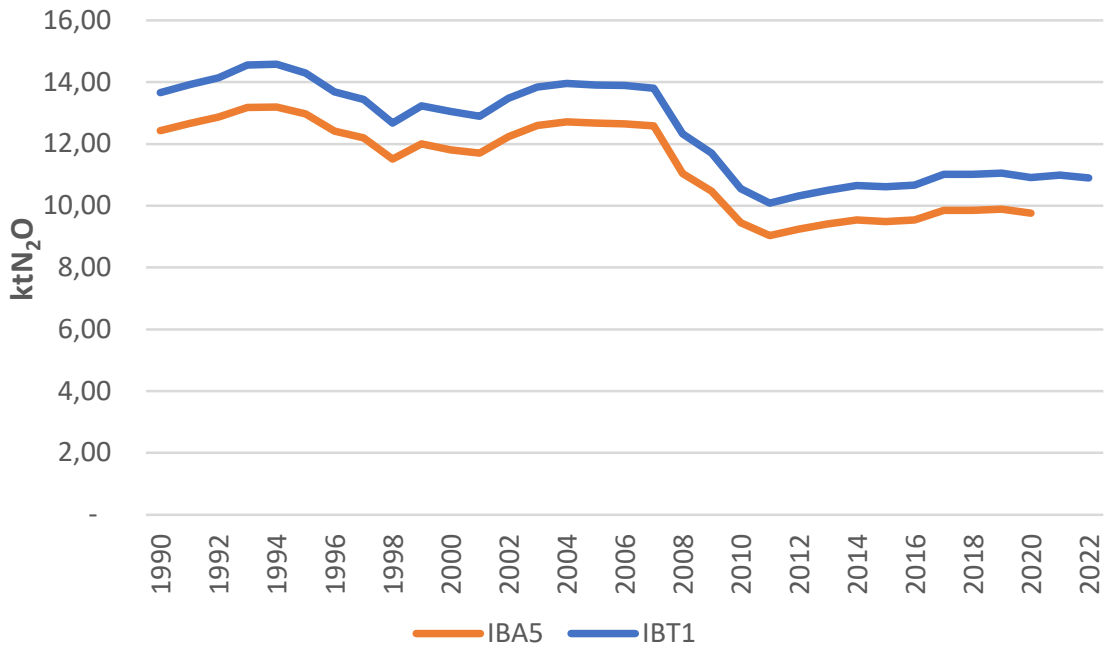
- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACaii_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de SENASA del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.
- Se utiliza el mismo indicador que para la categoría 3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne.

Recálculo y mejoras

Se actualizó la metodología de cálculo conforme a las Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2019. Se puede observar el impacto de las modificaciones en la siguiente figura.

[289] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 345. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Ganaderías no bovinas

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Se incluye la explicación del cálculo de emisiones indirectas provenientes de excretas en pasturas y aplicación de abono orgánico de Ganadería no bovina. Según el SNI-GEI-AR las categorías presentan códigos distintos.

Tabla 710. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas Ganaderías no bovinas

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D2aiii4a	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (volatilización) Búfalos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2biii4a	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (lixiviación) Búfalos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2aiii2	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (volatilización) Ovejas	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D2biii2	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (lixiviación) Ovejas	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2aiii4d	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (volatilización) Cabras	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2biii4d	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (lixiviación) Cabras	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2aiii4b	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (volatilización) Camélidos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2biii4b	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (lixiviación) Camélidos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2aiii4e	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (volatilización) Equinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2biii4e	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (lixiviación) Equinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2aiii4f	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (volatilización) Mulas y asnos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2biii4f	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (lixiviación) Mulas y asnos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2aiii3	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) en suelos de			Nivel 1

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
	pasturas (volatilización) Porcinos	pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			
3D2biii3	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (lixiviación) Porcinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			Nivel 1
3D2aiii4g	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (volatilización) Aves de corral	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			NO
3D2biii4g	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (lixiviación) Aves de corral	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			NO
3D2aiii4h	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (volatilización) Otros (ciervos, renos, animales con piel, avestruces, etc.)	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			NE
3D2biii4h	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (lixiviación) Otros (ciervos, renos, animales con piel, avestruces, etc.)	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) en suelos de pasturas, prados y praderas por animales de pastoreo.			NE
3D2aii4a	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (volatilización) Bubalinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO
3D2bii4a	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (lixiviación) Bubalinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO
3D2aii2	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (volatilización) Ovinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D2bii2	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (lixiviación) Ovinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO
3D2aii4d	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (volatilización) Caprinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO
3D2bii4d	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (lixiviación) Caprinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO
3D2aii4b	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (volatilización) Camélidos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO
3D2bii4b	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (lixiviación) Camélidos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO
3D2aii4e	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (volatilización) Equinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO
3D2bii4e	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (lixiviación) Equinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO
3D2aii4f	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (volatilización) Mulas y Asnos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D2bii4f	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (lixiviación) Mulas y Asnos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NO
3D2aii3	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (volatilización) Porcinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			Nivel 1
3D2bii3	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (lixiviación) Porcinos	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			Nivel 1
3D2aii4g	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (volatilización) Aves de corral	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			Nivel 1
3D2bii4g	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (lixiviación) Aves de corral	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			Nivel 1
3D2aii4h	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (volatilización) Otros (ciervos, renos, animales con piel, avestruces, etc.)	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (volatilización) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NE
3D2bii4h	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de fertilizantes (lixiviación) Otros (ciervos, renos, animales con piel, avestruces, etc.)	Emisiones de óxido nitroso producidas indirectamente (lixiviación) por la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos por estiércol animal.			NE

Fuente: Elaboración propia

No se estiman las emisiones de las categorías asociadas a otras ganaderías ya que no se presentan DA de otro ganado.

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 711. Documentación SNI-GEI-AR – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas Ganaderías no bovinas

	Bubalinos	Ovinos	Caprinos	Camélidos
Procedimiento	3ACb_P_00	3ACc_P_00	3ACd_P_00	3ACe_P_00
Hoja de trabajo	3ACb_HT_1990-2022_00	3ACc_HT_1990-2022_00	3ACd_HT_1990-2022_00	3ACe_HT_1990-2022_00
DA	3ACb_DA_1990-2022_02	3ACc_DA_1990-2022_02	3ACd_DA_1990-2022_02	3ACe_DA_1990-2022_02
Incertidumbres	3ACb_IN_2022_00	3ACb_IN_2022_00	3ACb_IN_2022_00	3ACb_IN_2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 712. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3C5d – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas Ganaderías no bovinas

	Equinos	Mulares y Asnales	Porcinos	Aves
Procedimiento	3ACf_P_00	3ACg_P_00	3ACh_P_00	3ACi_P_00
Hoja de trabajo	3ACf_HT_1990-2022_00	3ACg_HT_1990-2020_00	3ACh_HT_1990-2007_01 3ACh_HT_XXXX_01 (XXXX de 2008 a 2016) 3ACh_HT_XXXX_00 (XXXX de 2017 a 2022)	3ACi_HT_1990-2022_00
DA	3ACf_DA_1990-2022_00	3ACg_DA_1990-2022_00	3ACh_DA_1990-2007_00	3ACi_DA_1990-2022_00
Incertidumbres	3ACf_IN_2022_00	3ACg_IN_2022_00	3ACh_IN_2022_00	3ACi_IN_2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00	INGEI_HC_2022_00

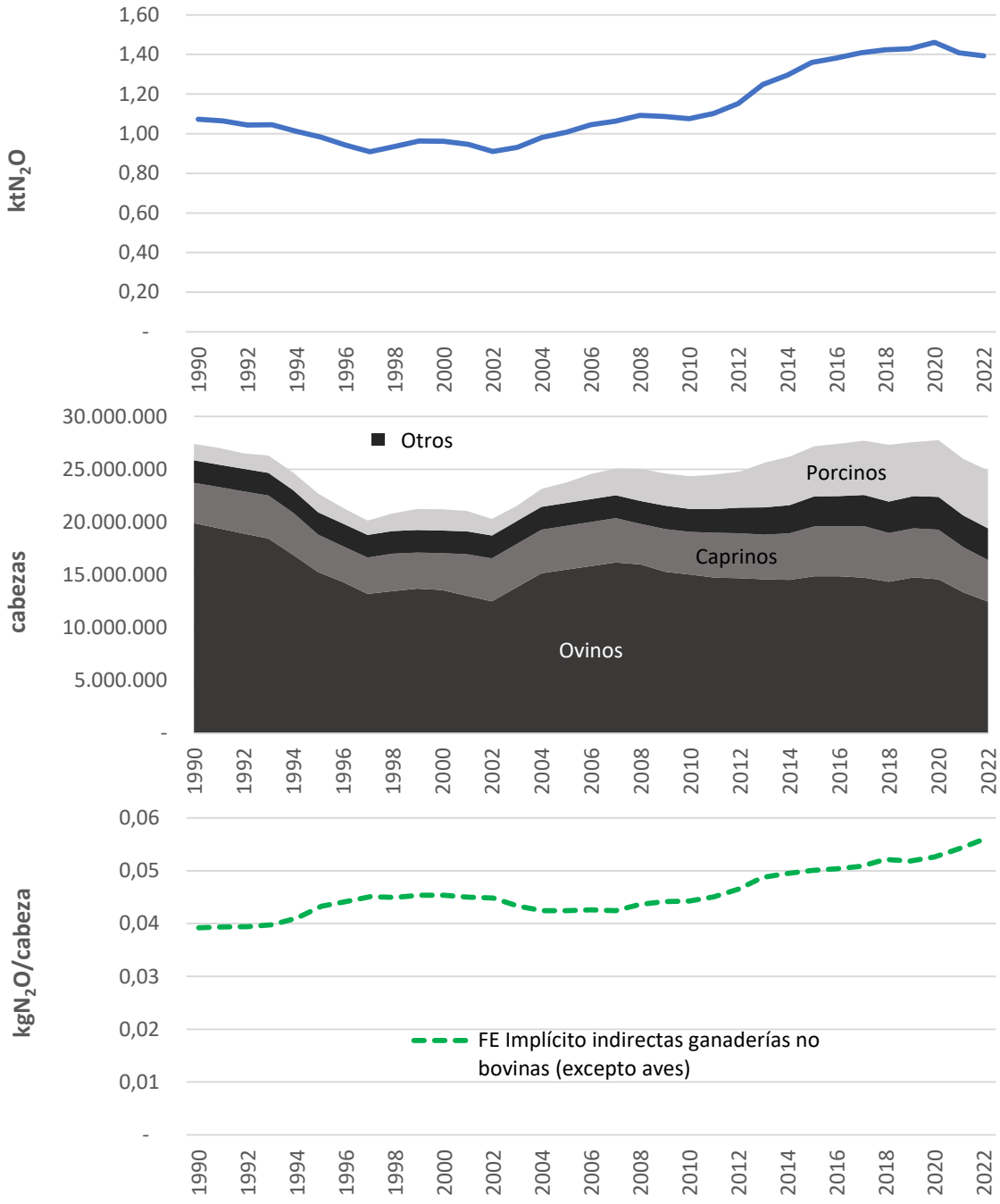
Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

Para una mejor visualización se graficaron las emisiones, los DA y el FE implícito de aves separadas de las otras ganaderías no bovinas. A su vez, se agruparon en “Otros” las existencias de camélidos, bubalinos, equinos, mulares y asnales.

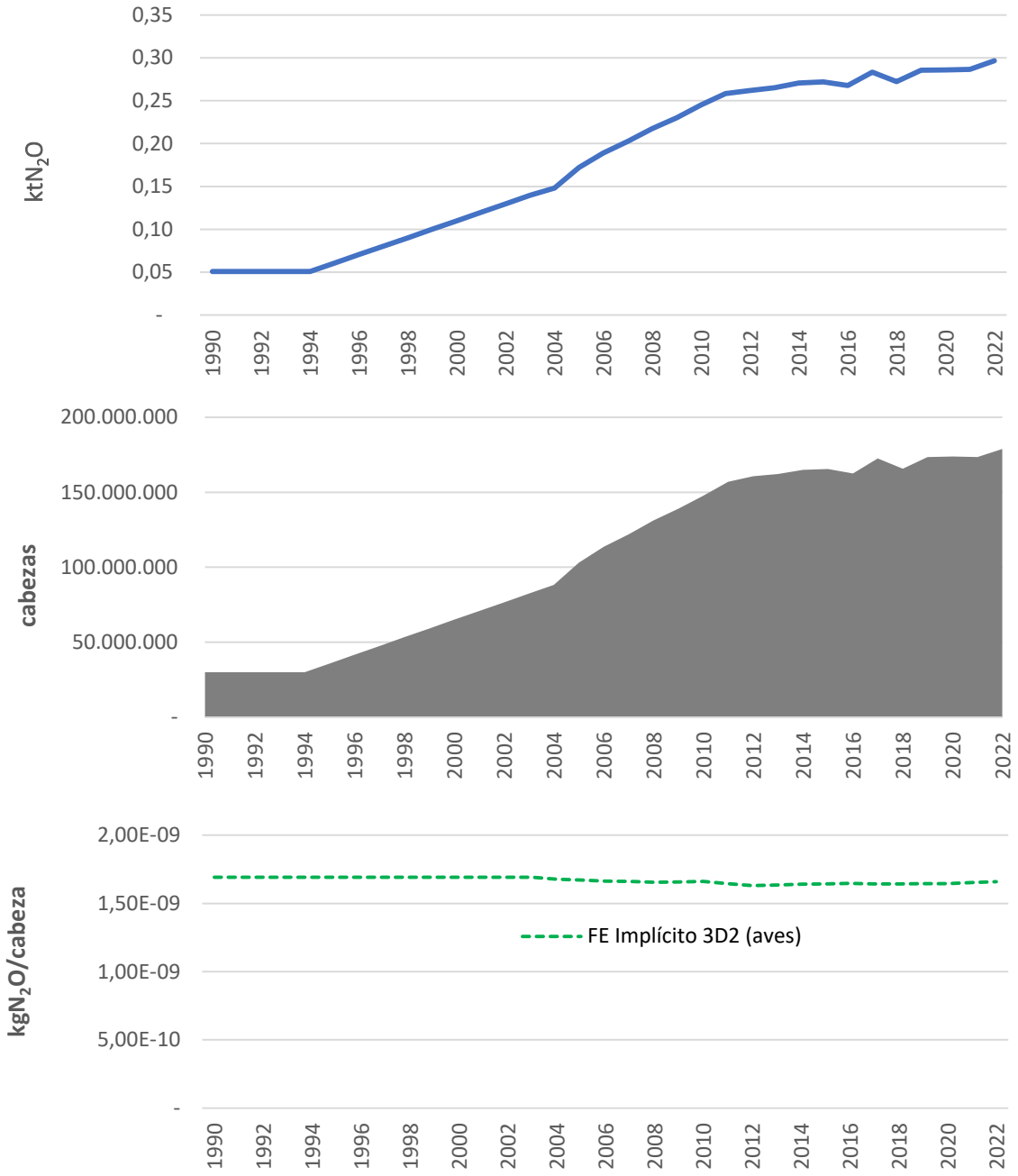
La tendencia de las emisiones de N_2O se debe a la variación de las existencias de ganado. La variación en el FE implícito de N_2O para las ganaderías no bovinas, excepto aves, se debe a la participación de las diferentes ganaderías.

Figura 346. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para equinos, porcinos, ovinos y otros (N_2O), excepto aves



Fuente: Elaboración propia

Figura 347. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para aves (N_2O)

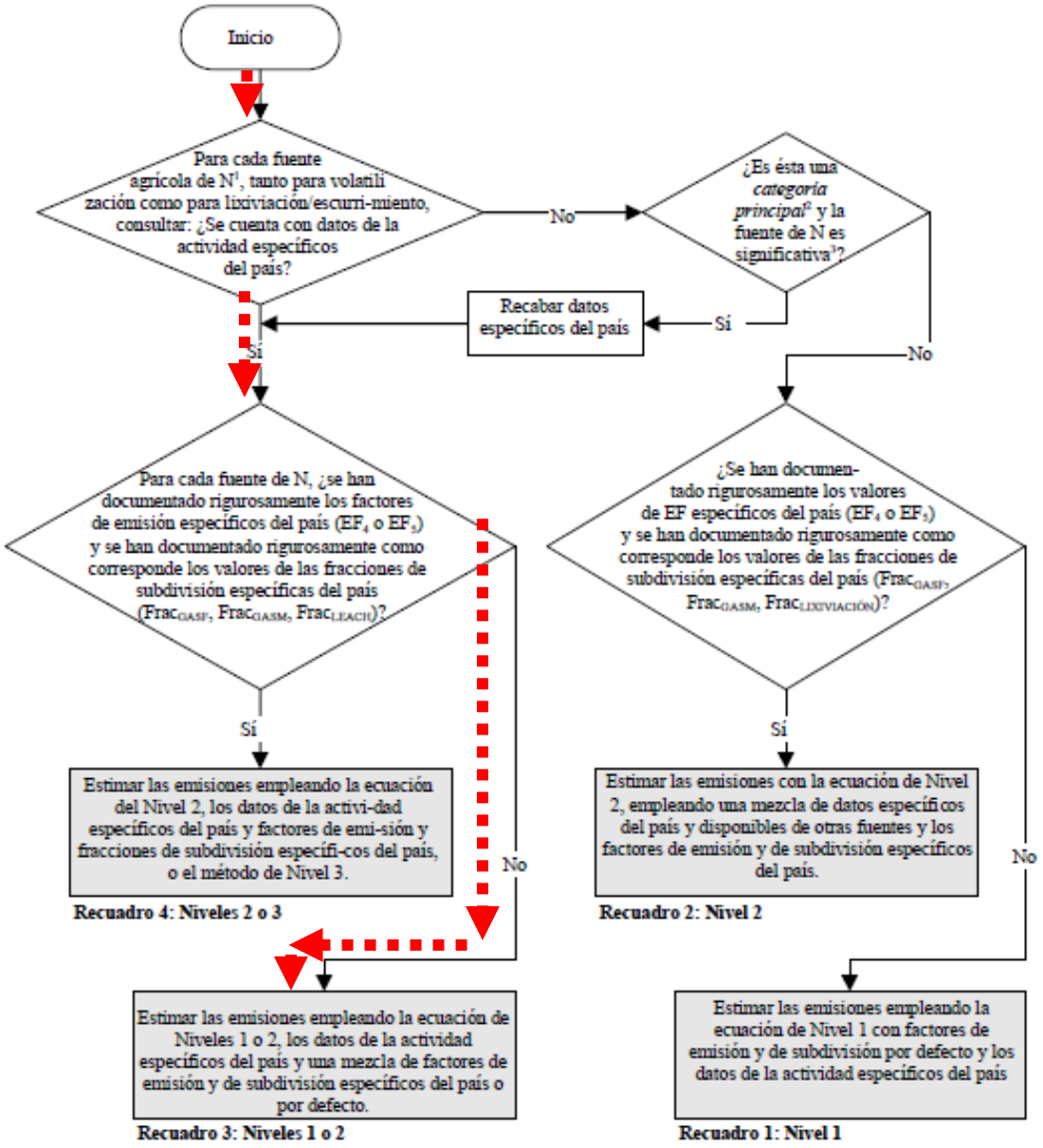


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 92. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se presentan datos locales de las existencias de las diferentes ganaderías. Sin embargo, no se presentan datos locales de los FE por lo cual la estimación de las emisiones se realiza con el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de las emisiones provenientes de las excretas en pasturas y aplicación de abono orgánico se realizaron utilizando la ecuación 11.9 (volatilización) y la ecuación 11.10 (lixiviación) del Refinamiento del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Para el cálculo de las emisiones se utilizan FE por defecto, de las Directrices del IPCC de 2006 para ganadería porcina y del Refinamiento del IPCC de 2019 para bubalinos, ovinos, caprinos, camélidos, equinos, mulares y aves.

Tabla 713. Factores de emisión para la categoría 3D2 – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (porcinos)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_4	Factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de nitrógeno en los suelos agrícolas y en las superficies de agua	kg N-N_2O/kg NH_3-N+NO_x-N volatilizado	0,01	IPCC 2006 – Cuadro 11.3	Único
$Frac_{GASM}$	Fracción de materiales fertilizantes de nitrógeno orgánico y de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo que se volatiliza como NH_3 y NO_x	kg N volatilizado/kg de N en depositado o aplicado	0,2	IPCC 2006 – Cuadro 11.3	Único
$Frac_{LIXIVIACIÒN-(H)}$	Fracción de todo el nitrógeno agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento	kg N /kg agregados de N	0,3	IPCC 2006 – Cuadro 11.3	Único
FE_5	Factor de emisión para emisiones de N_2O por lixiviación y escurrimiento de nitrógeno	kg N_2O-N/kg N lixiviado o escurrido	0,0075	IPCC 2006 – Cuadro 11.3	Único

Fuente: Elaboración propia

Tabla 714. Factores de emisión para la categoría 3D2 – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (resto de ganaderías)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_4	Factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de nitrógeno en los suelos agrícolas y en las superficies de agua	kg N-N_2O/kg NH_3-N+NO_x-N volatilizado	0,01	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único
$Frac_{GASM}$	Fracción de materiales fertilizantes de nitrógeno orgánico y de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo que se volatiliza como NH_3 y NO_x	kg N volatilizado/kg de N en depositado o aplicado	0,21	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{LIXIVIACIÒN-(H)}$	Fracción de todo el nitrógeno agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento	kg N /kg agregados de N	0,24	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único
FE_5	Factor de emisión para emisiones de N_2O por lixiviación y escurrimiento de nitrógeno	kg N_2O-N/kg N lixiviado o escurrido	0,011	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

En la tabla a continuación se detallan los %MS utilizados en cada ganadería.

Tabla 715. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol (MS) para cada ganadería

Ganadería	MS	%MS	Fuente de información
Bubalinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Ovinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Caprinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Camélidos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Equinos	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Mulares y asnales	Pasturas/prados/praderas	100%	Dictamen experto
Porcinos	Pasturas/prados/praderas	40%	IPCC 2006 - Cuadros 10A-7/8
	Distribución diaria	2%	IPCC 2006 - Cuadros 10A-7/8
	Almacenaje de sólidos	10%	IPCC 2006 - Cuadros 10A-7/8
	Corral de engorde	41%	IPCC 2006 - Cuadros 10A-7/8
	Camas profundas para vacunos y porcinos	7%	IPCC 2006 - Cuadros 10A-7/8
Aves	Estiércol de aves con hojarasca	100% (subcategoría parrilleros)	Dictamen experto
	Estiércol de aves sin hojarasca	100% (subcategoría ponedoras)	Dictamen experto

Fuente: Elaboración propia

El DA es la cantidad anual de nitrógeno de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo (F_{PRP}) para la categoría 3C5d, y la cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicada a los suelos (F_{ON}) para la categoría 3C5h-p.

F_{PRP}

El F_{PRP} se estima mediante la ecuación 11.5 de las Refinamiento del IPCC de 2019, y los valores para el año 2022 por ganadería se encuentran en la tabla a continuación.

Tabla 716. Valor de F_{PRP} para cada ganadería

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{PRP}	N de la orina y el estiércol depositado por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas	Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.5	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

Tabla 717. Valor de F_{PRP} para cada ganadería (2022)

Ganadería		F_{PRP}
Bubalinos		6.849.830
Ovinos		45.121.848
Caprinos		11.779.545
Camélidos		2.977.323
Equinos		98.499.296
Mulares y asnales		2.162.292
Porcinos	Padrillos	290.455
	Cerdas	2.080.211
	Lechones	12.127.672
	Capones	6.677.935
	Cachorros	5.916.125
	Cachorras	2.250.489
	M.E.I.	1.413.555
Aves	Ponedoras	-
	Parrilleros	-

Fuente: Elaboración propia

F_{ON}

El F_{ON} proviene del nitrógeno de cuatro componentes: aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo (F_{AM}), barros cloacales (F_{SEW}), compost (F_{COMP}) y otros (F_{OOA}). En el caso de las ganaderías solo se incluyen las emisiones provenientes de la aplicación de estiércol animal (F_{AM}).

El F_{AM} se calcula como lo indica la ecuación 11.4 del Refinamiento del IPCC de 2019, multiplicando la cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción (N_{MMS_Avb}) por la fracción del estiércol gestionado utilizada para alimento ($Frac_{ALIM}$),

para combustible ($Frac_{COMBUST}$), y para la construcción ($Frac_{CNST}$). Como no se presenta información para las fracciones de estiércol antes nombradas el F_{AM} resulta ser el parámetro N_{MMS_Avb}. Este parámetro se calcula mediante la ecuación 10.34 del Refinamiento del IPCC de 2019; como no se presenta información para la cantidad de nitrógeno proveniente de codigestatos agregados en plantas de biogás (N_{cdg}) este parámetro se considera cero.

Los %MS se definen por SM. En las tablas siguientes se encuentran las ecuaciones para el cálculo de F_{ON} y los valores de $Frac_{pérdidaMS,}$ que se obtiene del cuadro 10.23 para porcinos y se calcula mediante la ecuación 10.34A para aves. El resto de las categorías animales no presenta valores de F_{ON} ya que la totalidad de las excretas quedan en pasturas, prados y praderas, por lo que sus emisiones directas e indirectas se tratan en el capítulo 11.

Tabla 718. Definición y fuentes de información de variables asociadas al F_{ON}

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{ON}	N de agregados de N orgánico, aplicados a los suelos	Cantidad total anual de fertilizante de N orgánico, aplicada a los suelos, excepto el de animales en pastoreo	IPCC 2019 – Ecuación 11.3	kg N/año
F_{AM}	N de estiércol animal aplicado a los suelos	Cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos	IPCC 2019 – Ecuación 11.4	kg N/año
N_{MMS_Avb}	N de estiércol gestionado disponible para aplicación en suelos gestionados, como alimento, combustible o en la construcción	Cantidad de N del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción	IPCC 2019 – Ecuación 10.34	kg N/año
$Frac_{pérdidaMS}$	N del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol.	Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	IPCC 2019 – Ecuación 10.34A	adimensional
$Frac_{N2MS}$	n del estiércol gestionado que se pierde como N_2 en el sistema de gestión del estiércol	Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde como N_2 en el sistema de gestión del estiércol	IPCC 2019 – Ecuación 10.34B	adimensional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 719. Parámetros para la obtención de F_{ON} para porcinos (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Sistema de gestión de estiércol	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{pérdidaMS}$	Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde en el sistema de gestión del estiércol	%	Pastura/Prado/ Pradera	0	IPCC 2006 – Cuadro 10.23	Las emisiones directas de N_2O de excretas en pasturas/prado/pradera se tratan en el Capítulo 11, Sección 11.2, Emisiones de N_2O de suelos gestionados.
			Distribución diaria	0		Porcinos
			Almacenaje de sólidos	50		
			Corral del engorde	0		
			Camas profundas para vacunos y porcinos	50		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 720. Parámetros para la obtención de F_{ON} para aves (2022)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Sistema de gestión de estiércol	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{gas}$	Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde por volatilización en el sistema de gestión del estiércol	adimensional	Estiércol de aves con hojarasca	0,40	Tabla 10.22	Estiércol de aves con y sin hojarasca
			Estiércol de aves sin hojarasca	0,48		
$Frac_{lixiviación}$	Cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde por lixiviación o escorrentía en el sistema de gestión del estiércol		Estiércol de aves con y sin hojarasca	0		
FE_3	Factor de emisión directa de N_2O desde un sistema de gestión del estiércol		Estiércol de aves con y sin hojarasca	0,001	Tabla 10.21	
R	Relación de emisiones de N_2:emisiones de N_2O		Estiércol de aves con y sin hojarasca	3	Tabla 10.23	Único

Fuente: Elaboración propia

Tabla 721. Valor de F_{ON} para cada ganadería (2022)

Ganadería		F_{ON} (Kg N/año)
Bubalinos		-
Ovinos		-
Caprinos		-
Camélidos		-
Equinos		-
Mulares y asnales		-
Porcinos	Padrillos	373.961
	Cerdas	2.678.271
	Lechones	15.614.377
	Capones	8.597.841
	Cachorros	7.617.011
	Cachorras	2.897.505
	M.E.I.	1.819.952
Aves	Ponedoras	15.980.348
	Parrilleros	30.607.813

Fuente: Elaboración propia

El valor de $N_{índice}$ es por defecto y se toma del cuadro 10.19 del IPCC 2006 para porcinos y del cuadro 10.10 del Refinamiento del IPCC de 2019 para el resto de las ganaderías.

La tabla a continuación presenta los valores de TAM, N_{ex} y $N_{índice}$ por ganadería y región.

Tabla 722. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería

Acrónimo	TAM	N_{ex}(t)	$N_{índice}$(t)
Variable	Masa animal típica	Tasa de excreción de nitrógeno	Tasa de excreción de nitrógeno por defecto
Subcategoría (t)	kg/ cabeza	kg N/ cabeza/año	kg N / 1000 kg masa animal /dia
Bubalinos	315	47,14	0,41
Ovinos	31	3,62	0,32
Caprinos	24	2,98	0,34
Camélidos	65	10,91	0,46
Equinos	238	39,96	0,46
Mulares y Asnales	130	21,83	0,46
Padrillos	28	5,62	0,55
Cerdas	28	5,62	0,55

Acrónimo	TAM	$N_{ex}(t)$	$N_{índice}(t)$
Variable	Masa animal típica	Tasa de excreción de nitrógeno	Tasa de excreción de nitrógeno por defecto
Subcategoría (t)	kg/ cabeza	kg N/ cabeza/año	kg N / 1000 kg masa animal /dia
Lechones	28	16,05	1,57
Capones	28	16,05	1,57
Cachorros	28	16,05	1,57
Cachorras	28	16,05	1,57
M.E.I.	28	16,05	1,57
Ponedoras	1,40	0,60	1,17
Parrilleros	0,90	0,40	1,23

Fuente: Elaboración propia

La coherencia de la serie temporal de los parámetros de aves se encuentra explicada en la categoría 34 Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías.

Existencias de ganado

El número de cabezas de ganado y la fuente depende del tipo de ganadería. Las fuentes a lo largo de la serie temporal se encuentran en la siguiente tabla. El detalle de la explicación de la tendencia y procesamiento de cada DA se encuentra en la sección caracterización de Ganaderías no bovinas.

Tabla 723. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería

Ganadería	Fuente de información serie temporal
Bubalinos	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2005 a 2012 la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Desde 2013 el SENASA.
Ovinos	De 1990 a 2007 el Programa para el Mejoramiento de la Calidad de la Lana (PROLANA) del MAGyP). Desde 2008 el SENASA.
Caprinos	Para 1994, 1995, 1996, 1997, 1999 y 2000 las ENA. En 2002 el CNA. Desde 2008 el SENASA.
Camélidos	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2013 la Subsecretaría de Ganadería de la SAGyP (Dirección de bovinos y pequeños rumiantes).
Equinos	SENASA
Mulares y asnales	SENASA
Porcinos	Desde 1990 a 2007, el Área Técnica de MAGyP. Desde 2008 el SENASA.
Aves	Para 1990 y 1994, la PCN. Desde 2004 los datos de ponedoras provienen de la CAPIA y los de parrilleros son estimaciones de la Dirección de Porcinos Aves de Granja y No Tradicionales de la SAGyP.

Fuente: Elaboración propia

En las tablas a continuación se presentan los DA por ganadería para el año 2022.

Tabla 724. Existencias de ganado por ganadería (2022)

Variable	Subcategoría de ganadería	Existencias
$N_{(bubalinos)}$	Bubalinos	145.309
$N_{(ovinos)}$	Ovinos	12.461.845
$N_{(caprinos)}$	Caprinos	3.954.991
$N_{(camélidos)}$	Camélidos	272.811
$N_{(equinos)}$	Equinos	2.464.935
$N_{(mulares\ y\ asnales)}$	Mulares y Asnales	99.065

Fuente: Elaboración propia

Tabla 725. Existencias de ganado de porcinos (2022)

Variable	Subcategoría de ganado	Existencias
$N_{(porcinos-padrillos)}$	Padrillos	129.183
$N_{(porcinos-cedras)}$	Cerdas	925.196
$N_{(porcinos-lechones)}$	Lechones	1.889.587
$N_{(porcinos-capones)}$	Capones	1.040.475
$N_{(porcinos-cachorros)}$	Cachorros	921.779
$N_{(porcinos-cachorras)}$	Cachorras	350.644
$N_{(porcinos-M.E.I)}$	M.E.I.	220.243

Fuente: Elaboración propia

Tabla 726. Existencias de ganado de aves (2022)

Variable	Subcategoría de ganado	Existencias
$N_{(aves-ponedoras)}$	Ponedoras	51.800.000
$N_{(aves-parrilleros)}$	Parrilleros	127.100.000

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones indirectas (volatilización y lixiviación) de excretas en pasturas y aplicación de abono orgánico de las ganaderías no bovinas se reporta de manera conjunta.

Tabla 727. Incertidumbre de la categoría 3D2 – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas Ganaderías no bovinas (2022)

Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3D2aiii4a	20%	150%	151%	1E-9	0,003%	3E-9
3D2biii4a	20%	150%	151%	1E-9	0,003%	2E-9
3D2aiii2	20%	150%	151%	5E-8	0,02%	2E-7
3D2biii2	20%	150%	151%	1E-7	0,03%	2E-7
3D2aiii4d	20%	150%	151%	3E-9	0,01%	2E-8
3D2biii4d	20%	150%	151%	1E-7	0,01%	2E-8
3D2aiii4b	20%	150%	151%	1E-10	0,001%	1E-9
3D2biii4b	20%	150%	151%	2E-10	0,001%	1E-9
3D2aiii4e	20%	150%	151%	2E-7	0,04%	1E-6
3D2biii4e	20%	150%	151%	3E-7	0,1%	1E-6
3D2aiii4f	20%	150%	151%	1E-10	0,001%	4E-10
3D2biii4f	20%	150%	151%	2E-10	0,001%	1E-9
3D2aiii3	20%	150%	151%	1E-8	0,01%	1E-6
3D2biii3	20%	150%	151%	2E-8	0,01%	1E-6
3D2aiii4g	20%	141%	143%	2E-8	0,01%	1E-6
3D2biii4g	20%	141%	143%	3E-8	0,02%	1E-6
3D2aiii4h	20%	141%	143%	3E-8	0,02%	1E-6
3D2biii4h	20%	141%	143%	5E-8	0,02%	2E-6

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE y para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[290], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX de la serie temporal se encuentre pegada como valor, a excepción del año de cálculo del IBA

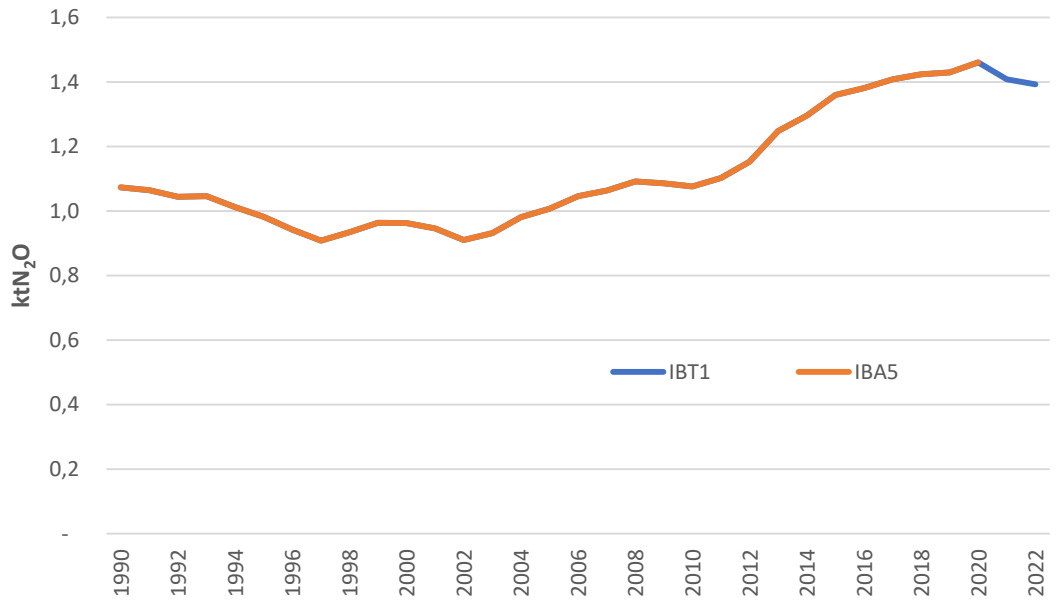
[290] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3ACx_HT_XXXX_XX.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- Controlar que la sumatoria total de cabezas por subcategorías de ganado por región sea consistente con el total país del número de cabezas de ganado. El cálculo se realiza automáticamente mediante la función SUMAR.SI.CONJUNTO, que realiza la sumatoria de cada subcategoría de ganado por región.
- Controlar que el total de cabezas por subcategoría de ganado y el total nacional sean iguales a la estadística de la fuente del mismo año. En el caso que no coincidan, se debe buscar si hay un problema de fórmula de suma, de asignación de código SENASA y región, y de carga de datos. Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales).
- En el caso de encontrar inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar las mismas y la forma de resolverlas.

Recálculo y mejoras

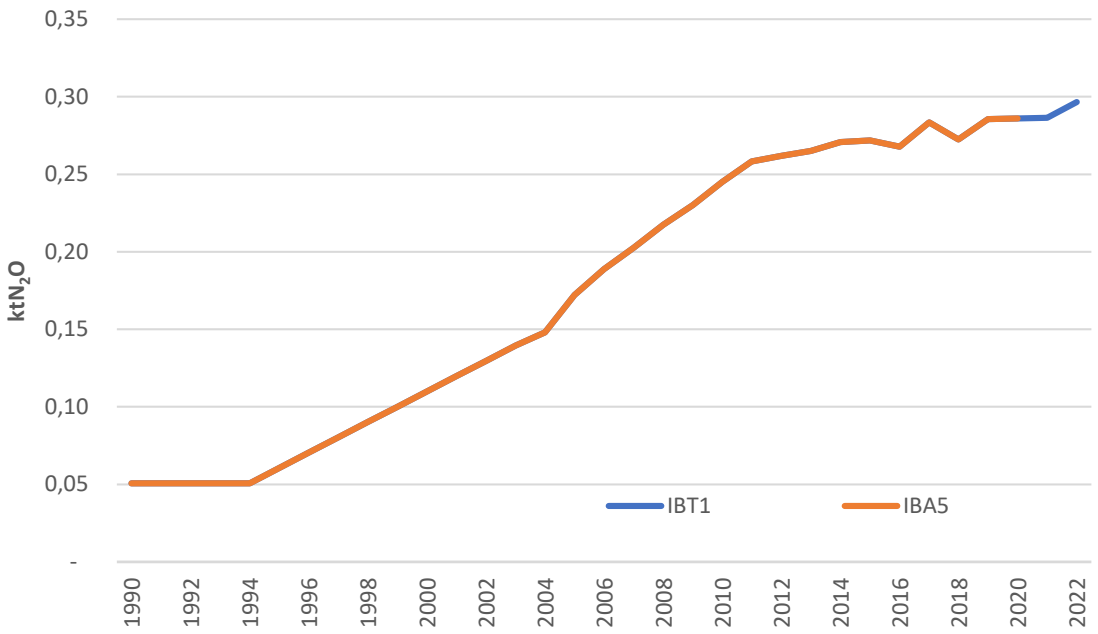
No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

Figura 348. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D2 (excepto aves)
(IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 349. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D2 (aves) (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Residuos de Cosecha (Lixiviación) (3D2biv)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 728. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D2biv – Indirectas Residuos de Cosecha (Lixiviación)

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D2biv	Indirectas Residuos de Cosecha (Lixiviación)	Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados por nitrógeno en residuos de cultivos (sobre la superficie y debajo de ésta), incluyendo de cultivos fijadores de nitrógeno y de forrajes durante la renovación de pasturas (lixiviación)			Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel ni por tendencia para el año 2022.

Tabla 729. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D2biv – Indirectas Residuos de Cosecha (Lixiviación)

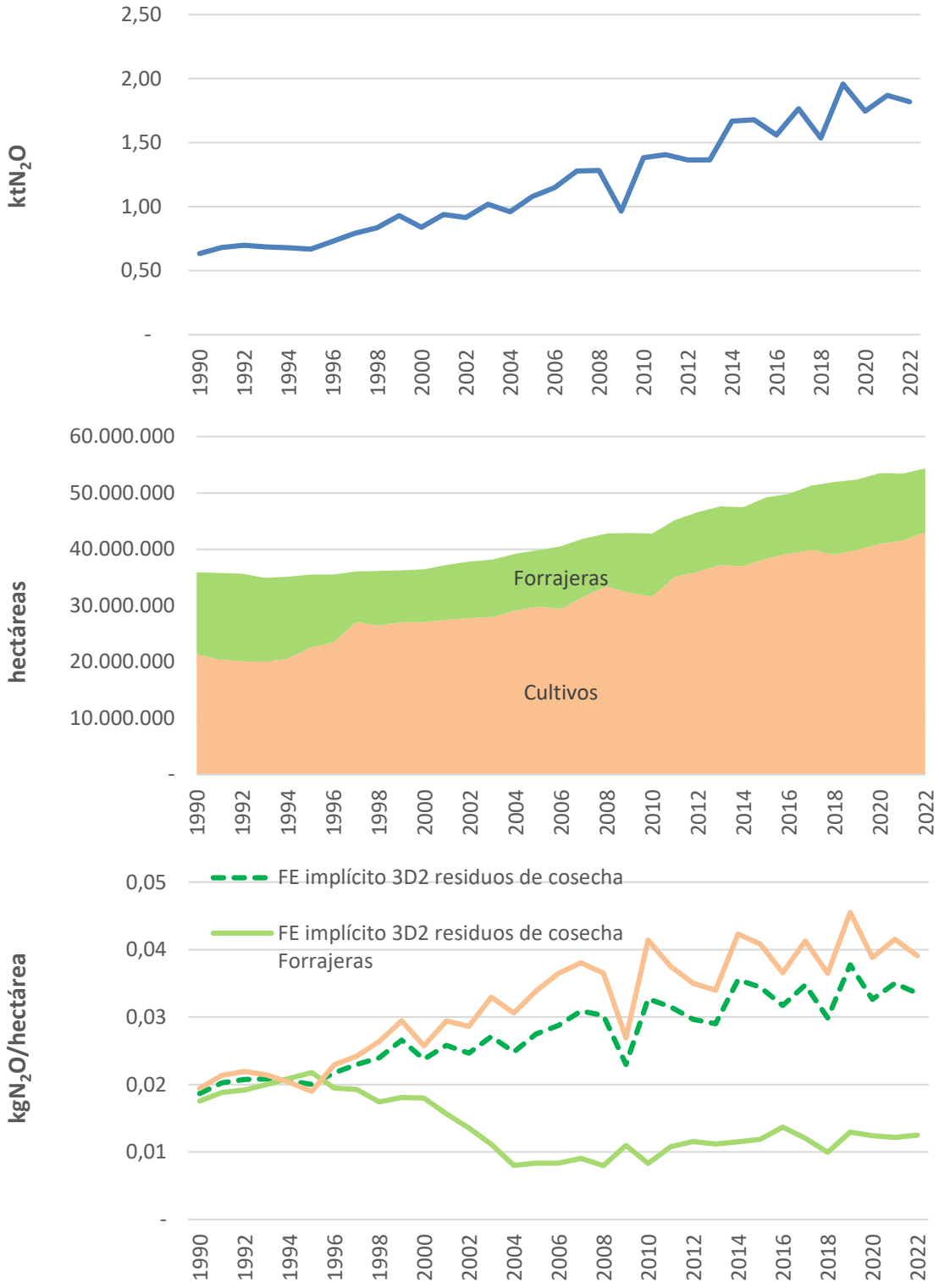
Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3C45_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3C45_HT_1990-1999_00 3C45_HT_2000-2009_00 3C45_HT_2010-2019_00 3C45_HT_2020-2022_00
Incertidumbres:	3C45_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad:	3C45_DA_1990-2022_00 3B_DA_RCT_1970-2022 3B_DA_LEGUMBRES_2003-2018 3B_DA_SIN DEPARTAMENTO_CULT_1990-2018 3B_DA_SIN DEPARTAMENTO_CULT_2019-2022 3B_DA_SIN DEPARTAMENTO_SOJA_2001-2018
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de emisiones se encuentra relacionada con la variación del DA. La superficie de los cultivos incluye doble cultivo. Las oscilaciones del FE implícito se deben al cambio de proporción entre diferentes cultivos y forrajeras.

Figura 350. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D2biv

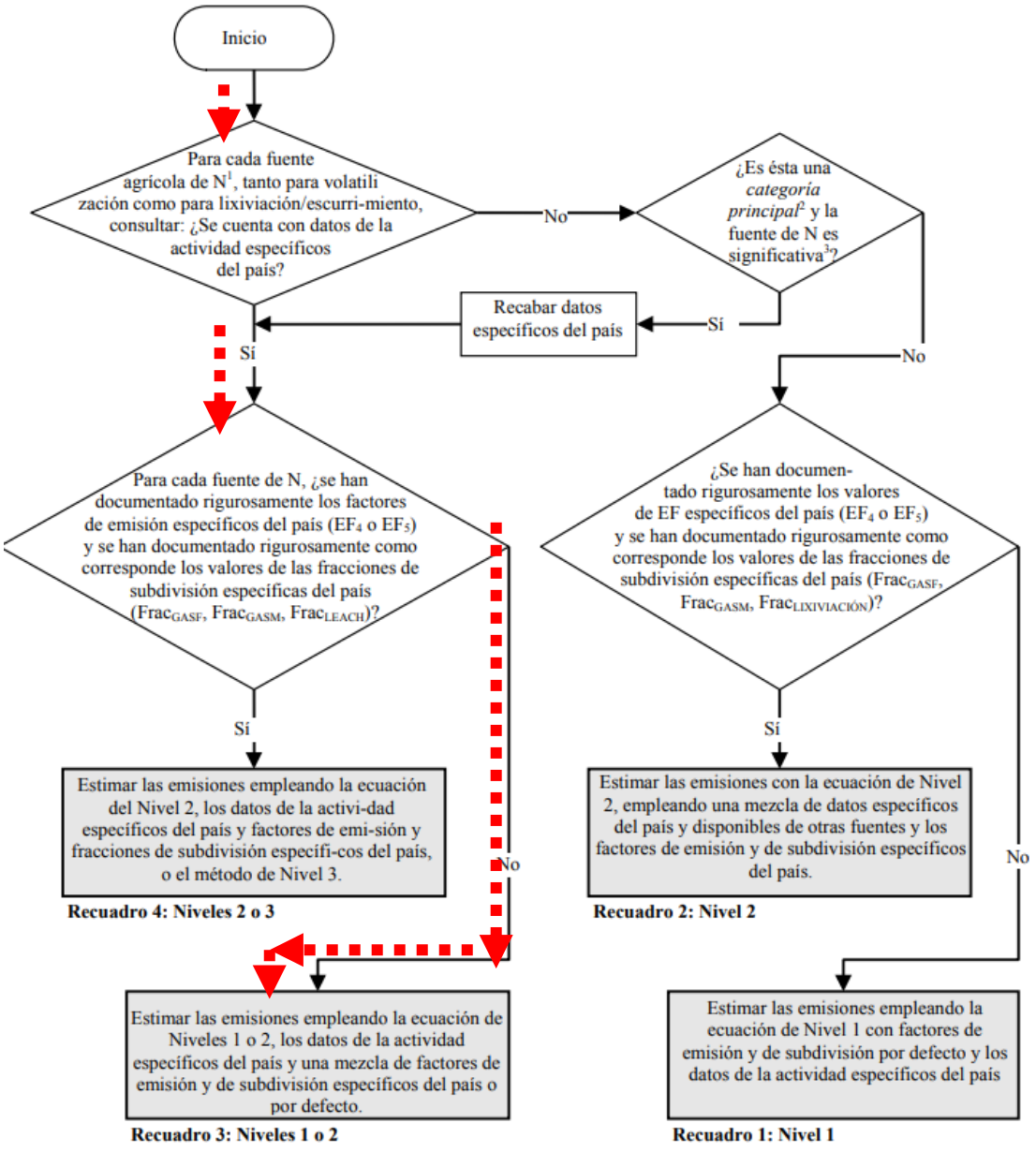


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 93. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones indirectas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con datos de la actividad específicos del país, pero no se cuenta con FE específicos del país por lo cual se utiliza el método de cálculo Nivel 1 y la ecuación 11.10 del Refinamiento del IPCC de 2019.

Factor de emisión

Los FE son por defecto y provienen del Refinamiento del IPCC de 2019.

Tabla 730. Factores de emisión para el cálculo de la categoría 3D2biv – Indirectas Residuos de Cosecha

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE_5	Factor de emisión de lixiviación/escurrimiento	kg N_2O-N/kg N lixiviación/ escurrimiento	0,011	IPCC 2019 – Cuadro 11.3	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es el F_{CR} que representa la cantidad de N de residuos agrícolas y de la renovación de forraje/pasturas. El mismo se construye mediante la ecuación 11.6, que a su vez se calcula a partir de la ecuación 11.7 y de las variables que se detallan en la tabla a continuación.

Tabla 731. Ecuaciones y definiciones asociadas al F_{CR}

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{CR}	N de residuos agrícolas y renovación de forraje/pasturas (Nivel 1)	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	IPCC 2019 – Ecuación 11.6	kg N / año
Superficie quemada $_{(T)}$	Superficie anual del cultivo *T* quemada	Total de superficie anual del cultivo *T* quemada	En ecuación 11.6	ha/año
$R_{AG(T)}$	Relación entre la materia seca de los residuos aéreos ($AG_{DM(T)}$) y el rendimiento de cosecha del cultivo *T*	Relación entre la materia seca de los residuos aéreos y el rendimiento de cosecha del cultivo *T*	En ecuación 11.6	kg dm/kg dm
$R_{BG(T)}$	Relación entre residuos subterráneos y rendimiento de cosecha del cultivo *T*	Relación entre residuos subterráneos y rendimiento de cosecha del cultivo *T*	En ecuación 11.6	kg N/kg dm
$AG_{DM(T)}$	Materia seca de los residuos aéreos	Materia seca de los residuos aéreos	En ecuación 11.6	kg dm
Cultivo$_{(T)}$	Corrección de peso en seco de los rendimientos de cosecha declarados	Rendimiento de materia seca cosechada para el cultivo T	IPCC 2019 – Ecuación 11.7	kg dm / ha

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$SECO_{(T)}$	Fracción de materia seca del cultivo cosechado T	Fracción de materia seca del cultivo cosechado *T*	En ecuación 11.7	kg dm/kg peso fresco

Fuente: Elaboración propia

Las variables utilizadas para el cálculo de emisiones producidas por los residuos de cosecha se encuentran en las tablas a continuación. El % Sup Q (T) para lino es del 50% hasta el 2012, y a seguir se considera que no hay más quemas de cultivos de lino (0%). Los valores de % Sup Q (T) para el cultivo de caña de azúcar se detallan en la Tabla 637.

Tabla 732. Parámetros para el cálculo de F_{CR}

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
% Sup Q $_{(T)}$	Porcentaje de la quema de del cultivo *T* (exceptuando los cultivos de lino y caña de azúcar)	%	0	Dictamen experto	
C_f	Factor de combustión	adimensional	0,8	Dictamen experto	
$Frac_{Remov(T)}$	Fracción de la superficie total dedicada al cultivo *T* que se renueva anualmente	adimensional	1	IPCC 2006 – Página 11.15	Valor único
$Frac_{Remoc(T)}$	Fracción de los residuos aéreos del cultivo *T* que se extraen anualmente	kg N/kg cultivo-N	0	Dictamen experto	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 733. Valores de % Sup Q (T) para el cultivo de caña de azúcar

Año Inventario	% Area Quemada	Observaciones	Fuente
1990	93,00%	-	2CN
1991	93,00%		
1992	93,00%		
1993	89,00%		
1994	88,00%		
1995	87,00%		
1996	86,00%		
1997	86,00%		
1998	86,00%		
1999	86,00%		

Año Inventario	% Area Quemada	Observaciones	Fuente
2000	86,00%		
2001	86,00%		
2002	86,00%		
2003	83,80%	Variación lineal entre 2002 y 2009	Estimado
2004	81,60%		
2005	79,40%		
2006	77,20%		
2007	75,00%		
2008	72,80%		
2009	70,60%	Superficie quemada en Tucumán. Se asume que todas las provincias queman con el mismo porcentaje.	EEAOC
2010	64,87%	Interpolación lineal	Estimado
2011	59,13%		
2012	53,39%		
2013	47,65%	Superficie quemada en Tucumán. Se asume que todas las provincias queman con el mismo porcentaje.	EEAOC
2014	14,35%		
2015	10,74%		
2016	19,27%		
2017	25,43%		
2018	31,63%		
2019	18,61%		
2020	40,31%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 734. Parámetros considerados para el cálculo de F_{CR} por cultivo

Cultivos	Fracción de Materia Seca cosechada (SECO)	Calculo AG_{DM}					Contenido de nitrógeno de Residuos Aéreos	Relación Residuos Subterráneos / Biomasa Aérea		Contenido de nitrógeno de Residuos subterráneos	Criterio
	kg MS/ (kg peso fresco)	Declive	± 2 s.d. como % de la media	Intercepción	± 2 s.d. como % de la media	R^2 ajust.	N_{AG}	RG_{BG-BIO}	Rango	N_{BG}	
Granos (C)	0,880	1,090	2%	0,880	6%	0,650	0,006	0,220	16%	0,009	-
Alubias y legumbres(C)	0,910	1,130	19%	0,850	56%	0,280	0,008	0,190	45%	0,008	-
Tubérculos (C)	0,220	0,100	69%	1,060	70%	0,180	0,019	0,200	50%	0,014	-
Raíces, otros (C)	0,850	1,070	19%	1,540	41%	0,630	0,008	0,220	50%	0,009	-
Forrajes Anuales Fijadores de N											-
Forrajes Perennes Fijadores de N	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,027	0,400	50%	0,022	-
Forrajes Anuales No Fijadores de N											-
Forrajes Perennes No Fijadores de N	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,015	0,540	50%	0,012	-
Hierbas perennes (C)	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,015	0,800	50%	0,012	-
Forrajeras Anuales	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,025	0,800	50%	0,016	-
Forrajeras Perennes	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,015	0,800	50%	0,012	-
Mezclas de hierba y trébol(C)	0,900	0,300	50%	0,000	0%	0,000	0,025	0,800	50%	0,016	-
Alfalfa	0,900	0,290	31%	0,000	0%	0,000	0,027	0,400	50%	0,019	-

Cultivos	Fracción de Materia Seca cosechada (SECO)	Calculo AG_{DM}					Contenido de nitrógeno de Residuos Aéreos	Relación Residuos Subterráneos / Biomasa Aérea		Contenido de nitrógeno de Residuos subterráneos	Criterio
	kg MS/ (kg peso fresco)	Declive	± 2 s.d. como % de la media	Intercepción	± 2 s.d. como % de la media	R^2 ajust.	N_{AG}	RG_{BG-BIO}	Rango	N_{BG}	
Algodon	0,850	1,070	19%	1,540	41%		0,008	0,220		0,009	-
Alpiste	0,880	1,090	2%	0,880	6%		0,006	0,22		0,009	-
Alubias	0,900	0,360	100%	0,680	47%	0,150	0,008	0,19	No definido	0,008	-
Arroz	0,860	0,950	19%	2,460	41%	0,470	0,007	0,160	35%	0,009	-
Arveja	0,850	0,360	100%	0,680	47%		0,008	0,190		0,008	-
Avena	0,860	0,910	5%	0,890	8%	0,450	0,007	0,250	120%	0,008	-
Caña de azúcar	0,850	1,070	19%	1,540	41%		0,008	0,220		0,009	-
Cártamo	0,850	1,090	50%	0,880	6%	0,650	0,006	0,220	16%	0,009	-
Cebada	0,875	0,980	8%	0,590	41%	0,680	0,007	0,220	33%	0,014	-
Centeno	0,880	1,090	50%	0,880	50%	0,000	0,005	0,240	32%	0,011	Centeno
Colza	0,920	1,090	2%	0,880	6%		0,006	0,220		0,009	Granos
Garbanzo	0,850	0,360	100%	0,680	47%		0,008	0,190		0,008	-
Girasol	0,860	1,090	50%	0,880	6%	0,650	0,006	0,220	16%	0,009	-
Heno no-leguminoso	0,900	0,180	50%	0,000	0%	0,000	0,015	0,540	50%	0,012	Granos.
Lenteja	0,850	0,360	100%	0,680	47%		0,008	0,190		0,008	-
Lino	0,900	1,090	2%	0,880	6%		0,006	0,220		0,009	Granos
Maíz	0,855	1,030	3%	0,610	19%	0,760	0,006	0,220	26%	0,007	-

Cultivos	Fracción de Materia Seca cosechada (SECO)	Calculo AG_{DM}					Contenido de nitrógeno de Residuos Aéreos	Relación Residuos Subterráneos / Biomasa Aérea		Contenido de nitrógeno de Residuos subterráneos	Criterio
	kg MS/ (kg peso fresco)	Declive	± 2 s.d. como % de la media	Intercepción	± 2 s.d. como % de la media	R^2 ajust.	N_{AG}	RG_{BG-BIO}	Rango	N_{BG}	
Maní	0,940	1,070	19%	1,540	41%		0,016	0,220		0,009	Cacahuates
Mijo	0,900	1,430	18%	0,140	308%		0,007	0,220		0,009	Mijo, NBG y RBG-Bio tomado de GRANOS
Papa (Patatas)	0,220	0,100	69%	1,060	70%	0,180	0,019	0,200	50%	0,014	-
Poroto seco	0,850	0,360	100%	0,680	47%		0,008	0,190		0,008	Alubias, valor de RGBG-Bio a valores genérico para Alubias y Legumbres
Soja	0,865	0,930	31%	1,350	49%	0,160	0,008	0,190	45%	0,008	-
Sorgo	0,850	0,880	13%	1,330	27%	0,360	0,007	0,220	26%	0,006	-
Trigo	0,860	1,290	5%	0,750	26%		0,006	0,280		0,009	Trigo primavera
Trigo candeal	0,860	1,290	5%	0,750	26%		0,006	0,280		0,009	Trigo primavera
Trigo de invierno	0,890	1,610	3%	0,400	25%	0,670	0,006	0,230	41%	0,009	-
Trigo de primavera	0,890	1,290	5%	0,750	26%	0,760	0,006	0,280	26%	0,009	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 735. Humedad de comercialización para los diferentes cultivos

Cultivos	Humedad de comercialización (%)	Fuente de información	Criterio
Arroz	14	Bolsa De Cereales (1994a) – Norma II Arroz Cascara	Solo aparece en "Tolerancia de Recibo"
Avena	14	Bolsa De Cereales (1994b) – Norma III Avena	Fuera de Estándar
Cebada cervecera	12	Bolsa De Cereales (2013a) – Cebada Anexo A Cebada Cervecera	Base de Comercialización
Cebada forrajera	14	Bolsa De Cereales (2013b) – Cebada Anexo B Cebada Forrajera	-
Colza	8	Bolsa De Cereales (1994c) – Norma VII Colza	Base de Comercialización
Girasol	11	Bolsa De Cereales (1994d) – Norma IX Girasol	Base de Comercialización
Lino	10	Bolsa De Cereales (1994e) – Norma XI Lino	Tolerancia de Recibo
Maíz	14,50	Bolsa De Cereales (1994f) – Norma XII Maíz	Fuera de Estándar
Poroto seco	15,00	Bolsa De Cereales (1994g) – Norma XVI Poroto Anexo A	-
Soja	13,50	Bolsa De Cereales (2008) – Norma Soja 151 2008	Tolerancia de Recibo
Sorgo	15	Bolsa De Cereales (2011) – Norma XVIII Sorgo Granífero	Fuera de Estándar
Trigo	14	Bolsa De Cereales (2004) – Norma XX Trigo Pan	Trigo Pan – Fuera de Estándar
Trigo candeal	14	Bolsa De Cereales (2004) – Norma XX Trigo Fideo	Trigo Fideo – Fuera de Estándar
Trigo de invierno	14	Bolsa De Cereales (2004) – Norma XX Trigo Pan	Trigo Pan – Fuera de Estándar
Trigo de primavera	14	Bolsa De Cereales (2004) – Norma XX Trigo Pan	Trigo Pan – Fuera de Estándar

Fuente: Elaboración propia.

El F_{CR} se multiplica por la fracción de todo el nitrógeno agregado a/mineralizado en suelos gestionados en donde se produce lixiviación/escurrimiento ($Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)}$) para obtener el nitrógeno lixiviado. Se utiliza un valor por defecto que se encuentran en la tabla a continuación**.**

Tabla 736. Parámetros para la categoría 3D2biv – Indirectas Residuos de Cosecha (Lixiviación)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)}$	Fracción de todo el nitrógeno agregado a/mineralizado en suelos gestionados en donde se produce lixiviación/escurrimiento	kg N/kg N agregado	0,24	IPCC 2019 - Cuadro 11.3	Húmedo
			0		Seco

Fuente: Elaboración propia

Se consensuó que para el cálculo de las emisiones del año inventario se utilizaran los datos de la campaña del año inventario-1/año inventario. Por ejemplo, los datos reportados para la campaña 2018/2019 fueron utilizados para el cálculo de emisiones del año 2019 y los datos de la campaña 2019/2020 para las emisiones correspondientes al año 2020.

Los valores de superficie sembrada, cosechada, producción y rendimiento de los cultivos de algodón, alpiste, arroz, arveja (desde 2019), avena, caña de azúcar (hasta el 2005), cártamo, cebada, centeno, colza, garbanzo (desde 2019), girasol, lenteja (desde 2019), lino, maíz, maní, mijo, poroto seco, soja, sorgo, y trigo son provistos por la SAGyP. Los mismos están disponibles en la página web de Datos Abiertos de forma anual y con desagregación departamental (Datos Abiertos SAGyP).

La información de tres cultivos (poroto, garbanzo y lenteja) están disponibles en los Datos Abiertos desde 2019. A fin de incorporar esta información se desarrolló la serie histórica a partir de la interpolación lineal, en base a los datos del censo nacional agropecuario para el año 2002 y los datos de 2019, de manera separada para cada cultivo.

Las provincias que cuentan con producción de caña de azúcar son Tucumán, Jujuy, Salta, Santa Fe, Misiones y a partir del 2017 Corrientes y Santiago del Estero. Los valores de producción son provistos por el CAA con desagregación por ingenio y anual. Los datos de producción faltantes para las provincias de Misiones y Santiago del Estero se estimaron en base a los últimos datos disponibles en Misiones y Chaco (con supuesto de similitud entre las provincias de Chaco y Santiago del Estero).

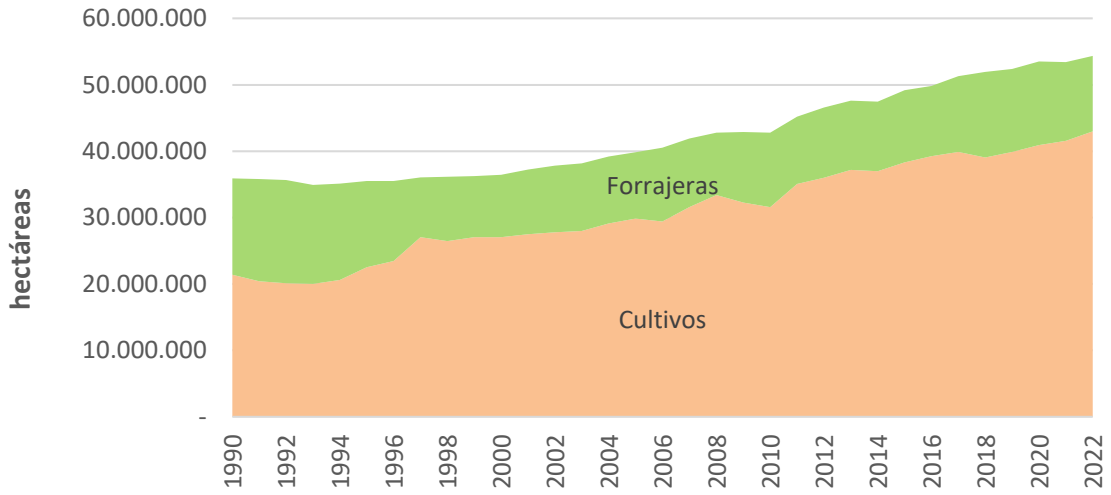
La superficie de caña de azúcar a partir del 2005 es provista por el Área Técnica responsable de la producción de caña de azúcar de la SAGyP.

La producción de forrajeras se calcula a partir del dato de rendimiento. Los valores de rendimiento se obtuvieron del LART del convenio "Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos"[291]. La superficie cosechada se asume igual a la superficie sembrada. Los valores de esta última provienen de la representación coherente de tierras.

[291] "Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos". FAUBA -IPCVA. Instituciones participantes Facultad de Agronomía UBA, INTA y AACREA. Etapa III 2015.

Los datos de superficie sembrada, cosechada, rendimiento y producción de los cultivos, y de rendimiento de forrajeras no presentan ningún tipo de procesamiento. En estos casos el DA se utiliza tal cual se obtiene del proveedor de datos. En la figura a continuación se encuentra la evolución de la superficie de forrajeras y cultivos, y en la tabla siguiente el valor de F_{CR} para el año 2020.

Figura 351. Evolución de la superficie total de forrajeras y cultivos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 737. Valores para F_{CR}

Dato de actividad	F_{CR} (tonelada N)
Total 2020	2.100.316

Fuente: Elaboración propia

El valor del nitrógeno lixiviado por los residuos de cosecha para el año 2022 es de 105.321 toneladas de N.

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre para la categoría "3D2biv – Indirectas Residuos de Cosecha" se reporta en la siguiente tabla.

Tabla 738. Incertidumbre de la categoría "3D2biv – Indirectas Residuos de Cosecha" (2022)

Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
255,0%	0,0014%	0,2%	0,01%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de SMC modelando los siguientes parámetros en cada cultivo, para cada departamento.

Tabla 739. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3D2biv

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
Superficie $_{(T)}$	Rendimiento en fresco cosechado para el cultivo *T*	Normal	2,5%	IPCC 2006
RendimFresco$_{(T)}$	Total de superficie anual de cosechada del cultivo *T*	Normal	2,5%	IPCC 2006
SECO$_{(T)}$	Fracción de Materia Seca cosechada	Normal	2,5%	IPCC 2006
Declive AG$_{DM}$	–	Normal	Según cultivo	IPCC 2006
N_{AG}	Contenido de nitrógeno de Residuos Aéreos	Normal	2,5%	IPCC 2006
N_{BG}	Contenido de nitrógeno de Residuos subterráneos	Normal	2,5%	IPCC 2006
Frac$_{LIXIVIACIÓN-(H)}$	Fracción de todo el nitrógeno agregado a/mineralizado en suelos gestionados en donde se produce lixiviación/escurrimiento	Normal	58%	IPCC 2006
FE_5	Factor de emisión de lixiviación/escurrimiento	Normal	147%	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

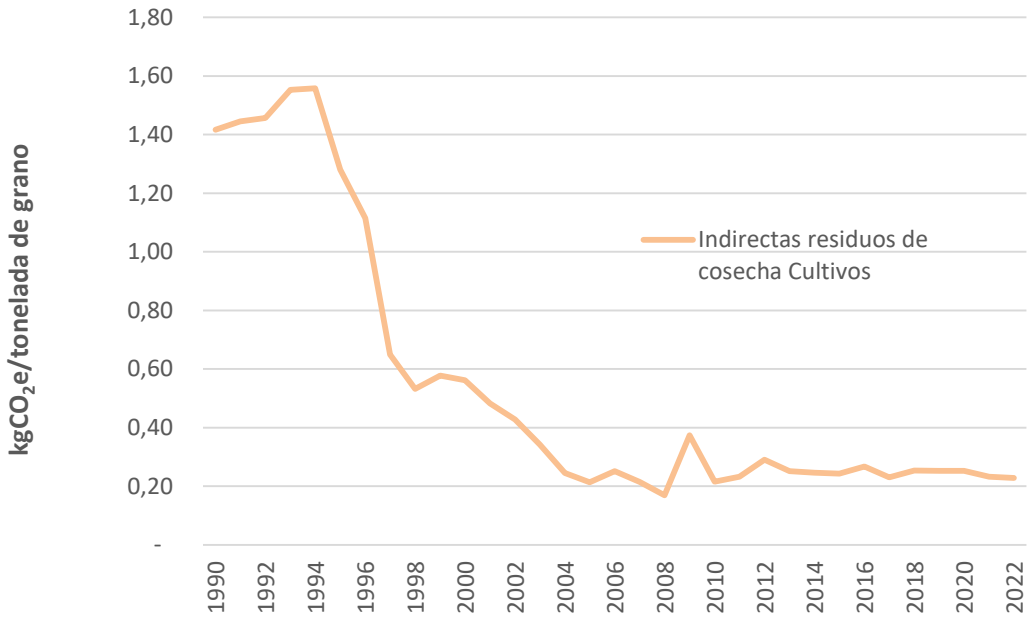
Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[292], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3C45_HT_XXXX_00.
- Controlar que la suma de la producción de todos los cultivos sea consistente con el total país.
- Controlar que el valor de la serie temporal de producción para cada cultivo sea consistente.
- Controlar que el total de producción cargada cada año en la hoja de trabajo sea igual al total reportado en la estadística del proveedor de datos del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema fue resuelto.

[292] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

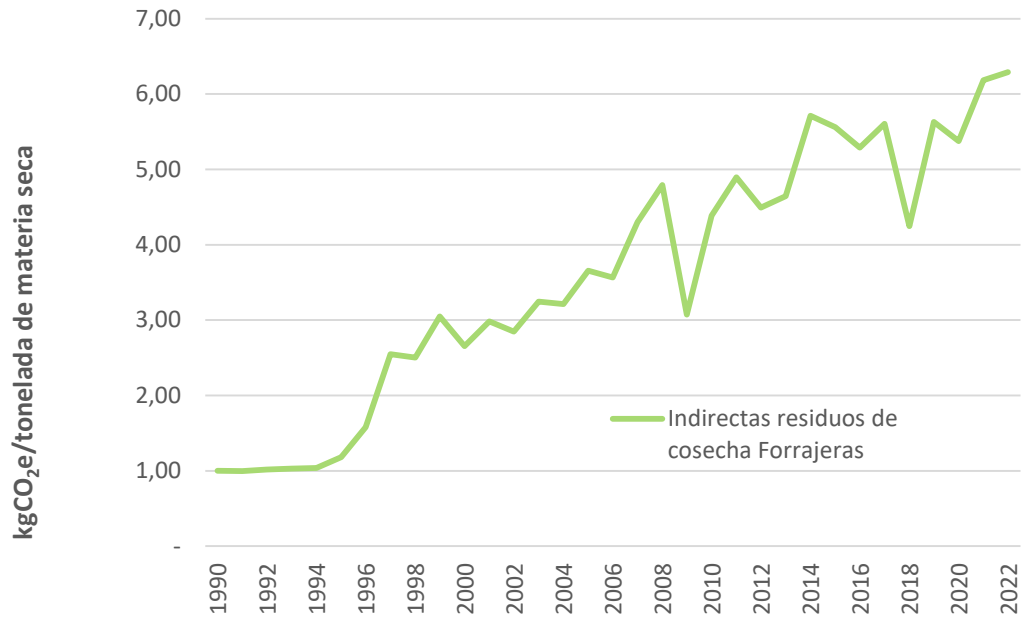
- Indicador: Se construyen los indicadores con el objetivo de identificar anomalías o singularidades en la serie temporal de emisiones. El indicador de esta categoría es emisiones de residuos de cosecha por unidad producida ($kgCO_2e$/tonelada grano y $kgCO_2e$/tonelada de materia seca de forraje).

Figura 352. Evolución de emisiones de residuos de cosecha por unidad producida (Cultivos)



Fuente: Elaboración propia

Figura 353. Evolución de emisiones de residuos de cosecha por unidad producida (Forrajeras)

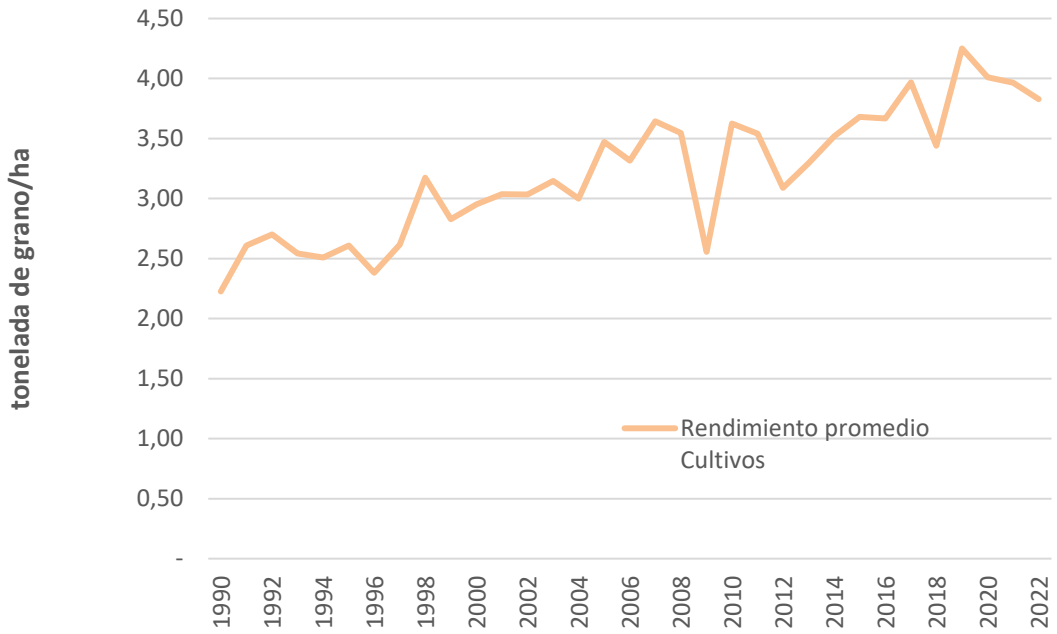


Fuente: Elaboración propia

La variación en los indicadores, así como en los FE implícitos presentados previamente, se relaciona con la evolución del rendimiento de cultivos y forrajeras, asociada a mejoras tecnológicas y cambios en las tierras destinadas a cada actividad a lo largo de la serie temporal.

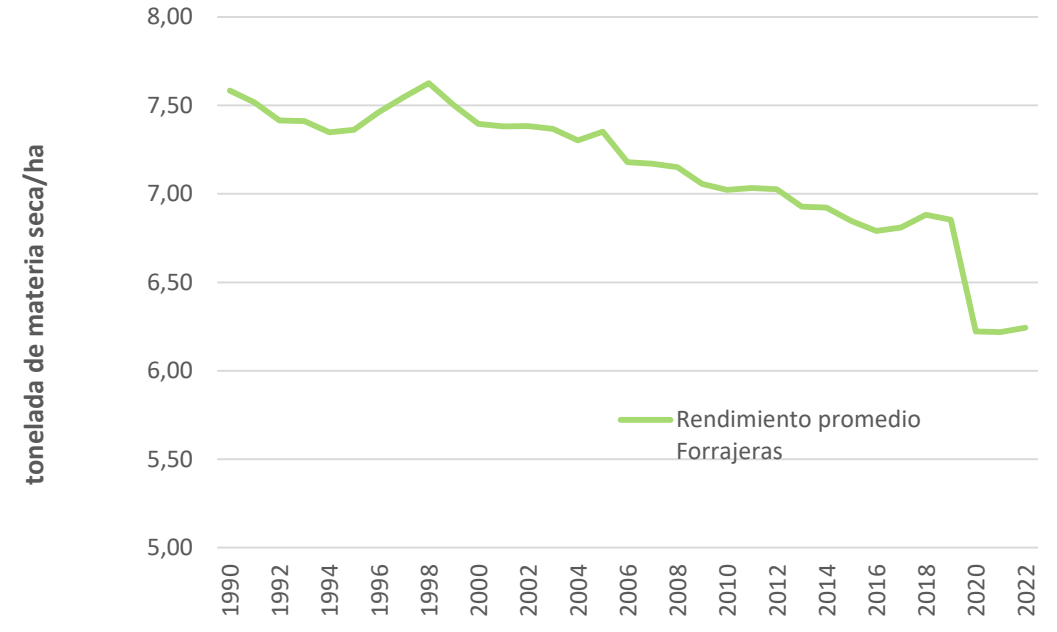
La evolución del rendimiento de cultivos y forrajeras se presenta en los siguientes gráficos.

Figura 354. Evolución de rendimiento (Cultivos)



Fuente: Elaboración propia

Figura 355. Evolución de rendimiento (Forrajeras)

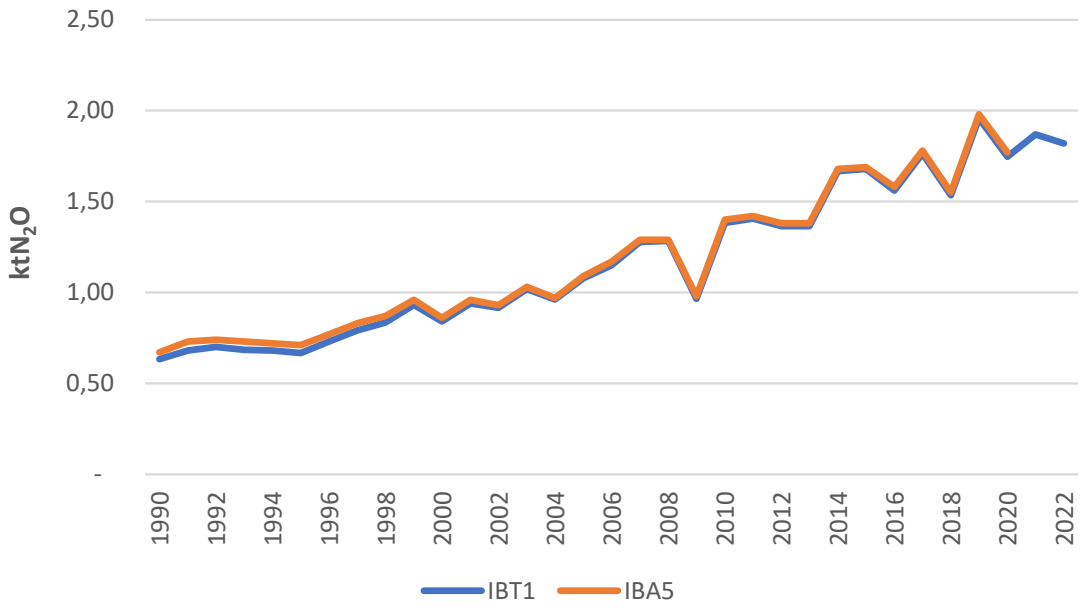


Fuente: Elaboración propia

Recálculo y mejoras

Se corrigieron datos de actividad vinculados al cultivo de lino. El impacto de las modificaciones puede observarse en el siguiente gráfico.

Figura 356. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D2biv (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos (3D2bv)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 740. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3D2– Indirectas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3D2av	Indirectas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos (Volatilización)	Emisiones indirectas de N_2O por mineralización/ inmovilización vinculada a la ganancia/ pérdida de carbono del suelo resultante del cambio del uso de la tierra o de las prácticas de gestión de suelos minerales (volatilización)	NA	NA	NO
3D2bv	Indirectas Mineralización de N por pérdida de	Emisiones indirectas de N_2O por mineralización/ inmovilización vinculada a la ganancia/ pérdida de	NA	NA	Nivel 1

	materia orgánica de suelos (Lixiviación)	carbono del suelo resultante del cambio del uso de la tierra o de las prácticas de gestión de suelos minerales (lixiviación)			

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tabla 741. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D2– Indirectas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos

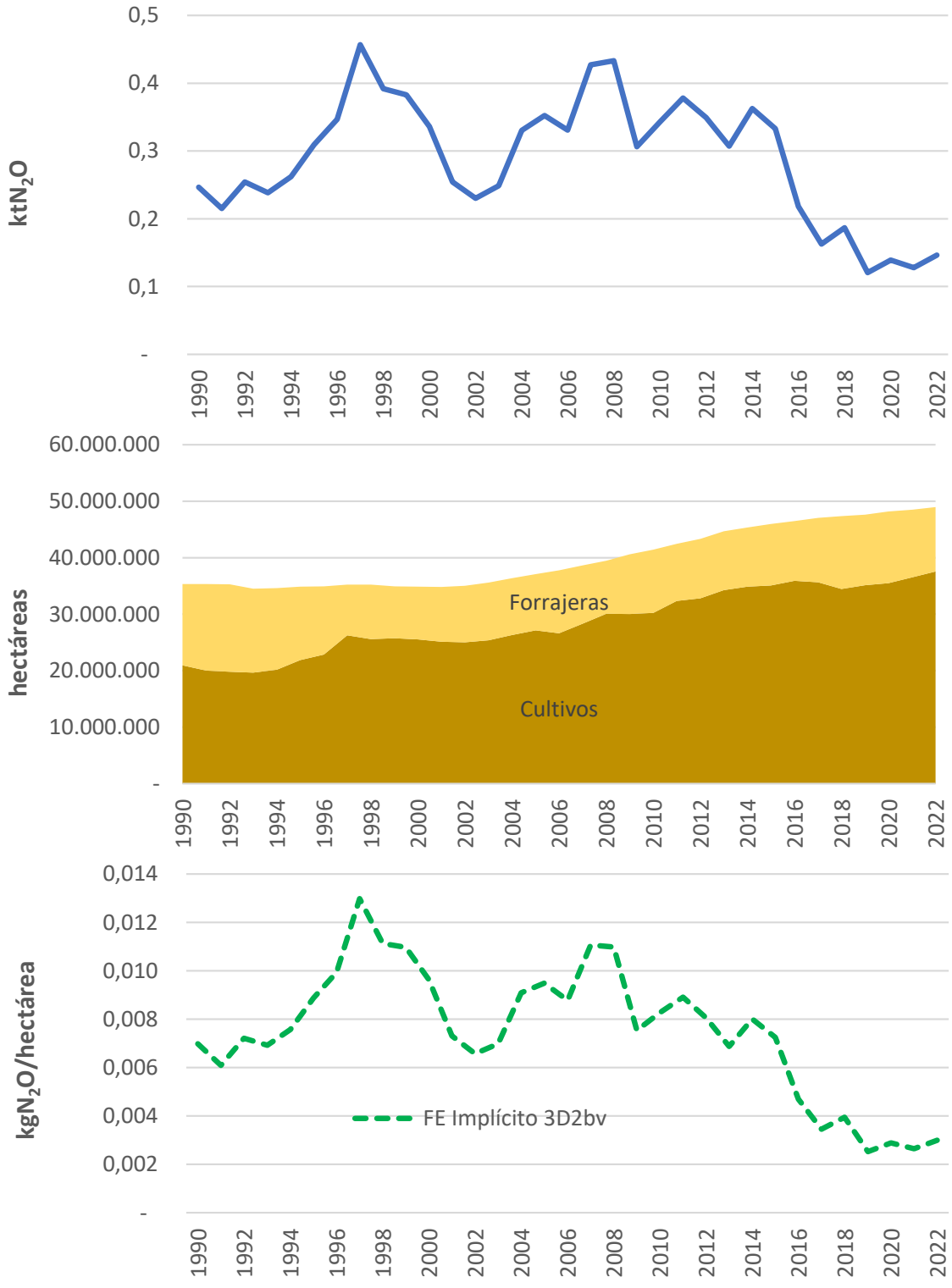
Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3B23_P_00 3B_P_00 (representación coherente de tierras)
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3B23_HT_1970-1989_01 3B23_HT_XXXX_03 (XXXX de 1990 a 2016) 3B23_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3B23_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3B23_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
Incertidumbres:	3B23_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad:	3B_DA_RCT_1970-2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones y el FE implícito se ven impactados por la conversión de tierras forestales a tierras productivas, que genera una pérdida de carbono, y por la práctica de siembra directa que genera un aumento de carbono en suelos cultivados.

Figura 357. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D2bv

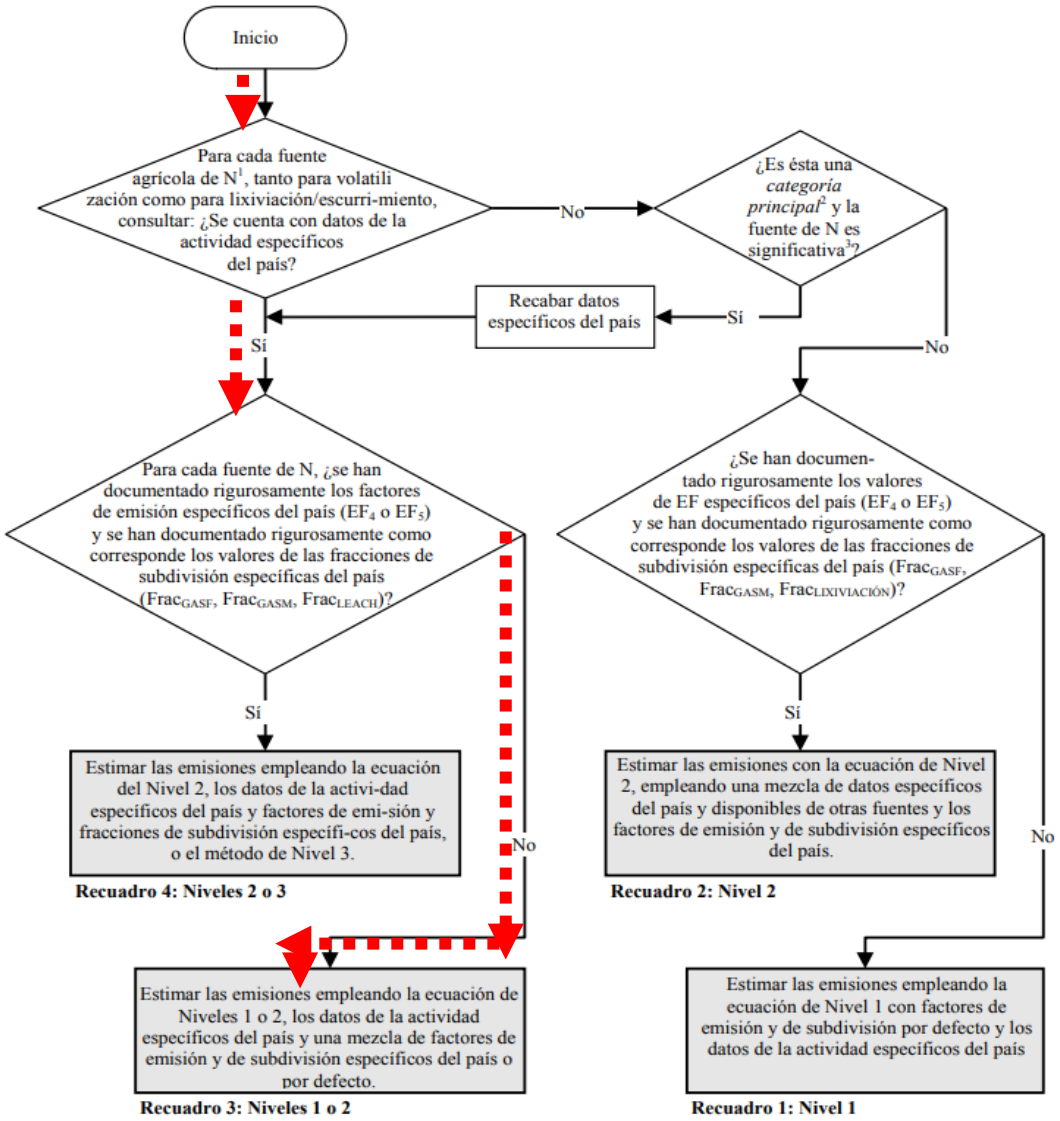


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 94. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con datos de la actividad específicos del país, no así con FE específicos propios. Se utiliza el método de cálculo Nivel 1 y la ecuación 11.10 para el cálculo de emisiones.

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utiliza parámetros y un FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 742. Factor de emisión utilizado para el cálculo de la categoría 3D2– Indirectas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Criterio	Fuente de información
$Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)}$	Fracción de todo el nitrógeno agregado a/mineralizado en suelos gestionados en donde se produce lixiviación/escurrimiento	kg N/kg N agregado	0,3	Húmedo	IPCC 2006 - Cuadro 11.3
			0	Seco	
FE_5	Factor de emisión de lixiviación/escurrimiento	kg N_2O-N/kg N lixiviación/ escurrimiento	0,0075	Único	IPCC 2006 - Cuadro 11.3

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es la cantidad neta anual de nitrógeno mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios en el uso o la gestión de la tierra (F_{SOM}). El mismo se estima mediante la ecuación 11.8.

Tabla 743. Ecuaciones para el cálculo de F_{SOM}

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
F_{SOM}	Cantidad neta anual de nitrógeno mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios en el uso o la gestión de la tierra	Cantidad neta anual de N mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios en el uso o la gestión de la tierra	IPCC 2006 - Ecuación 11.8	kg N/año

Fuente: Elaboración propia

Las variables utilizadas para el cálculo del DA se encuentran en la siguiente tabla. El balance de carbono de suelos minerales se calcula por departamento y la estimación de este se explica en la categoría 3B7 – Variación de Materia Orgánica del Suelo (Carbono).

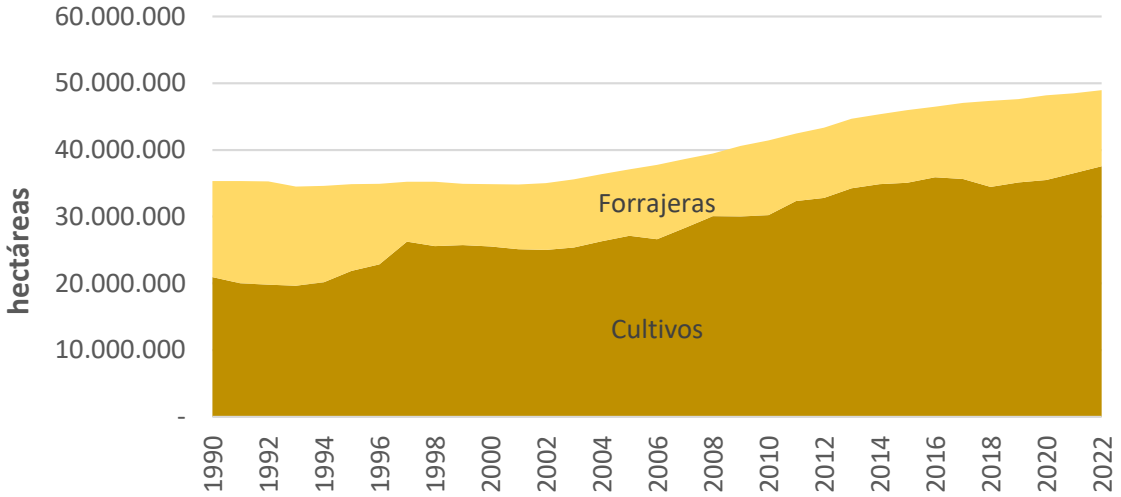
Tabla 744. Parámetros utilizados para estimar el F_{SOM}

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$\Delta C_{Mineral}$	Cambio Anual en las existencias de carbono en suelos minerales	tC	Estimado por departamento	IPCC 2006 – Ecuación 2.25	-
R C/N	Relación Carbono-Nitrógeno	adimensional	15	Indicado en Ecuación 11.8	Único

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura y tabla se observa la evolución de la superficie productiva y el valor de F_{SOM} para el año 2020, respectivamente.

Figura 358. Evolución de la superficie total de forrajeras y cultivos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 745. Valor de F_{SOM}

Dato de actividad	F_{SOM} (kg N)
Total 2020	236.702.272

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la fracción de lixiviación indicada previamente (con un valor de 0,3), el valor del nitrógeno lixiviado por la mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos para el año 2022 es de 71.010.682 kg.

Análisis de incertidumbre

Tabla 746. Incertidumbre de la categoría "3D2 – Indirectas mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos" (2020)

Incertidumbre DA N_2O	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2020	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
20%	141%	44%	2,54E-09	0,02%	1,04E-08

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices 2006 del IPCC, aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas por el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[293], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

[293] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

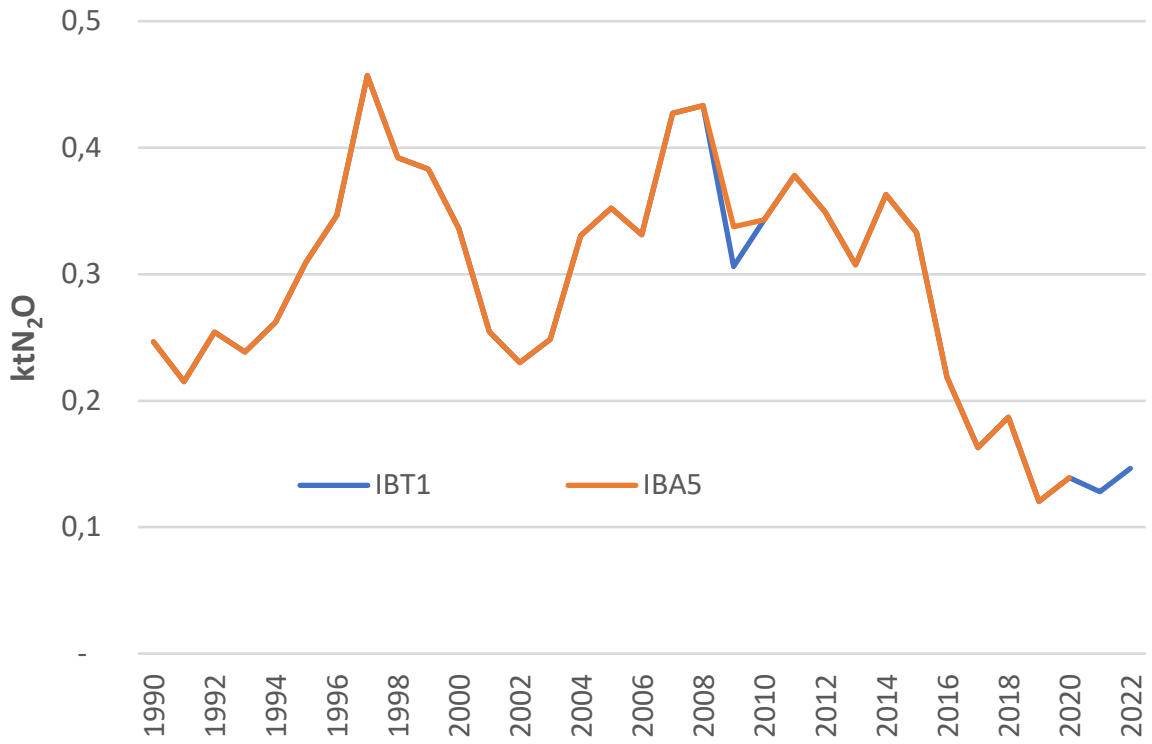
- Controlar que la suma de la superficie reportada de cada categoría de uso de la tierra sea consistente con el total país.
- Verificar que los valores de superficie reportada para cada categoría de uso de la tierra sean consistentes a lo largo de la serie temporal.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema fue resuelto.
- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3B23_HT_XXXX_XX.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo, salvo la corrección de un dato de actividad para el año 2009.

En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

Figura 359. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D2(IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Emisiones de la quema prescripta de sabanas (3E)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 747. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3E – Quema prescripta en sabanas

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3E	Quema prescripta en sabanas	Emisiones de la quema prescripta en sabanas.		IE	IE

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de esta categoría se incluyen en la categoría 4(IV) ya que no se cuenta con información que permita separar diferentes tipos de quemas en tierras forestales y pastizales.

Emisiones de la quema de residuos de cosecha (3F)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 748. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3F – Quema de residuos de cosecha

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3F1	Quema de residuos de cosecha de cereales.	Emisiones de la quema de residuos de cosecha en cultivos de cereales.		IE	IE
3F2	Quema de residuos de cosecha de legumbres.	Emisiones de la quema de residuos de cosecha en cultivos de legumbres.		IE	IE
3F3	Quema de residuos de cosecha de raíces y tubérculos.	Emisiones de la quema de residuos de cosecha en cultivos de raíces y tubérculos.		IE	IE

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3F4	Quema de residuos de cosecha de caña de azúcar.	Emisiones de la quema de residuos de cosecha en cultivos de caña de azúcar.		Nivel 1	Nivel 1
3F5	Quema de residuos de cosecha de otros cultivos.	Emisiones de la quema de residuos de cosecha en otros cultivos.		Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

La quema de residuos de cosecha sólo es una práctica habitual para el cultivo de caña de azúcar (3F4) en toda la serie temporal, y para el cultivo de lino (3F5) hasta el año 2012. Las emisiones de las categorías 3F1, 3F2 y 3F3, en caso de suceder, se consideran incluidas dentro de la categoría 4(IV)C ya que se identifican dentro de la estadística de incendios de pastizales y no es posible identificar por separado las quemas de pastizales de las de tierras de cultivo.

Tabla 749. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3F – Quema de residuos de cosecha

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3C45_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3C1_HT_1990-2020_00 3C45_HT_1990-1999_00 3C45_HT_2000-2009_00 3C45_HT_2010-2019_00 3C45_HT_2020-2022_00
Incertidumbres:	3C45_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad:	3C45_DA_1990-2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

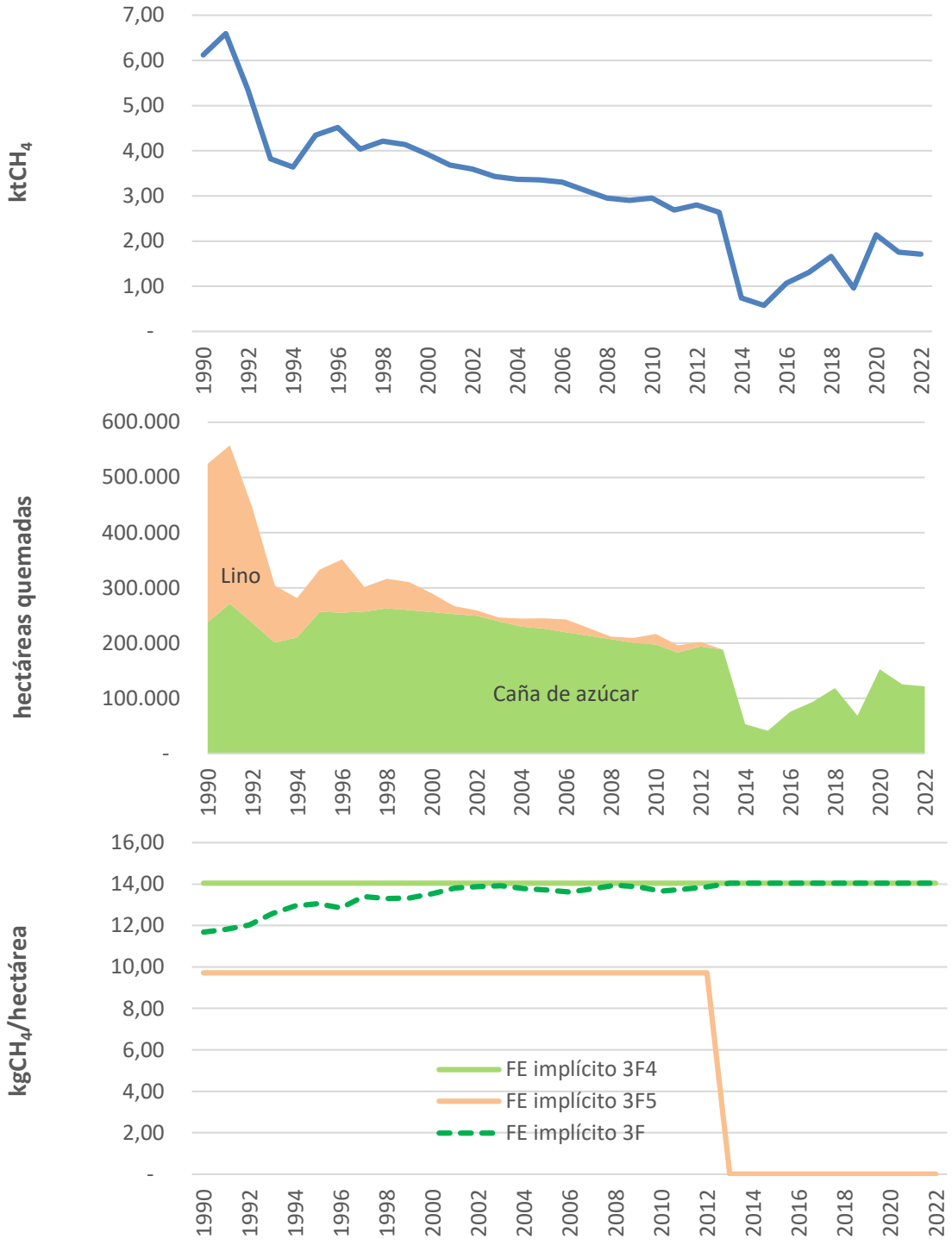
Descripción

Emisiones de N_2O y CH_4 de la quema de biomasa en tierras de cultivo.

Tendencia de las emisiones de GEI

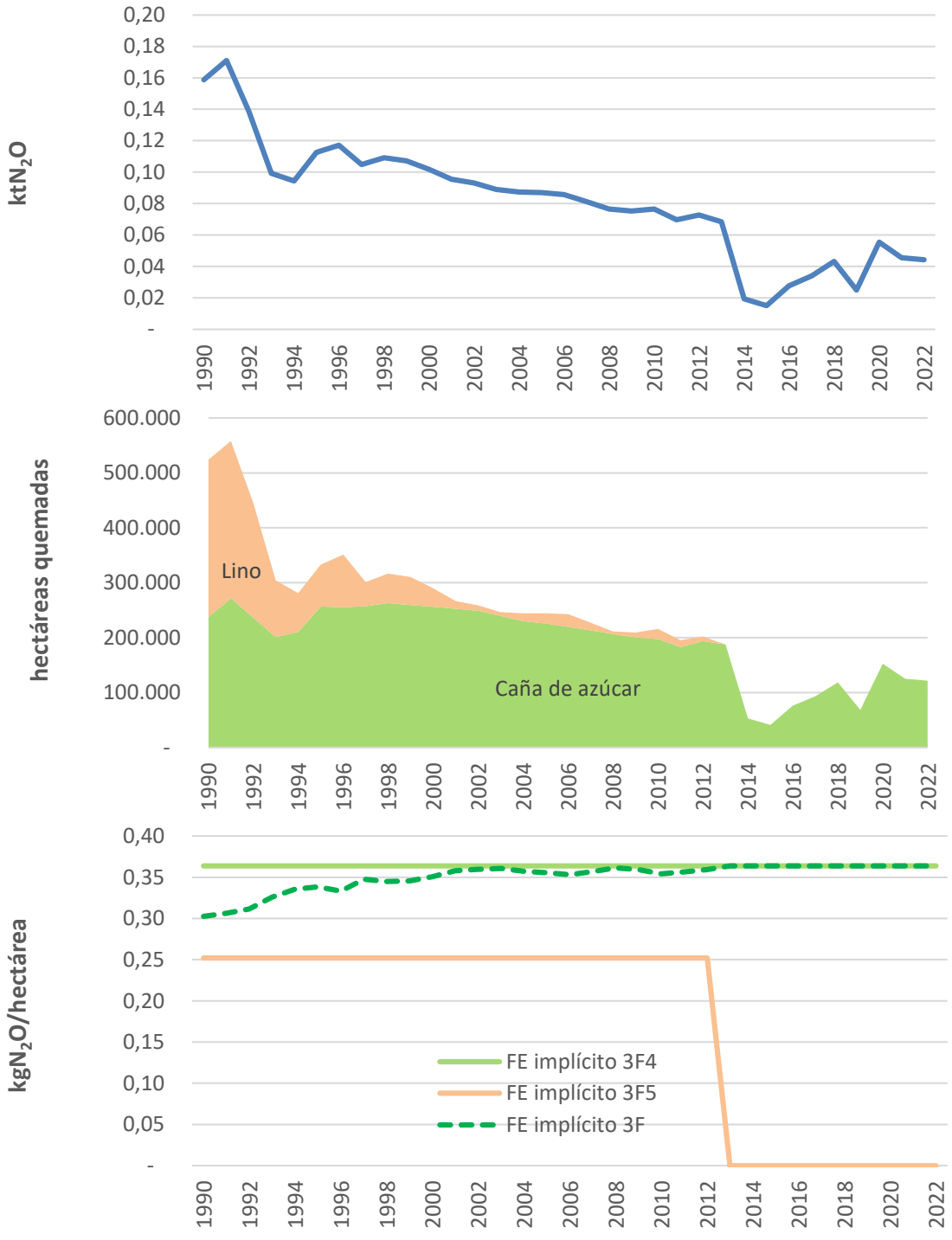
Las emisiones de CH_4 y N_2O siguen la tendencia de la superficie quemada, que es el DA empleado en la estimación de emisiones. El FE implícito presenta fluctuaciones debidas a la variación de la participación relativa de los dos cultivos que presentan prácticas de quema en la serie temporal.

Figura 360. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 en la categoría 3F (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 361. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 3F (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Los DA, FE implícitos y emisiones para el año 2022 se presentan en la tabla a continuación.

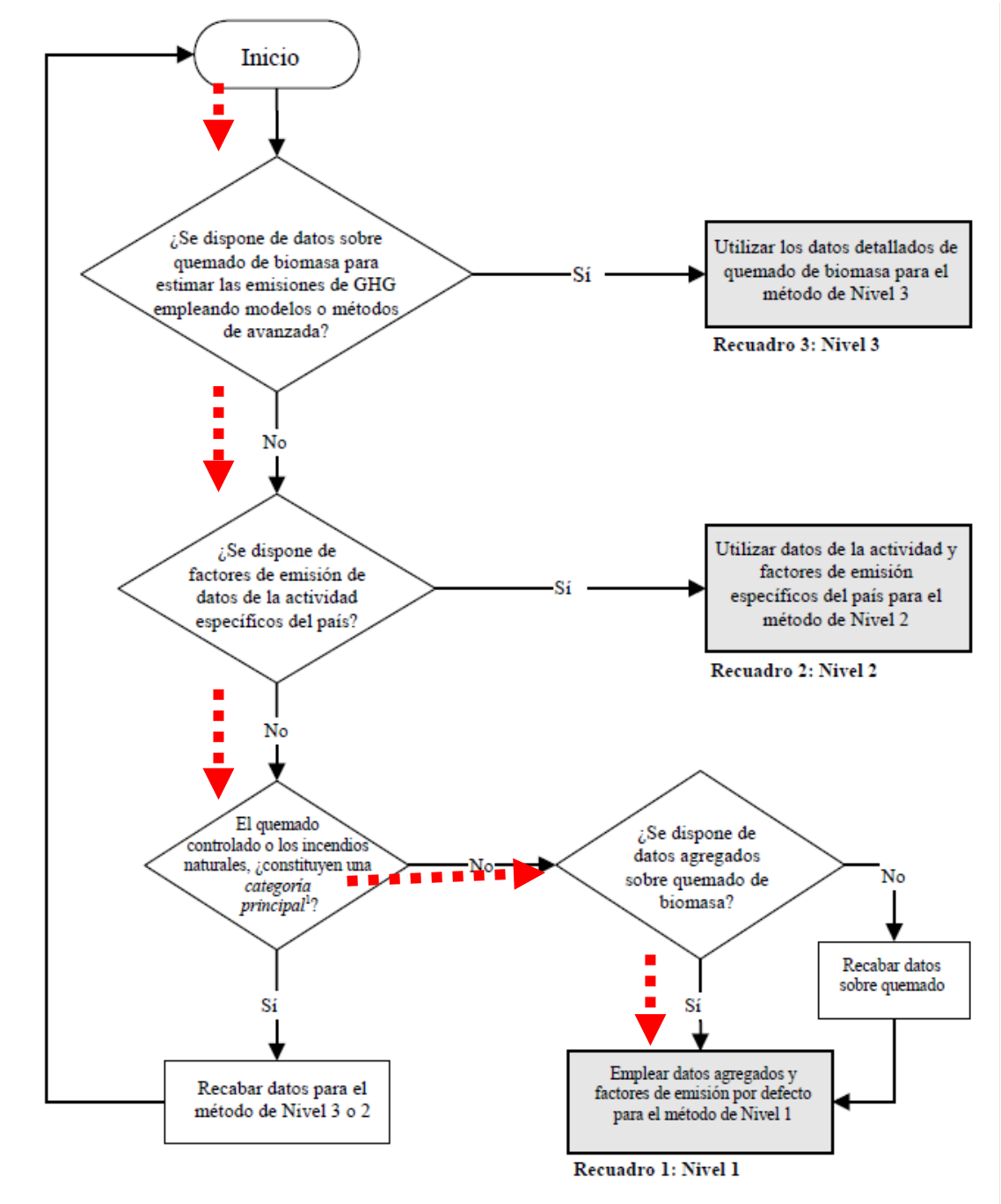
Tabla 750. Información sectorial para la categoría 3F

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Y OTRA INFORMACIÓN RELACIONADA				FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS		EMISIONES	
	Superficie quemada (kha/año)	Biomasa disponible (t MS/ha)	Factor de combustión	Biomasa quemada total (kt MS)	CH_4 (kg/t MS)	N_2O (kg/t MS)	CH_4 (kt)	N_2O (kt)
3.F.1. Cereales				NA	IE	IE	IE	IE
3.F.1.a. Trigo	IE	NA	NA	NA	IE	IE	IE	IE
3.F.1.b. Cebada	IE	NA	NA	NA	IE	IE	IE	IE
3.F.1.c. Maíz	IE	NA	NA	NA	IE	IE	IE	IE
3.F.1.d. Otros (sírvase especificar)				NA	NA	NA	NA	NA
3.F.2. Legumbres				IE	IE	IE	IE	IE
3.F.2.a. Otros (sírvase especificar)				IE	IE	IE	IE	IE
3.F.3. Tubérculos y raíces				IE	IE	IE	IE	IE
3.F.3.a. Otros (sírvase especificar)				IE	IE	IE	IE	IE
3.F.4. Caña de azúcar	121,79	6,50	0,80	633,28	2,70	0,07	1,71	0,04
3.F.5. Otros (sírvase especificar)				NO	NO	NO	NO	NO
Lino	NO	4,00	0,90	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Método de cálculo

Ilustración 95. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar las emisiones de la categoría 3F – Quema de residuos de cosecha



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Las estimaciones se realizan con el método de cálculo Nivel 1 debido a que no es una categoría principal.

Se utiliza como base para el cálculo el Volumen 4, Capítulo 2 “Metodologías Genéricas Aplicables a Múltiples Categorías de Uso de la Tierra” de las Directrices del IPCC de 2006. Se emplea la ecuación 2.27.

Las emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la quema de biomasa se calculan multiplicando la superficie quemada, la masa de combustible disponible para la combustión, el factor de combustión y el FE. Los últimos tres parámetros dependen del tipo de vegetación y el FE depende también del tipo de gas.

Factor de emisión

Los FE por defecto para cada tipo de biomasa se encuentran a continuación.

Tabla 751. Parámetros y factores de emisión para la categoría 3F – Quema de residuos agrícolas

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CH4,RC}$	Factor de emisión de CH_4 por quema de residuos de cosecha.	g CH_4/kg materia seca quemada	2,70	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Residuos agrícolas
$FE_{N2O,RC}$	Factor de emisión de N_2O por quema de residuos de cosecha.	g N_2O/kg materia seca quemada	0,07	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Residuos agrícolas

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Superficie cosechada

Los valores de superficie cosechada de los cultivos de lino son provistos por la SAGyP para toda la serie temporal. Los porcentajes de quema de residuos correspondientes a la cosecha de lino son obtenidos de la TCN para el período 1990-2014. Se asume que no se lleva a cabo la práctica de quema de biomasa del cultivo de lino desde el año 2013.

En el caso de la caña de azúcar, entre el año 1990 y 2005 la fuente del dato de superficie fue igual para todas las provincias. Los datos de superficie cosechada de los años 1990-1998 y 2004-2005 se obtuvieron de la base de datos de SAGyP. Para los años 1999-2003 se realizó una interpolación lineal según la ecuación a continuación. A partir del 2006 la fuente se adecuó para las diferentes provincias en función de la información disponible. A partir del año 2006, las fuentes de información varían según la provincia.

- Tucumán. Entre los años 2006 y 2008 se realizó una interpolación lineal. Entre 2009 y 2016, los datos fueron brindados por la Dirección Nacional de Alimentos y Bebidas (DNAyB) de la SAGyP, desde 2017 hasta 2020 fueron brindados

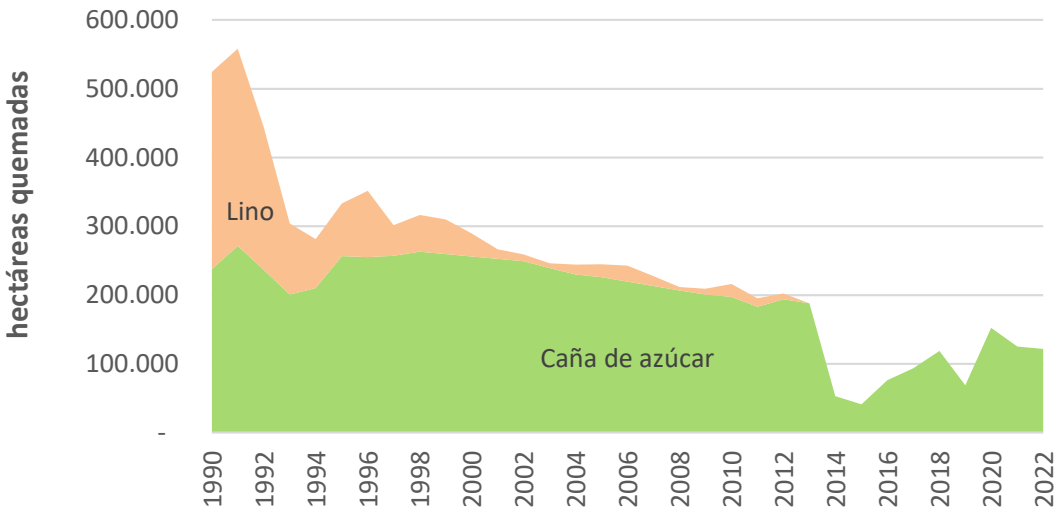
directamente por la SAGyP y para los años 2021 y 2022 los datos fueron obtenidos del Mapa Nacional de Cultivos (INTA).

- Salta y Jujuy. Los años sin DA entre 2006 y 2016 se estiman según un proxy que consiste en el cálculo según la ecuación siguiente gracias a la obtención del dato agregado de superficie "Norte" (que incluye las superficies de Jujuy, Salta y Tucumán) brindado por la DNAyB. Desde 2017 hasta 2020 fueron brindados directamente por la SAGyP y para los años 2021 y 2022 los datos fueron obtenidos del Mapa Nacional de Cultivos (INTA). En el caso de la caña de azúcar, los valores de superficie cosechada son provistos por la SAGyP para el período 1990-1998, 2004-2005 y el 2017-2020. Se realiza una interpolación lineal para el período 1999-2003.
- Santa Fe y Misiones: se toma el valor del año 2005 para el período 2006-2016.

Superficie quemada

Los porcentajes de quema de residuos correspondientes a la cosecha de caña de azúcar son obtenidos de la SCN para el período 1990-2002. Los valores del año 2009 y 2013-2020 fueron provistos por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), que proveen la superficie quemada de la provincia de Tucumán. El porcentaje de superficie quemada para la provincia de Tucumán se utiliza para estimar la superficie quemada en las restantes provincias, asumiendo que la prevalencia de esta práctica es igual en todo el país. Para los períodos 2003-2008 y 2010-2012 se realiza una interpolación lineal. La evolución de la superficie quemada muestra un pico importante debido a incendios ocurridos en pastizales durante el período 2000-2002.

Figura 362. Evolución de la superficie quemada – 3F – Quema de residuos de cosecha



Fuente: Elaboración propia

Factores de combustión

Para los factores de combustión se emplean valores por defecto en todas las categorías. En el caso del cultivo de lino se consideran los factores por defecto del cultivo de trigo.

Tabla 752. Parámetros asociados a los datos de actividad de la categoría 3F – Quema de residuos de cosecha

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$M_{b,RC,caña}$	Masa de combustible disponible para la combustión en residuos de cosecha de caña de azúcar.	tMS quemada/ha	6,50	IPCC 2006 - Cuadro 2.4	Residuos agrícolas (quema de campo post-cosecha) – Caña de azúcar
$M_{b,RC,lino}$	Masa de combustible disponible para la combustión en residuos de cosecha de lino.	tMS quemada/ha	4,0	IPCC 2006 - Cuadro 2.4	Residuos agrícolas (quema de campo post-cosecha) – Residuos de trigo
$C_{f,RC,caña}$	Factor de combustión para residuos de cosecha de caña de azúcar.	adimensional	0,80	IPCC 2006 - Cuadro 2.6	Residuos agrícolas (quema de campo post-cosecha) – Caña de azúcar
$C_{f,RC,lino}$	Factor de combustión para residuos de cosecha de lino.	adimensional	0,90	IPCC 2006 - Cuadro 2.6	Residuos agrícolas (quema de campo post-cosecha) – Residuos de trigo

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presentan los datos de actividad calculados para cada cultivo para el año 2022.

Tabla 753. Datos de actividad de la categoría 3F – Quema de residuos de cosecha (2022)

Código Categoría	Categoría	Tipo de vegetación	Superficie quemada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Porcentaje de quema
3F4	Quema de biomasa de cultivos	Residuos de cosecha de caña de azúcar	121.785	549.834	22%
3F5	Quema de biomasa de cultivos	Residuos de cosecha de lino	0	11.061	0%

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones de la categoría 3F – Quema de residuos de cosecha se reporta en la siguiente tabla.

Tabla 754. Incertidumbre de la categoría 3F – Quema de residuos de cosecha (2022)

Código Categoría	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
3F	14,6%	17,7%	3,29E-10	0,02%	4,97E-07%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el método de PLE.

Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006, con excepción de los valores de superficies quemadas por conversión de bosques nativos, donde se utilizaron incertidumbres nacionales provenientes de los estudios de interpretación de los mapas forestales.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[294], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

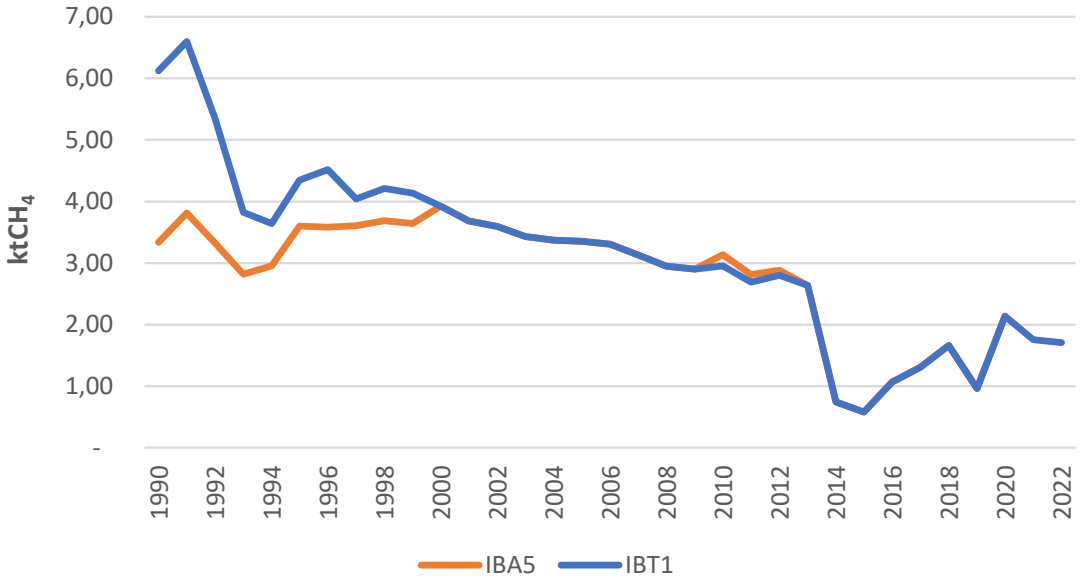
- Controlar que la suma total de superficie quemada por tipo de vegetación sea consistente con el total país.
- Controlar que los valores de la serie temporal de superficie para cada tipo de vegetación sean consistentes.
- Controlar que el total de la superficie quemada sea igual al total reportado en la fuente original del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

[294] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Recálculo y mejoras

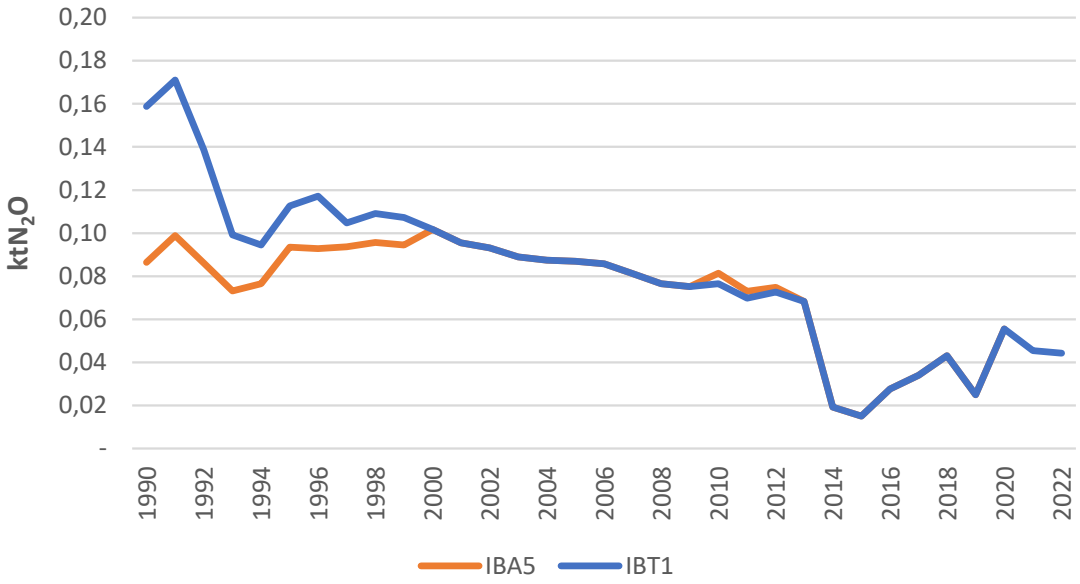
Se corrigieron los datos de actividad del cultivo de lino para la serie 1990-2000 y 2010-2012. El resultado de estas modificaciones puede observarse en las siguientes figuras.

Figura 363. Comparativa tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 3F (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 364. Comparativa tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 3F (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Encalado, Aplicación de urea y Otros fertilizantes que contienen carbono (3GHI)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para las categorías 3G, 3H y 3I se detalla a continuación.

Tabla 755. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3C

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3C345_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3C345_HT_1990-2022
Incertidumbres:	3C345_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	3C345_DA_1990-2022_00
Compilación	INGEI_HC_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 567. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3G, 3H y 3I

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
3G	Encalado	Emisiones de CO_2 del uso de cal en suelos agrícolas, suelos de bosques gestionados o lagos.	NE		
3H	Aplicación de urea	Emisiones de CO_2 de la aplicación de urea.	Nivel 1		
3I	Aplicación de otros fertilizantes que contienen carbono	Emisiones de CO_2 del uso de otros fertilizantes que contienen carbono.	NE		

Fuente: Elaboración propia

La categoría 3G no se estima por falta de información. El encalado es una práctica poco habitual en el país, y se considera poco relevante. Los suelos productivos tienen en general un pH tal que no se precisa la utilización de cal y tampoco ocurre un proceso de acidificación porque las dosis de fertilizantes utilizadas son bajas.

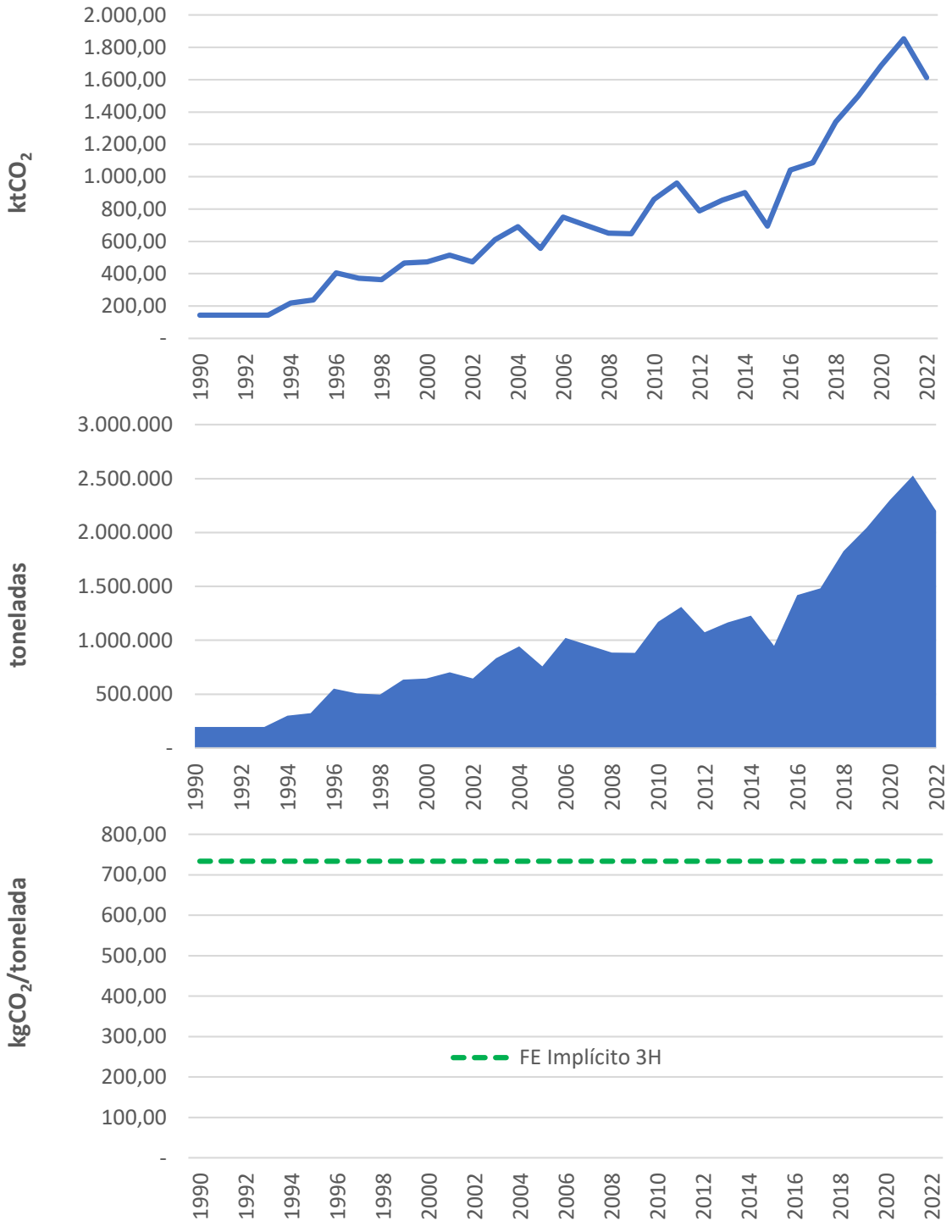
La categoría 3H se estima empleando un método de Nivel 1. Es categoría principal por tendencia para el año 2022. No es categoría principal por nivel.

La categoría 3I no se estima por falta de información.

Tendencia de las emisiones de GEI

Las emisiones de GEI muestran una tendencia creciente dentro del período 1990-2022, excepto en los dos últimos años, posiblemente debido a la sequía y que llevó a una menor actividad agrícola y un menor uso de fertilizantes. Solo se presenta la tendencia y la metodología para la categoría 3H ya que las categorías 3G y 3I no se estiman.

Figura 365. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3H



Fuente: Elaboración propia

Metodología

La siguiente tabla detalla la información sectorial vinculada a la estimación de las emisiones de las categorías.

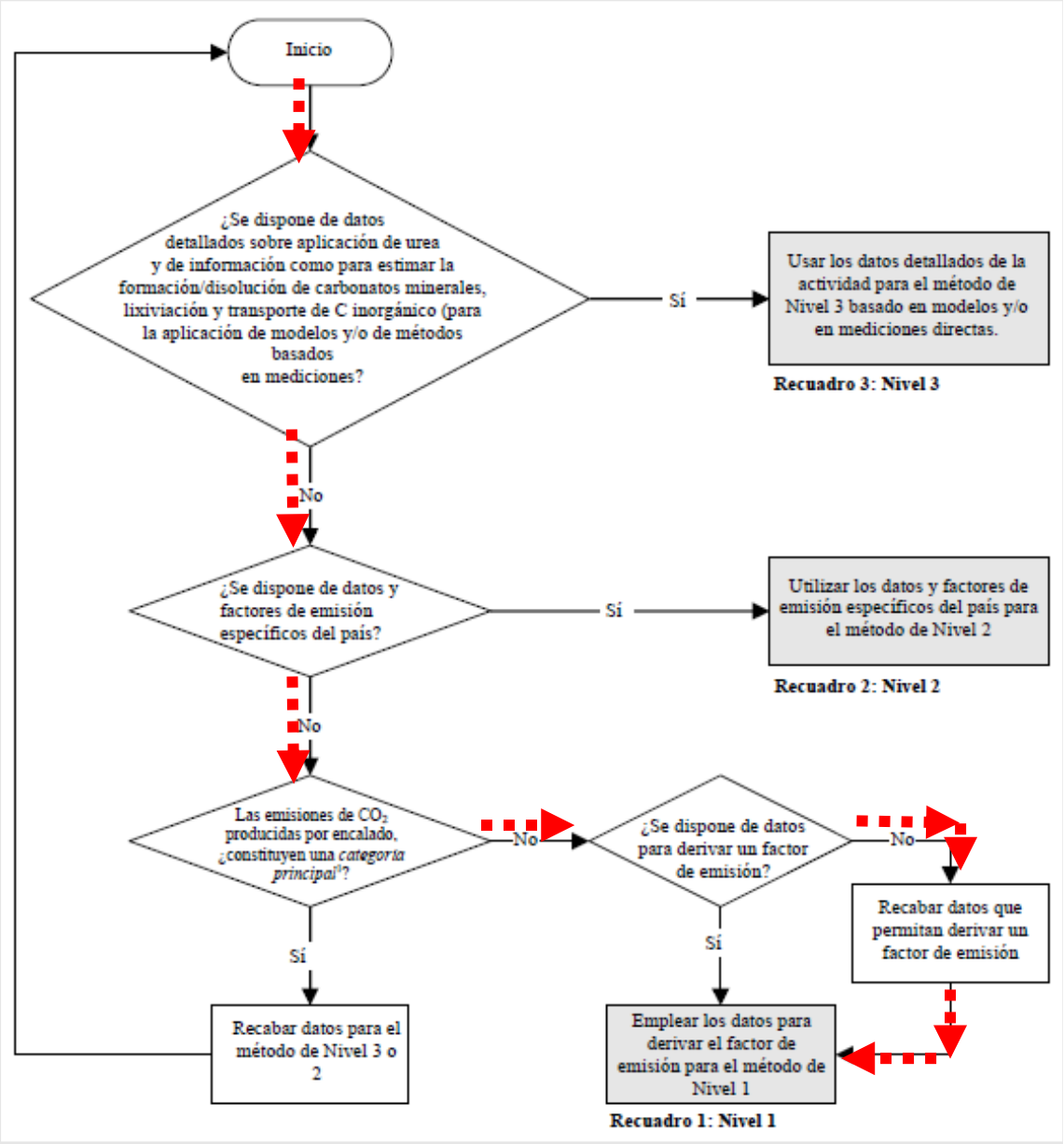
Tabla 756. Información sectorial para las categorías 3G, 3H y 3I

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD	FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS	EMISIONES
	Cantidad aplicada (t/año)	CO_2-C por unidad (t CO_2–C /t)	CO_2 (kt)
3.G. Encalado			NE
3.G.1. Cal	NE	NE	NE
3.G.2. Dolomita	NE	NE	NE
3.H. Aplicación de urea	2.199.716,83	0,20	1.613,13
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NE	NE	NE
3.J. Otros (sírvase especificar)			NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*.

Método de cálculo

Ilustración 96. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la Aplicación de Urea



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Las emisiones de CO_2 por la aplicación de urea se estiman con el método de cálculo Nivel 1 y mediante la ecuación 11.13 de las Directrices del IPCC de 2006. Se utiliza un FE por defecto; para los DA se usa la información específica del país, ya que la República Argentina cuenta con información desagregada de fertilizantes sintéticos según su composición.

Factor de emisión

En la siguiente tabla se presenta el FE utilizado para la estimación de las emisiones por aplicación de urea.

Tabla 757. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 3H – Aplicación de Urea

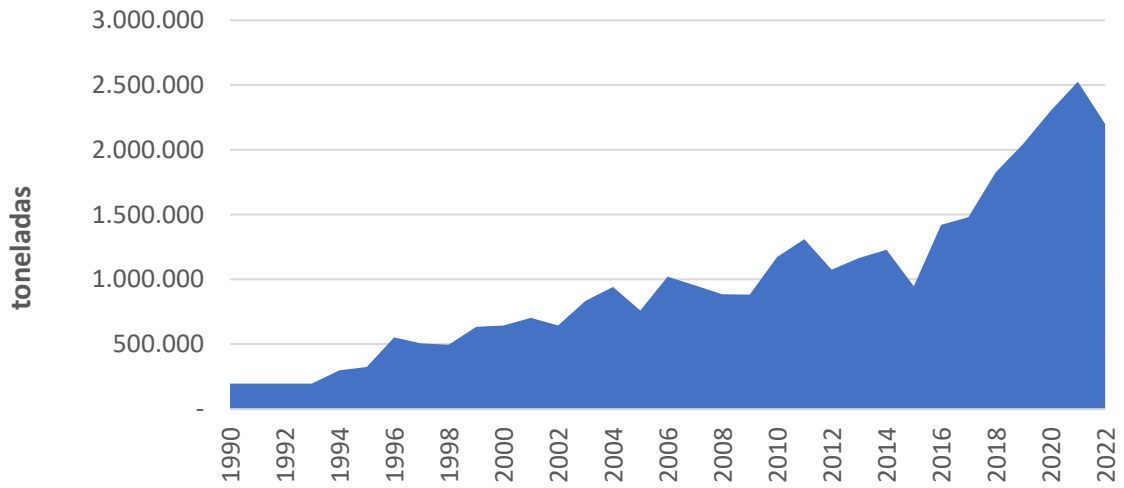
Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE	Factor de Emisión	tC/tonelada de urea	0,2	IPCC 2006 – Página 11.36	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

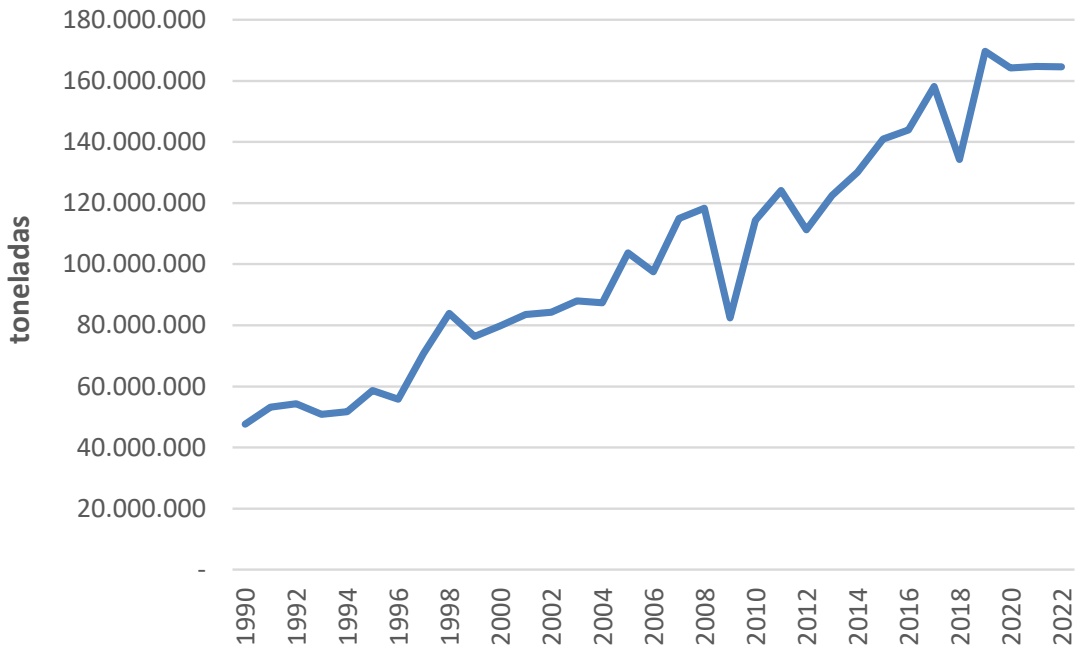
En esta categoría, el DA corresponde a la cantidad de urea consumida, considerando datos de los dos principales fertilizantes nitrogenados: urea y urea con nitrato de amonio (UAN). La evolución del consumo de urea y de la producción de cultivos se encuentran en las figuras a continuación.

Figura 366. Evolución de la cantidad de urea consumida



Fuente: Elaboración propia

Figura 367. Evolución de la producción de cultivos



Fuente: Elaboración propia

Las fuentes utilizadas a lo largo de la serie 1990-2022 se detallan, por período, en la siguiente tabla.

Tabla 758. Fuentes de datos de actividad – 3H – Aplicación de urea

Período	Fuente de información
1990-1992	MAGyP
1993-2006	Publicación "Sustentabilidad de la Agricultura en la Próxima Década" de la FPC
2007	Interpolación lineal
2008-2022	CIAFA

Fuente: Elaboración propia

La cantidad total de urea consumida en 2022 se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 759. Cantidad de urea consumida (2022)

Año	Cantidad de urea consumida (urea + UAN) (toneladas)
2022	2.199.717

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 760. Incertidumbre de la categoría 3H –Aplicación de Urea"(2022)

Incertidumbre DA	Incertidumbre combinada CO_2	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
5%	5%	0,00001%	0,6%	0,00002%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[295], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

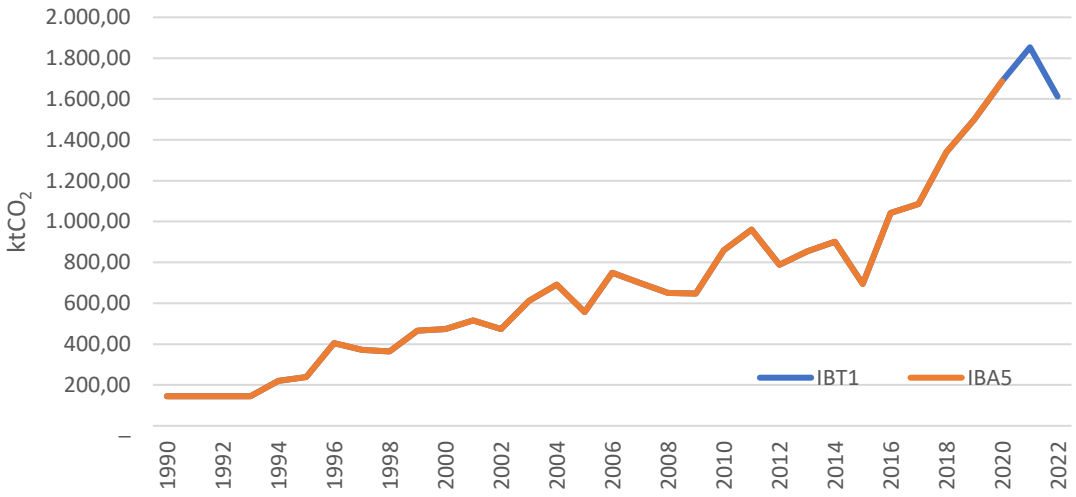
- Controlar que los valores de la serie temporal para cada tipo de fertilizante sean consistentes.
- Controlar que el total del consumo de fertilizantes cargado en la hoja de trabajo sea igual al total reportado en la fuente original del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores que en el archivo más actualizado de datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras para esta categoría en el presente ciclo. En el siguiente gráfico se presenta la comparación de las emisiones estimadas en el IBA5 y en el IBT1.

[295] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 368. Comparativa tendencia de las emisiones para CO_2 - 3H (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Capítulo 6:
Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura

Panorama general del sector

Descripción

La República Argentina alcanza una superficie continental de 2.780.085 km², extendiendo su territorio en sentido latitudinal, lo que supone el desarrollo de una gran diversidad climática, condicionada a su vez por la presencia de las masas oceánicas circundantes y la Cordillera de los Andes. Esta combinación de factores climáticos, latitudinales y altitudinales, permite el desarrollo de diversas ecorregiones con comunidades heterogéneas de pastizal y bosque, así como amplias zonas de humedales y afloramientos rocosos. Una gran proporción de la superficie ha sido intervenida para destinarse al uso agropecuario, tanto para la implementación de cultivos como para la cría de ganado. En menor medida, una proporción de la superficie ha sido intervenida para la instalación de asentamientos, y la gestión de cuerpos de agua para distintos fines.

El país cuenta con una vasta extensión de bosques nativos, que abarcan aproximadamente 53,18 millones de hectáreas, de acuerdo con los ordenamientos territoriales provinciales[296] establecidos por la Ley de Bosques. Estos bosques se distribuyen en siete regiones forestales, cada una con especies y fisonomías características. La expansión de la frontera agropecuaria en la República Argentina ha tenido un impacto considerable sobre los bosques nativos, impulsada por el incremento de los precios de productos agrícolas a inicios de la década del 2000 y favorecida por las condiciones geográficas y climáticas propicias para la agricultura y la ganadería.

En 2022, se reportó la pérdida de 212 mil hectáreas de bosque nativo. La mayoría de esta deforestación es atribuible al avance agropecuario (42,3%), seguida de incendios (34,6%) y de actividades de posible uso silvopastoril (17,9%). El 1,8% restante corresponde a la categoría “Otros”, que incluye principalmente plantaciones forestales y, en menor medida, áreas sometidas a una extracción intensiva de árboles y arbustos que resulta en grandes claros donde se elimina casi por completo la cobertura forestal[297].

Además, la República Argentina cuenta con bosques cultivados, cuya superficie se mantiene aproximadamente estable en 1,3 millones de hectáreas desde el año 2013. En 2022, las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos concentraron aproximadamente el 78% de la superficie forestada del país. Las especies cultivadas son en su mayoría exóticas y de rápido crecimiento, las cuales representan el 93% de las maderas utilizadas en la industria forestal. En ese mismo año, se extrajeron más de 18 millones de m^3 de rollizos de estos bosques, destinados a la producción de madera aserrada, tableros e impregnados, y pasta de celulosa (insumo para papel y cartón). Del total extraído, el 3% fue destinado a la exportación.

[296] MAyDS, Informe de estado de implementación de la ley n°26.331. Reporte 2. Edición 2023: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inf._de_implementacion_2023_-_r2.pdf.
[297] UMSEF, Monitoreo de la superficie de bosque nativo de la República Argentina. Edición 2022. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/umsef.

Las tierras de cultivo en la República Argentina reflejan el perfil predominantemente agrícola del país, reconocido como uno de los principales productores mundiales de granos y oleaginosas. En este sentido, su superficie agrícola efectiva se ha incrementado de forma sostenida en el tiempo, lo cual se refleja en la serie reportada, pasando de aproximadamente 20 millones de hectáreas en 1990 a 38 millones de hectáreas para 2022[298]. Este aumento ha ocurrido, en gran parte, a expensas de bosques nativos y pastizales, que han sido convertidos para establecer cultivos agrícolas[299], principalmente en la región chaqueña, la región pampeana y áreas del norte argentino[300].

Los pastizales en la República Argentina constituyen una de las coberturas de la tierra más extensas del país, representando más del 60% de la superficie nacional[301] y el 45,5% de la superficie representada en este informe. La cobertura de pastizales es predominante en las ecorregiones pampeana, espinal, monte y la estepa patagónica[302]. En términos de composición florística, destaca la predominancia de gramíneas y hierbas adaptadas a diversas condiciones climáticas y edáficas, desde los suelos fértiles de la región pampeana hasta las condiciones áridas y frías de la Patagonia.

Los humedales son ecosistemas que se caracterizan por la presencia permanente o intermitente de agua y la dependencia del régimen hidrológico. Además, desempeñan funciones ecológicas esenciales tales como la regulación del ciclo del agua, la mitigación de inundaciones y sequías, la reserva de carbono y el mantenimiento de la biodiversidad. Estos incluyen áreas de lagunas, esteros, pantanos, turberas y marismas, que se encuentran en diversas regiones del país[303]. Su naturaleza dinámica y heterogénea, y la falta de mapeos e inventarios generales a nivel nacional, complejizan la definición de la superficie que abarcan. En este sentido, sólo se reportan cuerpos de agua, embalses y salinas.

Respecto a la cobertura de asentamientos, éstos representan menos del 1% del territorio continental[304], aunque la población se encuentra mayormente urbanizada, alcanzando al 92% de su población residente en unos 1000 asentamientos urbanos[305]. En cuanto a su distribución espacial, el 36% de la población urbana se concentra en la Área Metropolitana Buenos Aires (AMBA), y superando en casi 10 veces a las aglomeraciones urbanas que le siguen en magnitud de población (Gran Córdoba y Gran Mendoza)[306].

La cobertura de Otras tierras incluye zonas de suelo desnudo, roca y hielo, además de todas las zonas de tierras que no pertenecen a las otras cinco categorías de uso

[298] Según Estimaciones Agrícolas de SAGyP, la superficie sembrada se incrementó de 21,9 Mha (1989/1990) a 42,5 Mha (2021/2022). http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones.
[299] Para más detalles sobre los tipos de cultivos, superficies específicas y niveles de producción, se recomienda consultar el capítulo 5 - Agricultura y ganadería, donde se abordan estos aspectos en profundidad.
[300] MAyDS (2020). Causas e impactos de la deforestación de los bosques nativos de Argentina y propuestas de desarrollo alternativas. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/desmontes_y_alternativas-julio27.pdf.
[301] J. Volante, J. Gaitán, M.J. Mosciaro, N. Calamari, F. Navarro, C. Winschel, A. Pezzola y P. Peri (2024). Dinámica de la cobertura y uso del suelo en Argentina en las décadas comprendidas entre 2000 y 2020. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). https://drive.google.com/file/d/1ydJu-eI6zXjPOR5qtdtxEVyeKmlVEZnX/view.
[302] https://www.argentina.gob.ar/parquesnacionales/educacionambiental/ecorregiones.
[303] https://www.argentina.gob.ar/ambiente/agua/humedales
[304] J. Volante, J. Gaitán, M.J. Mosciaro, N. Calamari, F. Navarro, C. Winschel, A. Pezzola y P. Peri (2024). Dinámica de la cobertura y uso del suelo en Argentina en las décadas comprendidas entre 2000 y 2020. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). https://drive.google.com/file/d/1ydJu-eI6zXjPOR5qtdtxEVyeKmlVEZnX/view
[305] https://informe.ambiente.gob.ar/
[306] https://censo.gob.ar/

de la tierra. En este sentido, se ha relevado la existencia de más de 16 mil cuerpos glaciarios que abarcan el 0,2% del territorio continental (576.900 ha)[307], y áreas de médanos/dunas y afloramientos rocosos (cerca del 7% del país).

La República Argentina, en su búsqueda por lograr una representación coherente y completa de sus tierras, y considerando los usos de suelo descritos, ha alcanzado, en 2022, la inclusión del 76% de su superficie total. El 24% restante que aún no está representado corresponde principalmente a otros estratos de humedales y otras tierras.

Resultados INGEI

INGEI 2022

El sector de Usos de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS)[308] abarca las emisiones y absorciones provenientes de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras. Para cada una de estas categorías de uso de la tierra se deben reportar los cambios en las existencias de carbono en diferentes depósitos: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo. Adicionalmente se deben estimar las emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de aportes de nitrógeno a suelos gestionados; emisiones y absorciones derivadas del drenaje, rehumidificación y otros tipos de gestión en suelos orgánicos y minerales; emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de la mineralización/inmovilización de N asociada con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, y las emisiones de quema de biomasa. Por último, se incluyen en el sector las absorciones provenientes de los Productos de Madera Recolectada (PMR).

En 2022, el sector UTCUTS representó el 12,82% de las emisiones totales del país, con un total de 51.404,65 $ktCO_2e$. La tabla a continuación resume los resultados del INGEI para el sector.

[307] https://www.glaciaresargentinos.gob.ar/wp-content/uploads/resultados_finales/informe_resumen_ejecutivo_APN_11-05-2018.pdf.
[308] Para la elaboración del presente reporte, se incorporaron cambios en los sectores y categorías del INGEI de manera consistente con las tablas comunes de reporte (CRT) que se incluyen en este documento además de presentarse como anexo. Los sectores “Agricultura y ganadería” y “Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura” abarcan todas las categorías incluidas en el sector Agricultura, ganadería y otros usos de la tierra de los Informes Bienales de Actualización presentados con anterioridad.

Tabla 761. Informe sectorial para Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura

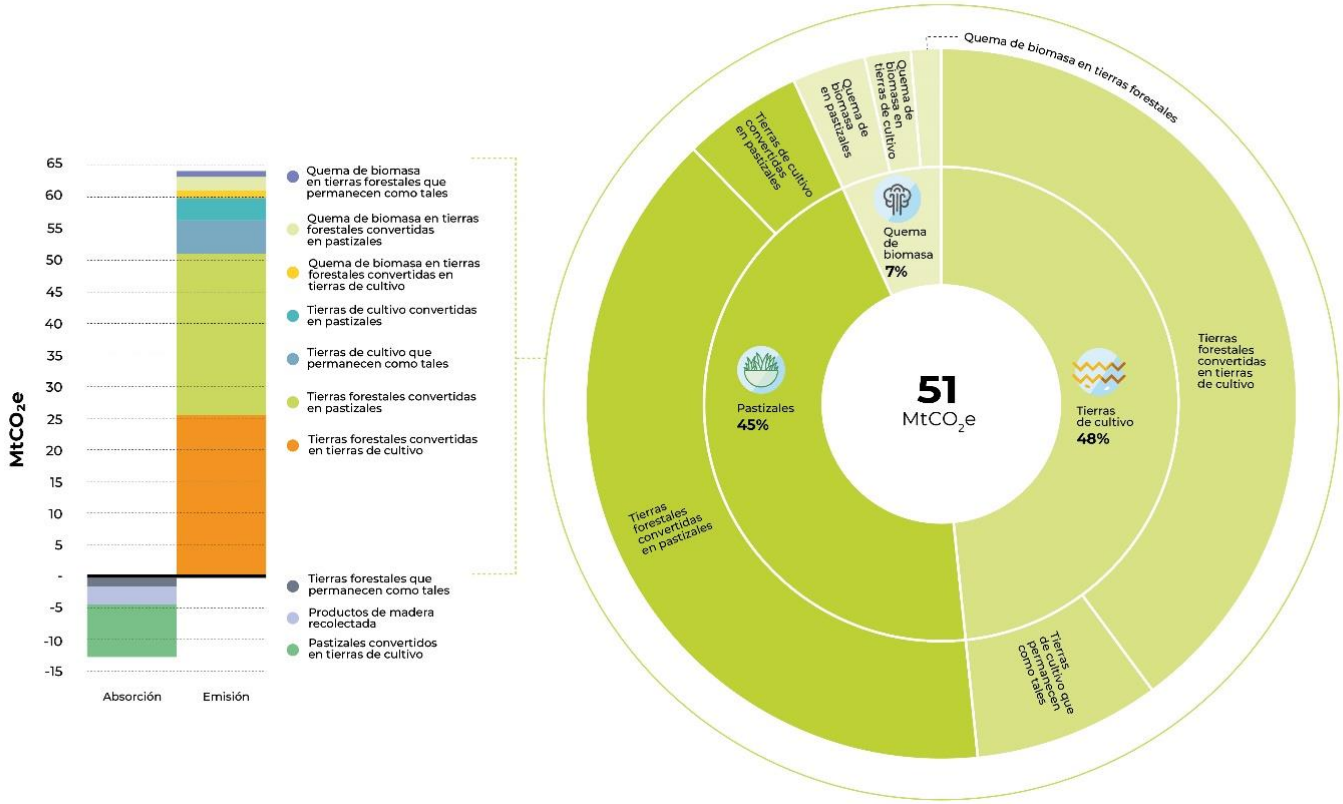
CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	Emisiones/absorciones netas de CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	COVDM	Emisiones/absorciones totales de GEI
	(kt)						CO_2 equivalente (kt)
4. Total UTCUTS	47.032,95	114,71	4,38	50,65	1.964,47	IE,NA,NE	51.404,65
4.A. Tierras forestales	-1.523,15	24,76	0,73	5,83	378,72	NE	-636,80
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	-1.523,15	24,76	0,73	5,83	378,72	NE	-636,80
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	NE,NO	NE,NO	IE,NE,NO	NE	NE	NE	IE,NE,NO
4.B. Tierras de cultivo	22.509,62	37,35	1,10	8,79	571,31	IE,NE	23.846,70
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	5.438,66	IE,NE,NO	IE,NE	IE	IE	IE	5.438,66
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo	17.070,96	37,35	1,10	8,79	571,31	NE	18.408,04
4.C. Pastizales	28.762,00	52,59	2,55	36,03	1.014,44	NE	30.910,27
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	NE,NO	16,20	1,48	27,47	457,80	NE	845,52
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	28.762,00	36,40	1,07	8,56	556,64	NE	30.064,75
4.D. Humedales	NE,NO	NE,NO	NE,NO	IE,NE	IE,NE	IE,NE	NE,NO
4.D.1. Humedales que permanecen como tales	NE,NO	NE,NO	NE,NO	IE	IE	IE	NE,NO
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE	NE	NE	NE,NO
4.E. Asentamientos	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE	NE	NE	NE,NO
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE	NE	NE	NE,NO
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE	NE	NE	NE,NO
4.F. Otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE	NE	NE	NE,NO
4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales							
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE	NE	NE	NE,NO
4.G. Productos de madera recolectada	-2.715,52						-2.715,52
4.H. Otros (sírvase especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

La categoría Tierras Forestales (4A) representa absorciones netas, principalmente por el crecimiento de los bosques cultivados. Las Tierras de Cultivo (4B) representan el 48,36% de las emisiones netas debido a la conversión de tierras forestales en tierras de cultivo y en menor medida por las emisiones de CO_2 derivadas de la variación de materia orgánica en suelos de todos los usos de la tierra, que se reporta dentro de esta categoría. La categoría Pastizales (4C) representa el 44,83% de las emisiones netas por conversiones de tierras forestales y, en menor medida, tierras de cultivo en pastizales. La quema de biomasa (4(IV)) representa el 6,81% de las emisiones netas; principalmente por las emisiones de CH_4 y N_2O de incendios de pastizales. El subsector Productos de Madera Recolectada (4G) representa solo absorciones.

La siguiente figura muestra la distribución de emisiones y absorciones en las distintas categorías que componen el sector UTCUTS. Teniendo en cuenta la gran relevancia de las absorciones dentro del sector, se presentan tanto las emisiones y absorciones brutas (izquierda) como las emisiones netas (derecha). Las categorías con absorciones netas (Tierras forestales y PMR) suponen una reducción de 20% respecto a las emisiones brutas del sector.

Figura 369. Emisiones del sector UTCUTS 2022[309]

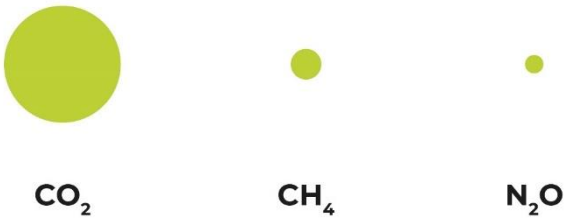


Fuente: Elaboración propia

[309] Los porcentajes presentados en la figura han sido redondeados con el propósito de mejorar su comprensión visual.

En términos de la distribución por gas, el CO_2 es el GEI con mayor participación del sector (91,50%), seguido por el CH_4 (6,25%) y el N_2O (2,25%), tal como se puede observar proporcionalmente en la siguiente figura.

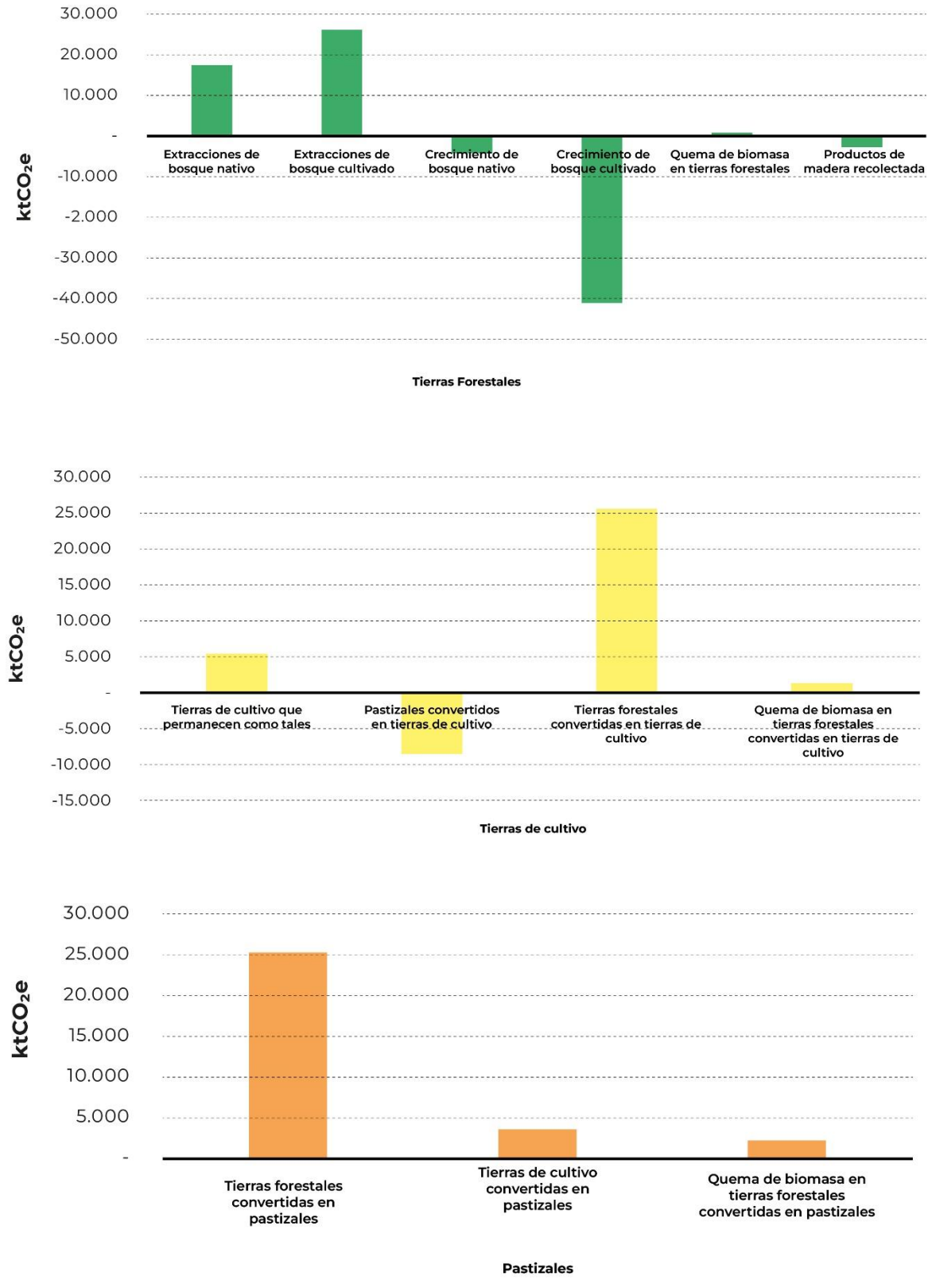
Figura 370. Aporte de los GEI al sector UTCUTS 2022 (en CO_2e)



Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de ilustrar la contribución neta de los usos de la tierra (Tierras Forestales, Tierras de Cultivo y Pastizales) al balance de emisiones del sector, la siguiente figura presenta la relación de las categorías con cada tipo de uso de la tierra dentro de UTCUTS. En ella se amplía el nivel de desagregación de las categorías incluidas en Tierras forestales, distinguiendo entre crecimiento (absorciones) y extracción (emisiones) de los bosques nativos y bosques cultivados (reportadas en la figura anterior de emisiones, en conjunto como "Tierras forestales que permanecen como tales"). Además, se incluyen las absorciones de la categoría 4G, ya que los productos de madera recolectada son derivados de las tierras forestales.

Figura 371. Emisiones y absorciones de las categorías en base al uso de la tierra asociado (2022)



Fuente: Elaboración propia

Durante el año 2022, las tierras forestales que permanecen como tales representaron una absorción neta de -1.523,15 $ktCO_2e$ producto del balance entre las extracciones y el crecimiento tanto de los bosques nativos como cultivados. Los productos de madera recolectada también significaron absorciones por un total de -2.715,52 $ktCO_2e$, mientras que la quema de biomasa en tierras forestales produjo emisiones por 886,35 $ktCO_2e$. Con esto, el balance de GEI de tierras forestales que permanecen como tales resultó negativo (es decir con absorciones netas) por -3.352,32 $ktCO_2e$.

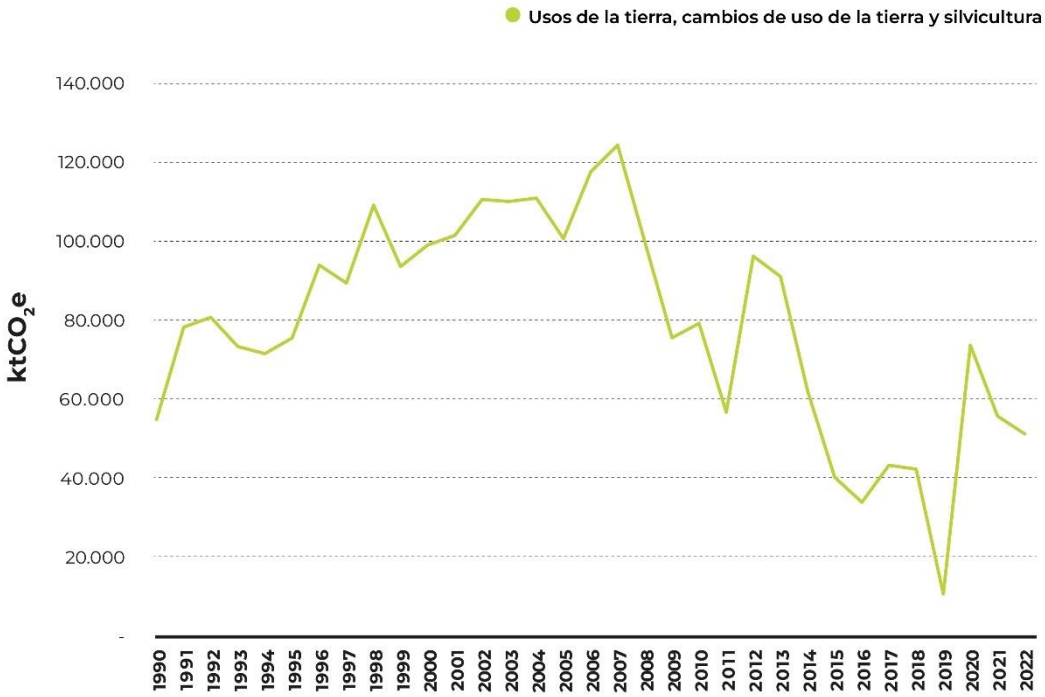
Por otro lado, las tierras de cultivo que permanecen como tales presentaron una emisión neta de 5.438,66 $ktCO_2e$, debido principalmente a la variación de materia orgánica en suelo. Además, la conversión de tierras forestales a tierras de cultivo y la quema de biomasa de tierras forestales para conversión a cultivos, significaron emisiones de 25.590,42 $ktCO_2e$ y 1.337,08 $ktCO_2e$, respectivamente. Únicamente la conversión de pastizales en tierras de cultivos produjo absorciones por -8.519,46 $ktCO_2e$. De esta manera, el balance de emisiones relacionadas con el uso de tierras de cultivo resultó en 23.846,70 $ktCO_2e$ netas.

Finalmente, todas las categorías asociadas al uso de pastizales significaron emisiones de GEI, principalmente por la conversión de tierras forestales, con 25.257,15 $ktCO_2e$, seguido de la conversión de tierras de cultivos, con 3.504,85 $ktCO_2e$ y las quemas de biomasa en tierras forestales para conversión a pastizales, con 2.148,27 $ktCO_2e$. Así, las emisiones netas asociada a los pastizales resultó en un total de 30.910,27 $ktCO_2e$.

Tendencia UTCUTS

En la siguiente figura se observa la evolución de las emisiones del sector entre 1990 y 2022. Se evidencia una tendencia de aumento en las emisiones desde 1990 a 2007. Posteriormente, la implementación de la ley n° 26.331, sancionada en 2007, junto con otras variables concurrentes, generó la disminución de la pérdida de bosque nativo. Esta situación se refleja en una tendencia decreciente en las emisiones desde 2007 hasta 2022. Se destacan aumentos en las emisiones en 2012-2013 y 2020 relacionadas con aumentos en la superficie de pérdida de bosque nativo. A su vez, el valor mínimo del año 2019 se relaciona principalmente con el mínimo histórico de pérdida de bosque nativo.

Figura 372. Evolución de las emisiones del Sector UTCUTS



Fuente: Elaboración propia

Aspectos metodológicos

En las siguientes tablas se presentan los métodos de cálculo y los FE utilizados correspondientes al INGEI 2022 para estimar las emisiones del sector. Las claves de notación utilizadas son las establecidas en la Decisión 18/CMA.1 y adoptadas del cuadro 8.1 del Volumen 1 – Capítulo 8 de las Directrices del IPCC 2006, presentadas en la siguiente tabla.

Tabla 762. Claves de notación

Clave de notación	Definición
NE	No estimado: Emisiones y/o absorciones que ocurren, pero que no fueron estimadas o declaradas.
IE	Incluido en otro lugar: Las emisiones y/o absorciones de esta actividad o categoría se han estimado e incluido en el inventario, pero no se presentan aparte en esta categoría. Debe indicarse la categoría en que se han incluido estas emisiones y absorciones (por ejemplo, en el recuadro de documentación del cuadro correspondiente).
NA	No aplica: La actividad o la categoría existen, pero se considera que las emisiones y absorciones pertinentes no ocurren jamás. Estas celdas suelen estar sombreadas en los cuadros para generación de informes.
NO	No ocurre: Una actividad o proceso que no existen dentro de un país.
T1, T2, T3	Nivel de método de cálculo empleado (IPCC *tier* 1, IPCC *tier* 2 y IPCC *tier* 3, respectivamente)

Clave de notación	Definición
T1a, T1b, T1c	Nivel de método de cálculo empleado (IPCC *tier* 1a, IPCC *tier* 1b y IPCC *tier* 1c, respectivamente)
D	Por defecto
CR	CORINAIR[310]
CS	Específico del país
OTH	Otros
PS	Específico de la planta

Fuente: Elaboración propia en base a la Decisión 18/CMA.1 y las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 763.Informe resumido de métodos y factores de emisión utilizados – Sector UTCUTS

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2		CH_4		N_2O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	T2,NA	D,CS,NA	T1,T2,NA	D,CS,NA	T1,T2,NA	D,CS,NA
4.A. Tierras forestales	T2,NA	CS,NA	T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA
4.B. Tierras de cultivo	T2,NA	D,CS,NA	T2,NA	CS,NA	T2,NA	CS,NA
4.C. Pastizales	T2,NA	CS,NA	T1,T2,NA	D,CS,NA	T1,T2,NA	D,CS,NA
4.D. Humedales	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.E. Asentamientos	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.F. Otras tierras	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.G. Productos de madera recolectada	T2,NA	D,NA				
4.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Algunas categorías no se han reportado, ya sea porque estas actividades no ocurren en el país (NO), porque se han incluido en otras categorías (IE) o por falta de información suficiente para realizar la estimación (NE). Los últimos dos casos se detallan en las siguientes tablas.

[310] "EMEP/EEA Air pollutant emisión inventory guidebook 2019" para gases precursores.

Tabla 764. Completitud – Información sobre las claves de notación – UTCUTS

Fuentes y sumideros no estimados ("NE")			
GEI	**Sector**	**Categoría de fuente/sumidero**	**Explicación**
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos para: suelos minerales, suelos orgánicos, cambio neto de existencias de carbono en madera muerta y cambio neto de existencias de carbono en hojarasca
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos para: ganancias, pérdidas, suelos minerales, suelos orgánicos y cambio neto de existencias de carbono en materia orgánica muerta
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.A.2.c. Humedales convertidos en tierras forestales	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.A.2.d. Asentamientos convertidos en tierras forestales	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos para: ganancias, pérdidas, suelos orgánicos y cambio neto de existencias de carbono en materia orgánica muerta
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos para: suelos orgánicos y cambio neto de existencias de carbono en materia orgánica muerta
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos para: ganancias, pérdidas, suelos minerales, suelos orgánicos y cambio neto de existencias de carbono en materia orgánica muerta
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.B.2.d. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.B.2.e. Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Para bosques nativos, no se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos sobre: ganancias, pérdidas, suelos minerales, suelos orgánicos y cambio neto de existencias de carbono en materia orgánica muerta. Para los bosques cultivados, los datos tampoco se reportan debido a la falta de datos de actividad consistentes y representativos para suelos orgánicos y cambio neto de existencias de carbono en materia orgánica muerta
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales > Suelos minerales	Para cultivos, no se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos sobre: suelos minerales, suelos orgánicos y cambio neto de existencias de carbono en materia orgánica muerta. De manera similar, los datos de frutas no se reportan debido a la falta de datos de actividad consistentes y representativos para suelos orgánicos y cambio neto de existencias de carbono en materia orgánica muerta

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tabla 765. Completitud – Información sobre las claves de notación – UTCUTS (cont.)

Fuentes y sumideros no estimados ("NE")			
GEI	**Sector**	**Categoría de fuente/sumidero**	**Explicación**
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos para: ganancias, pérdidas, suelos minerales, suelos orgánicos y cambio neto de existencias de carbono en materia orgánica muerta
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.D. Humedales	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.E. Asentamientos	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4.F. Otras tierras	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	PMR producidos y consumidos en el país	No hay información disponible para construir una serie histórica de datos de actividad para 4.G(I).1.c. Otros productos de madera sólida ni 4.G(I).3. Otros
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	PMR producidos y exportados	No hay información disponible para construir una serie histórica de datos de actividad para 4.G(II).1.c. Otros productos de madera sólida ni 4.G(II).3. Otros
N_2O	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4(III). Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) provenientes de la mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociada con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos para 4(III).D., 4(III).E. ni 4(III).F.
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4(IV).A. Tierras forestales	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos para 4(IV).A.1.a.
CH_4	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4 (IV).A.1.a. Quemas controladas	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos. La misma situación aplica para CH_4 y N_2O.
CH_4	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4(IV).A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4(IV).B.2.b. Incendios	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4(IV).C.1.a. Quemas controladas	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4(IV).C.1.b. Incendios	No se estiman ni las emisiones de CO_2 procedentes de los incendios forestales ni la captura de CO_2 procedente de la regeneración de zonas quemadas.
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4(IV).C.2.b. Incendios	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos. La misma situación aplica para CH_4 y N_2O.
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4(IV).D. Humedales	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4(IV).E. Asentamientos	
CO_2	4. Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	4(IV).F. Otras tierras	

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tabla 766. Completitud – Información sobre las claves de notación – UTCUTS (cont.)

Fuentes y sumideros reportados en otro lugar (IE)				
GEI	**Categoría de fuente/sumidero**	**Asignación según las Directrices del IPCC**	**Asignación utilizada por la Parte**	**Explicación**
N_2O	4(I).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales > Fertilizantes nitrogenados orgánicos e inorgánicos	3.C.4.a. Directas Fertilizantes sintéticos y 3.C.5.a. Indirectas Fertilizantes sintéticos	3.D.1.a. Fertilizantes sintéticos, 3.D.2.a. Volatilización y 3.D.2.b. Lixiviación	No se cuenta con información desagregada de fertilizantes para los diferentes usos de la tierra, por lo que se incluyen en su totalidad en tierras agrícolas.
N_2O	4(I).A.2. Tierras convertidas en tierras forestales > Fertilizantes nitrogenados orgánicos e inorgánicos			
N_2O	4(I).D.1. Humedales que permanecen como tales > Fertilizantes nitrogenados orgánicos e inorgánicos			
N_2O	4(I).D.2. Tierras convertidas en humedales > Fertilizantes nitrogenados orgánicos e inorgánicos			
N_2O	4(I).E.1. Asentamientos que permanecen como tales > Fertilizantes nitrogenados orgánicos e inorgánicos			
N_2O	4(I).E.2. Tierras convertidas en asentamientos > Fertilizantes nitrogenados orgánicos e inorgánicos			
N_2O	4(III).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales > Emisiones directas de N_2O por mineralización/inmovilización de N	3.C.4.f. Directas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos y 3.C.5.f. Indirectas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos	3.D.1.e. Mineralización/ inmovilización asociada a la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo, 3.D.2.a. Volatilización y 3.D.2.b. Lixiviación	Las emisiones de N_2O asociadas a suelos se derivan de los cambios de materia orgánica. No puede discriminarse entre usos de la tierra debido a la metodología utilizada, por lo que se reportan en 3.D., perteneciendo en su mayor proporción a tierras de cultivo.
N_2O	4(III).A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales > Emisiones directas de N_2O por mineralización/inmovilización de N			
N_2O	4(III).B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo > Emisiones directas de N_2O por mineralización/inmovilización de N			
N_2O	4(III).B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo > Emisiones directas de N_2O por mineralización/inmovilización de N			
N_2O	4(III).C.1. Pastizales que permanecen como tales > Emisiones directas de N_2O por mineralización/inmovilización de N			
N_2O	4(III).C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales > Emisiones directas de N_2O por mineralización/inmovilización de N			
N_2O	4(III).C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales > Emisiones directas de N_2O procedentes de la mineralización/inmovilización de N			

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tabla 767. Completitud – Información sobre las claves de notación – UTCUTS (cont.)

Fuentes y sumideros reportados en otro lugar (IE)				
GEI	**Categoría de fuente/sumidero**	**Asignación según las Directrices del IPCC**	**Asignación utilizada por la Parte**	**Explicación**
CH_4	4(IV).B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales > Quema controlada	3.C.1. Emisiones de la quema de biomasa	4(IV).C.1. Quema de biomasa en pastizales que permanecen como tales	Dada la estadística utilizada, no es posible discriminar incendios entre pastizales, tierras de cultivo y humedales, por lo que las quemas en estas categorías se incluyen dentro de quema de pastizales.
CO_2				
N_2O				
CO_2	4(IV).B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo > Quema controlada	3.B.2.b.i. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	Las emisiones de CO_2 provenientes de la quema controlada de tierras forestales que se convierten en pastizales se reportan dentro de la categoria 4.B.2.a. (para más información, ver Anexo Quema de biomasa, incendios forestales y deforestación)
CO_2	4(IV).C.2. Tierras convertidas en pastizales > Quema controlada	3.B.3.b.i. Tierras forestales convertidas en pastizales	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Las emisiones de CO_2 provenientes de la quema controlada de tierras forestales que se convierten en pastizales se reportan dentro de la categoria 4.C.2.a. (para más información, ver Anexo Quema de biomasa, incendios forestales y deforestación)
CO_2	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo > Suelos minerales	3.B.2. Tierras de cultivo	4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	Dada la metodología utilizada, el cálculo de la variación en las existencias de carbono en suelos minerales no discrimina entre diferentes usos de la tierra, por lo que estas emisiones/absorciones se reportan en su totalidad dentro de tierras de cultivo
CO_2	4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo > Suelos minerales			
CO_2	4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales > Suelos minerales	3.B.3. Pastizales		
CO_2	4.C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales > Suelos minerales			

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

La estimación de las emisiones y de las absorciones de “Tierras forestales que permanecen como tales” se realiza con el método de cálculo de Nivel 2 ya que se utilizan los valores locales para los parámetros de estimación.

Las emisiones y absorciones asociadas al cambio de uso de la tierra se estimaron según las transiciones de cambios de uso. Dada la estadística utilizada por la República Argentina para la elaboración del INGEI, no es posible determinar las áreas "gestionadas" y "no gestionadas", como recomiendan las Directrices del IPCC de 2006, excepto la clase “Espejo de agua perenne” y “salinas” (Humedales no gestionados). La mayoría de los usos de la tierra tiene algún tipo de intervención antropogénica. La estadística correspondiente a bosques nativos contabiliza solo las zonas con cobertura de bosques nativos de las regiones forestales cubiertas por el SNMBN[311]. No se incluyen las actividades de "Restauración, Conservación y Manejo Sostenible de Bosques Nativos" por falta de información. Respecto a la actividad de degradación, se incluyen únicamente las estimaciones asociadas a la extracción de madera y emisiones no-CO_2 de incendios.

En el caso del cálculo de carbono del suelo, se determinaron los tipos edáficos y climáticos establecidos por las Directrices del IPCC de 2006 utilizando SIG para analizar curvas de isohietas e isotermas del Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina[312] y tipos de suelos provenientes del Atlas de Suelos de Argentina: Escala 1:500.000 y 1:1.000.000[313]. Una vez que se homologaron los mapas de suelos y climas nacionales a lo establecido por las Directrices del IPCC de 2006, se asignaron los valores de carbono de referencia. Cabe destacar que el territorio nacional cuenta con pocos suelos predominantemente orgánicos, por lo cual los suelos incluidos en la estimación son suelos minerales.

En el caso de las categorías “4(IV)B2a – Quema de biomasa en tierras de cultivo por deforestación” y “4(IV)C2a – Quema de biomasa en pastizales por deforestación”, el cálculo de emisiones de CH_4 y N_2O se realiza con el método de cálculo Nivel 2 debido a que, si bien no se dispone de datos para estimar emisiones empleando modelos o métodos avanzados, sí se poseen valores específicos del país de masa de combustible disponible para la combustión. Para las categorías restantes, la estimación de emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la quema de biomasa se realiza con el método de cálculo Nivel 1 debido a que no se dispone de datos para estimar emisiones empleando modelos o métodos avanzados, ni datos o FE específicos del país.

En la categoría 4G – PMR, fueron considerados los productos semiacabados madera aserrada, tableros y papel y cartón. El enfoque metodológico utilizado es el de “producción”, que considera los productos elaborados a partir de la cosecha de la materia prima en la República Argentina. Para esta categoría se aplicó el método de cálculo Nivel 2. Los FE están relacionados con los valores de vida media utilizados y los índices de descarte asociados para los productos de madera aserrada, tableros,

[311] https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/monitoreo-bosques-nativos.
[312] SSRH-INA. 2002. Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina. CD-ROM. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación–Instituto Nacional del Agua, Buenos Aires.
[313] INTA. 1990. Atlas de suelos de la República Argentina. Escala 1:500.000 y 1:1.000.000.

y papel y cartón. Los valores de vida media de los productos corresponden a valores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Los DA se relacionan a los datos de producción, exportaciones e importaciones de los productos considerados para el cálculo y las variables asociadas.

Datos de actividad del sector

Se utilizaron fuentes oficiales de superficies de diferentes categorías de uso del suelo y de datos productivos relacionados con los sectores agrícola y forestal, provenientes de distintos organismos según su área de competencia. En la siguiente tabla se resumen las principales fuentes de información.

Tabla 768. Fuente de datos – Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura

Sector - Categoría	Subcategoría 1er Orden	Subcategoría 2do Orden	Fuente información dato de actividad
4A - Tierras forestales	4A1 - Tierras forestales que permanecen como tales	4A1a - Bosque nativo	Estadística forestal extracción Bosque Nativo (PNEF - SSAmb)
		4A1b - Bosque cultivado	Estadística forestal extracción Bosque Cultivado y superficie cultivada (Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP)
4B - Tierras de cultivo	4B1 - Tierras de cultivo que permanecen como tales (Suelos)		Monitoreo de pérdida de cobertura forestal (UMSEF- SSAmb) Área competente de Estimaciones Agrícolas (SAGyP) Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID)
	4B2 - Tierras convertidas en tierras de cultivo	4B2a - Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo 4B2b - Pastizales convertidos en tierras de cultivo	Monitoreo de pérdida de cobertura forestal (UMSEF- SSAmb) Área competente de Estimaciones Agrícolas (SAGyP)
4C - Pastizales	4C2 - Tierras convertidas en pastizales	4C2a - Tierras forestales convertidas en pastizales 4C2b - Tierras de cultivo	Monitoreo de pérdida de cobertura forestal (UMSEF- SSAmb) Área competente de Estimaciones Agrícolas (SAGyP)
4D - Humedales	4D1 - Humedales que permanecen como tales		Capas geográficas de cuerpos de agua permanentes, temporarios, embalses (IGN) y Mapa Nacional de Cobertura del Suelo (IGN)
4E - Asentamientos	4E1 - Asentamientos que permanecen como tales		Capa geográfica de plantas urbanas (IGN)
4F - Otras tierras	4F1 - Otras tierras que permanecen como tales		Capa geográfica de glaciares (IANIGLA-SSAmb) y Mapa Nacional de Cobertura del Suelo (IGN)
4(IV) - Emisiones de la quema de biomasa	4(IV)A - Tierras forestales	4(IV)A1 - Tierras forestales que permanecen como tales	Estadística Incendios (PNEF - SSAmb)
	4(IV)B - Tierras de cultivo	4(IV)B2 - Tierras convertidas en tierras de cultivo	Monitoreo de pérdida de cobertura forestal (UMSEF- SSAmb)
	4(IV)C - Pastizales	4(IV)C1 - Pastizales que permanecen como tales	Estadística Incendios (PNEF - SSAmb)
		4(IV)C2 - Tierras convertidas en pastizales	Monitoreo de pérdida de cobertura forestal (UMSEF- SSAmb)

Fuente: Elaboración propia

Flexibilidades aplicadas

La República Argentina, a la luz de sus capacidades nacionales, aplica flexibilidades vinculadas a la identificación de categorías principales, a la estimación de la incertidumbre y en relación a la presentación y aplicación de planes de aseguramiento y control de calidad. Para más detalle dirigirse al capítulo 1: Circunstancias nacionales, arreglos institucionales e información transversal.

En particular se destaca que se aplica flexibilidad para la presentación y aplicación de planes de aseguramiento y control de calidad, dado que, para la elaboración del inventario, actualmente aplican acciones para el control de calidad, que no se encuentran sistematizadas y estructuradas en un plan, según las Directrices del IPCC. Dichas acciones se especifican en el apartado de Control de calidad de cada categoría del INGEI.

Representación coherente de tierras

La documentación asociada al sistema de archivo para la representación coherente de tierras (RCT) se detalla a continuación.

Tabla 769. Documentación representación coherente de tierras

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3B_P_00
Ruta de acceso:	2_INGEI_2022/3_AGSyOUT
Procesamiento de DA:	3B_DA_RCT_1970-2022_00 3B_DA_BC_1990-2022_00 3B_DA_BN_1990-1997_00 3B_DA_BN_1998-2022_00 3B_DA_CNA_2002_00 3B_DA_CULT_1990-2022_00 3B_DA_DPTO_2022_00 3B_DA_LEGUMBRES_2003-2018_00 3B_DA_SAE_1970-1989_00 3B_DA_SAE_1990-2022_00 3B_DA_SIN-DEPARTAMENTO_CULT_1990-2018_00 3B_DA_SIN-DEPARTAMENTO_CULT_2019-2022_00 3B_DA_SIN-DEPARTAMENTO_SOJA_2001-2018_00

Fuente: Elaboración propia

Definiciones

Las definiciones nacionales empleadas se encuentran alineadas con las de las Directrices del IPCC de 2006; esto implica que las clasificaciones nacionales se incluyen en todas las categorías de uso del IPCC, evitando doble conteos u omisiones. Toda la superficie nacional se encuentra representada en las seis categorías de uso de la tierra definidas en las mencionadas Directrices.

Las tierras forestales están compuestas por los estratos de bosque nativo y bosque cultivado, las tierras de cultivo se componen de los estratos de cultivos y frutales, los pastizales se componen de los estratos de forrajeras (anuales y perennes) y campo natural, los humedales se componen de estratos gestionados (espejos de agua intermitente y embalses) y no gestionados (espejos de agua perenne y salinas), los asentamientos se componen de un único estrato (planta urbana) y otras tierras se componen de tres estratos (afloramientos rocosos, médanos/dunas y glaciares).

Dada la estadística utilizada para la elaboración del INGEI, no es posible determinar áreas "gestionadas" y "no gestionadas", con excepción de la categoría de humedales. La mayoría de las categorías de uso de la tierra tienen algún tipo de intervención antropogénica. No obstante, para adecuar la información nacional a los requisitos de reporte definidos en las MPG, se clasificaron los bosques nativos como tierras forestales no gestionadas, a los bosques cultivados como tierras forestales gestionadas, al campo natural como pastizales no gestionados y a las forrajeras como pastizales gestionados, en concordancia con las CRT.

En la siguiente tabla se encuentra la homologación entre las categorías de uso de la tierra provistas por las Directrices del IPCC de 2006 y las asumidas nacionalmente para el INGEI.

Tabla 770. Definiciones nacionales de uso de la tierra

Categorías de uso de la tierra (IPCC 2006)	Estrato (INGEI)	Clasificación nacional	Definición nacional
Tierras forestales (4A)	Bosque Nativo	Tierras Forestales (TF)	Tierras que constituyen un ecosistema natural que presentan una cobertura arbórea de especies nativas mayor o igual al 20% con árboles que alcanzan una altura mínima de 7 m (SSAmb – definición de las clases de cobertura de la tierra del nivel 1 de la leyenda del Primer Inventario Nacional de Bosque Nativo –PINBN– 1998 y de sus actualizaciones).
	Bosque Nativo	Otras Tierras Forestales (OTF)	Tierras que constituyen un ecosistema natural que presentan una cobertura arbórea de especies nativas entre 5 y 20% con árboles que alcanzan una altura mínima de 7 m; o con una cobertura arbórea de especies nativas mayor o igual al 20% donde los árboles presentan una altura menor a 7 m; o que presentan al menos un 20% de cobertura arbustiva de especies nativas con arbustos de altura mínima 0,5 m. Se incluyen palmares y cañaverales (SSAmb – definición de las clases de cobertura de la tierra del nivel 1 de la leyenda del PINBN 1998 y de sus actualizaciones).
	Bosque Cultivado	–	Plantaciones de especies forestales ecológicamente adaptadas al sitio y que permiten satisfacer la demanda actual y potencial de materia prima por parte de distintas industrias, sea en plantaciones puras, mixtas o en sistemas agroforestales (ley n° 27.487)

Categorías de uso de la tierra (IPCC 2006)	Estrato (INGEI)	Clasificación nacional	Definición nacional
Tierras de cultivo (4B)	Cultivos	Cereales	Cultivo cuyo destino haya sido la obtención de grano para la alimentación humana o animal (Cereales para grano) o de semillas para la siembra con el fin de comercialización (Cultivos para semilla). Se incluyen los cereales de doble propósito: grano y pastoreo (CNA 2002).
		Oleaginosas	Cultivo de semillas o granos cuyo contenido de lípidos permite obtener aceite (CNA 2002).
		Industriales	Aquellos de los que es posible obtener diversos subproductos mediante la aplicación de procesos industriales (CNA 2002).
		Legumbres	Leguminosas cuyos granos se usan para la alimentación humana por sus valores nutritivos, sobre todo en proteínas (CNA 2002).
		Hortalizas	Son todas las plantas comestibles cuyo cultivo, por lo general, es intensivo en mano de obra y capital y no suele ocupar grandes extensiones (CNA 2002).
		Flores de corte	Aquellas especies que están destinadas a la obtención de flores para corte (CNA 2002).
		Aromáticas, medicinales y condimentarias	Cultivos cuyo destino es la industria cosmética o la producción comercial de especias y aceites aromáticos para el consumo y otros usos (CNA 2002).
	Frutales	Frutales	Montes comerciales de árboles frutales, estén en producción o no (CNA 2002).
Pastizales (4C)	Forrajeras	Anuales	Todos los cultivos que se utilizan integralmente para alimento de cualquier tipo de ganado y cuyo ciclo evolutivo (germinación, fructificación y cosecha) dura menos de un año (CNA 2002).
		Perennes	Son las que se utilizan íntegramente para alimento de cualquier tipo de ganado y cuyo ciclo evolutivo y productivo se extiende por más de un año, independientemente de su destino: forraje y corte o semilla para la siembra de los cultivos con destino forrajero (CNA 2002).
	Campo Natural		A los fines de la elaboración del INGEI, se incluye dentro de la “Superficie destinada a otros usos” es decir que “en cuya implantación no ha intervenido el hombre”. Se deriva esta definición por oposición a las superficies “Implantadas”.
Humedales (4D)	Humedales (No Gestionados)	Espejo de agua perenne	Cuerpo natural o artificial de agua, dulce o salada, cuyo aporte proviene de corrientes de agua, afloramientos subterráneos o precipitaciones. Quedan excluidos los embalses y los embalses rurales. Perenne significa que lleva o contiene agua en forma permanente (Instituto Geográfico Nacional –IGN– 2021).
		Salina	Zona baja arreica donde se produce acumulación de sales por evaporación (cloruros y sulfatos principalmente),

Categorías de uso de la tierra (IPCC 2006)	Estrato (INGEI)	Clasificación nacional	Definición nacional
			constituyendo un depósito natural de sales, cuya denominación varía según el tipo de sal (IGN 2023).
	Humedales (Gestionados)	Espejo de agua intermitente	Cuerpo natural o artificial de agua, dulce o salada, cuyo aporte proviene de corrientes de agua, afloramientos subterráneos o precipitaciones. Quedan excluidos los embalses y los embalses rurales. Intermitente significa que lleva o contiene agua temporalmente (IGN 2021).
		Embalses	Masa de agua retenida por una estructura artificial para su posterior aprovechamiento (IGN 2021).
		Embalses rurales	Excavación descubierta destinada al depósito de agua en zonas rurales (IGN 2021).
Asentamientos (4E)	Asentamientos	Planta Urbana	Área urbana aproximada que incluye la zona contigua de amanzanamiento edificado, cuyos límites son reconocibles (IGN 2021).
Otras tierras (4F)	Otras tierras	Afloramiento rocoso	Manifestación en superficie de alguna litología de cualquier tipo y composición. Incluye macizo rocoso (IGN 2023).
		Médano/duna	Acumulación de sedimentos sueltos, tamaño arena, que puede trasladarse por acción del viento. Pueden estar en ambiente continental o costero (IGN 2023).
		Glaciares	Masa de hielo perenne estable o que fluye lentamente, con o sin agua intersticial, formado por la recristalización de nieve, ubicado en diferentes ecosistemas, cualquiera sea su forma, dimensión y estado de conservación. Son parte constituyente de cada glaciar el material detrítico rocoso y los cursos internos y superficiales de agua – (ley n° 26.639).

Fuente: Elaboración propia

Caracterización de los estratos reportados

Tierras Forestales

Bosque nativo

De las siete regiones forestales que existen en la República Argentina, se reportan las cinco que presentan una cobertura de monitoreo satelital por parte de la UMSEF: Parque Chaqueño, Selva Paranaense (Selva Misionera), Yungas (Selva Tucumano Boliviana), Espinal y Bosque Andino Patagónico. No se reportan las regiones de Monte ni de Delta e Islas del Paraná. Por falta de información tampoco se reporta la restauración de los bosques nativos.

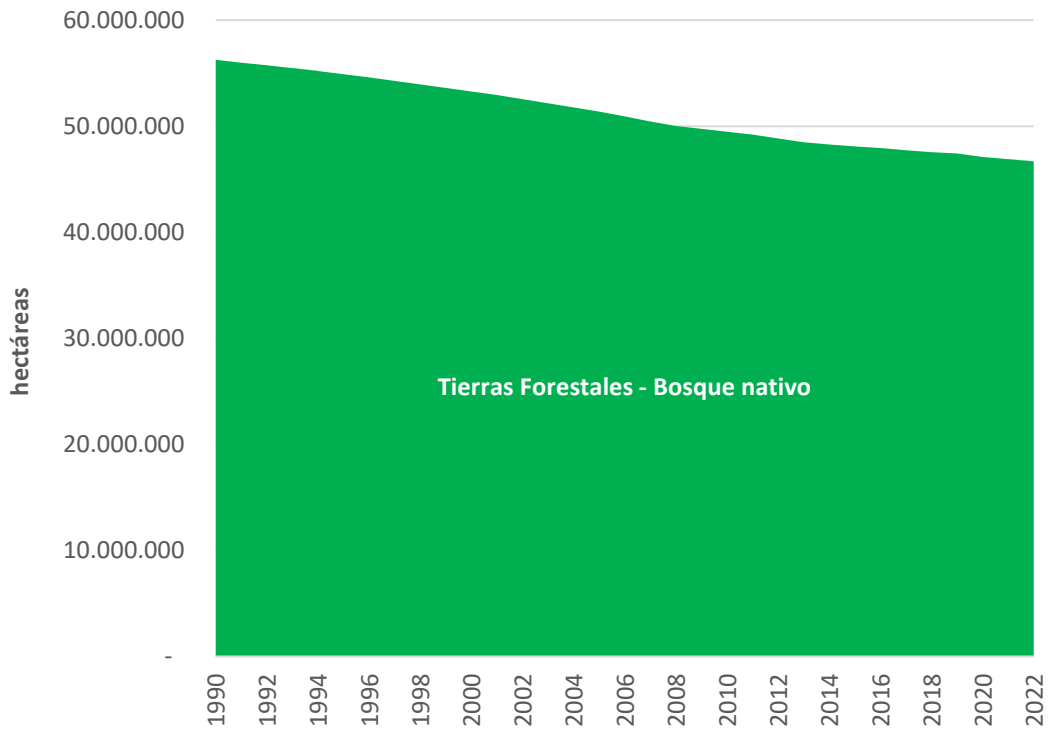
Estas regiones forestales representan la mayor parte del territorio cubierto por bosques nativos del país y el 100% de la clase “Tierras Forestales” (TF) del PINBN[314]. Representan además el área donde ocurre la mayor proporción de la pérdida de

[314] SSAmb, Primer inventario nacional de bosques nativos. Informe Nacional, 2007

cobertura de bosques nativos y, por lo tanto, la mayor cantidad de las emisiones por deforestación a nivel nacional. Por esta razón, es allí donde se focaliza el monitoreo forestal que provee los DA y los datos para generar FE, los cuales son usados en las estimaciones. Para el año 2022, las provincias de Salta, Santiago del Estero, Chaco, Formosa y Misiones concentraron más del 50% de la superficie total de Tierras Forestales–Bosque Nativo.

En la siguiente figura se exhibe la serie temporal de superficie de bosque nativo, con una tendencia decreciente e ininterrumpida desde el año 1990.

Figura 373. Serie temporal de la superficie representada de bosque nativo (1990-2022)



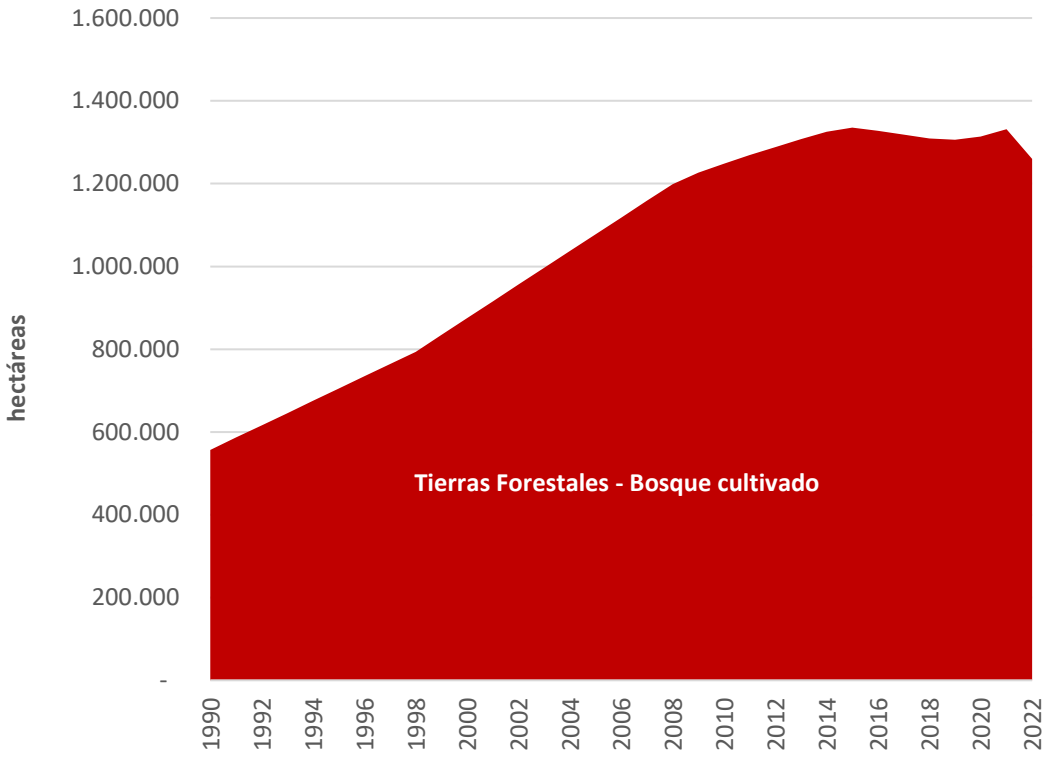
Fuente: Elaboración propia

Bosque cultivado

Se reporta la superficie de bosque cultivado provista por el Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP a nivel provincial, tanto para macizos como para cortinas forestales. Estos incluyen grupos de especies de coníferas (pinos), eucaliptos, salicáceas (sauces y álamos) y otras especies varias. Para el año 2022, las provincias de Corrientes, Misiones y Entre Ríos representaron casi el 80% del total nacional.

En la siguiente figura se exhibe la serie temporal de la superficie de bosque cultivado, con un marcado crecimiento hasta el año 2012 que luego se estabiliza en torno a casi 1,3 millones de ha.

Figura 374. Serie temporal de la superficie representada de bosque cultivado (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

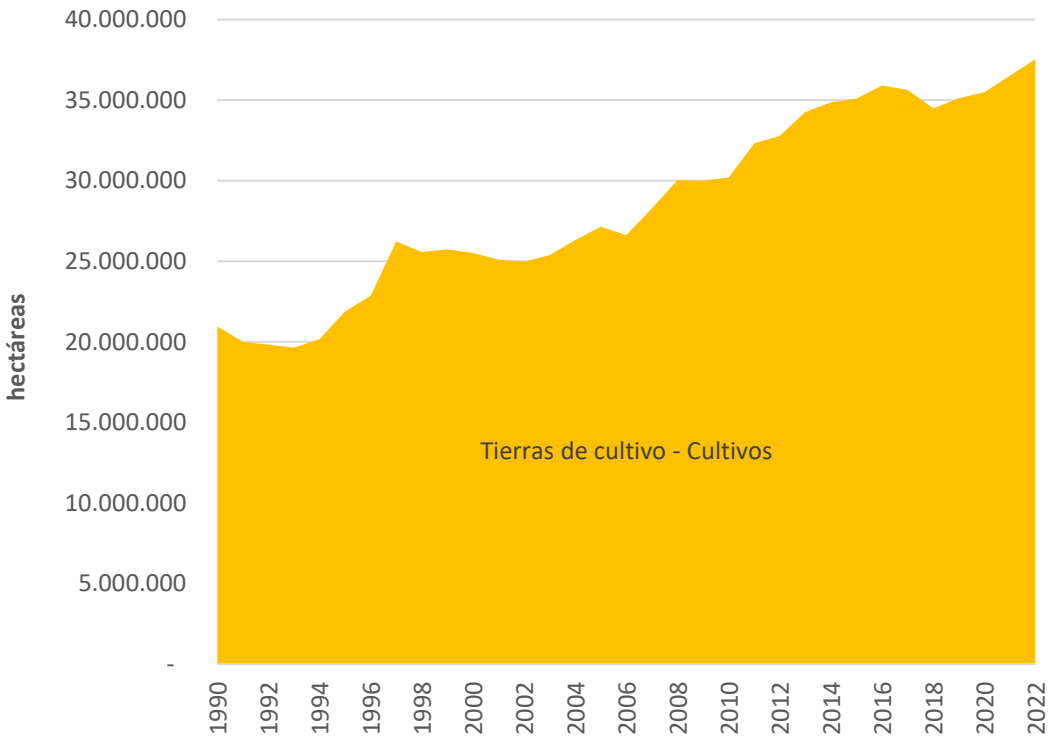
Tierras de Cultivo

Cultivos

Se reporta la superficie de cultivos de alpiste, arroz, arveja, avena, caña de azúcar, cártamo, cebada, centeno, colza, garbanzo, girasol, lenteja, lino, maíz, maní, mijo, poroto (negro, alubia y otros), soja, sorgo y trigo, provista por la SAGyP a nivel departamental. Esta información es procesada de manera de obtener la superficie agrícola efectiva, removiendo la información que supone un doble conteo de superficies, tanto en el caso del trigo candeal (incluido en "trigo total") como aquellos cultivos que se incorporan en esquemas de doble cultivo anual (llamados cultivos "de segunda"). Dentro de los cultivos de segunda se incluyen la soja de segunda (que cuenta con una serie de datos separada de la soja "de primera") y también los cultivos de girasol y trigo en las provincias de Catamarca, Chaco, Jujuy, Salta, Santiago del Estero y Tucumán. Para el año 2022, las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe concentraron más del 70% del total nacional de la superficie agrícola efectiva.

En la siguiente figura se exhibe la serie temporal de la superficie de cultivos. La tendencia observada se explica por el proceso de expansión de la frontera agrícola, junto con la interacción entre la superficie destinada a la agricultura y a la ganadería (desarrollada principalmente en pastizales), debida principalmente a factores climáticos y geográficos.

Figura 375. Serie temporal de la superficie representada de cultivos (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Frutales

Se reporta la superficie de grupos de cultivos frutales de cítricos (limonero, mandarino, naranjo, pomelo, otros cítricos), de pepita (manzano, membrillo, peral), de carozo (cerezo, ciruelo, damasco, duraznero, otros de carozo), secos (almendro, avellano, castaño, nogal, pecán, otros secos), menores/berries (arándano, frambuesa, otros berries), olivo (aceite o conserva), banana, higuera, kiwi, tuna, vid y otros frutales, definidos en el CNA 2002. Las provincias de Mendoza y San Juan concentran el 49% de la superficie de Tierra de Cultivos – Frutales.

En la siguiente figura se exhibe la serie temporal de Frutales. La superficie se mantiene estable desde 1998 según los datos y supuestos considerados, condicionada a los supuestos de constancia a partir de los datos del CNA 2002.

Figura 376. Serie temporal de la superficie representada de frutales (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

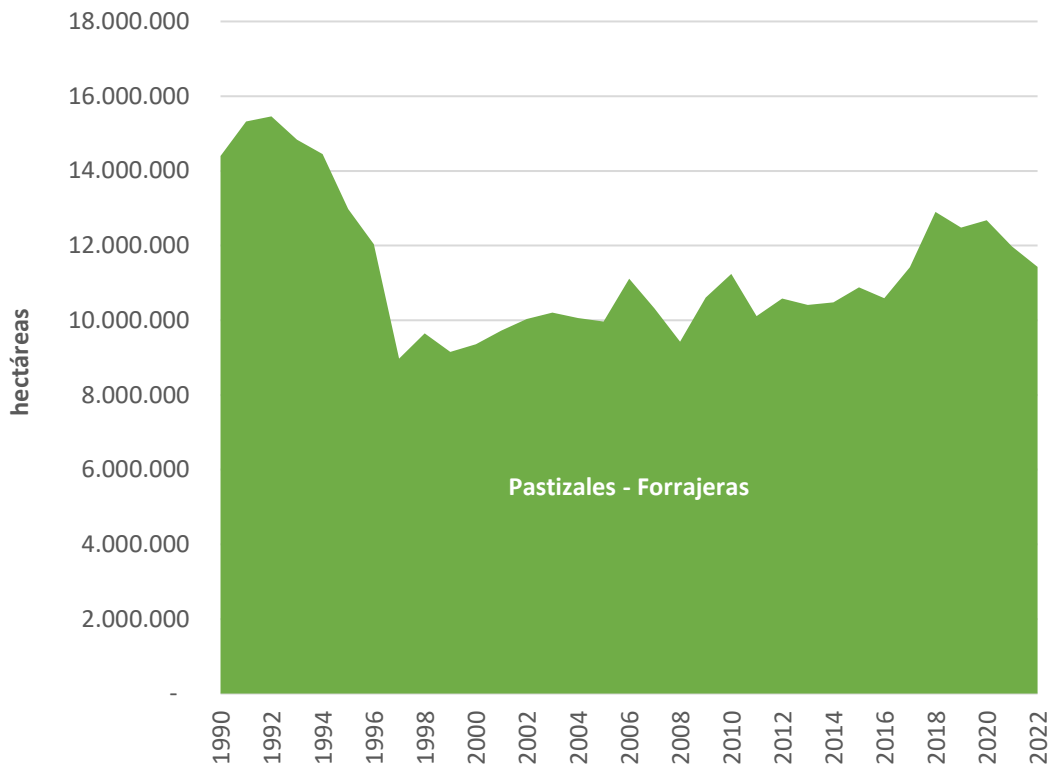
Pastizales

Forrajeras

Se reporta una estimación de la cobertura tanto de forrajeras anuales como perennes a nivel nacional. La superficie de forrajeras anuales se compone de las siguientes especies: caupí, vicia, *Melilotus*, moha, raigrás anual, triticales, otras anuales puras, anuales consociadas y "Sin discriminar" (categoría de la estadística del CNA 2002).

En la siguiente figura se presenta la serie temporal de la superficie de forrajeras, en base a datos de cobertura de Tierras Forestales, Tierras de Cultivo y supuestos aplicados según diagramas de decisión (ver Anexo – Procesamiento de datos de actividad).

Figura 377. Serie temporal de la superficie representada de forrajeras (1990-2022)



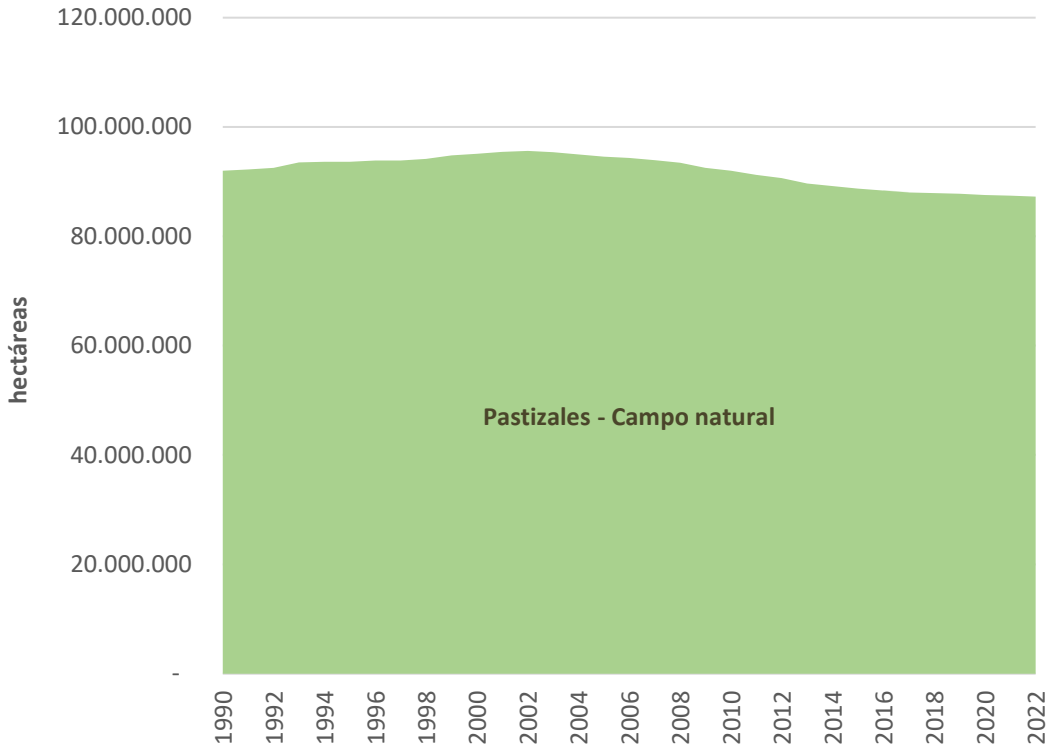
Fuente: Elaboración propia

Campo natural

La superficie de esta cobertura surge de la superficie de campo natural del año anterior que no fue convertido en ninguna otra categoría de uso de la tierra, por lo que su estimación depende de la cobertura de otros usos. No presenta una definición explícita, pero se utilizan de base los valores del CNA 2002.

En la siguiente figura se presenta la serie temporal de la superficie de campo natural, en base a datos de cobertura de Tierras Forestales, Tierras de Cultivo y supuestos aplicados según diagramas de decisión (ver Anexo – Procesamiento de datos de actividad).

Figura 378. Serie temporal de la superficie representada de campo natural (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Humedales

Humedales gestionados

Se reportan en base a datos de IGN publicados en 2021 e incluyen las superficies nacionales de espejos de agua intermitentes, embalses y embalses rurales. Estas superficies se consideran constantes a lo largo de toda la serie temporal. En base a esta información, las provincias de Santa Cruz, Buenos Aires y Córdoba concentran el 56% del total nacional.

Humedales no gestionados

Se reportan en base a datos de IGN publicados en 2021 y 2024[315], e incluyen las superficies nacionales de espejos de agua permanentes y salinas. Para ambas subcategorías la superficie se considera constante a lo largo de toda la serie temporal. En base a esta información, las provincias de Córdoba, Santa Cruz, Chubut y Buenos Aires concentran el 56% del total nacional.

[315] IGN 2023. Mapa Nacional de Cobertura de Suelo: https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/mapa-nacional-de-cobertura-de-suelo

Asentamientos

Se reportan en base a datos de IGN publicados en 2021 e incluyen las superficies nacionales de plantas urbanas excluyendo la infraestructura vial asociada. La superficie se considera constante a lo largo de toda la serie temporal. En base a esta información, la provincia de Buenos Aires concentra el 41% del total nacional.

Otras tierras

Se reporta la superficie de glaciares, proveniente del Inventario Nacional de Glaciares (2018)[316] y las superficies de afloramientos rocosos y médanos/dunas, provistas por el IGN (2024)[317]. Para las tres subcategorías, las superficies se consideran constantes a lo largo de toda la serie temporal. En base a esta información, la mayor concentración de superficie de esta categoría se da en las provincias de Catamarca, San Juan y Salta, alcanzando el 59% del total nacional y principalmente representada por afloramientos rocosos.

Datos de actividad

Las fuentes de los datos de superficie difieren según el estrato de uso de la tierra considerado, y pueden variar también a lo largo de la serie temporal (ver tabla a continuación). El detalle del procesamiento de la información se encuentra en el Anexo Procesamiento de datos de actividad.

[316] Ejecutado en el marco de la ley nº 26.639/2010 de "Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y el Ambiente Periglacial" realizado por el Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA) como órgano científico responsable, y coordinado y publicado por la SSAmb, de forma abierta a través de la página web de su Sistema Integrado de Información Ambiental (SInIA). https://ciam.ambiente.gob.ar
[317] IGN 2023. Mapa Nacional de Cobertura de Suelo:
https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/mapa-nacional-de-cobertura-de-suelo

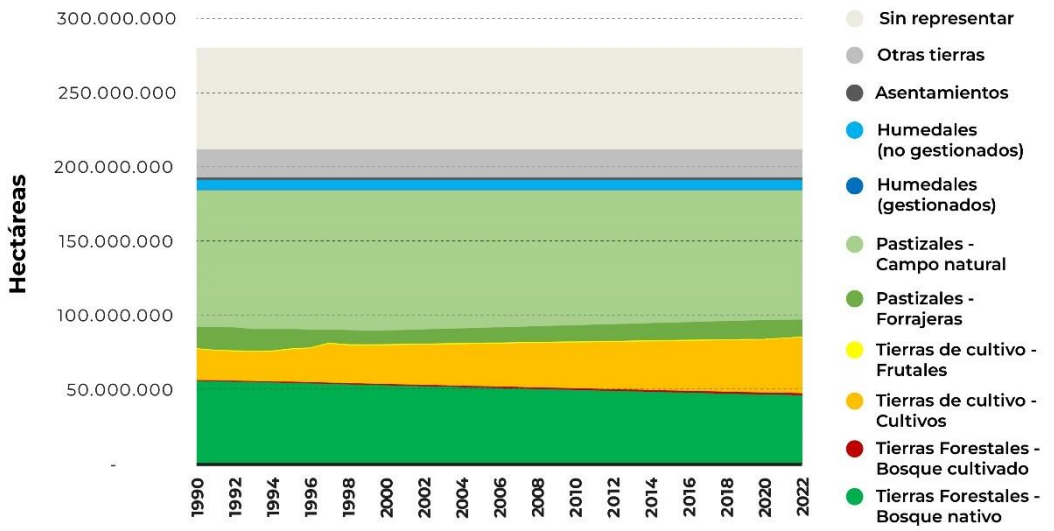
Tabla 771. Fuente de información de los datos de actividad por categoría y estrato

<table>
<tr><td rowspan="2">Tierras forestales</td><td>Bosque nativo</td><td>SCN
(1990)</td><td>Interpolación lineal
(1991-1993)</td><td>SCN
(1994)</td><td>Interpolación lineal
(1995-1996)</td><td>SCN
(1997)</td><td>UMSEF
(1998-2022)</td></tr>
<tr><td>Bosque cultivado</td><td colspan="6">Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP
(1990-2022)</td></tr>
<tr><td>Tierras de cultivo</td><td>Cultivos</td><td colspan="6">SAGyP y CNA 2002
(1990-2020)
Mapa Nac. de Cultivos (INTA)
(2021-2022)</td></tr>
<tr><td></td><td>Frutales</td><td>SAGyP
(1990-1997)</td><td colspan="5">CNA 2002
(1998-2022)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pastizales</td><td>Forrajeras</td><td>Estimado
(1990-2001)</td><td>CNA 2002</td><td colspan="4">Estimado
(2003-2022)</td></tr>
<tr><td>Campo natural</td><td>Estimado
(1990-2001)</td><td>CNA 2002</td><td colspan="4">Estimado
(2003-2022)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Humedales</td><td>Gestionados</td><td colspan="6">IGN (1990-2022)</td></tr>
<tr><td>No gestionados</td><td colspan="6">IGN (1990-2022)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Asentamientos</td><td colspan="6">IGN (1990-2022)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Otras tierras</td><td colspan="6">IANIGLA
IGN
(1990-2022)</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia

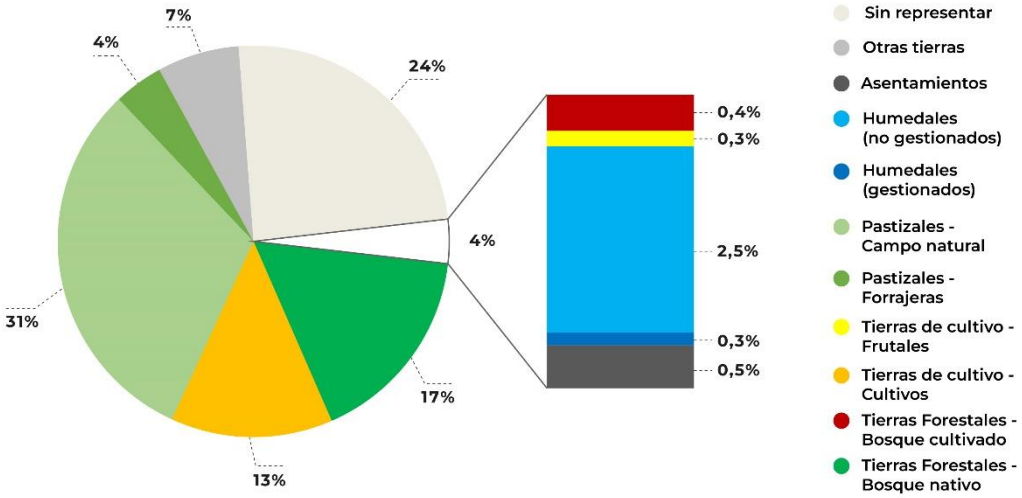
La serie temporal de todas las superficies representadas por estrato y las proporciones al año 2022, se encuentran representadas en las siguientes figuras.

Figura 379. Serie temporal de superficies representadas (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

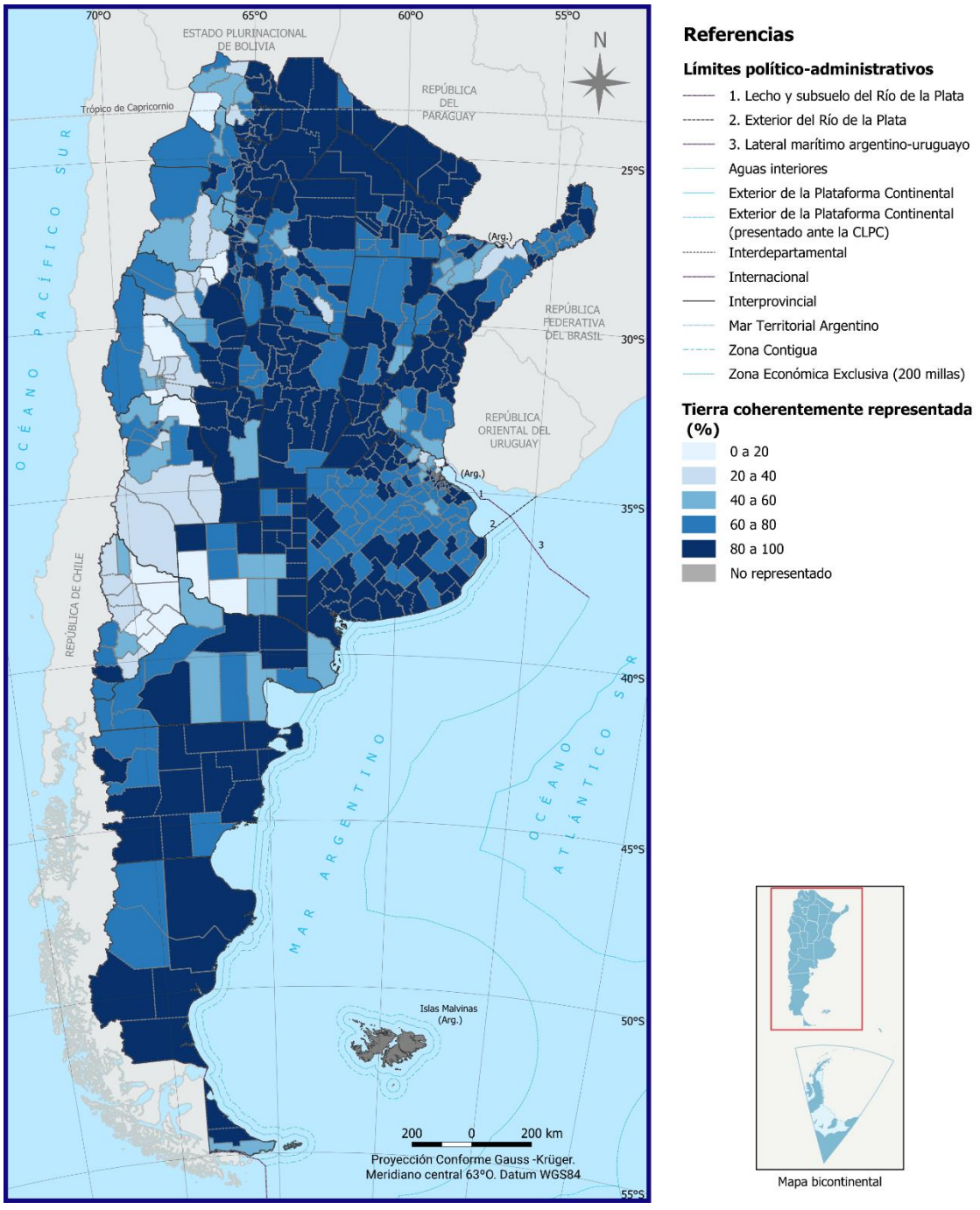
Figura 380. Proporción de superficies representadas (2022)



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente ilustración se muestra el porcentaje de usos de la tierra representados dentro de cada departamento (mínimo nivel en el que se realizan las estimaciones de uso y cambio de uso de la tierra).

Ilustración 97. Porcentaje de tierras representadas a 2022, respecto al total del departamento



Fuente: Elaboración propia en base a SSAmb sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

Método

Se utiliza el Método 2 (“Superficie de la tierra total incluyendo los cambios entre categorías”) a partir de los datos de superficie de cada una de las categorías de uso de la tierra y una serie de supuestos que permiten estimar los cambios de uso entre ellas, a partir de la superficie total de cada categoría individual en años consecutivos. La unidad espacial considerada es el departamento, dado que es la unidad de superficie que más frecuentemente cuenta con relevamientos completos, coherentes y transparentes sobre el uso de la tierra. En este sentido, se utilizan datos provenientes de censos y estadísticas (datos discretos), y también georreferenciados (en el caso de la superficie de bosque nativo, humedales, asentamientos y otras tierras) desarrollados para diversos fines.

A partir de los datos de pérdida de cobertura de bosques nativos se ajusta la cobertura de Tierras Forestales, asignando la superficie descontada a tierras de cultivo o pastizales, según diagramas de decisión. La superficie de Campo Natural se obtiene como remanente de la estimación de la superficie de los otros estratos. Los cambios de uso de la tierra se estiman por estrato y luego se agregan en las categorías de uso. En el caso de las categorías de Humedales, Asentamientos y Otras tierras, se utilizan datos de superficie de años específicos, y que se consideran constantes para toda la serie temporal dado que no se cuenta con información de otros cortes temporales.

Se utilizan árboles de decisión para identificar los cambios de uso que se reportan (ver Anexo Árboles de decisión para el cambio de uso de la tierra).

Matriz de cambio de uso de la tierra

El resultado final del Método 2 permite generar una matriz de cambio de uso de la tierra 2021-2022, no explícita en el espacio. En la misma se representan las superficies involucradas en las distintas conversiones estimadas entre todos los estratos posibles de uso de la tierra, así como la superficie de los estratos que permanecen como tales.

Hay conversiones que aparecen como “Incluida en otro lugar” (IE). Las especificaciones de dónde se incluyen dichas conversiones se detallan a continuación:

- Tierras forestales – Bosque Cultivado convertida a Tierras de Cultivos – Cultivos: Se asume que todo Bosque Cultivado se convierte en Pastizales – Forrajeras.
- Tierras forestales – Bosque Cultivado convertida a Pastizales – Campo Natural: Se asume que todo Bosque Cultivado se convierte en Pastizales – Forrajeras.
- Tierras de Cultivo – Cultivo convertida a Tierras Forestales – Bosque Cultivado: Se asume que todo Bosque Cultivado proviene de Campo Natural.
- Pastizales – Forrajeras convertida a Tierras forestales – Bosque Cultivado: Se asume que todo Bosque Cultivado proviene de Campo Natural.
- Pastizales – Forrajeras convertidas a Tierras de Cultivo – Frutales: Se asume que todo Frutales proviene de Campo Natural. Esta conversión no es posible de ver en la matriz de transición dado el agrupamiento de los estratos de tierras de cultivo.

Tabla 772. Matriz de cambio de uso de la tierra – 2022

A: / DE:	Tierras forestales (gestionadas)	Tierras forestales (no gestionadas)	Tierras de cultivo	Pastizales (gestionados)	Pastizales (no gestionados)	Humedales (gestionados)	Humedales (no gestionados)	Asentamientos	Otras tierras	Total tierra no gestionada	**Area inicial**
DE:	**(kha)**										
Tierras forestales (gestionadas)	1.252,83	NO	IE	78,76	IE	NE	NE	NE	NE	NE	1.331,59
Tierras forestales (no gestionadas)	NO	46.679,62	108,30	102,62	NO	NE	NE	NE	NE	NE	46.890,54
Tierras de cultivo	IE	NO	36.413,69	652,43	NO	NE	NE	NE	NE	NE	37.066,12
Pastizales (gestionados)	IE	NO	1.384,33	10.592,39	NO	NE	NE	NE	NE	NE	11.976,72
Pastizales (no gestionados)	6,71	NO	176,75	NO	87.234,81	NE	NE	NE	NE	NE	87.418,27
Humedales (gestionados)	NE	NE	NE	NE	NE	451,70	NE	NE	NE	NE	451,70
Humedales (no gestionados)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	6.466,28	NE	NE	NE	6.466,28
Asentamientos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	1.494,79	NO	NO	1.494,79
Otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	19.002,59	NE	19.002,59
Total tierra no gestionada	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Superficie final	1.259,54	46.679,62	38.083,07	11.426,19	87.234,81	451,70	6.466,28	1.494,79	19.002,59	NE,NO	212.098,60
Cambio neto	-72,04	-210,92	1.016,95	-550,52	-183,46	0,00	0,00	0,00	0,00	NE,NO	0,00

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Recálculos y mejoras

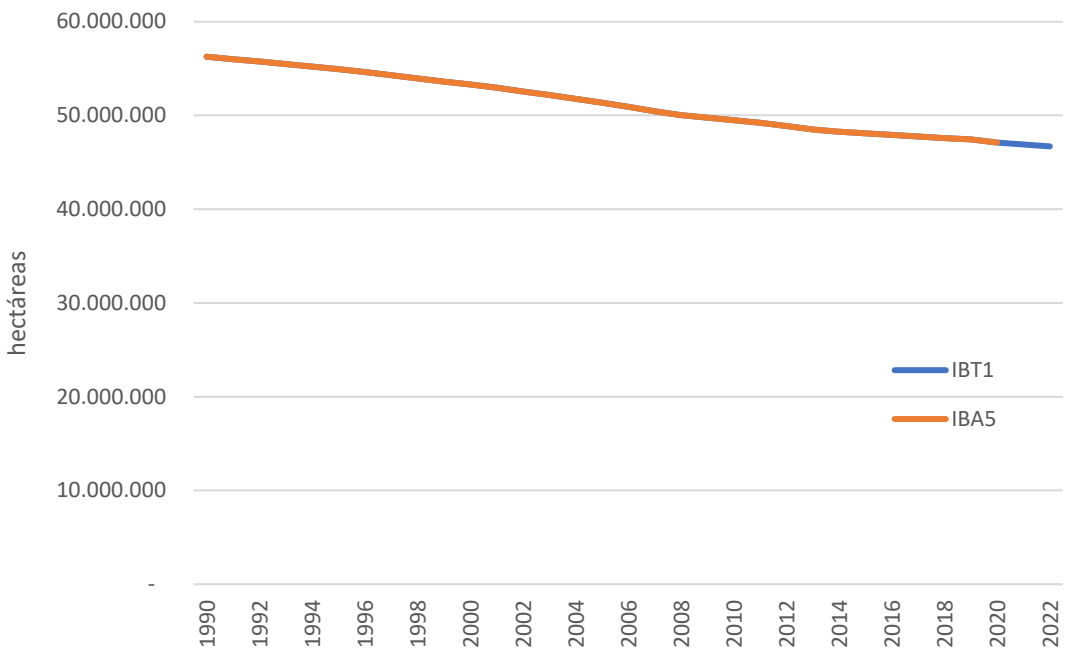
Se actualizó la serie temporal de DA, aumentando en 21,5 millones de hectáreas la superficie representada. Se pasó de representar 190,5 millones de hectáreas en el IBA5 a 212,1 millones de hectáreas en el IBT1, incorporando datos de superficie de salinas (humedales no gestionados) así como de afloramientos rocosos y médanos/dunas (otras tierras). No se incluyeron otros estratos por ausencia de datos oficiales.

Se ajustó la superficie de Forrajeras y de Campo Natural por inconsistencias en la serie temporal.

Además, durante este ciclo de inventario se continuó con la evaluación de posibles mejoras metodológicas a la RCT, iniciada en el IBA5, pasando al desarrollo de un modelo de alcance nacional para una serie acotada de años (2019-2022), y contemplando la detección de cambios y persistencias entre categorías de uso de forma explícita en el espacio (Método 3). El detalle de lo realizado se explica en el Anexo – Evaluación de la consistencia de la RCT espacialmente explícita a escala nacional

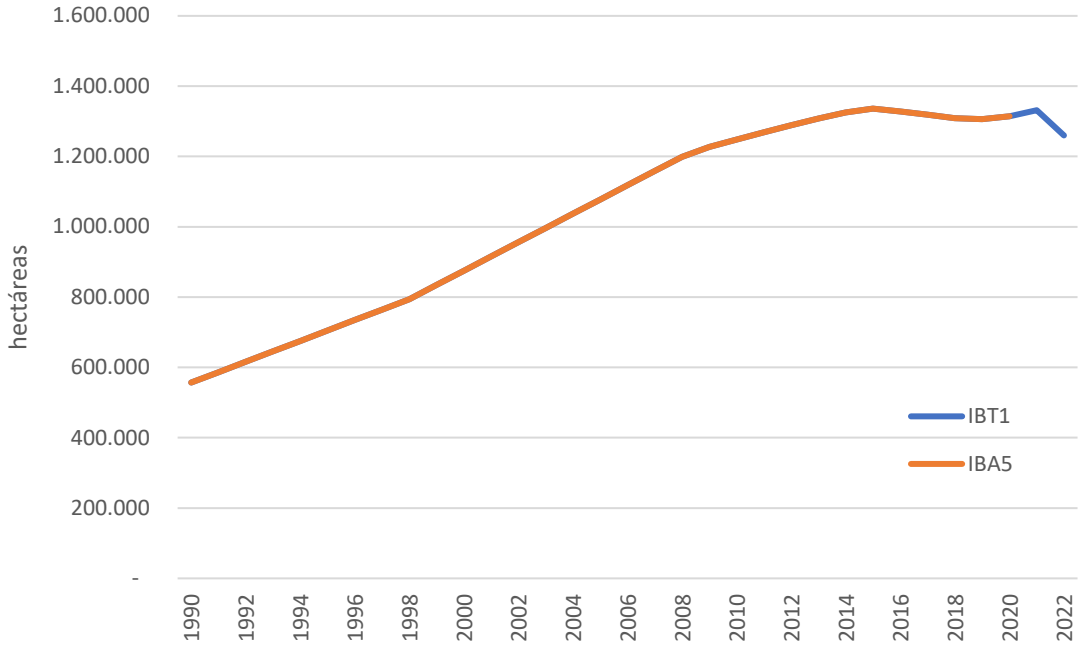
En las siguientes figuras se presenta la comparación de las superficies incluidas en el IBT1 y en el IBA5; en general, los ajustes realizados fueron de pequeña magnitud, por lo que no resultan apreciables.

Figura 381. Evolución de la superficie de bosque nativo



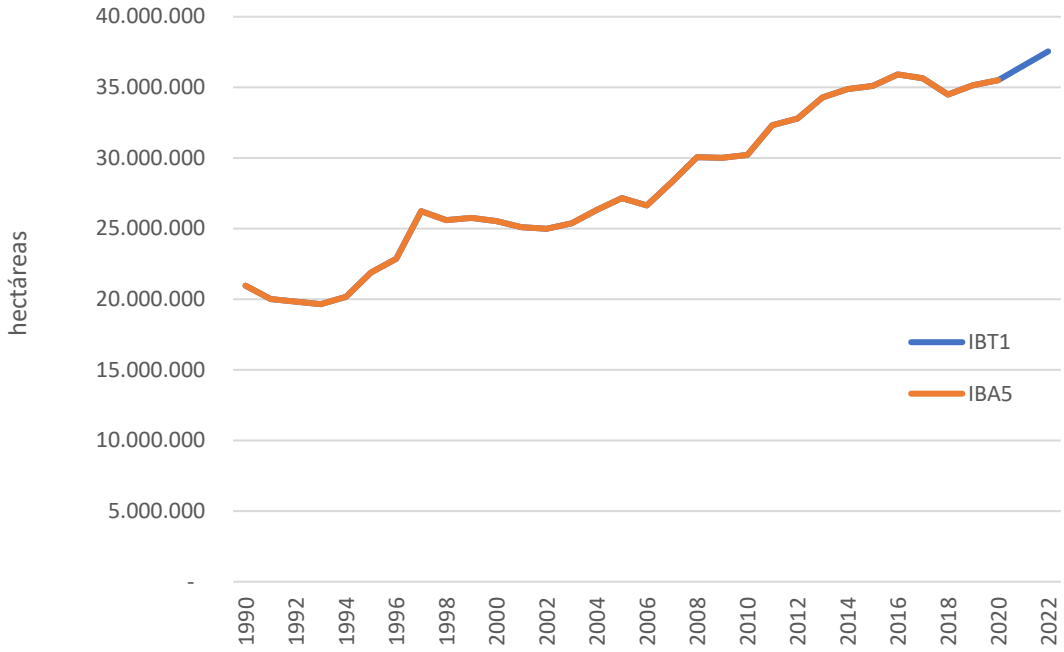
Fuente: Elaboración propia

Figura 382. Evolución de la superficie de bosque cultivado



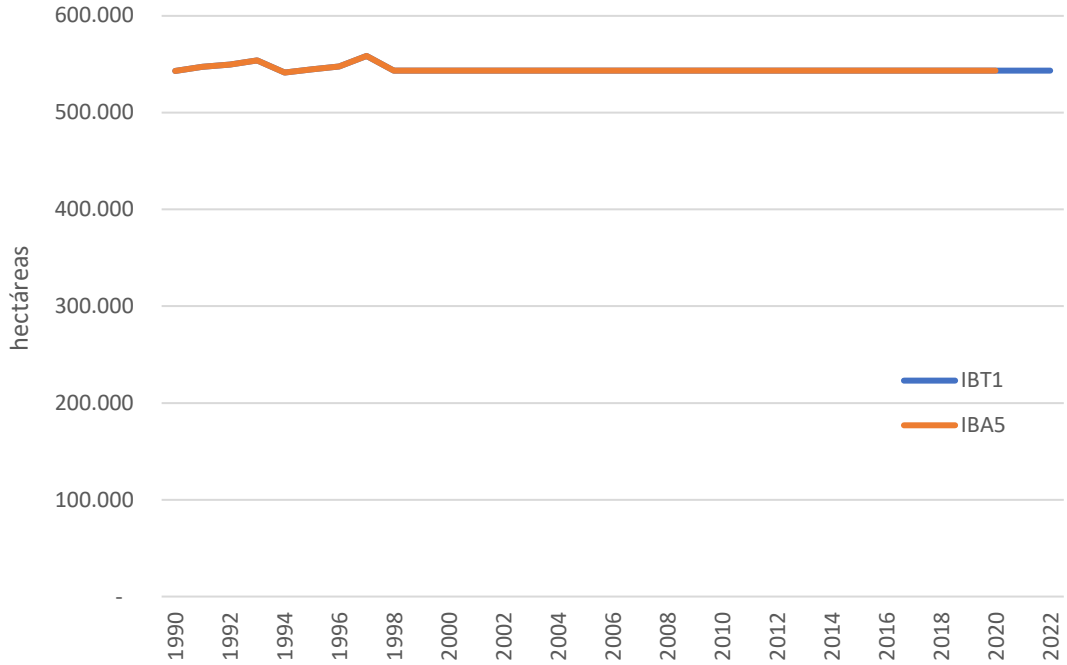
Fuente: Elaboración propia

Figura 383. Evolución de la superficie agrícola efectiva



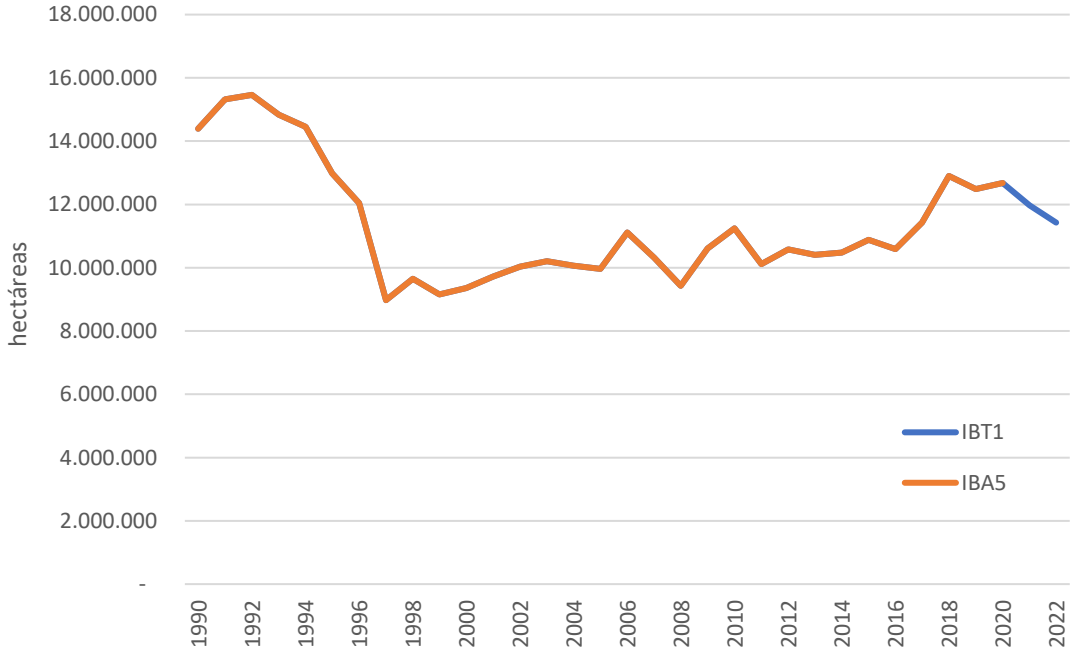
Fuente: Elaboración propia

Figura 384. Evolución de la superficie de frutales



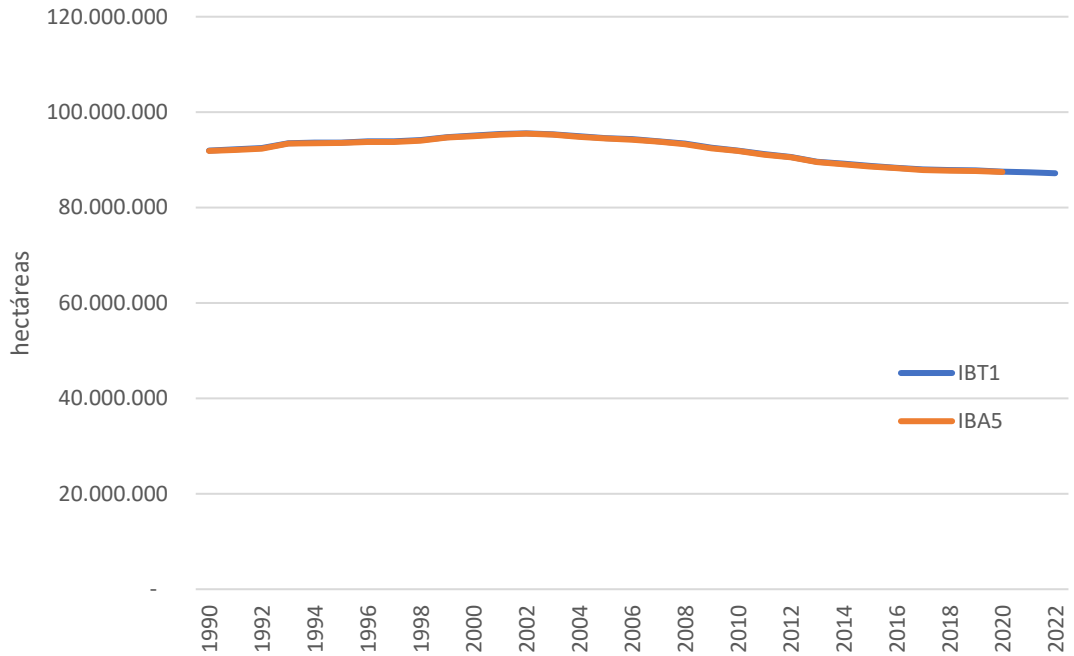
Fuente: Elaboración propia

Figura 385. Evolución de la superficie de forrajeras



Fuente: Elaboración propia

Figura 386. Evolución de la superficie de campo natural



Fuente: Elaboración propia

Anexo Procesamiento de datos de actividad

Tierras Forestales

Bosque Nativo

Parque Chaqueño, Selva Paranaense (Selva Misionera), Yungas (Selva Tucumano-Boliviana) y Espinal

De 1990 a 1997 hay datos de pérdida de superficie reportados para 1990, 1994 y 1997. Dichos datos tienen como fuente la SCN. De forma anual y para cada región forestal se realiza una interpolación lineal para los años que no tienen dato según la siguiente ecuación:

Ecuación 27. Cálculo de la superficie perdida de bosque nativo de 1990 a 1997 por región forestal

$$\boldsymbol{Pérdida\ de\ superficie_z = \frac{pérdida\ de\ sup_{año\ base,z} - pérdida\ de\ sup_{año\ anterior,z}}{número\ de\ años\ de\ extrapolación + año\ anterior}}$$

$\boldsymbol{Pérdida\ de\ superficie_z}$: pérdida de superfice en la región forestal z (ha)

$\boldsymbol{Pérdida\ de\ sup_{año\ base,z}}$: pérdida de superficie en el año base en la región forestal z (ha)

$\boldsymbol{Pérdida\ de\ sup_{año\ anterior,z}}$: pérdida de superficie en el año anterior al calculado en la región forestal z (ha)

z: región forestal

Para desagregar el dato de superficie perdida de los años 1990 a 1997 por departamento, se utiliza el dato de superficie perdida por departamento de 1998. La desagregación departamental se realiza según la siguiente ecuación:

Ecuación 28. Cálculo de la superficie perdida de bosque nativo de 1990 a 1997 por departamento

$$Superficie\ perdida_{x\in z,a} = \frac{Sup\ perdida\ 1998_{x\in z}}{\sum_{x\in z} Sup\ perdida\ 1998_{x}} * Sup\ perdida_{z,a} * 1000$$

$\boldsymbol{Superficie\ perdida}_{\boldsymbol{x\in z,a}}$: superficie perdida en el departamento x perteneciente a la región forestal z en el año a(ha)

$\boldsymbol{Sup\ perdida\ 1998}_{\boldsymbol{x\in z}}$: superficie perdida en 1998 en el departamento x perteneciente a la región forestal z (ha)

$\boldsymbol{Sup\ perdida}_{\boldsymbol{z,a}}$: superficie perdida en la región forestal z en el año a(ha)

z: región forestal

x: departamento

De 1998 a 2013, los datos de superficie perdida provistos por el área técnica encargada del monitoreo de bosque nativo presentan asociados los atributos de provincia, departamento, región forestal, cobertura del Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN) y periodo de monitoreo. El periodo de monitoreo no siempre es un año calendario, sino que son los siguientes periodos 1998-2002, 2002-2006, 2006-2007, 2007-2011, 2007-OTBN, 2011-2013, y OTBN-2011. Por lo cual se realiza una anualización de los datos.

Para anualizar (ecuación siguiente) se utiliza un porcentaje que es provisto por el Área Técnica y es diferente para cada periodo de monitoreo. Dicho porcentaje se utiliza para dividir la superficie monitoreada en ese periodo de monitoreo por cada año del periodo. Los porcentajes pueden ser diferentes por provincia y se encuentran en las tablas a continuación.

Ecuación 29. Cálculo de la anualización de la superficie perdida de bosque nativo de 1998 a 2013 por departamento

$$Sup\ anualizada_{x,a} = Superficie\ perdida_{x \in Prov,\Delta t} * \%\ de\ anualización_{Prov,a \in \Delta t}$$

$Sup\ anualizada_{x,a}$ = Superficie perdida anualizada en el departamento *x* en el año *a* [ha]
$Superficie\ perdida_{x \in Prov,\Delta t}$: Superficie perdida sin anualizar en el departamento *x* de la provincia *Prov* en el periodo de monitoreo Δt [ha]
$\%\ de\ anualización_{Prov,a \in \Delta t}$: Porcentaje de anualización de la provincia *Prov* del año *a* perteneciente al periodo de monitoreo Δt [%]
x: departamento
a: año
Prov: provincia
Δt: año del periodo de monitoreo

Tabla 773. Porcentaje de anualización de 1998 a 2005

Año	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Periodo de monitoreo	1998-2002	1998-2002	1998-2002	1998-2002	2002-2006	2002-2006	2002-2006	2002-2006
La Pampa	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
San Luis	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Salta	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Santiago del Estero	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Chaco	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Formosa	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Misiones	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Tucumán	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Corrientes	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Jujuy	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Catamarca	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Córdoba	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Entre Ríos	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Buenos Aires	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
La Rioja	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
San Juan	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%
Santa Fe	25%	25%	25%	25%	22%	22%	22%	22%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 774. Porcentaje de anualización de 2006 a 2008

Provincia	2006		2007	2008	
Periodo de monitoreo	2002-2006	2006-2007	2006-2007	2007-2011	2007-OTBN
La Pampa	11%	33%	67%	13%	
San Luis	11%	33%	67%		50%
Salta	11%	33%	67%		100%
Santiago del Estero	11%	33%	67%		100%
Chaco	11%	33%	67%		50%
Formosa	11%	33%	67%		20%
Misiones	11%	33%	67%		33%
Tucumán	11%	33%	67%		20%
Corrientes	11%	33%	67%		20%
Jujuy	11%	33%	67%		33%
Catamarca	11%	33%	67%		33%
Córdoba	11%	33%	67%		33%
Entre Ríos	11%	33%	67%	13%	
Buenos Aires	11%			13%	
La Rioja	11%			13%	
San Juan	11%				33%
Santa Fe	11%				100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 775. Porcentaje de anualización de 2009 a 2010

Provincia	2009			2010		
Periodo de monitoreo	2007-2011	2007-OTBN	OTBN-2011	2007-2011	2007-OTBN	OTBN-2011
La Pampa	25%			25%		
San Luis		50%				50%
Salta			33%			33%
Santiago del Estero			33%			33%
Chaco		50%				50%
Formosa		40%			40%	33%
Misiones		33%			33%	
Tucumán		40%			40%	33%
Corrientes		40%			40%	33%
Jujuy		33%	33%		33%	33%

Provincia	2009			2010		
Periodo de monitoreo	2007-2011	2007-OTBN	OTBN-2011	2007-2011	2007-OTBN	OTBN-2011
Catamarca		33%			33%	
Córdoba		33%			33%	
Entre Ríos	25%			25%		
Buenos Aires	25%			25%		
La Rioja	25%			25%		
San Juan		33%			33%	
Santa Fe			33%			33%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 776. Porcentaje de anualización de 2011 a 2013

Provincia	2011		2012		2013
Periodo de monitoreo	2007-2011	OTBN-2011	2007-2011	2011-2013	2011-2013
La Pampa	25%		13%	50%	50%
San Luis		50%		50%	50%
Salta		33%		50%	50%
Santiago del Estero		33%		50%	50%
Chaco		50%		50%	50%
Formosa		67%		50%	50%
Misiones		100%		50%	50%
Tucumán		67%		50%	50%
Corrientes		67%		50%	50%
Jujuy		33%		50%	50%
Catamarca		100%		50%	50%
Córdoba		100%		50%	50%
Entre Ríos	25%		13%	50%	50%
Buenos Aires	25%		13%	50%	50%
La Rioja	25%		13%	50%	50%
San Juan		100%		50%	50%
Santa Fe		33%		50%	50%

Fuente: Elaboración propia

A partir del período de monitoreo de 2013-2014, la superficie de pérdida monitoreada se asigna al segundo año del período (en el caso de 2013-2014, la superficie pertenece al año 2014). En otras palabras, el porcentaje de anualización se asigna en un 100% para el segundo año del periodo.

Bosque Andino Patagónico

De 1990 a 2001 no hay datos reportados de pérdida de superficie. Para esta región forestal se asume, para todos los años de dicho período, el mismo valor que el de 2001.

De 2001 a 2017 los datos de superficie perdida provistos por el área técnica encargada del monitoreo de bosque nativo (Área competente de Bosques de la SSAmb), presentan asociados los atributos de provincia, departamento, región forestal, cobertura OTBN y periodo de monitoreo. El período de monitoreo puede abarcar períodos multianuales (por ejemplo 2001-2005, 2005-2009, 2009-2013 o 2013-2017), por lo que se requiere una anualización de los datos.

Para anualizar (ecuación anterior) se utiliza un porcentaje que es provisto por el Área Técnica y es diferente para cada período de monitoreo. Dicho porcentaje se utiliza para dividir la superficie monitoreada en ese período por cada año de este. Los porcentajes pueden ser diferentes por provincia y se encuentran en las tablas a continuación.

Tabla 777. Porcentaje de anualización por periodo de monitoreo, de 2001 a 2017

Provincia	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Período de monitoreo	2001-2005				2005-2009				2009-2013				2013-2017			
Chubut	25%				25%				25%				25%			
Neuquén	25%				25%				25%				25%			
Río Negro	25%				25%				25%				25%			
Santa Cruz	25%				25%				25%				25%			
Tierra del Fuego	25%				25%				25%				25%			

Fuente: Elaboración propia

A partir del período de monitoreo de 2017-2018 para Bosque Andino Patagónico, la superficie de pérdida monitoreada se asigna al segundo año del período (por ejemplo, para el periodo 2017-2018, la superficie pertenece al año 2018). En otras palabras, el porcentaje de anualización se asigna en un 100% para el segundo año del periodo.

Bosque Cultivado

Se emplean datos locales según la disponibilidad de datos provinciales a lo largo de la serie temporal.

De 1990 a 1997 los cálculos de emisiones se realizaron a nivel nacional por grupo de especies ya que no se contó con información a nivel provincial. Para estimar la superficie en dichos años, primero se calculó la tasa de forestación (ha/año) de 1998 a 2016. Se asumió que de 1990 a 1997 la superficie forestal aumentó con esa tasa. Por lo cual, para obtener la superficie forestal total de 1997, a la superficie total de

1998[318] se le substrajo la tasa de forestación. Dicha substracción se realizó todos los años hasta 1990 para obtener la superficie forestal total de los mismos. Para estimar la superficie forestal nacional de cada grupo de especie forestal por año, primero se calculó la proporción que cada grupo de especies tenía sobre el total en el inventario del año 1998. La misma se utilizó para calcular, sobre la superficie total, la cantidad de hectáreas de cada grupo de especies por año.

Para el resto de la serie temporal (1998-2022), se utilizaron datos del Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP. Desde 1998 el cálculo de superficie de cada grupo de especie por año se realizó por provincia, en el siguiente apartado se detallan las particularidades a nivel provincial. De manera general para todas las provincias, en el año 2019, la información presentaba una serie de datos "Sin clasificar". Los mismos fueron distribuidos porcentualmente entre los grupos de especies disponibles, tanto para Macizos como para Cortinas forestales, según el porcentaje de especies presente en ese año.

Descripción del cálculo de superficie de cada grupo de especie por año por provincia:

- **Buenos Aires:** La provincia se divide en dos áreas: área del Delta y área continental. En el Inventario forestal de 1998[319], la superficie del Delta se compone por los departamentos de Baradero, Campana, Escobar, San Pedro, que son aquellos que tienen dato de superficie por grupo de especie. La superficie del continente, por grupo de especie, se obtiene de la substracción ente la superficie de la provincia y la superficie del Delta.
  El grupo de especies Coníferas y Eucaliptos, por dictamen experto, no tienen superficie en el área del Delta. En la superficie continental, los eucaliptos presentan superficies en macizo y en cortinas. Las cortinas se miden en kilómetros y se asume que 1 km de cortina equivale a 0,9 ha de macizo de eucaliptos. Por lo cual, la superficie provincial total de eucalipto es la suma de la superficie continental de macizos con las cortinas (en hectáreas). La superficie de cortinas se asume constante desde 1998 a 2016.
  Para Salicáceas y Otras, la superficie en continente se asume constante de 1998 a 2016. Para el área del Delta, y para las Coníferas y Eucaliptos de continente se realiza un cálculo lineal de 1998 hasta 2008. En el 2009 hay datos del informe "Argentina: Plantaciones forestales y gestión sustentable"[320]. Para los años 2016 y 2019 se cuentan con datos de dictamen experto del Área de competencia, y desde 2020 el mismo organismo provee los datos de actividad.
- **Catamarca:** En 2010 se utilizó el dato del informe de "Plantaciones forestales y gestión sustentable"[321]. Se asume esta información como constante de 1998 al 2010. Se cuenta con información de dictamen experto del Área de competencia para 2019. Del 2011 al 2019 se realiza un cálculo lineal, y desde 2020 el mismo organismo provee los datos de actividad.
- **Chaco:** Se cuenta con el dato de Otras (especies) para el año 2017, obtenidos de Datos Abiertos de la SAGyP, y con datos para todos los grupos de especies para el 2019 obtenidos del Área de competencia. Se toman los datos de 2019 como

[318] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[319] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[320] SAGyP (2015). "Argentina: Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable".
[321] SAGyP (2015). "Argentina: Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable".

constantes para todos los grupos de especies, y en Otras se realiza el cálculo lineal únicamente para el año 2018. A partir de 2020 el mismo organismo provee los datos de actividad.

- **Chubut:** No cuenta con superficie de eucaliptos. El año 1998 cuenta con datos presentes en el Inventario Forestal de 1998[322] y de 1999 a 2012 se realizó nuevamente un cálculo lineal. Para 2013 se utilizó el dato del informe de Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable[323] y los años 2014 y 2015 se calcularon mediante un cálculo lineal. En el año 2016 se presentan valores de la base de datos de la SAGyP (Datos Abiertos SAGyP) tanto para macizos como para cortinas. A partir de 2019 se presentan datos otorgados por el Área competente. Para el grupo de especies Otras no se contó con el dato de 2016, por lo que asumió constante el dato del 2013 hasta el 2016. La superficie de cortinas se asume constante desde 1998 a 2018, exceptuando las cortinas de Salicáceas que presentan una variación de datos entre 2017 y 2022. Las cortinas de Salicáceas se miden en kilómetros y se asume que 1 km de cortina equivale a 2 ha de macizo de Salicáceas. Por lo cual, la superficie provincial total de Salicáceas es la suma de la superficie en macizos con las cortinas (en hectáreas).
- **Córdoba:** El año 1998 cuenta con datos presentes en el inventario forestal de 1998[324] y de 1999 a 2008 se realizó nuevamente un cálculo lineal. Para el año 2009 se cuentan con valores de la base de datos de la SAGyP (Datos Abiertos SAGyP). Al contar con los datos de los años 2018 y 2019, provenientes del Área competente[325], se obtiene la superficie de 2010 a 2017 realizando un cálculo lineal. Las cortinas se asumen como constantes para toda la serie temporal. A partir de 2020 el mismo organismo provee los datos de actividad.
- **Corrientes:** No cuenta con superficie de Salicáceas. El año 1998 cuenta con datos presentes en el Inventario Forestal de 1998[326] y la superficie contabilizada como planes de régimen de promoción fue dividida por categoría. Para obtener cuanta superficie de cada grupo de especies fue plantada por planes de régimen de promoción se calculó, para 1998, sobre la superficie cartografiada la proporción de cada grupo de especies. Luego, la superficie total de planes fue dividida según la proporción de cada grupo de especies antes calculada. La suma, por grupo de especies, de la superficie cartografiada y de la superficie de planes es la superficie total en 1998. De 1999 a 2007 se realizó un cálculo lineal. Para el año 2008 se cuentan con datos provenientes del inventario forestal realizado por la misma provincia[327] y nuevamente se dividió la superficie de planes de régimen de promoción según la proporción de cada grupo de especie en dicho año. De 2009 a 2014 se realizó un cálculo lineal. El año 2015 cuenta con valores provenientes del inventario forestal realizado ese mismo año por la provincia[328]. Desde el año 2019 se cuenta con datos provistos por el Área competente, y con los datos de ese año se realizó un cálculo lineal entre el 2016 y el 2019, luego entre 2020 y 2022 se utilizan los datos otorgados por el organismo.

[322] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[323] SAGyP (2015). "Argentina: Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable".
[324] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[325] Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP (comunicación personal). (27 de septiembre de 2018). 2018-09-27 Plantaciones Córdoba.
[326] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[327] MPTT (2008). Primer Inventario Forestal de la Provincia de Corrientes.
[328] MPTT (2015). Actualización del Inventario de Plantaciones Forestales de la Provincia de Corrientes.

- **Entre Ríos:** El año 1998 cuenta con datos presentes en el Inventario Forestal de 1998[329] y la superficie contabilizada como planes de régimen de promoción fue dividida por grupo de especies, utilizando el mismo criterio de división nombrado para Corrientes. De 1999 a 2013 se realizó nuevamente un cálculo lineal. Para el año 2014 se cuentan con datos del informe de Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable[330]. Para Coníferas y Eucaliptos, el año 2016 presenta valores provenientes del Inventario Forestal provincial[331]. Desde el año 2019 se cuenta con datos provistos por el Área competente, de modo que se realizó un cálculo lineal entre 2014 o 2016 (según el grupo de especies) y 2019. Las cortinas se asumen como constantes hasta 2018.
- **Formosa:** No cuenta con superficie de Coníferas, Eucaliptos y Salicáceas en Macizo o Cortinas. De 1998 a 2016 se tomó el valor constante de 2017 (Datos Abiertos SAGyP). Se presenta un valor obtenido del Área competente para 2019, y se realiza un cálculo lineal en el 2018. Los datos de Otras Cortinas son constantes hasta 2018. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.
- **Jujuy:** El año 1998 cuenta con datos presentes en el inventario forestal de 1998[332] y de 1999 a 2008 se realizó nuevamente un cálculo lineal con la fórmula antes nombrada. Para 2009 se utilizó el dato del informe de Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable[333], en el 2018 y 2019 el presentado por el Área competente[334]. Del 2010 hasta el año 2017 se realizó cálculo lineal. Las cortinas se asumen constantes hasta 2018. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.
- **La Pampa:** El año 1998 cuenta con datos presentes en el inventario forestal de ese mismo año[335] y de 1999 a 2009 se realizó un cálculo lineal. Para el año 2010 se cuentan con valores de la base de datos de la SAGyP (Datos Abiertos SAGyP), y en el 2019 se presentan datos del Área competente. Del 2010 al 2018 se realiza el cálculo lineal. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.
- **Mendoza:** El año 1998 cuenta con datos presentes en el inventario forestal de 1998[336] y de 1999 a 2011 se realizó un cálculo lineal. Para 2012 se utilizó el dato del informe de Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable [337] y del 2013 hasta el año 2015 se realizó un nuevo cálculo lineal. En el año 2016 se contaron con valores de la base de datos de la SAGyP (Datos Abiertos SAGyP) tanto para macizos como para cortinas. Las cortinas son de Salicáceas, se miden en kilómetros y se asume que 1 km de cortina equivale a 2 ha de macizo. Por lo cual, la superficie provincial total de Salicáceas es la suma de la superficie en macizos con las cortinas (en hectáreas). La superficie de cortinas se asume constante desde 1998 a 2018 exceptuando las Salicáceas para las que se realiza el cálculo lineal entre 2017 y 2018, al igual que para el resto de los macizos, ya que se presenta información del Área competente para 2019. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.

[329] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[330] SAGyP (2015). "Argentina: Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable".
[331] MinAgro (2016). Inventario de Plantaciones Forestales Entre Ríos - área continental.
[332] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[333] SAGyP (2015). "Argentina: Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable".
[334] Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP (comunicación personal). (27 de septiembre de 2018b). 2018-09-27 Plantaciones NOA.
[335] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[336] Ibid.
[337] SAGyP (2015). "Argentina: Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable".

- **Misiones:** No cuenta con superficie de Salicáceas. El año 1998 cuenta con datos presentes en el inventario forestal de 1998[338] y la superficie contabilizada como planes de régimen de promoción fue dividida por categoría, utilizando el mismo criterio de división nombrado para Corrientes. De 1999 a 2014 se realizó un cálculo lineal. Para el año 2015 se cuenta con valores provenientes del inventario forestal realizado por la provincia[339]. Se presentan datos del Área competente para 2019, y de 2017 a 2018 se realiza el cálculo lineal. Las cortinas se asumen constantes hasta 2018. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.
- **Neuquén:** No cuenta con superficie de Eucaliptos. El año 1998 cuenta con datos presentes en el Inventario Forestal de 1998[340] y de 1999 a 2013 se realizó un cálculo lineal. Para 2014 se utilizó el dato del informe de Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable [341]. Para Coníferas y Salicáceas en el año 2016 se contaron con valores de la base de datos de la SAGyP (Datos Abiertos SAGyP) por lo que realizó un cálculo lineal entre 2015 y 2016. También se presentó el valor obtenido de Datos Abiertos de cortinas de Salicáceas para el 2016. Las cortinas se miden en kilómetros y se asume que 1 km de cortina equivale a 2 ha de macizo de Salicáceas. Por lo cual, la superficie provincial total de Salicáceas es la suma de la superficie en macizos con las cortinas (en hectáreas). En 2019 se presentan los datos del Área competente, y se realiza un cálculo lineal del 2017 al 2018. La superficie de cortinas se asume constante hasta 2018. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.
- **Río Negro:** No cuenta con superficie de Eucaliptos. El año 1998 cuenta con datos presentes en el Inventario Forestal de 1998[342] y de 1999 a 2015 se realizó un cálculo lineal. En el año 2016 se contaron con valores de la base de datos de la SAGyP (Datos Abiertos SAGyP) tanto de macizos como de cortinas. Las cortinas son de Salicáceas, se miden en kilómetros y se asume que 1 km de cortina equivale a 2 ha de macizo de Salicáceas. Por lo cual, la superficie provincial total de Salicáceas es la suma de la superficie en macizos con las cortinas (en hectáreas). La superficie de cortinas se asume constante desde 1998 a 2018, exceptuando las Salicáceas. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el Área competente.
- **Salta:** El año 1998 cuenta con datos presentes en el inventario forestal de 1998[343] y de 1999 a 2009 se realizó nuevamente un cálculo lineal. Para 2010 se utilizó el dato del informa de Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable [344]. Para los años 2018 y 2019 se presentó información del Área competente, y se realizó el cálculo lineal del 2011 al 2017[345]. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.
- **San Luis:** No cuenta con superficie de Eucaliptos. Desde 1998 a 2011 se toma constante el valor del año 2012, obtenido de Datos Abiertos de la SAGyP. Se presentan datos del Área competente para el 2019, y se realiza el cálculo lineal del 2013 al 2018. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.

[338] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[339] Subsecretaría de Desarrollo Forestal (2015). Actualización del Inventario de Bosques Implantados de la Provincia de Misiones
[340] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[341] SAGyP (2015). "Argentina: Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable".
[342] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[343] Ibid.
[344] SAGyP (2015). "Argentina: Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable".
[345] Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP (comunicación personal). (27 de septiembre de 2018b). 2018-09-27 Plantaciones NOA.

- **San Juan:** No cuenta con superficie de Coníferas. Desde 1998 a 2015 se toma constante el valor de 2016 obtenido de Datos Abiertos de la SAGyP. Las Cortinas de Salicáceas se miden en kilómetros y se asume que 1 km de cortina equivale a 2 ha de macizo de Salicáceas. Por lo cual, la superficie provincial total de Salicáceas es la suma de la superficie en macizos con las cortinas (en hectáreas). La superficie de cortinas se asume constante desde 1998 a 2018, exceptuando las Salicáceas. Se presentan datos del Área competente para 2019, y se realiza el cálculo lineal entre el 2017 y 2018. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.
- **Santa Cruz:** No cuenta con superficie de Eucaliptos, y Otras. Desde 1998 a 2010 se toma constante el valor del año 2011. Para el 2011 se contó con valores de Datos Abiertos de la SAGyP. En 2019 se presentan datos del Área competente, y se realiza el cálculo lineal entre el 2012 y el 2018, exceptuando las Cortinas de Salicáceas, que se mantienen constantes en toda la línea temporal al ser el dato de 2019 el único disponible. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.
- **Santa Fe:** El año 1998 cuenta con datos presentes en el Inventario Forestal de 1998[346] y de 1999 a 2008 se realizó nuevamente un cálculo lineal. Para 2009 se contó con valores de la base de datos de la SAGyP (Datos Abiertos SAGyP) y para el 2010 se realizó cálculo lineal. Para 2011 se utilizó el dato del informa de Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable [347]. Se presentan datos del Área competente para el 2019, y se realiza el cálculo lineal del 2012 al 2018. Las Cortinas de Otras se mantienen constantes hasta 2019. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.
- **Santiago del Estero:** No cuenta con superficie de Coníferas y Eucaliptos. De 1998 a 2016 se tomó el valor constante el dato del año 2017 de Datos Abiertos SAGyP. Se presentaron datos del Área competente para el 2019, y se realizó cálculo lineal para el 2018. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.
- **Tucumán:** El año 1998 cuenta con datos presentes en el Inventario Forestal de 1998[348] y de 1999 a 2009 se realizó nuevamente un cálculo lineal. Para 2010 se utilizó el dato del informe de Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable [349] y se presentaron datos del Área competente para el 2018 y 2019[350]. Se realizó el cálculo lineal de 2011 a 2017, y las cortinas se asumieron como constantes hasta 2019. A partir de 2020 se utilizan los datos de actividad provisto por el mismo organismo.

Para desagregar la superficie y calcular proporciones por departamento, se utiliza la superficie del CNA 2002.

En la estadística de CNA 2002, el bosque cultivado aparece desagregado por especie. A cada especie se le asigna el grupo de especies empleado en el INGEI: Coníferas, Eucaliptos, Salicáceas y Otras.

Para sacar los porcentajes de distribución, primero se suma la superficie por departamento y por grupo de especie del CNA 2002 (ecuación siguiente – A); luego,

[346] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[347] SAGyP (2015). "Argentina: Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable".
[348] SAGyP (1998). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales.
[349] SAGyP (2015). "Argentina: Plantaciones Forestales y Gestión Sustentable".
[350] Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP (comunicación personal). (27 de septiembre de 2018b). 2018-09-27 Plantaciones NOA.

se realiza una suma por grupo de especie y provincia (ecuación siguiente – B). De esa forma se obtienen el total departamental por grupo de especie y el total provincial por grupo de especie, respectivamente.

Ecuación 30. Cálculo de la superficie departamental y provincial por grupo de especies de 2002

$$\textbf{A: } Sup_{G,x\in Prov,2002} = \sum_{E\in G} Sup_{E,x\in Prov,2002}$$

$$\textbf{B: } Sup_{G,Prov,2002} = \sum_{x\in Prov} Sup_{G,x\in Prov,2002}$$

$Sup_{G,x\in Prov,2002}$: Superficie del grupo de especies *G* en el departamento *x* perteneciente a la provincia *Prov* en el año 2002 [ha]
$Sup_{E,x\in Prov,2002}$: Superficie de la especie *E* en el departamento *x* perteneciente a la provincia *Prov* en el año 2002 [ha]
$Sup_{G,Prov,2002}$: Superficie del grupo de especies *G* en la provincia *Prov* en el año 2002 [ha]
G: grupo de especies
x: departamento
Prov: provincia
E: especie

Para calcular el porcentaje de desagregación por departamento, se divide el total departamental por grupo de especie por el total provincial por grupo de especie (ecuación siguiente). A dicho porcentaje se lo multiplica por la superficie de cada año del inventario por provincia y grupo de especie para desagregar la superficie por departamento.

Ecuación 31. Cálculo del porcentaje de participación de cada departamento en el 2002 para la desagregación desde 1998

$$Porcentaje_{G,x\in Prov,2002} = \frac{Superficie_{G,x\in Prov,2002}}{Superficie_{G,Prov,2002}}$$

$Porcentaje_{G,x\in Prov,2002}$: Porcentaje de participación del grupo de especies *G* en el departamento *x* perteneciente a la provincia *Prov* en el año 2002 [%]
$Superficie_{G,x\in Prov,2002}$: Superficie del grupo de especies *G* en el departamento *x* perteneciente a la provincia *Prov* en el año 2002 [ha]
$Superficie_{G,Prov,2002}$: Superficie del grupo de especies *G* en la provincia *Prov* en el año 2002 [ha]
G: grupo de especies
x: departamento
Prov: provincia

Se utilizan las siguientes ecuaciones para calcular la superficie por grupo de especie, departamento y año. Como la fuente de los datos de base es diferente entre 1990-1997 y entre 1998-2018, se utilizan ecuaciones diferentes para cada periodo.

Ecuación 32. Cálculo de la superficie departamental por grupo de especies de 1990 a 1997

$$Superficie_{G,x,a} = Sup_{G,Prov,a} * Porcentaje_{G,x \in Prov,2002}$$

$Superficie_{G,x,a}$: Superficie del grupo de especies *G* en el departamento *x* en el año *a* [ha]
$Sup_{G,Prov,a}$: Superficie del grupo de especies G en la provincia Prov en el año *a* [ha]
$Porcentaje_{G,x \in Prov,2002}$: Porcentaje de participación del grupo de especies *G* en el departamento *x* perteneciente a la provincia *Prov* en el año 2002 [ha]
G: grupo de especies
x: departamento
Prov: provincia
a: año

Ecuación 33. Cálculo de la superficie departamental por grupo de especies desde 1998

$$Superficie_{G,x,a} = Sup_{G,Prov,a} * Porcentaje_{G,x \in Prov,2002}$$

$Superficie_{G,x,a}$: Superficie del grupo de especies *G* en el departamento *x* en el año *a* [ha]
$Sup_{G,Prov,a}$: Superficie del grupo de especies *G* en la provincia *Prov* en el año *a* [ha]
$Porcentaje_{G,x \in Prov,2002}$: Porcentaje de participación del grupo de especies *G* en el departamento *x* perteneciente a la provincia *Prov* en el año 2002 [%]
G: grupo de especies
x: departamento
Prov: provincia
a: año

Para el período 2019-2022 se utilizaron datos del Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP aportados en 2023 y 2024.

Tierras de Cultivo

Cultivos

Para los cálculos de cambios de uso del suelo se utiliza la superficie agrícola efectiva como la superficie de cultivos. La misma se calcula restándole a la superficie total de cultivo la superficie de cultivos "de segunda"[351] (presentes en el cultivo de soja, trigo y girasol). En la tabla a continuación se encuentra la fuente para cada tipo de cultivo que se considera dentro del estrato "Cultivos" en la serie temporal.

[351] Se denomina cultivos "de segunda" a aquellos que se realizan como segundo cultivo dentro de un ciclo anual. Por lo general se trata de cultivos de verano realizados a continuación de un cultivo de invierno.

Tabla 778. Fuente de información de dato de superficie para cultivos de 1990 a 2022

		Serie temporal	
Cultivos		SAGyP 1990-2020	Mapa Nac. de Cultivos (INTA) 2021-2022
Cultivos industriales		SAGyP - CNA 2002 (según cultivo)	
Oleaginosas		SAGyP	
Hortalizas		SAGyP 1990-1998	CNA 2002 1999-2022
Aromáticas		CNA 2002	
Legumbres	Poroto	SAGyP	
	Legumbres	CNA 2002	
Soja 2da		Estimado 1990-2000	SAGyP 2001-2022
Trigo 2da		SAGyP	
Girasol 2da		SAGyP	

Fuente: Elaboración propia

Asignación de año de cosecha

Se consensuó que, para el cálculo de las emisiones del año de inventario, se utilizaran los datos de la campaña del *año inventario*-1/*año inventario*. Por lo cual, los datos reportados para la campaña 2020/2021 fueron utilizados para el cálculo de emisiones del año 2021 y los datos de la campaña 2021/2022 para las emisiones correspondientes al año 2022.

Asignación de superficie de cultivos

Algunos cultivos de la estadística de Datos Abiertos (SAGyP), para diferentes años, presentan asignada solamente la provincia, pero no el departamento. Por esta razón existen superficies en ciertas provincias que no pertenecen a un departamento.

Para solventar dicha inconsistencia, se realiza la siguiente asignación de la superficie:

Para cada departamento se calculó la sumatoria de superficie cultivada, de los 19 cultivos presentados, para la serie de años 1990-2016[352]. De la misma manera se realizó la sumatoria de superficie cultivada en la provincia correspondiente. Finalmente, el factor de asignación por departamento surge de la relación entre la superficie cultivada del departamento y la superficie cultivada de la provincia (ver ecuación siguiente). Este cálculo se realiza de forma conjunta para todos los cultivos, por lo que se obtiene un factor único por cada departamento.

[352] La evaluación de la participación relativa de cada departamento en la superficie cultivada se realizó durante el ciclo del IBA3, en base a la serie histórica 1990-2016. Los porcentajes estimados se aplicaron sin modificaciones para la realización del IBA4, el IBA5 y el IBT1.

Ecuación 34. Cálculo de la participación de cada departamento por provincia

$$Participación_{x\in p} = \frac{\sum_{a=1990}^{2016}\sum_{c=1}^{19} Superficie\ cultivada_{c,a,x\in p}}{\sum_{a=1990}^{2016}\sum_{c=1}^{19} Superficie\ cultivada_{c,a,p}}$$

$Participación_{x\in p}$: Participación de la superficie cultivada del departamento x, perteneciente provincia p (adimensional)

$Superficie_{c,a,x\in p}$: Superficie del cultivo c en el año a en el departamento x perteneciente a la provincia p [ha]

$Superficie\ cultivada_{c,a,p}$: Superficie del cultivo c en el año a en la provincia p [ha]

c: cultivo (19 cultivos)

a:año, son 27 años (1990-2016)

x: departamento

p: provincia

La superficie asignada a cada cultivo para cada año surge de multiplicar el factor de participación del departamento por la superficie cultivada en la provincia correspondiente.

Ecuación 35. Cálculo de la asignación por departamento de la superficie cultivada por provincia

$$Superficie\ asignada_{c,a,x\in p} = Participación_{x\in p} \times Superficie\ cultivada_{c,a,p}$$

$Superficie\ asignada_{c,x\in p,a}$:Superficie del cultivo c en el año a, asignada al departamento x de la provincia p [ha]

$Participación_{x\in p}$: Participación de la superficie cultivada del departamento x, perteneciente provincia p (adimensional)

$Superficie\ cultivada_{c,a,p}$: Superficie del cultivo c en el año a en la provincia p [ha]

c: cultivo

a: año

x: departamento

p: provincia

Luego se controla que no haya diferencias entre la superficie cultivada en país a partir de la sumatoria de la superficie consignada en los datos de base, a nivel de provincia, y la sumatoria de las superficies asignadas por departamento, estimadas de acuerdo a las ecuaciones detalladas previamente. Como control de calidad se verifica que estas diferencias de asignación den un resultado de cero de acuerdo a la ecuación siguiente.

Ecuación 36. Cálculo del control entre superficies asignadas y superficies sin asignar

$$Diferencial\ de\ asignación_{c,a} = \sum_{p=1}^{24} \sum_{x\in p=1}^{x} Superficie\ asignada_{c,a,x\in p} - \sum_{p=1}^{24} Superficie\ cultivada_{c,a,p}$$

$Diferencial\ de\ asignación_{c,a}$: Diferencia de asignación en el cultivo c y en el año a (ha) entre la superficie asignada y los datos de base

$Superficie\ asignada_{c,a,x\in p}$: Superficie del cultivo c en el año a, asignada en el departamento x de la provincia p

$Superficie\ cultivada_{c,a,p}$:Superficie del cultivo c en el año a en la provincia p

c: cultivo

x: departamento

p: provincia

Caña de azúcar

Las provincias que cuentan con producción de caña de azúcar son Tucumán, Jujuy, Salta, Santa Fe y Misiones. La fuente de información por año y provincia de la superficie cosechada se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 779. Fuente de información de dato de superficie cosechada por año y provincia entre 1990 y 2022

Año	Tucumán	Salta y Jujuy	Santa Fe y Misiones
1990-1998	SAGyP		
1999-2003	Interpolación lineal		
2004-2005	SAGyP		
2006-2008	Interpolación lineal	Proxy	Constante
2009-2016	DNAyB		
2017-2020	SAGyP		
2021-2022	Mapa Nacional de Cultivos (INTA)		

Fuente: Elaboración propia

Entre el año 1990 y 2005 la fuente del dato de superficie fue igual para todas las provincias. Los datos de superficie cosechada de los años 1990-1998 y 2004-2005 se obtuvieron de la base de datos de SAGyP. Para los años 1999-2003 se realizó una interpolación lineal según la ecuación a continuación.

Ecuación 37. Superficie de caña de azúcar en años con datos ausentes

$$Sup.\,caña\ de\ azúcar\ t = sup.\,año\ t-1 + \left(\frac{Sup.año\ base - \text{sup}\ año\ t-1}{año\ base - año\ t-1}\right)$$

Sup. caña de azúcar t: superficie de caña de azúcar del año que se quiere estimar (ha)

Sup año t-1: superficie de caña de azúcar del año anterior al que se quiere estimar (ha)

Sup año base: superficie de caña de azúcar del año siguiente más próximo que se tiene dato (ha)

Año base: año siguiente más próximo que se tiene dato

Año t-1: año anterior al que se está calculando

t: año

A partir del 2006 la fuente se adecuó para las diferentes provincias en función de la información disponible.

Tucumán. Entre los años 2006 y 2008 se realizó una interpolación lineal. Entre 2009 y 2016, los datos fueron brindados por la Dirección Nacional de Alimentos y Bebidas (DNAyB) de la SAGyP, desde 2017 hasta 2020 fueron brindados directamente por la SAGyP y para los años 2021 y 2022 los datos fueron obtenidos del Mapa Nacional de Cultivos (INTA).

Salta y Jujuy. Los años sin DA entre 2006 y 2016 se estiman según un proxy que consiste en el cálculo según la ecuación siguiente gracias a la obtención del dato agregado de superficie “Norte” (que incluye las superficies de Jujuy, Salta y Tucumán) brindado por la DNAyB. Desde 2017 hasta 2020 fueron brindados directamente por la SAGyP y para los años 2021 y 2022 los datos fueron obtenidos del Mapa Nacional de Cultivos (INTA).

Ecuación 38. Cálculo de estimación del dato faltante de superficie para Jujuy y Salta para un año específico

$$Sup.prov.x = \frac{Producción\ provincia\ x * (estimación\ sup."Norte" - sup.Tucumán)}{(producción\ Jujuy + producción\ Salta)}$$

$Sup.provincia\ x$: Superficie a estimar de la provincia x para el año de interés

$Producción\ provincia\ x$: Producción de la provincia x para el año de interés

$Estimación\ sup."N$orte": Estimación de la superficie de la región "Norte" para el año de interés

$Sup.Tucumán$: Superficie de la provincia de Tucumán para el año de interés

$Producción\ Jujuy$: Producción de la provincia de Jujuy para el año de interés

$Producción\ Salta$: Producción de la provincia de Salta para el año de interés

Santa Fe y Misiones. Se mantuvo constante de 2006 a 2016 el valor de superficie del año 2005. Desde 2017 hasta 2020 fueron brindados directamente por la SAGyP y para los años 2021 y 2022 los datos fueron obtenidos del Mapa Nacional de Cultivos (INTA).

Soja de segunda

Desde la campaña 2000/2001 (utilizada para el inventario de 2001), se presenta la superficie sembrada de soja de segunda por departamento.

Para obtener la superficie de soja de segunda de 1990 a 2000 primero se calcula un porcentaje de soja de segunda por provincia, en base a la relación de la superficie de soja de segunda y la superficie de soja total de cada provincia, como se muestra en la ecuación siguiente.

Ecuación 39. Cálculo de estimación del dato faltante de superficie para Jujuy y Salta para un año específico

$$\boldsymbol{Soja\ de\ segunda}\ (\%)_{\boldsymbol{p}} = \frac{\sum_{x\in p}^{x} \boldsymbol{Superficie}_{\boldsymbol{soja\ 2da(x,p)}}}{\sum_{x\in p}^{x} \boldsymbol{Superficie}_{\boldsymbol{soja\ total(x,p)}}} \times \mathbf{100}$$

Soja de segunda (%)$_p$ = Porcentaje de soja de segunda respecto a la soja total en la provincia p

Superficie$_{soja\ 2da(x,p)}$ = Superficie de soja de segunda para el año 2001 en el departamento x de la provincia p (ha)

Superficie$_{soja\ 2da(x,p)}$ = Superficie de soja total para el año 2001 en el departamento x de la provincia p (ha)

x = departamento

p = provincia

La proporción de soja de segunda estimada para cada provincia se utiliza luego para estimar la superficie de soja de segunda de cada departamento a partir del dato de soja total.

Frutales

Los cultivos de banana y limón cuentan con datos provenientes de la base de datos de Datos Abiertos (SAGyP) de 1990 a 1998. Los cultivos de mandarina, naranja, pomelo y otros frutales cuentan con datos provenientes de dicha base de datos desde 1990. Desde 1999 se toma constante el valor de 2002 proveniente del CNA 2002, y se consideran todos los frutales de forma agrupada sin discriminar entre cultivos.

Pastizales

Forrajeras

Se utiliza la superficie de forrajeras (anuales y perennes) del CNA 2002 como base y a partir de ese año se calcula la superficie de años anteriores y posteriores al 2002 por medio de los supuestos que se realizan para armar la matriz de usos de la tierra, a partir de la base de datos de Datos Abiertos de la SAGyP. Por dicha razón la superficie de forrajeras surge de las categorías de cambio que involucran pastizales. Se realiza un ajuste de la serie temporal para evitar la ocurrencia de superficies de valor negativo.

Campo Natural

Se utiliza la superficie de campo natural del CNA 2002 como base y a partir de ese año se calcula la superficie de años anteriores y posteriores al 2002 por medio de los supuestos que se realizan para armar la matriz de usos de la tierra. Por dicha razón la superficie de campo natural surge del campo natural del año anterior que no fue convertido en ninguna categoría de uso de la tierra. No presenta una definición explícita, pero se utilizan los valores del CNA 2002. Se realiza un ajuste de la serie temporal para evitar la ocurrencia de superficies de valor negativo.

Humedales

Humedales gestionados

Se utiliza la suma de las superficies de cuerpos de agua intermitentes, embalses y embalses rurales de IGN para 2021, calculadas a partir del análisis de información geográfica oficial de base en entorno SIG. Para la obtención de cada superficie se empleó también información geográfica vectorial y a escala nacional sobre jurisdicciones departamentales y sobre la cobertura de fajas de proyección plana del sistema Gauss-Krüger (siete en total). Los pasos procedimentales para cada tipo de humedal gestionado se definen a continuación:

Bajo el sistema de coordenadas geográficas por defecto (WGS84):

- Intersección de la capa de humedal gestionado (cuerpos de agua intermitentes, embalses o embalses rurales) con la capa de departamentos y de fajas de proyección Gauss-Krüger.
- Validación de la capa resultante, incluyendo el control de errores geométricos y topológicos.
- Separación de los objetos geográficos en capas individuales, según su pertenencia a cada faja de proyección Gauss-Krüger.

- Proyección de las capas individuales resultantes al sistema de proyección Gauss-Krüger (Datum Posgar 94), según su número de faja correspondiente.

Bajo el sistema de coordenadas planas con datum Posgar 94:

- Cálculo de superficie para cada capa individual (en hectáreas).
- Agregación de las superficies obtenidas para cada capa, por departamento.

Humedales no gestionados

Se utiliza la superficie de cuerpos de agua perenne de IGN para 2021 (formato vectorial) y de salinas para 2023 (formato ráster), calculadas a partir del análisis de información geográfica oficial de base, en entorno SIG. Para su obtención se empleó también información geográfica vectorial y a escala nacional sobre jurisdicciones departamentales y sobre la cobertura de fajas de proyección plana del sistema Gauss-Kruger (siete en total). Los pasos procedimentales se definen a continuación:

Cuerpos de agua perenne

Bajo el sistema de coordenadas geográficas por defecto (WGS84):

- Intersección de la capa de cuerpos de agua perenne con la capa de departamentos y de fajas de proyección Gauss Kruger.
- Validación de la capa resultante, incluyendo el control de errores geométricos y topológicos.
- Separación de los objetos geográficos en capas individuales, según su pertenencia a cada faja de proyección Gauss Kruger.
- Proyección de las capas individuales resultantes al sistema de proyección Gauss Kruger (Datum Posgar 94), según su número de faja correspondiente.

Bajo el sistema de coordenadas planas con datum Posgar 94:

- Cálculo de superficie para cada capa individual (en hectáreas).
- Agregación de las superficies obtenidas para cada capa, por departamento.

Salinas

Bajo el sistema de coordenadas geográficas por defecto (WGS84):

- A partir de la capa nacional ráster de cobertura de uso del suelo (IGN 2023), extracción por capa de máscara de la categoría objetivo, empleando fajas de proyección Gauss-Krüger.
- Proyección de las capas individuales al sistema de proyección Gauss Kruger (Datum Posgar 94), según su número de faja correspondiente.

Bajo el sistema de coordenadas planas con datum Posgar 94:

- Cálculo de superficies a partir de la extracción de estadísticas de zona de cada capa ráster proyectada, empleando la capa de jurisdicciones departamentales.
- Agregación de las superficies departamentales de cada capa ráster, en un único valor por departamento.

Asentamientos

Se utiliza la superficie de plantas urbanas de IGN para 2021, calculada a partir del análisis de información geográfica oficial de base, en entorno SIG. Para su obtención se empleó también información geográfica vectorial y a escala nacional sobre

jurisdicciones departamentales y sobre la cobertura de siete fajas de proyección plana del sistema Gauss-Krüger. Los pasos procedimentales se definen a continuación:

Bajo el sistema de coordenadas geográficas por defecto (WGS84):

- Intersección de la capa de planta urbana con la capa de departamentos y de fajas de proyección Gauss-Krüger.
- Validación de la capa resultante, incluyendo el control de errores geométricos y topológicos.
- Separación de los objetos geográficos en capas individuales, según su pertenencia a cada faja de proyección Gauss Kruger.
- Proyección de las capas individuales resultantes al sistema de proyección Gauss-Krüger (Datum Posgar 94), según su número de faja correspondiente.

Bajo el sistema de coordenadas planas con datum Posgar 94:

- Cálculo de superficie para cada capa individual (en hectáreas).
- Agregación de las superficies obtenidas para cada capa, por departamento.

Otras tierras

Se utiliza la superficie de afloramientos rocosos y médanos/dunas de IGN para 2023 (formato ráster) y de glaciares de IANIGLA para 2018 (formato vectorial), calculadas a partir de información geográfica oficial de base, en entorno SIG.-Para su obtención se empleó también información geográfica vectorial y a escala nacional sobre jurisdicciones departamentales y sobre la cobertura de siete fajas de proyección plana del sistema Gauss-Krüger. Los pasos procedimentales se definen a continuación:

Afloramientos rocosos y médanos/dunas

Bajo el sistema de coordenadas geográficas por defecto (WGS84):

- A partir de la capa nacional ráster de cobertura de uso del suelo (IGN 2023), extracción por capa de máscara de la categoría objetivo, empleando fajas de proyección Gauss-Krüger .
- Proyección de las capas individuales al sistema de proyección Gauss-Krüger (Datum Posgar 94), según su número de faja correspondiente.

Bajo el sistema de coordenadas planas con datum Posgar 94:

- Cálculo de superficies a partir de la extracción de estadísticas de zona de cada capa ráster proyectada, empleando la capa de jurisdicciones departamentales.
- Agregación de las superficies departamentales de cada capa ráster, en un único valor por departamento.

Glaciares

Bajo el sistema de coordenadas geográficas por defecto (WGS84):

- Intersección de la capa de glaciares con la capa de departamentos y de fajas de proyección Gauss-Krüger .
- Validación de la capa resultante, incluyendo el control de errores geométricos y topológicos.

- Separación de los objetos geográficos en capas individuales, según su pertenencia a cada faja de proyección Gauss-Krüger.
- Proyección de las capas individuales resultantes al sistema de proyección Gauss Kruger (Datum Posgar 94), según su número de faja correspondiente.

Bajo el sistema de coordenadas planas con datum Posgar 94:

- Cálculo de superficie para cada capa individual (en hectáreas).
- Agregación de las superficies obtenidas para cada capa, por departamento.

Anexo Regiones forestales reportadas

En la siguiente figura se exhibe la distribución de las regiones forestales en el territorio nacional.

Ilustración 98. Regiones forestales de la República Argentina



Fuente: Elaboración propia en base a SSAmb, sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

De las siete regiones forestales, no se dispone de información sobre las pérdidas de cobertura en las regiones de Monte y Delta e Islas del Río Paraná, debido a la ausencia de monitoreo realizado por la UMSEF.

Parque Chaqueño

Es la región forestal más extensa del país, según el Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos (INBN2), alcanzando el 68% del total de las regiones forestales a nivel nacional; forma parte del Gran Chaco Americano que comprende también parte de los territorios de Bolivia y Paraguay, área boscosa del continente que cubre más de 100 millones de hectáreas.

Esta región tiene una gran diversidad de ambientes, desde zonas húmedas en el este a secas en el oeste, que se traducen en una alta diversidad de especies. La vegetación predominante es el bosque caducifolio, con la distintiva presencia de los quebrachos (*Schinopsis* sp.). Este árbol puede llegar hasta los 25 m de altura, formando una especie de dosel continuo en el bosque, debajo del cual crecen otros árboles de madera dura. También se pueden encontrar otras especies arbóreas como los algarrobos (*Prosopis* sp.), quebracho blanco *(Aspidosperma* quebracho blanco*)* y palo santo *(Bulnesia sarmientoi)*[353].

Para el año 2022, la pérdida de cobertura de bosque nativo en el Parque Chaqueño fue de 165.603 ha, lo que representa un 79% del total de la superficie deforestada en el país. Esto la convierte en la región forestal de mayor pérdida de cobertura de bosques nativos y, en consecuencia, de mayores emisiones de CO_2 por deforestación a nivel nacional. La deforestación en la región está fuertemente asociada a la expansión de la agricultura y la ganadería, que tienen su origen en diversos procesos asociados al incremento de la rentabilidad de los cultivos (altos precios de productos agropecuarios, paquetes tecnológicos, liquidez de capital) y, en menor medida, a la inversión inmobiliaria rural. Además, estas zonas tienen otras presiones, como la extracción forestal selectiva y el sobrepastoreo en las zonas forestales, que degradan los ecosistemas y ocasionan bajas en sus valoraciones económicas y, en consecuencia, incrementa su probabilidad de deforestación[354].

Selva Paranaense (Selva Misionera)

Esta región cubre el 3% del total de las regiones forestales del país (INBN2). La vegetación de este territorio se caracteriza por una densa cobertura y abundante flora de climas cálido-húmedos, correspondiente a selvas subtropicales heterogéneas. La Selva Misionera es parte de un ecosistema denominado Mata Atlántica que también abarca los territorios de Brasil y Paraguay. Esta región incluye formaciones boscosas multiestratificadas, de 20 a 30 m de altura, con tres estratos arbóreos. Se caracteriza por la presencia de tres comunidades vegetales: selva de laurel *(Nectandra lanceolata)* y guatambú *(Balfourodendron riedelianum),* que ocupa la mayor parte de la región; selva de laurel, guatambú y palo rosa *(Aspidosperma polyneuron*); y selva de laurel, guatambú y pino paraná *(Araucaria angustifolia*). Se han registrado unas 200 especies arbóreas autóctonas de las cuales sólo se aprovechan aproximadamente 20 especies[355].

[353] MAyDS, Primer inventario nacional de bosques nativos. Informe Regional Parque Chaqueño, 2007
[354] Ibid.
[355] SAyDS. (2007). Primer inventario nacional de bosques nativos. Informe Regional Selva Misionera. Proyecto bosques nativos y áreas protegidas BIRF 4085-AR. República Argentina: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Para el año 2022, la pérdida de cobertura de bosque nativo en la Selva Misionera fue de 2.430 ha, lo que representa un 1% del total de la superficie deforestada en el país. En esta región, la pérdida de bosque nativo ha sido ocasionada históricamente por el avance de la frontera agropecuaria, asociada a políticas públicas de fomento a la colonización y el subsecuente crecimiento demográfico. Por el tipo de maderas presentes, también existen actividades de extracción selectiva y tala ilegal, aunado a la falta de capacidades y tecnologías para el manejo forestal sustentable[356].

Yungas (Selva Tucumano Boliviana)

Esta región cubre el 8% del total de las regiones forestales del país (INBN2). Se localiza en una franja estrecha y discontinua que se extiende desde el límite con Bolivia hasta la provincia de Catamarca, en laderas montañosas orientales del noroeste del país. Es un ecosistema subtropical de montaña con biodiversidad comparable a la de la Selva Paranaense, con tipos forestales heterogéneos en distintos pisos altitudinales, resultantes de la gran diversidad de condiciones ambientales como la altura y la exposición de laderas. Se observan formaciones boscosas de 20 a 30 m de altura, con dos estratos arbóreos. Las especies forestales predominantes son tipa blanca *(Tipuana tipu),* palo lanza *(Phyllostylon rhamnoides),* timbó *(Enterolobium contortisiliquum),* cebil *(Anadenanthera colubrina),* horco molle *(Blepharocalyx salicifolius),* pino del cerro *(Podocarpus parlatorei)* y aliso del cerro *(Alnus acuminata),* entre otras[357].

Para el año 2022, la pérdida de cobertura de bosque nativo en la Selva Tucumano Boliviana fue de 3.678 ha, lo que representa un 2% del total de la superficie deforestada en el país. Entre las principales fuerzas impulsoras de la pérdida del bosque nativo pedemontano en esta región forestal, se destaca la expansión de la frontera productiva que incluye los cultivos de caña de azúcar, de cítricos, de tabaco y, en los últimos años de soja; así como la práctica ganadera, principalmente bovina.

Espinal

Esta región cubre el 12% del total de las regiones forestales del país (INBN2) y se encuentra conformada por tres distritos: Caldén, Ñandubay y Algarrobo, siendo este último monitoreado por UMSEF desde 2021. Las formaciones vegetales características son los bosques bajos de especies leñosas xerófilas, variando desde densos a abiertos y generalmente de un solo estrato arbóreo, que alternan con sabanas y con estepas de gramíneas. Esta región se caracteriza por el dominio de los géneros *Prosopis* y *Acacia* acompañados por otros géneros, tales como *Celtis*, *Schinus* y *Geoffroea*. En esta región los bosques raramente superan los 10 m de altura, y se encuentran alternados con palmares, sabanas graminosas, estepas graminosas y estepas arbustivas[358].

Para el año 2022, la pérdida de cobertura de bosque nativo en el Espinal fue de 35.194 ha, lo que representa un 17% del total de la superficie deforestada en el país.

[356] Ibid.
[357] SAyDS. (2007). Primer inventario nacional de bosques nativos. Informe Regional Selva Tucumano Boliviana. Proyecto bosques nativos y áreas protegidas BIRF 4085-AR. República Argentina: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
[358] SAyDS. (2007). Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Regional Espinal. Proyecto bosques nativos y áreas protegidas BIRF 4085-AR. República Argentina: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Las principales causas de la deforestación están relacionadas con la expansión de la agricultura mientras que la degradación tiene su origen en el aprovechamiento de recursos forestales, especialmente de algarrobo y caldén, escasamente regulado, el cual actúa sinérgicamente con el uso ganadero bajo monte y los incendios forestales[359].

Bosque Andino Patagónico

Esta región cubre el 7% del total de las regiones forestales del país (INBN2). Esta región está conformada por cuatro distritos: del Pehuén, del Bosque Caducifolio, Valdiviano y Magallánico. Las especies forestales más comunes son las pertenecientes al género *Nothofagus* (lenga, coihue, raulí, roble pellín, ñire y guindo), ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) y pehuén (*Araucaria araucana*), entre otras. En su mayor parte los bosques están formados por un número acotado de especies que, si bien varían a lo largo de la región, cumplen un rol ecológico similar para la fauna[360].

Para el año 2022, la pérdida de cobertura de bosque nativo en el Bosque Andino Patagónico fue de 4.011 ha, lo que representa un 2% del total de la superficie deforestada en el país. Las principales causas de la deforestación están relacionadas con la ocurrencia de incendios forestales, así como la extracción maderera[361].

Anexo Evaluación de la consistencia de la representación coherente de tierras espacialmente explícita a escala nacional

En el marco de la incorporación de mejoras metodológicas en la RCT, se continuó con la evaluación de la consistencia de una representación explícita en el espacio (Método 3) respecto a las superficies de uso de la tierra reportadas previamente. En este sentido, y considerando las lecciones emergentes reportadas en el IBA5, se trabajó en la generación de capas anuales de uso de la tierra como base para la conformación de capas sucesivas de cambios y persistencias, mejorando cualitativamente a una escala nacional, para el periodo temporal 2019-2022. Para ello se llevaron a cabo procesamientos en plataformas SIG que involucraron doce tipos de capas nacionales de información geográfica, tanto públicas como cedidas por sus generadores y/o elaboradas de forma secundaria a partir de información geográfica precedente, que se detallan en la siguiente tabla.

[359] SGAyDS. (2017). Plan de Acción Nacional de Bosques y Cambio Climático. República Argentina: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
[360] SAyDS. (2007). Primer inventario nacional de bosques nativos. Informe Regional Bosque Andino Patagónico. Proyecto bosques nativos y áreas protegidas BIRF 4085-AR. República Argentina: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
[361] Ibid.

Tabla 780. Capas empleadas y atributos generales

Nombre de la capa	Categoría/ estrato	Fuente	Acceso	Formato	Año/s
Tierras Forestales (Bosque nativo)	Tierras Forestales – Bosque nativo	Área competente de Bosques de la SSAmb	Información secundaria	Vectorial	2019-2022
Otras Tierras Forestales (Bosque nativo)			Información secundaria	Vectorial	2019-2022
Plantaciones forestales	Tierras Forestales – Bosque cultivado	Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP	Cedido	Vectorial	2019-2022
Mapa Nacional de Cultivos (MNC–INTA, campañas invierno y verano)	Tierras de cultivo – Cultivos / Pastizales	INTA (SAGyP)	Público	Ráster	2019-2022
Planta urbana	Asentamientos	IGN	Público	Vectorial	2021
Espejos de agua perennes	Humedales	IGN	Público	Vectorial	2021
Espejos de agua intermitentes	Humedales	IGN	Público	Vectorial	2021
Embalses	Humedales	IGN	Público	Vectorial	2021
Embalses rurales	Humedales	IGN	Público	Vectorial	2021
Mapa Nacional de Cobertura del Suelo (MNCS)	Humedales Otras tierras	IGN	Cedido	Ráster	2023
Glaciares	Otras tierras	IANIGLA-CONICET	Público	Vectorial	2018
Uso y cobertura del suelo (AFOLU–INTA)	Todos	INTA (SAGyP)	Cedido	Ráster	2020

Fuente: Elaboración propia

En base a lo trabajado en el IBA5 a escala subnacional, se decidió utilizar como base la capa de cobertura y uso del suelo elaborada por INTA[362] para el año 2020, denominada *AFOLU–INTA* (50m de resolución espacial), sobre la cual integrar las demás capas. En el caso de las categorías de Tierras Forestales y Tierras de Cultivo

[362] J. Volante, J. Gaitán, M.J. Mosciaro, N. Calamari, F. Navarro, C. Winschel, A. Pezzola y P. Peri, 2024. Dinámica de la cobertura y uso del suelo en Argentina en las décadas comprendidas entre 2000 y 2020. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). https://drive.google.com/file/d/1ydJu-eI6zXjPOR5qtdtxEVyeKmlVEZnX/view.

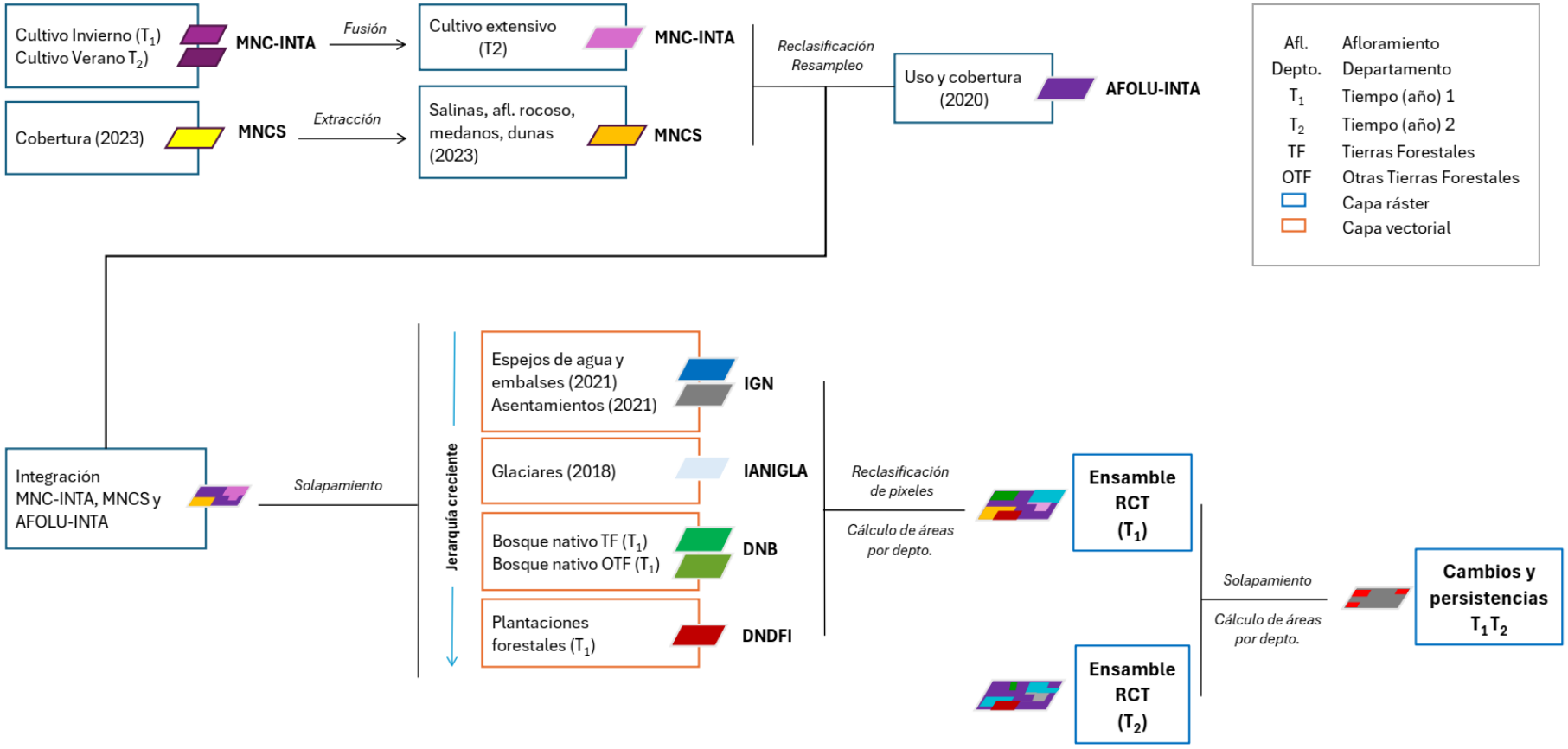
se contó con capas anuales para todo el periodo 2019-2022; en el caso de las restantes se obtuvieron capas de un solo año, por lo que se asumió que permanecieron sin cambios, empleándolas de manera uniforme para todo el periodo temporal estudiado.

Mediante el software de licencia abierta QGIS 3.34.4 *Prizren* se trabajó en la preparación de todas las capas geográficas a solapar, asignando valores identificatorios (IDs) consensuados técnicamente, y simplificando los archivos al eliminar información secundaria redundante para la prueba. En el caso de las capas anuales de cultivos extensivos MNC–INTA[363], se sumaron pasos procedimentales al fusionar capas agrícolas de verano e invierno. En el caso del Mapa Nacional de Cobertura del Suelo (MNCS), se extrajeron y emplearon únicamente los pixeles de las categorías *Salinas, Afloramiento rocoso y Médanos/Dunas*. En estos dos casos se recategorizaron clases y se *resamplearon* sus resoluciones espaciales al tamaño de los pixeles de AFOLU-INTA.

Una vez generadas, todas las capas fueron cargadas en la plataforma Google Earth Engine[364], donde se procedió a elaborar un modelo semiautomatizado para su solapamiento año a año, mediante líneas secuenciales de comando en el lenguaje de programación Javascript. Esto permitió descargar tanto ensambles anuales en formato ráster (denominados RCT) como tablas de superficies por categoría y departamento. En el caso de los pixeles de AFOLU-INTA no solapados y pertenecientes a Humedales, Asentamientos u Otras Tierras, fueron categorizados como No Determinado. Posteriormente, y empleando álgebra de bandas, se desarrolló también un modelo semiautomatizado de solapamiento interanual, de generación de capas ráster de cambio y persistencia y tablas de superficie por departamento y combinación de categorías. En todos los casos, los límites políticos empleados fueron los oficiales publicados por IGN (2021). El flujo de procesos secuenciales y los productos obtenidos para 2022 se exhiben en las siguientes figuras.

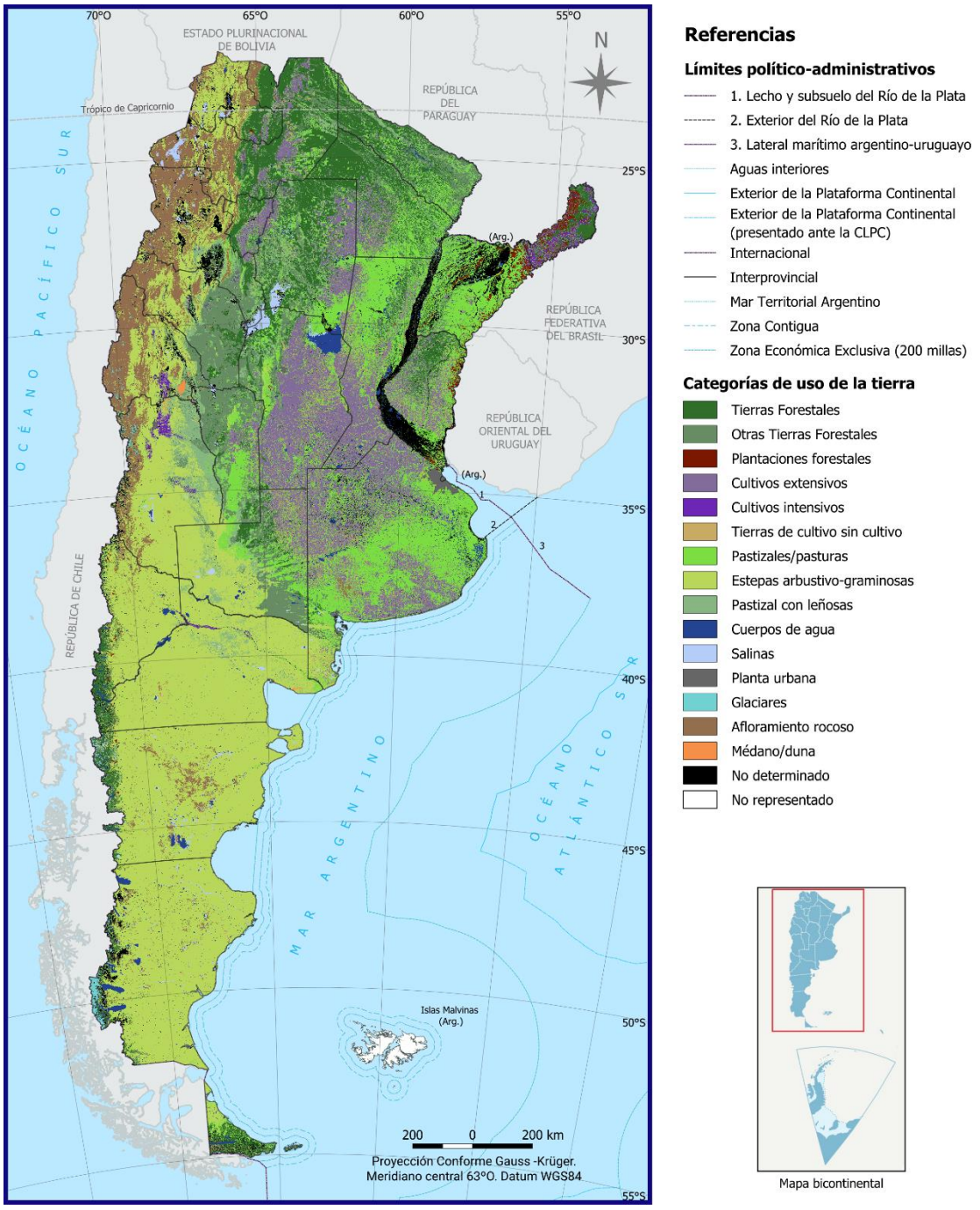
[363] https://geo-backend.inta.gob.ar/#/
[364] Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., y Moore, R., 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, *202*, 18-27.

Figura 387. Esquema de los cruces secuenciales de capas geográficas



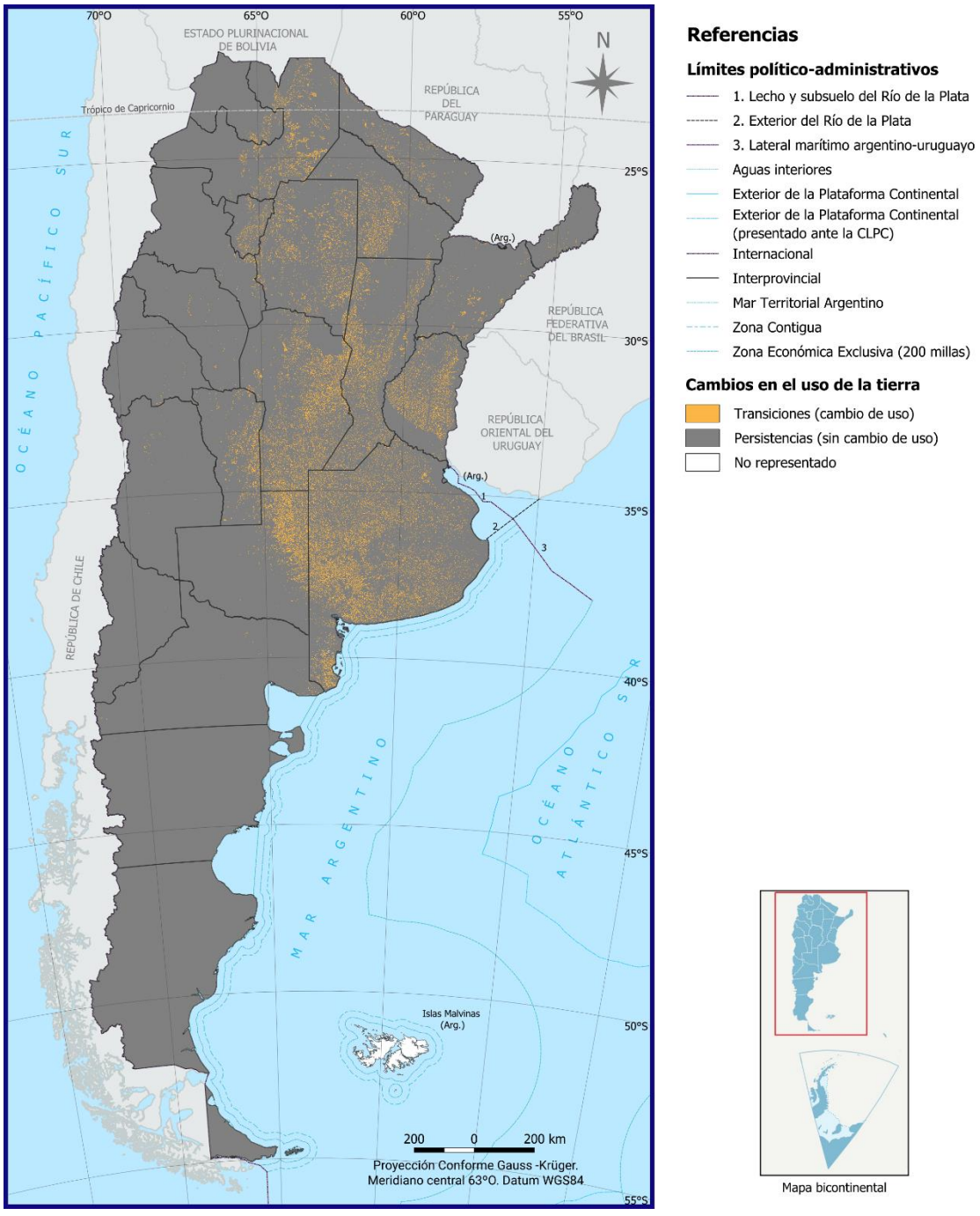
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 99. Mapa nacional de categorías de uso de la tierra - ensamble RCT 2022



Fuente: Elaboración propia en base a límites nacionales y provinciales del IGN.

Ilustración 100. Mapa nacional de cambios de uso de la tierra - ensambles RCT 2021-2022



Fuente: Elaboración propia en base a límites nacionales y provinciales del IGN.

Tabla 781. Categorías y superficies de uso de la tierra identificadas para el ensamble RCT 2022

Clasificación IPCC	Categoría RCT	Superficie (ha)
Tierras Forestales	Tierras Forestales	27.445.454
	Otras Tierras Forestales	20.994.908
	Plantaciones forestales	1.802.665
Tierras de Cultivo	Cultivos extensivos	30.828.797
	Cultivos intensivos	1.568.059
	Tierras de cultivo sin cultivo	5.980.997
Pastizales	Pastizales/pasturas	44.594.733
	Estepas arbustivo-graminosas	92.662.252
	Pastizal con leñosas	14.840.741
Humedales	Espejo de agua perenne	3.436.188
	Salinas	2.641.429
	Espejo de agua intermitente	159.634
	Embalses	304.760
	Embalses rurales	739
Asentamientos	Planta urbana	1.523.772
Otras Tierras	Glaciares	665.202
	Afloramiento rocoso	17.938.059
	Médano/duna	282.630
	No determinado	10.336.939
Superficie total		278.007.958

Fuente: Elaboración propia

Anexo Árboles de decisión para el cambio de uso de la tierra

Los siguientes árboles de decisión se utilizan para identificar los cambios de uso de la tierra. Todos los supuestos empleados surgen de dictamen experto.

Algunos supuestos para las siguientes conversiones de uso de la tierra no se encuentran en los árboles de decisión:

- El aumento de la superficie de bosque cultivado proviene de una disminución en la superficie de campo natural. De igual forma ocurre con la superficie de frutales.
- El campo natural convertido en bosque cultivado pertenece a la categoría de cambio de "Pastizales convertidos en Tierras Forestales (4A2b)" y Campo Natural convertido en Frutales pertenece a la categoría de cambio "Pastizales convertidos en Tierras de Cultivos (4B2b)".

- La disminución de bosque cultivado ocurre por una conversión de la superficie en forrajeras. Esto pertenece a la categoría de cambio de "Tierras Forestales convertidas en Pastizales (4C2a)".
- La disminución de frutales ocurre por una conversión de la superficie en forrajeras. Esto pertenece a la categoría de cambio de "Tierras de Cultivo convertidas en Pastizales (4C2b)".

La leyenda de los árboles de decisión se encuentra en la tabla a continuación.

Tabla 782. Leyenda de los árboles de decisión para la representación coherente de tierras

DeltaDEF	Superficie pérdida de bosque nativo
CULTf–CULTi	Variación superficie de cultivo
FORRAJi	Superficie forrajera

Fuente: Elaboración propia

Con existencia de deforestación

Los supuestos utilizados en el caso de la existencia de deforestación son:

- Si hay deforestación, se observa si aumenta o no la superficie de cultivos.
  - **A.** Si no aumenta la superficie de cultivos y hay deforestación, se asume que la superficie deforestada se convierte en forrajeras. Por lo cual existe Bosque Nativo convertido en Forrajeras. Luego se evalúa si disminuye la superficie de cultivo.
    - **A.I.** Si disminuye la superficie de cultivo, se evalúa si la superficie de forrajeras es suficiente para explicar la disminución en la superficie de cultivos.
      A.I.I. Si la superficie de forrajeras es mayor que la disminución en la superficie de cultivos, se asume que la superficie de cultivos se convierte en forrajeras. Por lo cual existen dos categorías de cambio: "Tierras de Cultivo convertidas en Pastizales (4C2b)" y, por lo nombrado anteriormente, "Tierras Forestales convertidas en Pastizales (4C2a)".
      A.I.II. Si la superficie de forrajeras es menor que la disminución en la superficie de cultivo entonces no alcanza para explicar la disminución de cultivos. Se asume que el excedente de superficie de cultivos se convierte en campo natural. Este cambio se contabiliza en la categoría de "Tierras de Cultivo convertidos en Pastizales (4C2b)".
    - **A.II.** Si no disminuye la superficie de cultivo, se asume solamente la conversión de Bosque Nativo en Forrajeras, contabilizado en la categoría de cambio "Tierras Forestales convertidas en Pastizales (4C2a)".
  - **B.** Si aumenta la superficie de cultivos, se evalúa si la deforestación es mayor o no que el aumento de los cultivos. En otras palabras, se evalúa si la deforestación explica el aumento de la superficie de cultivos.
    - **B.I.** Si la deforestación es mayor que el aumento de cultivos, entonces la conversión de Bosque Nativo a Cultivos explica el aumento de la superficie de Cultivos. Si además hay una excedente de superficie deforestada, se asume que dicho excedente se convierte en Forrajeras. Los cambios de categoría de uso de la tierra antes nombrados son

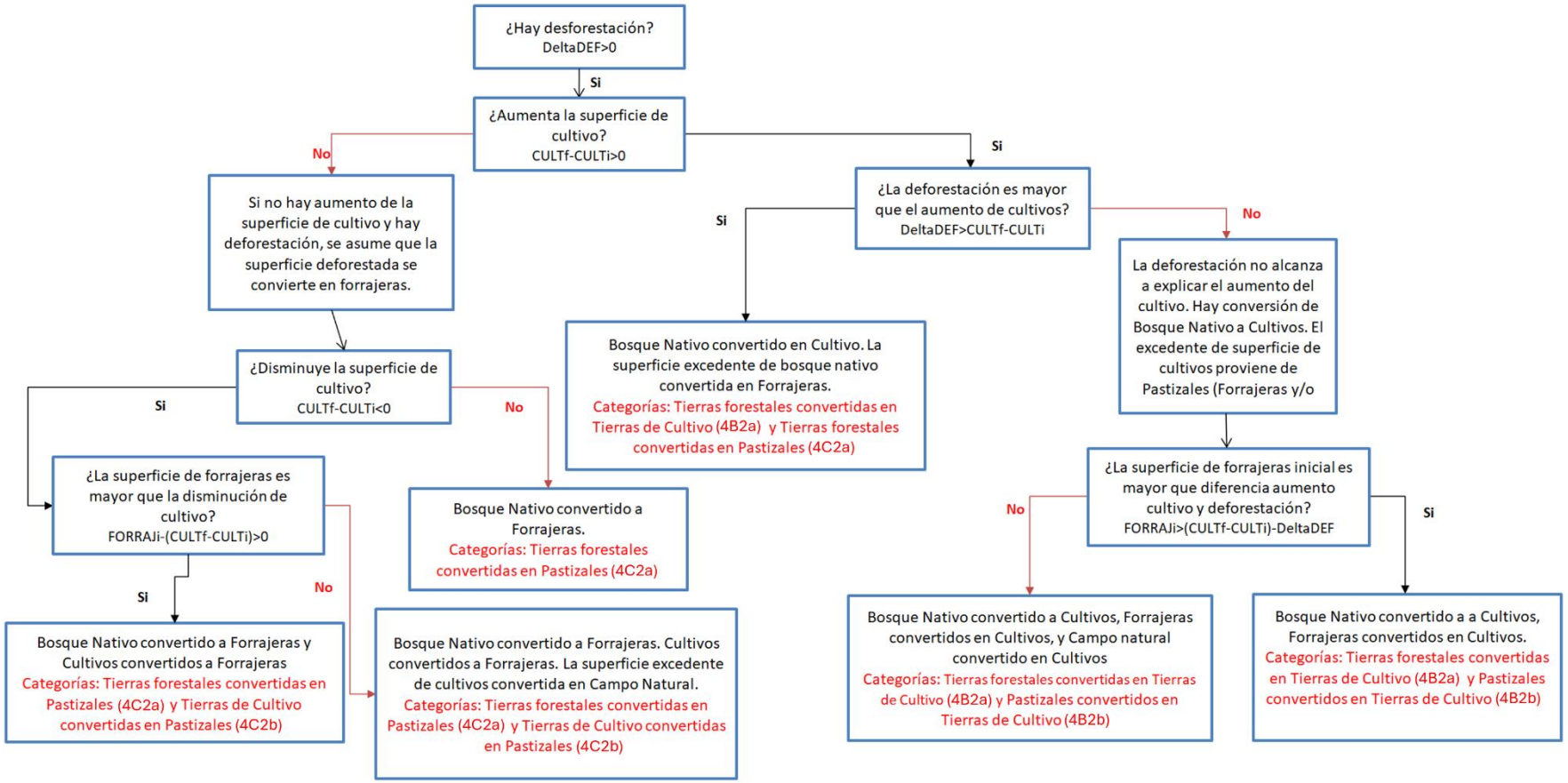
"Tierras Forestales convertidas en Tierras de Cultivo (4B2a)" y "Tierras Forestales convertidas en Pastizales (4C2a)", respectivamente.

B.II. Si la deforestación no es mayor que el aumento de cultivos (no llega a explicar todo el aumento en la superficie de cultivos), también se evalúa la superficie de los pastizales. Entonces el aumento de los cultivos también se va a dar por la disminución de la superficie de pastizales, ya sea de forrajeras o campo natural. Lo que primero se hace es ver cuánto de la superficie de pastizales es por forrajeras y cuánto por campo natural.

B.II.I. Si la superficie de las forrajeras es mayor que la diferencia entre el aumento de cultivos y la deforestación, se asume que la superficie faltante para explicar el aumento de cultivos viene de Forrajeras. Por lo cual existen Forrajeras convertidas en Tierras de Cultivos. Las categorías de uso de la tierra en este caso son "Pastizales convertidos en Tierras de Cultivo (4B2b)" y, por lo nombrado anteriormente, en "Tierras Forestales convertidas en Tierras de Cultivo (4B2a)".

B.II.II. Si la superficie de las forrajeras es menor que la diferencia entre el aumento de cultivos y la desforestación (no llega a explicar el aumento en la superficie de cultivos), se asume que la superficie faltante para explicar el aumento de cultivos viene de Forrajeras, y el excedente de Campo Natural. Las categorías de uso de la tierra en este caso son "Tierras Forestales convertidas en Tierras de Cultivo (4B2a)" y "Pastizales convertidos en Tierras de Cultivo (4B2b)".

Figura 388. Supuestos utilizados en el caso de ocurrir deforestación



Fuente: Elaboración Propia

Sin existencia de deforestación

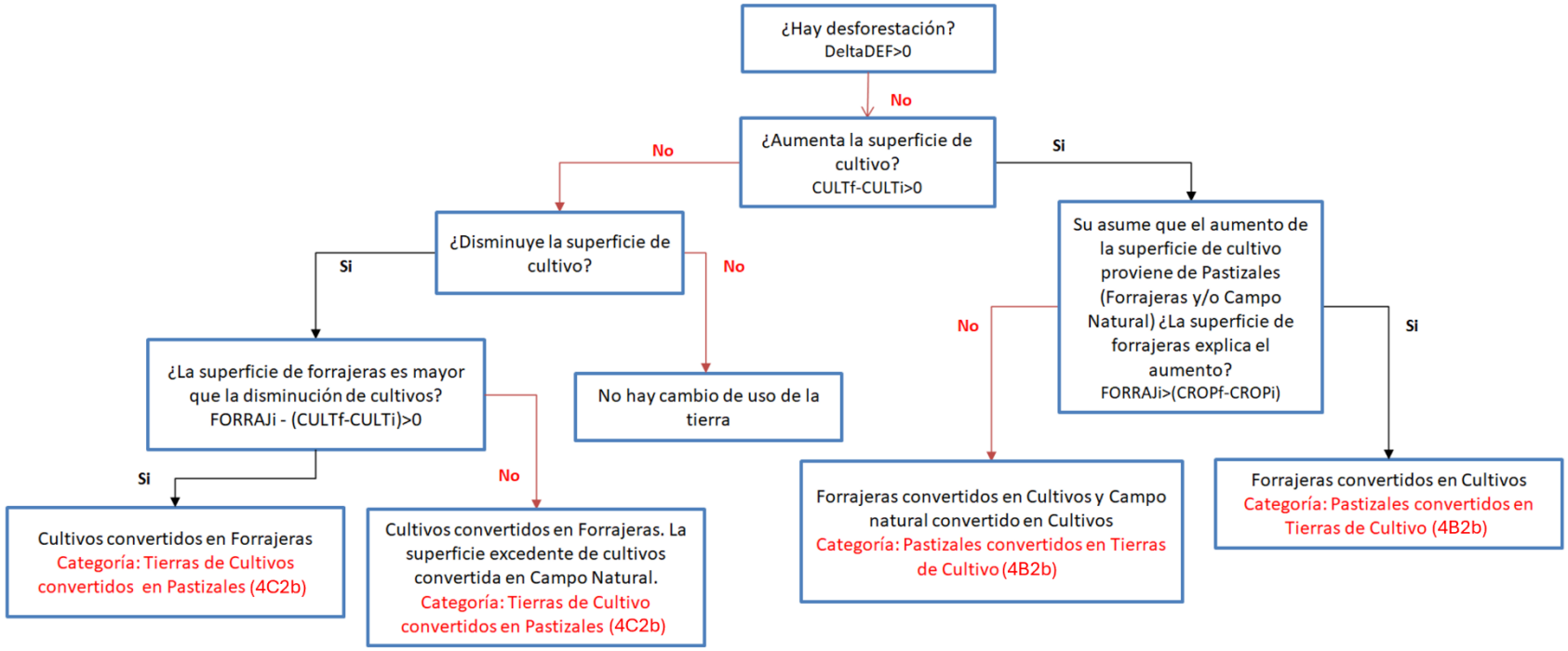
Los supuestos utilizados en el caso de que no ocurra la deforestación son:

- Si no hay deforestación, se evalúa si aumenta o no la superficie de cultivos.
  - **A.** Si aumenta la superficie de cultivos, se evalúa el cambio en la superficie de los pastizales. Esto es así ya que la deforestación no explica el aumento de la superficie de cultivo. Entonces el aumento de los cultivos se va a dar por la disminución de la superficie de pastizales, ya sea de forrajeras o campo natural. Lo que primero se hace es ver cuánto de la superficie de pastizales es por forrajeras y cuánto por campo natural.
    - **A.I.** Si la superficie de las forrajeras es mayor al aumento de la superficie de cultivos, se asume que dicho aumento proviene de las forrajeras. Este cambio se contabiliza en la categoría de "Pastizales convertidos en Tierra de Cultivo (4B2b)".
    - **A.II.** Si la superficie de forrajeras es menor al aumento de la superficie de cultivos, o sea no alcanza a explicar el aumento de cultivos, se asume que parte de dicho aumento proviene del campo natural. Tanto la conversión de forrajeras a cultivos y campo natural a cultivos se contabiliza en la categoría de "Pastizales convertidos en Tierra de Cultivo (4B2b)".
  - **B.** Si no aumenta la superficie de cultivos, se evalúa si dicha superficie disminuyó o se mantuvo constante.
    - **B.I.** Si la superficie de los cultivos disminuyó, se evalúa si la superficie de forrajeras es suficiente para explicar la disminución en la superficie de cultivos.

      B.I.I. Si la superficie de forrajeras es mayor que la disminución en la superficie de cultivos, se asume que toda la superficie de cultivos se convierte en forrajeras. Este cambio se contabiliza en la categoría de "Tierras de Cultivo convertidos en Pastizales (4C2b)".

      B.I.II. Si la superficie de forrajeras es menor que la disminución en la superficie de cultivos, entonces no alcanza para explicar la disminución de cultivos. Se asume que el excedente de superficie de cultivos se convierte en campo natural. Este cambio se contabiliza en la categoría de "Tierras de Cultivo convertidos en Pastizales (4C2b)".
    - **B.II.** Si la superficie de los cultivos no se modificó, se asume que no hubo cambios en el uso de la tierra.

Figura 389. Supuestos utilizados en el caso de no ocurrir deforestación



Fuente: Elaboración Propia

Supuestos utilizados para las de categorías de uso de la tierra que permanecen como tales

Todos los cálculos se realizan por región forestal y departamento.

La superficie de bosque nativo que permanece como tal es la diferencia entre la superficie remanente del año anterior al año del inventario y la pérdida de superficie del año del inventario. Esto pertenece a la categoría de uso de la tierra de “Tierras Forestales que permanecen como tales (bosque nativo) (4A1a)”.

La variación de superficie de bosque cultivado es la diferencia entre la superficie de bosque cultivado del año anterior al año del inventario y la superficie de bosque cultivado del año del inventario. La superficie de bosque cultivado que permanece como tal es la superficie mínima comparando entre la superficie de 2021 y de 2022. Esto pertenece a la categoría de uso de la tierra de “Tierras Forestales que permanecen como tales (bosque cultivado) (4A1b)”.

La variación de superficie de cultivos es la diferencia entre la superficie agrícola efectiva del año anterior al año del inventario y la superficie agrícola efectiva del año del inventario. La superficie de cultivos que permanece como tal es la superficie mínima comparando entre la superficie agrícola efectiva de 2021 y de 2022. Esto pertenece a la categoría de uso de la tierra de “Tierras de Cultivo que permanecen como tales (4B1)”.

La variación de superficie de frutales que permanece como tal es la diferencia entre la superficie de frutales del año anterior al año del inventario y la superficie de frutales del año del inventario. La superficie de frutales que permanece como tal es la superficie mínima comparando entre la superficie de 2021 y de 2022. Esto pertenece a la categoría de uso de la tierra de “Tierras de Cultivo que permanecen como tales (4B1)”.

La superficie de forrajeras que permanece como tal se asume como la mínima superficie comparando la superficie inicial de forrajeras (anuales y perennes) y la superficie final, en función del balance con las superficies de todas las categorías de uso de la tierra que son convertidas en forrajeras y con la conversión de forrajeras en cultivos. Cabe destacar que el cálculo de la superficie final de forrajeras perennes o anuales se calcula según la siguiente ecuación. Esto pertenece a la categoría de cambio de “Pastizales que permanecen como tales (4C1)”.

Ecuación 40. Cálculo de la superficie final de forrajeras anuales o perennes

$$Superficie\ final_{fr} = \frac{Sup\ final\ total * \text{sup}incial_{fr}}{Sup\ inicial\ total}$$

$Superficie\ final_{fr}$: Superficie final de las forrajeras fr [ha]
$Sup\ final\ total$: Superficie final de forrajeras anuales y perennes [ha]
Sup $incial_{fr}$: Superficie inicial de las forrajeras fr [ha]
$Sup\ inicial\ total$: Superficie inicial de forrajeras anuales y perennes [ha]
fr: anuales o perennes

Por otra parte, al comparar las dos fuentes de información disponibles, se detectaron especies reportadas dentro de la base de datos de la SAGyP que también se encuentran en la base de datos del CNA 2002. En esos casos (avena, cebada forrajera, centeno, maíz, mijo, sorgo granífero, y sorgo forrajero), a fin de evitar dobles conteos y utilizar los datos más actualizados, la superficie se contabilizó como parte de Cultivos en base a los Datos Abiertos de la SAGyP.

La superficie de campo natural que permanece como tal se asume como la mínima superficie comparando la superficie inicial y la superficie final, en función del balance con la suma de todas las conversiones de campo natural a otra categoría de tierra. El campo natural que permanece como tal pertenece a la categoría de cambio de “Pastizales que permanecen como tales (4C1)”.

La superficie de humedales (gestionados y no gestionados) que permanecen como tales se asume invariable, en función de que solo se cuenta con datos georreferenciados de un solo año (2021 para todos los estratos, excepto salinas, cuyo dato es del año 2023). Esto pertenece a la categoría de uso de la tierra de “Humedales que permanecen como tales (4D1)”.

La superficie de asentamientos que permanecen como tales se asume invariable, en función de que solo se cuenta con datos georreferenciados de 2021. Esto pertenece a la categoría de uso de la tierra de “Asentamientos que permanecen como tales (4E1)”.

La superficie de otras tierras que permanecen como tales se asume invariable, en función de que solo se cuenta con datos georreferenciados de 2018 para glaciares y de 2023 para afloramientos rocosos y médanos/dunas. Esto pertenece a la categoría de uso de la tierra de “Otras tierras que permanecen como tales (4F1)”.

Tierras Forestales (4A)

La categoría Tierras Forestales (4A) incluye las emisiones y absorciones resultantes de la pérdida o ganancia de carbono, causada por la remoción o el crecimiento de la biomasa vegetal, respectivamente. Las extracciones de bosques nativos y cultivados en 2022 representaron 43.700,94 $ktCO_2e$ mientras que el crecimiento represento una absorción neta de -45.224,09 $ktCO_2e$. El balance neto de esta subcategoría representó una absorción neta de -1.523,15 $ktCO_2e$.

Se estiman solo las emisiones en tierras forestales que permanecen como tales. Para facilitar la comprensión de la metodología aplicada en cada caso, las estimaciones se presentan y analizan por separado, diferenciando entre bosque nativo y bosque cultivado. A continuación, se muestra la tabla de información sectorial de la categoría correspondiente al año 2022.

Tabla 783. Información sectorial para la categoría 4A

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD			FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS DEL CAMBIO EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO						
Categoría de uso de la tierra	Superficie total	Superficie de suelo mineral	Superficie de suelo orgánico	Cambio de las reservas de carbono en biomasa viva por superficie			Cambio neto de las existencias de carbono en la madera muerta por superficie	Cambio neto de las existencias de carbono en la hojarasca por superficie	Cambio neto de las existencias de carbono en suelos por superficie	
				Ganancias	Pérdidas	Cambio neto			Suelos minerales	Suelos orgánicos
	(kha)			(t C/ha)						
4.A. Total Tierras forestales	47.939,16	47.939,16	NE	0,26	-0,25	0,01	NE	NE	NE	NE
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	47.932,45	47.932,45	NE	0,26	-0,25	0,01	NE	NE	NE	NE
Bosque cultivado	1.252,83	1.252,83	NE	8,93	-5,70	3,23	NE	NE	NE	NE
Bosque nativo	46.679,62	46.679,62	NE	0,02	-0,10	-0,08	NE	NE	NE	NE
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	6,71	6,71	NE	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE	NE	NE	NE
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	NE,NO			NO	NO	NO	NE	NE		
Total país	NE,NO	NO	NE	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE
4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	6,71			NE	NE	NE	NE	NE		
Bosque cultivado	6,71	6,71	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.A.2.c. Humedales convertidos en tierras forestales	NE			NE	NE	NE	NE	NE		
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.A.2.d. Asentamientos convertidos en tierras forestales	NE			NE	NE	NE	NE	NE		
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales	NE			NE	NE	NE	NE	NE		
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tabla 784. Información sectorial para la categoría 4A (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CAMBIOS EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO							EMISIONES/ ABSORCIONES NETAS DE CO_2	Enfoque de Decaimiento Simple - Carbono transferido a PMR
Categoría de uso de la tierra	Cambio de las existencias de carbono en biomasa viva			Cambio neto de las existencias de carbono en la madera muerta	Cambio neto de las existencias de carbono en la hojarasca	Cambio neto de las existencias de carbono en suelos			
	Ganancias	Pérdidas	Cambio neto			Suelos minerales	Suelos orgánicos		
	(kt C)							(kt CO_2)	(kt C)
4.A. Total Tierras forestales	12.333,84	-11.918,44	415,40	NE	NE	NE	NE	-1.523,15	NA
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	12.333,84	-11.918,44	415,40	NE	NE	NE	NE	-1.523,15	NA
Bosque cultivado	11.193,30	-7.146,94	4.046,36	NE	NE	NE	NE	-14.836,67	NA
Bosque nativo	1.140,54	-4.771,50	-3.630,96	NE	NE	NE	NE	13.313,52	NA
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	NE,NO	NE,NO	NE,NO	NE	NE	NE	NE	NE,NO	NA
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE	NE,NO	NA
Total país	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE	NE,NO	NA
4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
Bosque cultivado	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
4.A.2.c. Humedales convertidos en tierras forestales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
4.A.2.d. Asentamientos convertidos en tierras forestales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tierras forestales que permanecen como tales - Bosque Nativo- (4A1a)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría 4A1a – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Nativo), se exhibe en la siguiente tabla.

Tabla 785. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4A1a – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Nativo)

Sistema de archivo:	
Procedimiento	3B1ai_P_00
Ruta de Acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hoja de trabajo	3B1ai_HT_1990-2022_00
Incertidumbres	3B1_IN_2022_00 3B1ai_IN_2022_00
DA	3B1ai_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas. La categoría "4A1a – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Nativo)" es la agregación (suma) de las categorías 4A1ai y 4A1aii.

Tabla 786. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O y sumideros de CO_2 – 4A1a – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Nativo)

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
4A1a	Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Nativo)	Emisiones y absorciones de bosques gestionados que siempre fueron para uso como tierra forestal u otras categorías de tierras convertidas en bosques hace más de 20 años (hipótesis por defecto).	Nivel 2		
4A1ai	Tierras forestales que permanecen como tales (Remoción Bosque Nativo)	Emisiones y absorciones de bosques gestionados que siempre fueron para uso como tierra forestal u otras categorías de tierras convertidas en bosques hace más de 20 años (hipótesis por defecto) – Remoción.	Nivel 2		
4A1aii	Tierras forestales que permanecen como	Emisiones y absorciones de bosques gestionados que siempre fueron para uso como tierra forestal u otras categorías de	Nivel 2		

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
	tales (Crecimiento Bosque Nativo)	tierras convertidas en bosques hace más de 20 años (hipótesis por defecto) – Crecimiento.			

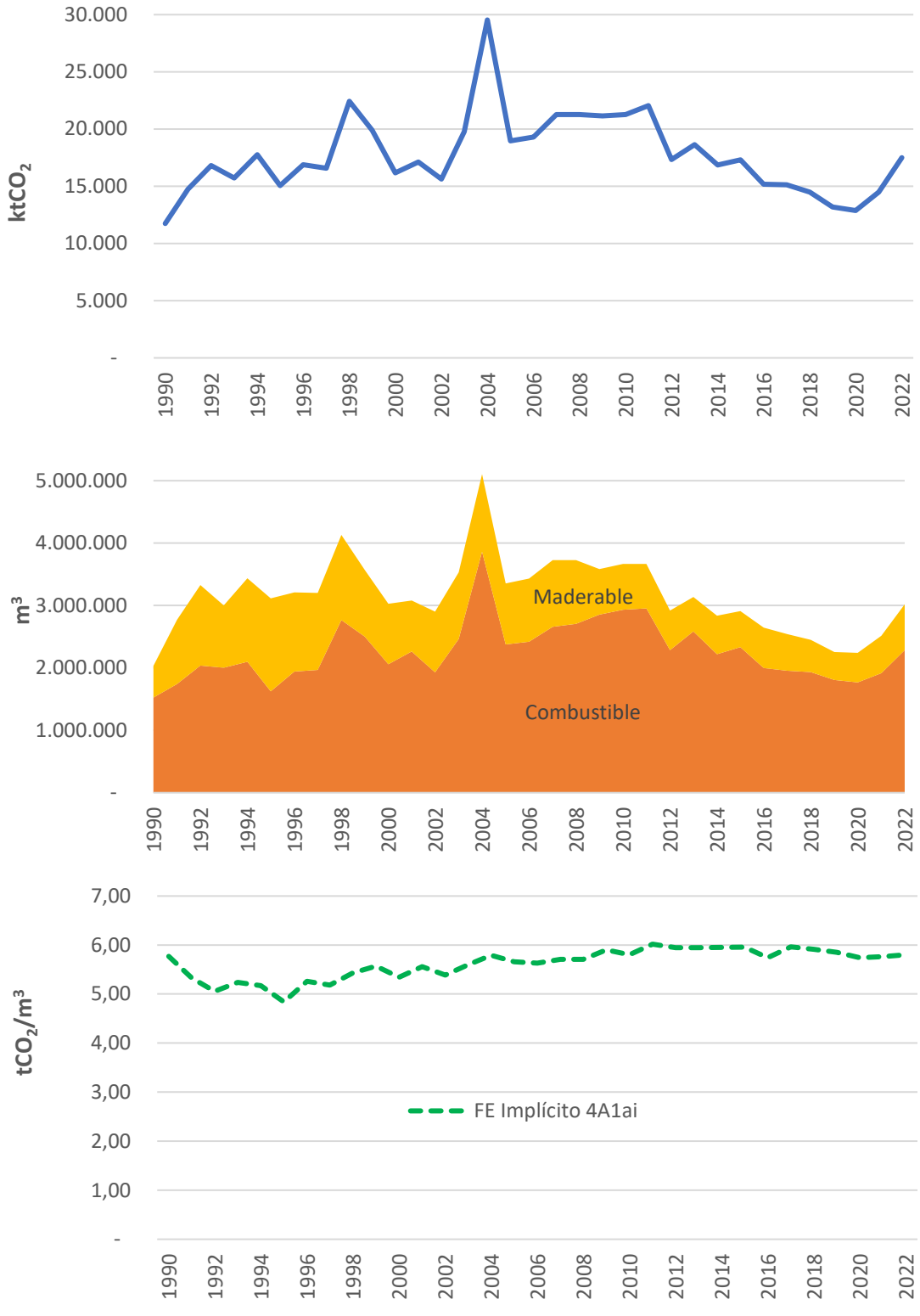
Fuente: Elaboración propia

Las emisiones provenientes de quemas de biomasa se reportan de forma separada en la categoría "4(IV)A1bi – Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)".

Tendencia de las emisiones de GEI

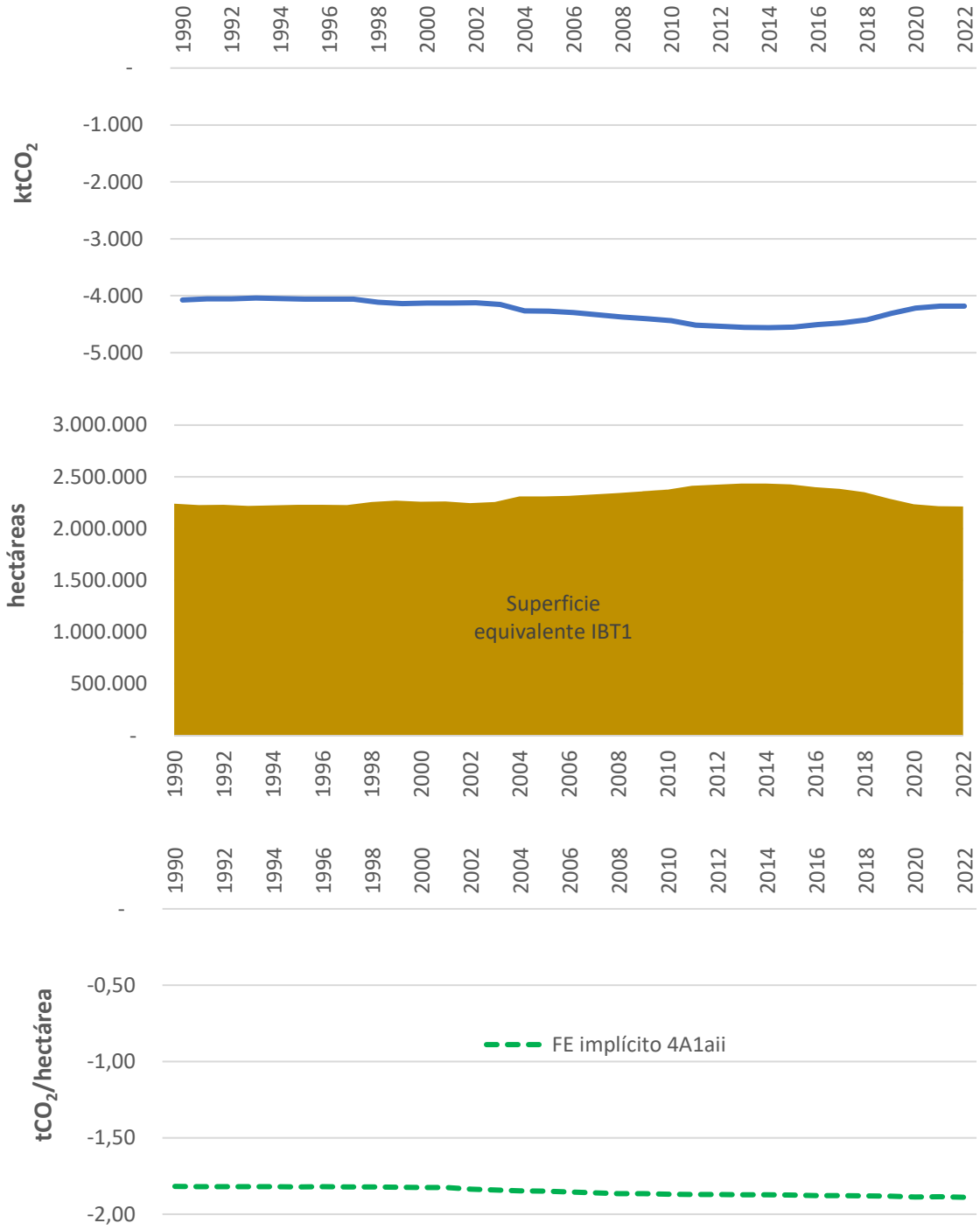
La tendencia de las emisiones y absorciones se encuentra relacionada a la variación de los DA. Desde el año 2011 se observa una constante disminución de las extracciones de productos maderables y combustibles de 3,7 millones de m^3 a 2,2 millones de m^3 en 2020. Esta tendencia se revierte en los últimos dos años, donde se observa un incremento en las extracciones respecto a la tendencia general, que se refleja en el aumento de emisiones de la categoría.

Figura 390. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4A1ai (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 391. Evolución de la tendencia de absorciones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4A1aii (1990-2022)

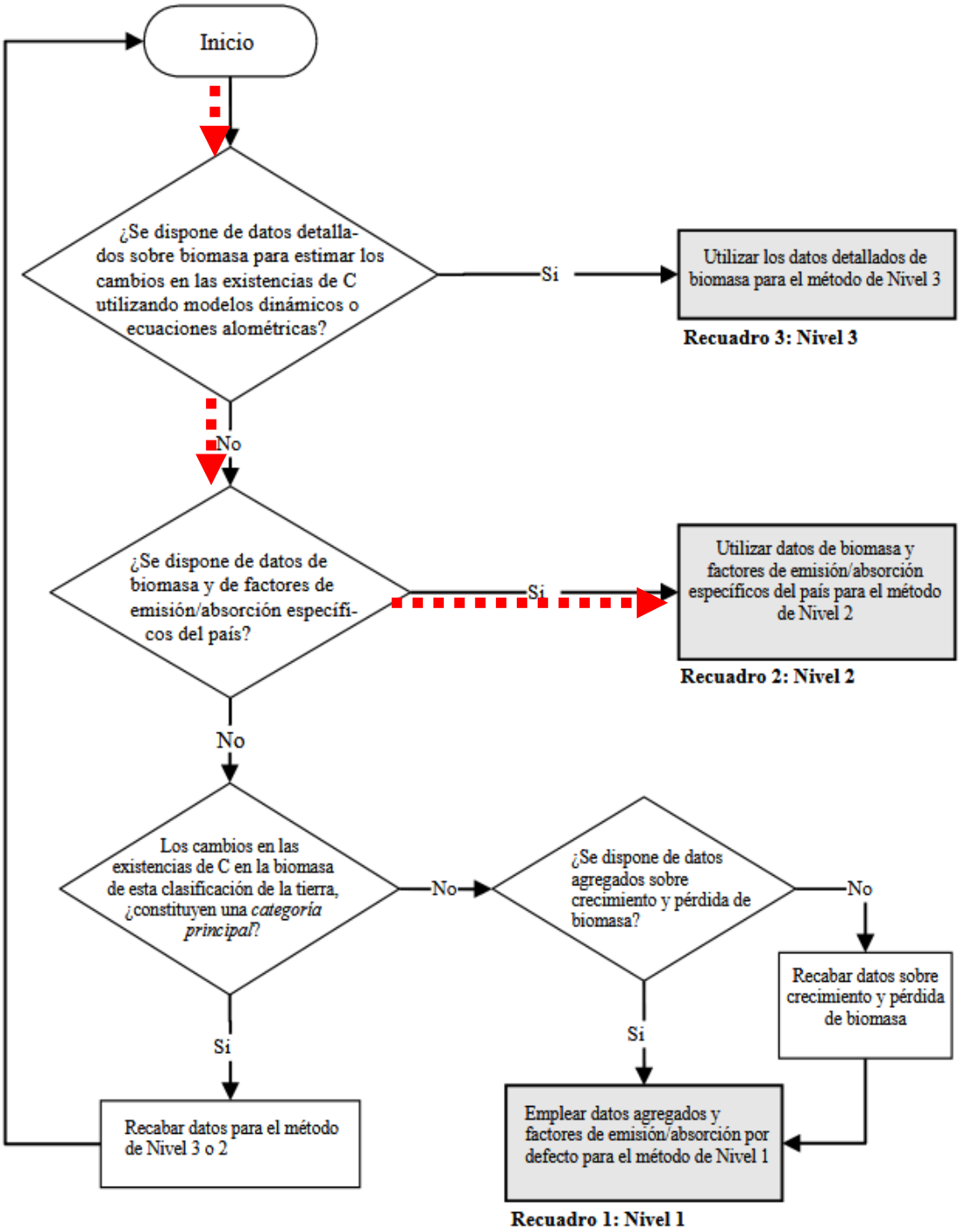


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 101. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa en una categoría de uso de la tierra



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con datos de biomasa y de factores de emisión/absorción específicos por lo que se calculan las emisiones con un método de cálculo Nivel 2. La estimación del cambio en las existencias de carbono en la biomasa se realizó utilizando la ecuación 2.7 de las Directrices del IPCC de 2006.

Remoción: Las emisiones producidas por la remoción de bosque nativo se calculan sumando las pérdidas anuales de carbono debidas a la remoción de bosques ($L_{remoción\text{-}bosque}$), a la remoción de madera combustible ($L_{madera\text{-}combustible}$) y a otras pérdidas anuales de carbono ($L_{perturbación}$). Este último término no se considera por falta de información sobre plagas y porque los incendios forestales están contabilizados en la categoría "4(IV)A1b1 – Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)". En la siguiente tabla se encuentran listadas las ecuaciones utilizadas para calcular la reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra.

Tabla 787. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 4A1ai – Tierras forestales que permanecen como tales (Remoción Bosque Nativo)

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$L_{madera\text{-}combustible}$	Pérdida anual de carbono en la biomasa por remociones de madera combustible	Pérdida anual de carbono en la biomasa debida a remoción de madera combustible.	IPCC 2006 – Ecuación 2.13	tC/año
$L_{remoción\text{-}bosque}$	Pérdida anual de carbono en la biomasa por remociones de bosques	Pérdida anual de carbono en la biomasa debida a remoción de bosques.	IPCC 2006 – Ecuación 2.12	tC/año
ΔC_L	Reducción anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra (Método de diferencia de existencias)	Reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra.	IPCC 2006 – Ecuación 2.11	tC/año

Fuente: Elaboración propia

Para calcular $L_{remoción\text{-}bosque}$ y $L_{madera\text{-}combustible}$ se utilizan parámetros locales. El volumen anual de remoción de madera combustible de árboles enteros ($FG_{árboles}$) se calcula multiplicando la cantidad de madera combustible por un porcentaje auxiliar (% auxiliar estimación leña). El volumen anual de remoción de madera combustible como parte de árboles (FG_{parte}) se encuentra incluido dentro del factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa (incluida la corteza) ($BCEF_R$) de la madera maderable, no se encuentra explicitado en la fórmula.

Crecimiento: En la siguiente tabla se encuentran listadas las ecuaciones utilizadas para el cálculo del incremento anual de las existencias de carbono en biomasa de bosque nativo.

Tabla 788. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 4A1aii – Tierras forestales que permanecen como tales (Crecimiento Bosque Nativo)

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
ΔC_G	Incremento anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra	Incremento anual de las existencias de carbono en biomasa debido al crecimiento de biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra por tipo de vegetación y zona climática	IPCC 2006 – Ecuación 2.9	tC/año

Fuente: Elaboración propia

Factores de emisión

Se cuenta con datos de biomasa y de factores de emisión/absorción específicos por lo que se calculan las emisiones con un método de cálculo Nivel 2, detallado en Metodología.

Contenido de carbono

Los parámetros necesarios para la estimación de emisiones y absorciones se encuentran, por región forestal, en la siguiente tabla.

Tabla 789. Parámetros para la categoría 4A1a – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Nativo)

Definición	Acrónimo	Bosque Andino-Patagónico	Espinal	Monte	Parque Chaqueño	Selva Paranaense	Yungas (Selva Tucumano Boliviana)	Unidades	Fuente de información
Crecimiento	G_{TOTAL}	3,91	0,70	0,20	1,00	2,73	2,50	t/ha	TCN
Fracción de Carbono	CF	0,48	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47	%	FRA 2015[365]
Densidad	D	0,55	0,80	0,75	0,92	0,74	0,69	tMS/m^3	TCN
Tasa de renovación	TR	36	24	10	21	32	12	años	TCN
Factor de conversión y expansión de biomasa en cosecha	$BCEF_R$	1,20	4,34	1,78	3,83	1,53	2,05	tonelada biomasa removida/m^3 comercial	FRA 2015
Relación biomasa subterránea / aérea	R	0,24	0,23	0,32	0,28	0,24	0,24	adimensional	FRA 2015

Fuente: Elaboración propia

[365] Country Report (2015). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015. Informe Nacional. Argentina.

Datos de actividad

Extracción

Los datos de extracción de bosque nativo son provistos por el Programa Nacional de Estadística Forestal del Área competente de Bosques de la SSAmb a través del Anuario de Estadística Forestal de Especies Nativas, y se actualizan anualmente, por especie y producto.

Homologación de datos de actividad

Los datos de actividad requieren los siguientes ajustes para ser incorporados a las estimaciones:

- Homologación de unidades: La madera combustible, que es reportada en toneladas, es convertida a m^3. Esto se logra homologando valores, multiplicando las extracciones por 5 (para conversión a leña) para luego multiplicarlas por 0,7 (para conversión a base seca) y dividirlas por la densidad[366]. En el caso de la madera maderable ya se reporta en m^3, por lo cual no se le realiza una homologación de unidades. Si la estadística se llegara a reportar en otras unidades, las mismas se convierten para homogeneizar la carga de datos.
- Homologación de los tipos de aprovechamiento según la siguiente tabla.

Tabla 790. Homologación de tipos de aprovechamiento de bosque nativo

Tipo de aprovechamiento en documento origen	Tipo de aprovechamiento en INGEI
Desmonte	Desmonte
Plan de cambio de uso de suelo (ex desmonte)	Desmonte
Permisos menores	Permisos Menores
PM AF	PM (Aprovechamiento Forestal)
PM (Aprovechamiento Forestal)	PM (Aprovechamiento Forestal)
Conservación	PM (Conservación)
PM (Conservación)	PM (Conservación)
PM SP	PM (Silvopastoril)
PM (Silvopastoril)	PM (Silvopastoril)
S/D	Sin datos
Sin datos	Sin datos
Sin determinar	Sin determinar

Fuente: Elaboración propia

- Homologación de datos de departamento: según el departamento de cada extracción, se le asigna un código del INDEC para provincia y para departamento, y una región forestal (Bosque Andino-Patagónico, Espinal, Monte, Parque Chaqueño Seco, Parque Chaqueño Húmedo, Selva Paranaense, y Yungas (Selva Tucumano Boliviana). A los departamentos que no tienen una

[366] MinEM (2015). Balance Energético Nacional 2015.

región forestal definida, se los considera “No forestal” y se les asignan los parámetros de Monte.

La estadística del Área competente de Bosques de la SSAmb cuenta con el dato desagregado de la extracción de madera proveniente de desmonte a partir del año 2005 al 2022 inclusive.

Ajuste para evitar el doble conteo

La estadística forestal divide las extracciones de madera maderable y leña y carbón. Sin embargo, una fracción de la estadística de leña y carbón que puede ya estar incluida en la extracción de madera maderable; esto es así dado que al talar los árboles para extraer madera maderable una parte de la biomasa extraída (ramas de menor tamaño etc.) se utiliza para leña y carbón. Cuando se calculan las emisiones de la madera maderable, existe un factor ($BCEF_R$) que contabiliza esas ramas.

La leña y carbón derivada de la extracción de madera maderable se calcula por departamento según la siguiente ecuación.

Ecuación 41. Detalle de la ecuación utilizada para obtener la leña y carbón proveniente de la extracción de maderables de bosque nativo

$$\underset{de\ extrac.de\ madera_{x,a}}{Leña\ y\ carbón\ prov} = \sum_{i=1}^{P}\sum_{j=1}^{E} madera_{i,j,x,a} * \%\ vol\ com.(aprovechable\ como\ leña)_{\ z \supset x}$$

$Leña\ y\ carbón\ de\ prov.de\ extrac.de\ madera_{x,a}$= Leña y carbón proveniente de la extracción de maderables en el departamento *x* en el año *a* (m^3)

$Madera_{i,j,x,a}$= Madera maderable del producto maderable *i* de la especie *j* en el departamento *x* en el año *a* (m^3)

$\%\ vol\ com.(aprovechable\ como\ leña)_{z \supset x}$= Porcentaje de volumen comercial de leña y cabrón proveniente de extracción de madera maderable en la región forestal *z* que contiene al departamento *x* (%)

x: departamento

z: región forestal

a: año

i: productos maderables

j: especies

El resultado de dicha ecuación se la compara con la estadística de leña y carbón oficial, y luego se realiza el ajuste según los siguientes criterios

- Si la leña y carbón proveniente de la extracción de maderables es menor que el valor oficial: $L_{madera\text{-}combustible.}$ se calcula como la diferencia entre el valor de leña y carbón oficial y el proveniente de la extracción de maderables. Se asume que dicho resultado es la leña y carbón proveniente de aprovechamiento exclusivo.

Se asume que la extracción de leña y carbón proveniente de la extracción de maderables ya está incluida en el cálculo del $BCEF_R$ y por ende no se toma en cuenta para la estimación de emisiones.

- Si la leña y carbón proveniente de la extracción de maderables es mayor que el valor oficial: quiere decir que la leña y carbón de ese departamento proviene de la extracción de maderables por lo cual el $L_{madera\text{-}combustible}$ es igual a cero ya está incluida en el cálculo del $BCEF_R$.

El porcentaje de volumen comercial se estima de la resta entre el volumen comercial de aquellas partes del árbol hasta 10 cm^3 y el volumen comercial de partes del árbol maderables. Al resultado de la resta se lo divide por el volumen comercial de partes del árbol maderables (ver siguiente ecuación). Ambos volúmenes son provistos por el área técnica y se encuentran en m^3/ha. El resultado es el porcentaje de partes del árbol hasta 10 cm^3 obtenida de la madera maderable.

Ecuación 42. Detalle de la ecuación utilizada para obtener el porcentaje de partes del árbol hasta 10 cm^3 de la madera maderable por región de bosque nativo

$$\%\,Vol\ comercial\ (aprov\ como\ leña)_z = \frac{Vol\ Com.\ (Vb\ 10\ cc)_z - Vol\ Com.\ (para\ prod\ madera)_z}{Vol\ Com.\ (para\ prod.madera)_z}$$

$\%\,Vol\ comercial\ (aprov\ como\ leña)$: Porcentaje de partes del árbol hasta 10 cm^3 obtengo de la madera maderable de la región forestal *z* (%)

$Vol\ Com.\ (Vb\ 10\ cc)$: Volumen comercial de aquellas partes del árbol hasta 10 cm^3 de la región forestal *z* (m^3/ha)

$Vol\ Com.\ (para\ prod.madera)$: Volumen comercial de partes del árbol maderables de la región forestal *z* (m^3/ha)

z: región forestal

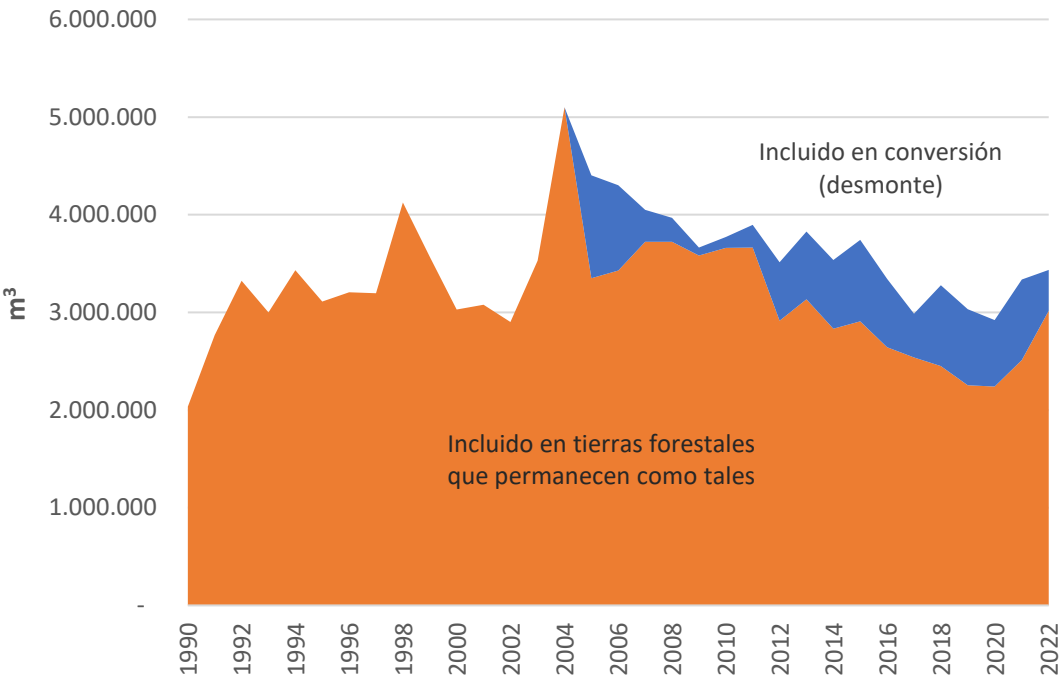
Tabla 791. Parámetros para estimar la leña y carbón proveniente de extracción de maderables de bosque nativo

Definición	Bosque Andino-Patagónico	Espinal	Monte	Parque Chaqueño	Selva Paranaense	Yungas	Unidades	Fuente de información
Volumen comercial	140,30	16,40	10,42	20,70	86,46	30,50	t/ha	FRA 2015
Volumen comercial (Vb10cc)	475,33	25,49	25,49	33,73	169,70	100,34	m^3/ha	FRA 2015
Volumen comercial (para productos maderable)	255,91	20,69	20,69	22,55	116,92	44,03	m^3/ha	FRA 2015

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se observa la evolución de la extracción proveniente de bosque nativo. Es importante destacar que para el período 1990-2005 se reporta la extracción de forma conjunta, tanto proveniente del aprovechamiento de tierras forestales que permanecen como tales como de tierras desmontadas. A partir del año 2005 se cuenta con estadísticas desagregadas.

Figura 392. Evolución de la extracción proveniente de bosque nativo (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Los datos de actividad para el año 2022 se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 792. Valores de la extracción de madera maderable y madera combustible de bosque nativo (2022)

Tipo	Extracciones (m^3)
Maderables	732.925
Combustibles	2.282.536
Total	3.015.460

Fuente: Elaboración propia

Crecimiento

El DA para el cálculo del crecimiento es la "superficie equivalente acumulada" que se considera en crecimiento. Esta superficie se estima en base a las extracciones forestales (maderables y leña y carbón exclusivas), considerando los años que requiere cada región forestal para renovarse.

Superficie equivalente acumulada

Se calcula en base a la madera extraída desde el año de reporte menos la tasa de renovación de la región forestal. Se calculó la serie temporal previa al año 1990, tomando la superficie promedio del periodo 1990 a 1999 constante hasta el correspondiente de acuerdo con la región forestal.

Para el cálculo de la superficie equivalente intervenida se utiliza el dato de combustible equivalente leña proveniente de aprovechamiento exclusivo. Como el combustible equivalente leña se encuentra en m^3, se multiplica por la densidad para pasarlo a toneladas. Los m^3 de madera extraída también se los multiplica por la densidad para pasarlos a toneladas. Ambos datos se suman y se dividen por el volumen comercial para obtener la estimación de superficie equivalente intervenida (ecuación siguiente).

Ecuación 43. Detalle de la ecuación utilizada para la superficie equivalente intervenida de bosque nativo

$$Sup\ Eq\ Intervenida_{i,k,j,x,a} = \frac{(Comb\ eq\ leña_{k,j,x,a} * D_j) + (H_{i,j,x,a} * D_j)}{Volumen\ comercial_{z \supset x}}$$

$Sup\ Eq\ Intervenida_{i,k,j,x,a}$: Superficie necesaria para extraer madera de los productos maderables *i* y los productos combustibles *k* de la especie *j* en el departamento *x* en el año *a* (ha)

$Comb\ eq\ leña_{k,j,x,a}$: Madera combustible del producto combustible *k* de la especie *j* en el departamento *x* en el año *a* (m^3)

$H_{i,j,x,a}$: Madera maderable del producto maderable *i* de la especie *j* en el departamento *x* en el año *a* (m^3)

D: Densidad de la especie *j* (tMS/m^3)

$Volumen\ comercial_{z \supset x}$: Porcentaje del volumen comercial en la región forestal *z* que contiene al departamento *x* (toneladas/ha)

x: departamento

a: año

j: especie

i: productos maderables

k: productos combustibles

z: región forestal

La superficie equivalente intervenida representa la superficie que debió existir para extraer la leña y madera extraída. Cabe destacar que no se suma aquella madera proveniente de desmonte. Si hubo desmonte las emisiones por extracción se incluyen en las emisiones por cambio de uso de la tierra.

Una vez estimada la superficie equivalente intervenida, se calcula la superficie equivalente anual para cada año, por provincia y región forestal (siguiente ecuación). Se suman todos los departamentos de determinada región dentro de una provincia.

Ecuación 44. Detalle de la ecuación utilizada para la superficie equivalente anual de bosque nativo

$$Sup.\ eq\ anual_{prov,z,a} = \sum_{\substack{x \in Prov \\ \wedge\ x \in z}} \sum_{i=1}^{P} \sum_{k=1}^{C} \sum_{j=1}^{E} Sup\ eq\ intervenida_{i,k,j,x,a}$$

$Sup.\ eq\ anual_{prov,z,a}$: Superficie equivalente anual en la provincia *Prov* en la región forestal *z* y en el año *a* (ha)

$Sup\ eq\ intervenida_{i,k,j,x,a}$: Superficie necesaria para extraer madera de los productos maderables *i* y los productos combustibles *k* de la especie *j* en el departamento *x* en el año *a* (ha)

x: departamento

a: año

j: especie

i: productos maderables

k: productos combustibles

z: región forestal

Prov: provincia

Para obtener la superficie equivalente acumulada por año, provincia y región forestal se suman las superficies equivalentes anuales según la tasa de renovación (ecuación siguiente). La superficie equivalente acumulada es la que se utiliza para los cálculos de absorciones.

Ecuación 45. Detalle de la ecuación utilizada para la superficie equivalente acumulada de bosque nativo

$$Sup.\ eq\ acumulada_{Prov,z,a} = \sum_{a=}^{Ainv} \underset{Ainv-(TR_z-1)}{} Sup\ eq\ anual_{prov,z,a}$$

$Sup.eq\ acumulada_{Prov,z,a}$: La superficie equivalente acumulada en la provincia *Prov*, en la región *z* en el año *a* (ha)

$Sup\ eq\ anual_{prov,z,a}$: Superficie equivalente anual en la provincia *Prov* en la región forestal *z* y en el año *a* (ha)

Prov: provincia

z: región forestal

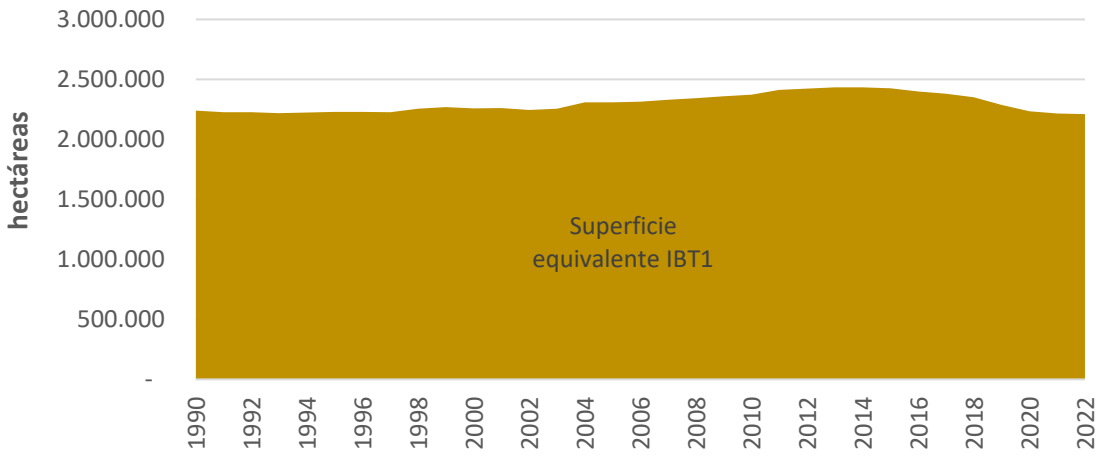
a: año

Ainv: año de inventario

TR_z: Tasa de renovación de la región *z* (años)

En la figura a continuación se observa la evolución de la superficie equivalente acumulada de bosque nativo y en la tabla siguiente se encuentran los valores de dicha superficie para el año 2022.

Figura 393. Evolución de la superficie equivalente acumulada de bosque nativo (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 793. Valores de superficie equivalente acumulada de bosque nativo (2022)

Región Forestal	Superficie equivalente acumulada (ha)
Bosque Andino-Patagónico	22.853
Espinal	110.856
Monte	8.912
No Forestal	1
Parque Chaqueño Húmedo	534.163
Parque Chaqueño Seco	1.450.874
Selva Paranaense	67.484
Yungas	17.140
Total	2.212.283

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 794. Incertidumbres de la categoría 4A1a – Tierras forestales (2022)

Código Categoría	Incertidumbre combinada CO_2	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
4A1a	41,22%	1,87E-04	4,9%	0,1%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realiza utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada fuente de emisión se aplican las incertidumbres por defecto, adoptando valores promedio para los casos de intervalos no simétricos. Además, en el cálculo de las incertidumbres combinadas, intervienen otros parámetros, diferenciados según se calcule la incertidumbre asociada a la extracción forestal o al crecimiento de los bosques nativos, tal como se detalla en las tablas a continuación.

Tabla 795. Parámetros de Bosque Nativo asociados a la Remoción (4A1ai)

Incertidumbre DA (m^3)	Incertidumbre BCEFr	Incertidumbre %C
10%	30%	4%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 796. Parámetros de Bosque Nativo asociados al Crecimiento (4A1aii)

Incertidumbre DA (ha)	Incertidumbre Crecimiento	Incertidumbre %C
5%	30%	4%

Fuente: Elaboración propia

Control de Calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[367], se realizaron controles de calidad de los DA, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Controlar que para cada año la suma de las extracciones de todos los productos sea igual al total país.
- Controlar que el total de las extracciones cargadas en la hoja de trabajo sea igual al total reportado en la estadística del proveedor de datos del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema fue resuelto.
- Controlar que el valor de la serie temporal para extracciones y superficies sea consistente.
- Indicador: se agruparon las emisiones de la siguiente manera:

  En primer lugar, se analizan las emisiones de madera combustible por tipo de aprovechamiento. Luego se agrupan las emisiones de madera combustible proveniente de desmonte y no proveniente de desmonte.
  De igual forma se comparan las emisiones provenientes de madera maderable por tipo de aprovechamiento (proveniente de desmonte en comparación con otros tipos de aprovechamiento).
  Por último, se analiza la superficie equivalente intervenida por región forestal.

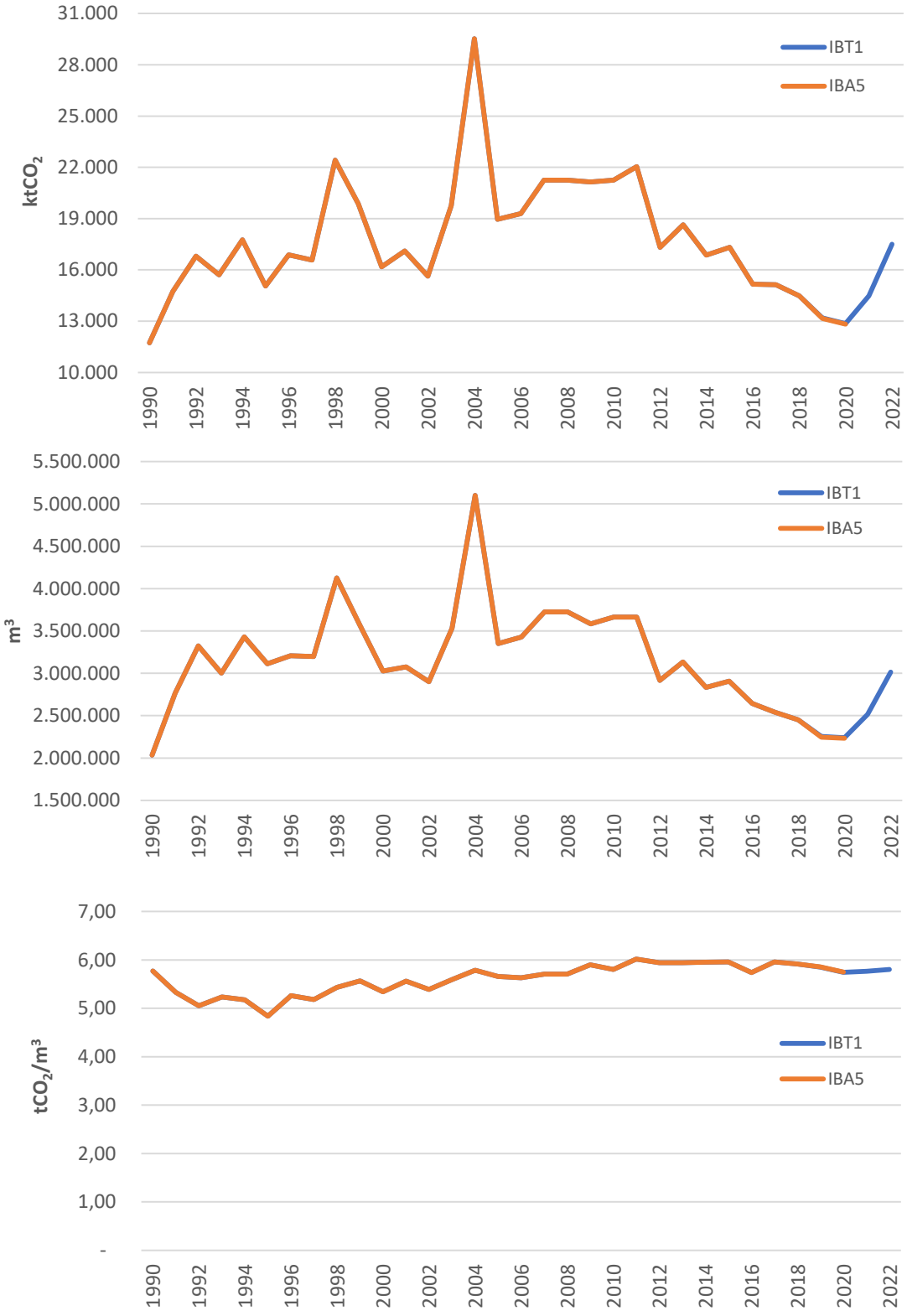
- Analizar si existen cambios en las tendencias no explicables por cuestiones coyunturales.

Recálculo y Mejoras

Se realizaron ajustes en la serie temporal. En el cálculo del INGEI 2022 se tomaron valores promedio de extracciones forestales para los años 2021 y 2022 de las provincias de Rio Negro y Chubut. No existen diferencias en las series porque no hubo modificaciones en los DA, FE ni parámetros en el período 1990-2022.

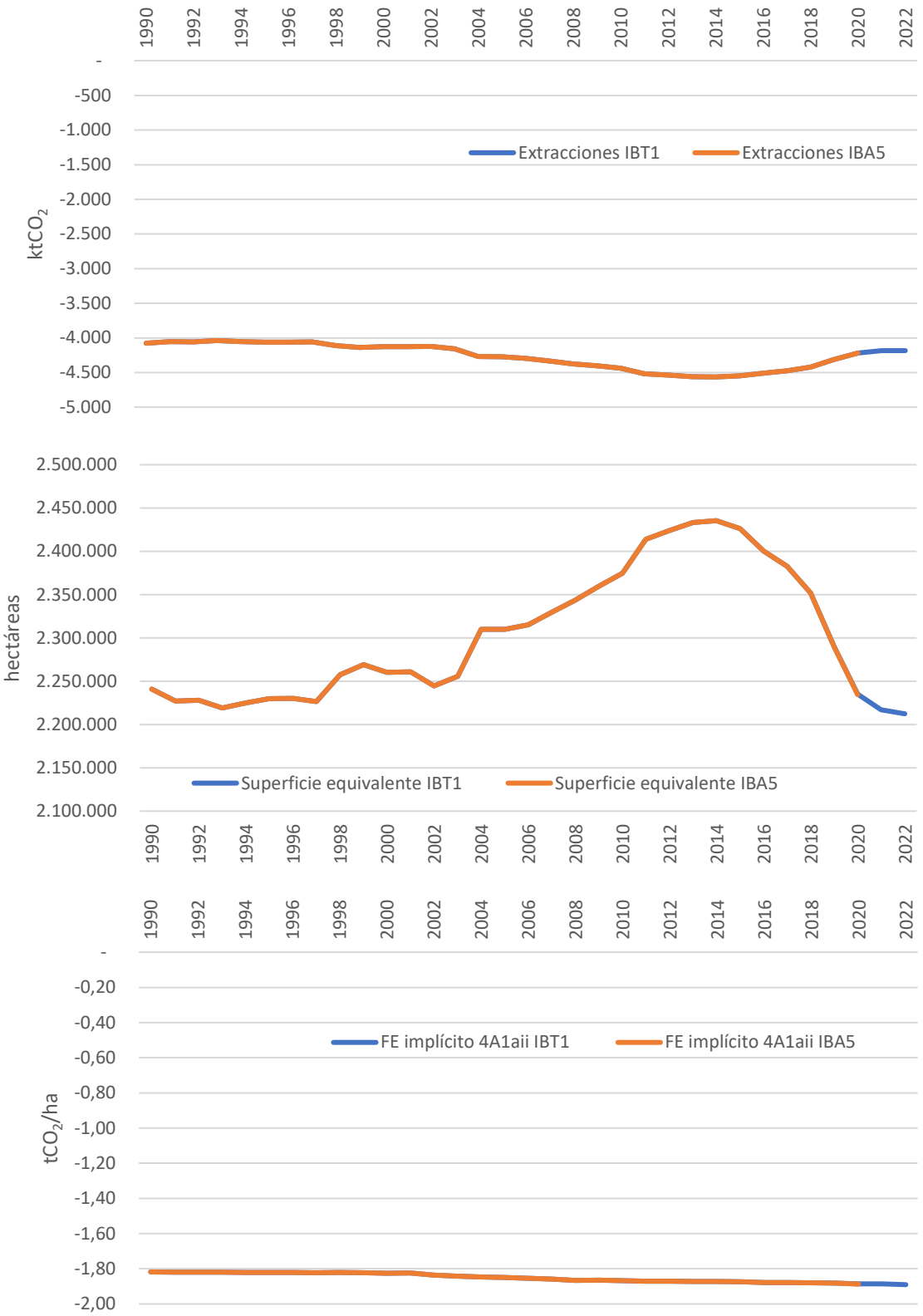
[367] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 394. Comparativa de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 4A1ai (1990-2022).



Fuente: Elaboración propia

Figura 395. Comparativa de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 4A1aii (1990-2022).



Fuente: Elaboración propia

Tierras forestales que permanecen como tales - Bosque Cultivado- (4A1b)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría 4A1b – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado).

Tabla 797. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4A1b – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado)

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3B1aii_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hoja de trabajo:	3B1aii_HT_1990-2022_00
Incertidumbres:	3B1_IN_2022_00 3B1aii_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad:	3B1aii_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas. La categoría "4A1b – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado)" es la agregación (suma) de las categorías 4A1bi y 4A1bii.

Tabla 798. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O y sumideros de CO_2– 4A1b – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado)

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
4A1b	Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado)	Emisiones y absorciones de plantaciones gestionados que siempre fueron para uso como tierra forestal u otras categorías de tierras convertidas en bosques hace más de 20 años (hipótesis por defecto).	Nivel 2		
4A1bi	Tierras forestales que permanecen como tales (Remoción Bosque Cultivado)	Emisiones y absorciones de plantaciones gestionados que siempre fueron para uso como tierra forestal u otras categorías de tierras convertidas en bosques hace más de 20 años (hipótesis por defecto) – Remoción	Nivel 2		
4A1bii	Tierras forestales que permanecen como tales (Crecimiento Bosque Cultivado)	Emisiones y absorciones de plantaciones gestionados que siempre fueron para uso como tierra forestal u otras categorías de tierras convertidas en bosques hace más de 20 años (hipótesis por defecto) – Crecimiento	Nivel 2		

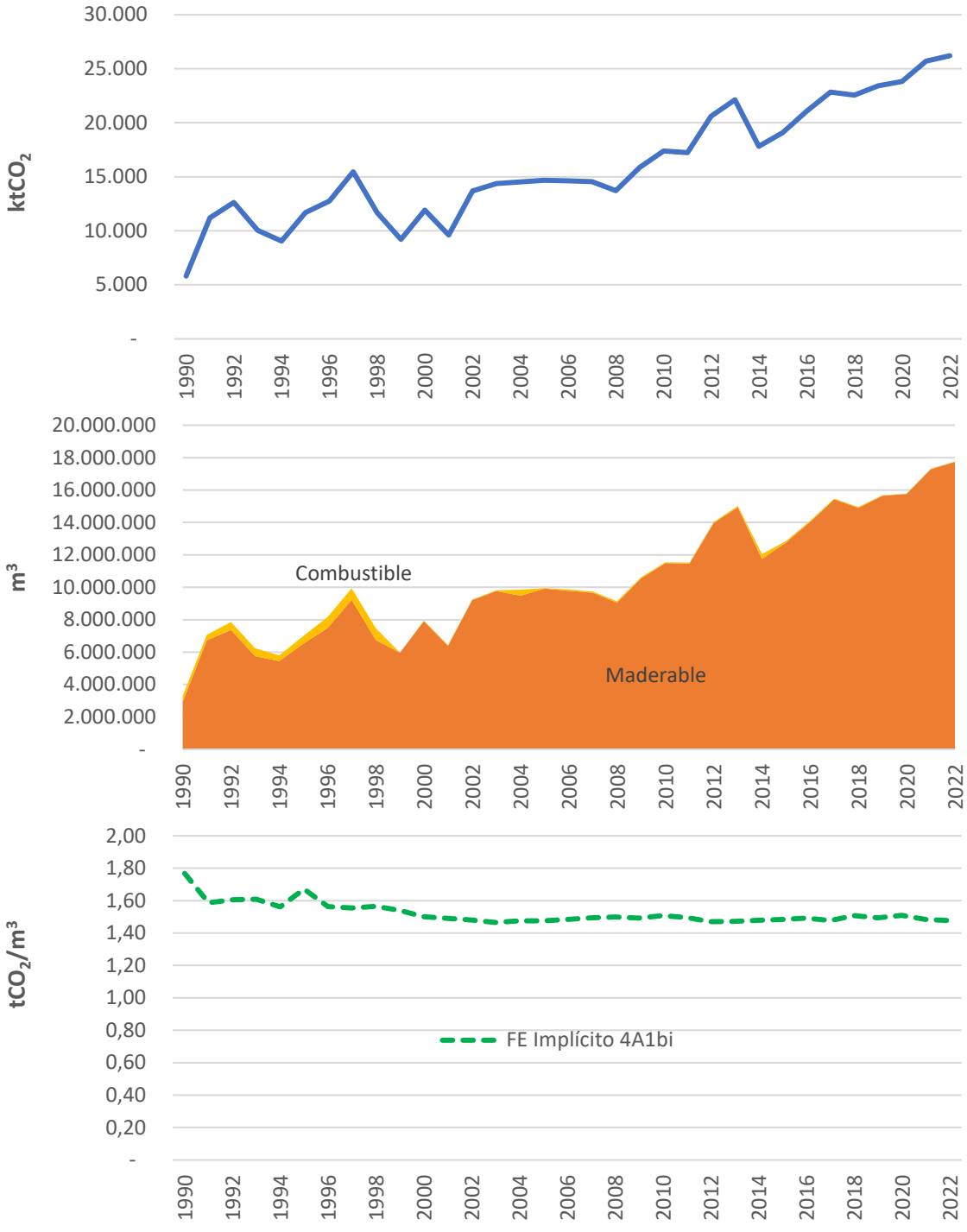
Fuente: Elaboración propia

Las emisiones provenientes de las quemas de biomasa se reportan en forma separada en la categoría “4(IV)A1bii– Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado)”.

Tendencia de las emisiones de GEI

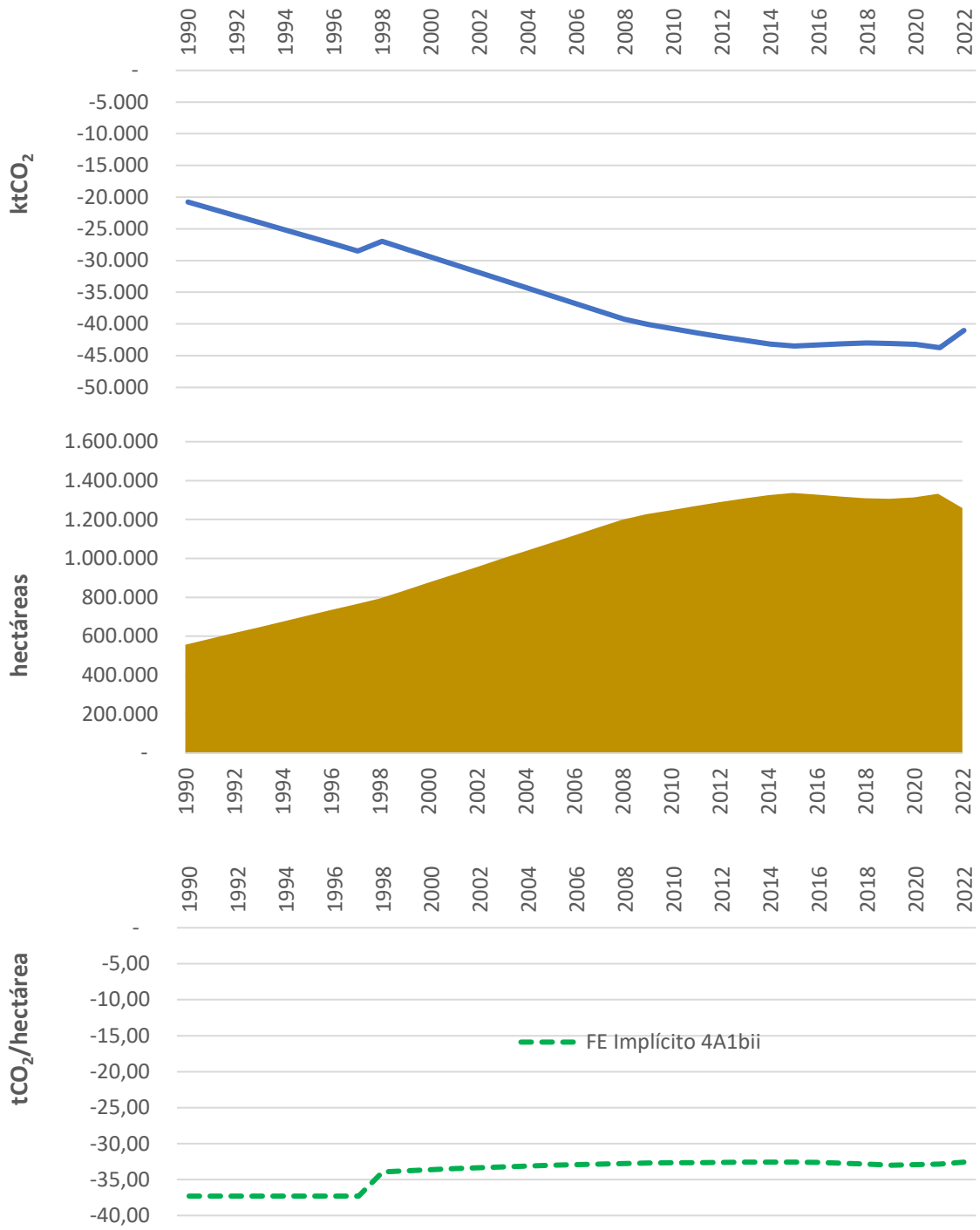
La tendencia de las emisiones y absorciones se encuentra relacionada a la variación de los DA. Se observa un aumento en las extracciones totales desde el año 2014 y la superficie de bosque cultivado oscilando desde el año 2013 hasta 2021 en valores entre 1,307 y 1,335 millones de ha. Particularmente en 2021 y 2022, las extracciones superaron el máximo histórico de 17 millones de m^3 mientras que en 2022 la superficie de bosque cultivado fue inferior a 1,3 millones de ha.

Figura 396. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión 4A1bi (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 397. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión 4A1bii (1990-2022)

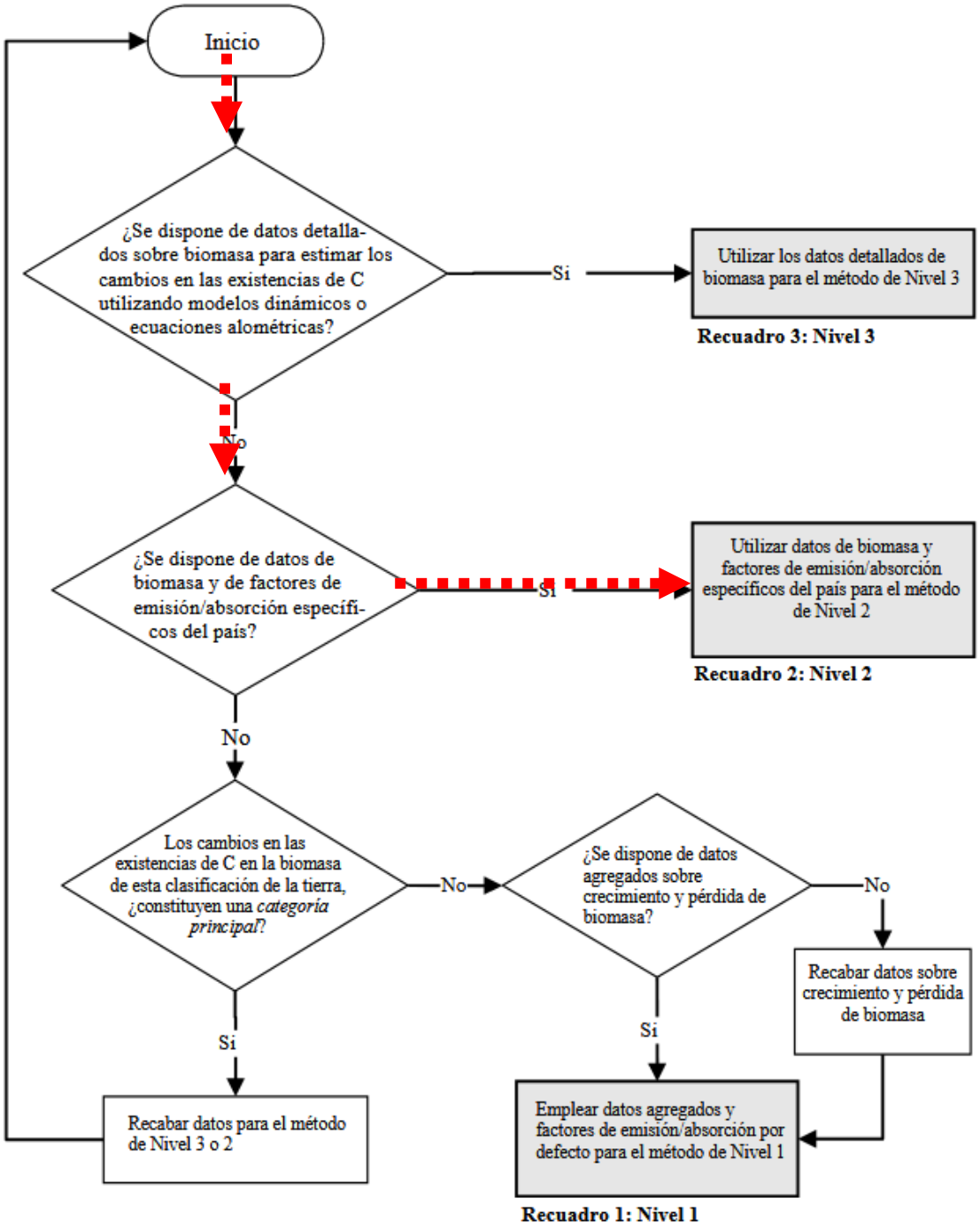


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 102. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa en una categoría de uso de la tierra



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se cuenta con datos de biomasa y de factores de emisión/absorción específicos por lo que se calculan las emisiones con un método de cálculo Nivel 2. La estimación

del cambio en las existencias de carbono en la biomasa se realizó utilizando la ecuación 2.7 de las Directrices del IPCC de 2006. Los cálculos se realizan por provincia y grupo de especies. Éstos últimos están conformados de la siguiente forma:

- Coníferas: Pinos
- Eucaliptos: Eucaliptos
- Salicáceas: Álamos y Sauces
- Otras: Toona, Paraíso, Olmo, Nogal, Kiri, Grevilea, Fresno, Ciprés, Arce, Araucaria, Acacia negra, Acacia blanca, Acacia, entre otras.

Remoción: Las emisiones producidas por la remoción de bosque cultivado se calculan sumando las pérdidas anuales de carbono debidas a la remoción de bosques ($L_{remoción\text{-}bosque}$), a la remoción de madera combustible ($L_{madera\text{-}combustible}$), y a otras pérdidas anuales de carbono ($L_{perturbación}$). Este último término no se considera por falta de información sobre plagas y porque los incendios forestales están contabilizados en la categoría "4(IV)A1b2 – Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado)". Las remociones maderables (H) excluyen a las extracciones de leña y carbón ya que éstas se consideran como madera combustible.

El FG_{parte} toma un valor de 0 ya que se asume que se cosecha todo el árbol. El $FG_{árboles}$ es compuesto únicamente de leña y carbón, reportado en el documento de base en toneladas. Para estimar el $FG_{árboles}$ primero se convierte el carbón (tonelada) en leña (tonelada), al multiplicar la extracción de carbón por 5[368]. Luego, como se asume que la madera verde tiene un 30% de humedad, se multiplica la suma de leña y carbón en su equivalente de leña por 0,7. De esta forma se tiene toda la extracción de madera combustible como madera seca. Por último, al valor se lo divide por su densidad para que los datos se encuentren en m^3. En la tabla a continuación se encuentran las ecuaciones utilizadas para calcular la reducción anual de las existencias de carbono debido a la pérdida de biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra.

Tabla 799. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 4A1bi – Tierras forestales que permanecen como tales (Remoción Bosque Cultivado)

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$L_{madera\text{-}combustible}$	Pérdida anual de carbono en la biomasa por remociones de madera combustible	Pérdida anual de carbono en la biomasa debida a remoción de madera combustible.	IPCC 2006 – Ecuación 2.13	tC/año

[368] MinEM (2015). Balance Energético Nacional 2015. Documento Metodológico.

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
$L_{remoción-bosque}$	Pérdida anual de carbono en la biomasa por remociones de bosques cultivados	Pérdida anual de carbono en la biomasa debida a remoción de bosques cultivados.	IPCC 2006 – Ecuación 2.12	tC/año
ΔC_L	Reducción anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra (Método de diferencia de existencias)	Reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra.	IPCC 2006 – Ecuación 2.11	ton C/año

Fuente: Elaboración propia

Crecimiento: En la siguiente tabla se muestran las ecuaciones utilizadas para el cálculo del incremento anual de las existencias de carbono en biomasa de bosque cultivado.

Tabla 800. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 4A1bii – Tierras forestales que permanecen como tales (Crecimiento Bosque Cultivado)

Variable	Nombre	Definición	Ecuación / Fuente de información	Unidades
G_{TOTAL}	Incrementos anuales promedio de la biomasa	Incremento promedio anual de la biomasa aérea y subterránea	IPCC 2006 – Ecuación 2.10	tMS/ ha/año
ΔC_G	Incremento anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra	Incremento anual de las existencias de carbono en biomasa debido al crecimiento de biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra por tipo de vegetación y zona climática	IPCC 2006 – Ecuación 2.9	tC/año

Fuente: Elaboración propia

Factores de emisión

Se cuenta con datos de biomasa y de factores de emisión/absorción específicos por lo que se calculan las emisiones con un método de cálculo Nivel 2.

Contenido de carbono

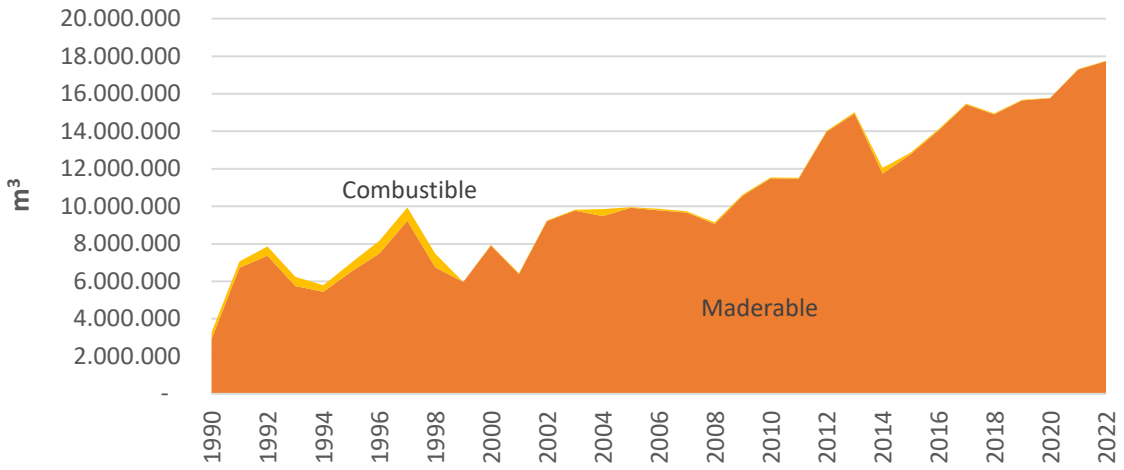
Los parámetros necesarios para la estimación de emisiones y absorciones varían según provincia y grupo de especie. Los valores a lo largo de la serie temporal se

encuentran en el Anexo Parámetros locales de bosque cultivado. Los valores del turno de corta (TC), densidad (D) e incremento anual neto promedio (I_V) provienen de fuentes locales o dictamen experto. El turno de corta se utiliza para elegir los valores por defecto del factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones ($BCEF_R$) y del factor de conversión y expansión de biomasa en crecimiento ($BCEF_I$) en las Directrices del IPCC de 2006. Los valores de la relación biomasa aérea/biomasa subterránea para cosecha (R_R), la relación biomasa aérea/biomasa subterránea para crecimiento (R_I) y la fracción de carbono de materia seca (CF) son por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Para más información consultar el Anexo.

Datos de actividad

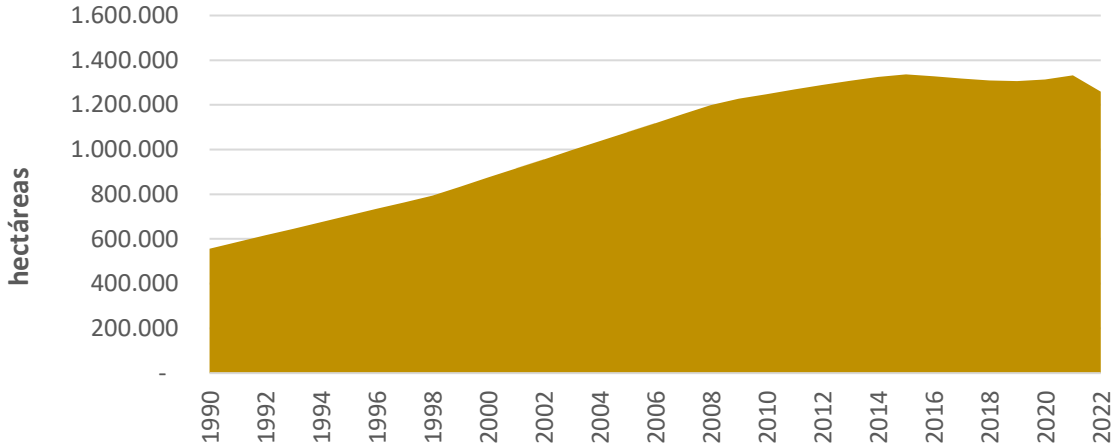
La superficie y extracción del bosque cultivado es reportada por el Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP a nivel departamental y por grupo de especie. La superficie forestal surge de imágenes satelitales y de los planes de promoción forestal, y es actualizada a medida que se realizan los monitoreos e inventarios forestales. Los datos de extracción se actualizan anualmente. El detalle de la serie temporal de la superficie se encuentra en la sección de RCT. La evolución de las extracciones y de la superficie se encuentra en las figuras a continuación.

Figura 398. Evolución de la extracción proveniente de bosque cultivado (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 399. Evolución de la superficie de bosque cultivado (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se presentan los valores de datos de actividad para el año 2022.

Tabla 801. Extracción de madera maderable y combustible de bosque cultivado (2022)

Tipo	Extracción (m^3)
Maderables	17.733.123
Combustibles	18.068

Fuente: Elaboración propia

Tabla 802. Valores de la superficie de bosque cultivado (2022)

Grupo de especies	Superficie (hectáreas)
Coníferas	768.124
Eucaliptos	324.168
Salicáceas	66.698
Otras	100.550

Fuente: Elaboración propia

Datos faltantes: En el caso de que la provincia y/o grupo de especies no presente la información actualizada al año del inventario, y sólo se pueda identificar un dato de la serie temporal, se asume ese valor como constante.

En el caso de que la provincia y/o grupo de especies presente más de un dato actualizado, se realiza una extrapolación lineal según la siguiente ecuación para obtener el dato faltante correspondiente al año del inventario.

Ecuación 46. Fórmula utilizada para estimar la superficie forestal de bosque cultivado en años con datos ausentes

$$Sup\ año(t) = \frac{sup\ año_{t-1} + (sup\ año_{base} - \sup año_{t-1})}{año_{base} - año_{t-1}}$$

$Sup\ año(t)$: superficie del año con dato faltante (ha)

$sup\ año_{t-1}$: superficie del año anterior al año con dato faltante (ha)

$sup\ año_{base}$: superficie del año más cercano al año con dato faltante, cuya fuente es conocida (ha)

$año_{base}$: año más cercano al año con dato faltante, cuya fuente es conocida

Análisis de incertidumbre

Tabla 803. Incertidumbres de la categoría 4A1b – Tierras forestales (2022)

Código Categoría	Incertidumbre combinada CO_2	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
4A1b	79,31%	8,61E-04	-5,4%	0,4%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realiza utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplican las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006, adoptando valores promedio para los casos de intervalos no simétricos.

Además, en el cálculo de las incertidumbres combinadas, intervienen otros parámetros, diferenciados según se calcule la incertidumbre asociada a la extracción forestal o al crecimiento de los bosques cultivados. Las incertidumbres asociadas a R_R en la remoción y a R_I en el crecimiento, son estimadas según provincia y especie. El resto de los parámetros fueron estimados según valores por defecto de las guías del IPCC 2006.

Tabla 804. Parámetros de Bosque Cultivado asociados a la Remoción (4A1bi)

Incertidumbre DA (m^3)	Incertidumbre BCEFr	Incertidumbre Rr	Incertidumbre %C
10%	30%	2% - 56% - 58%	4%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 805. Parámetros de Bosque Cultivado asociados al Crecimiento (4A1bii)

Incertidumbre DA (ha)	Incertidumbre Crecimiento neto	Incertidumbre BCEFr	Incertidumbre Ri	Incertidumbre %C
5%	30%	30%	Rango de 2% a 100%	4%

Fuente: Elaboración propia

Control de Calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[369], se realizaron controles de calidad de los DA, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

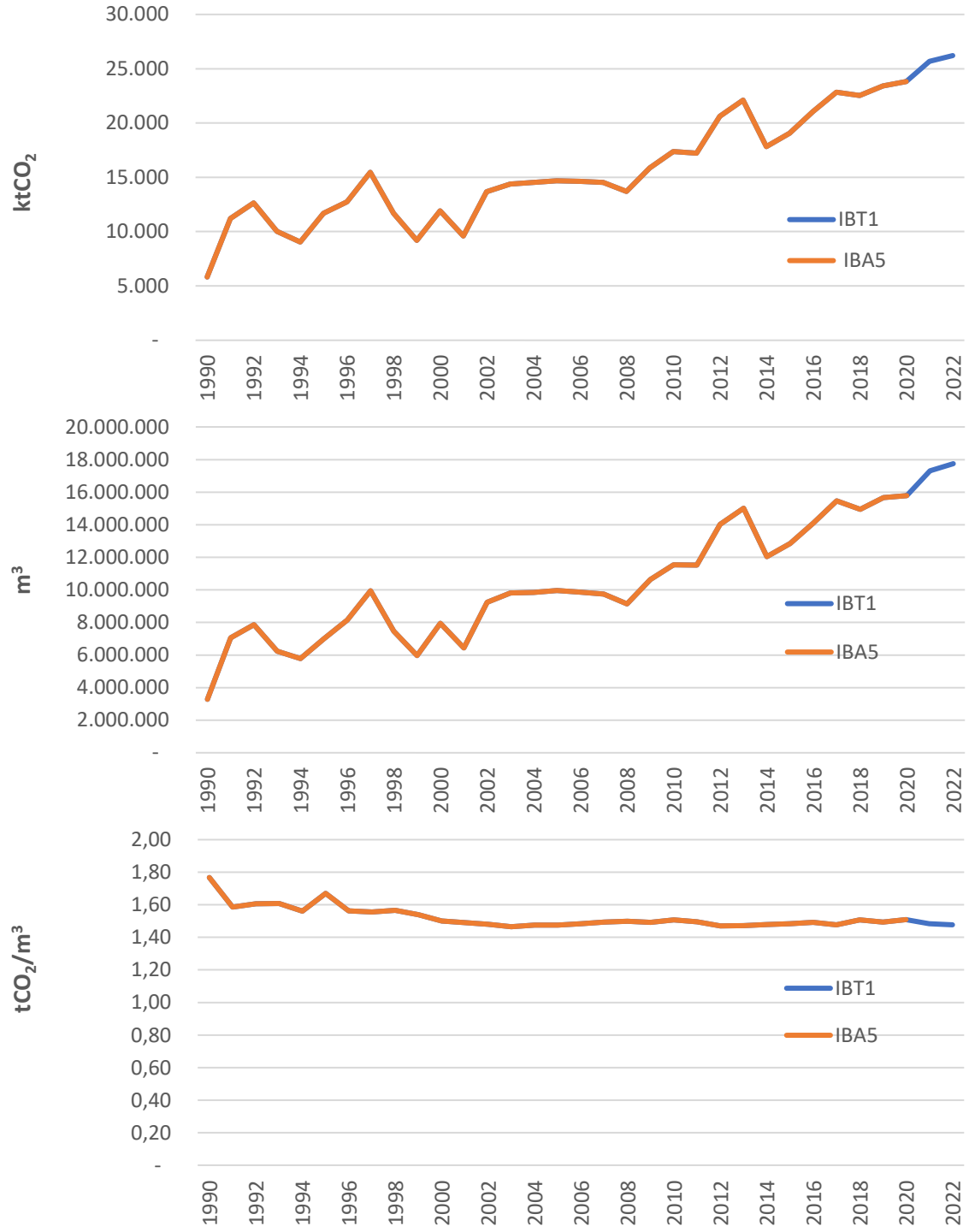
- Controlar que, para cada año de la serie temporal, el total de la sumatoria de la superficie de los grupos de especies por provincia sea igual al total de la superficie nacional.
- Controlar que, para cada año de la serie temporal, el total de la sumatoria de los productos sea igual al total nacional.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema fue resuelto. Verificar que los DA de la serie temporal sean los mismos valores informados en el archivo más actualizado de los datos de base. En el caso de que se encuentre alguna diferencia por una actualización de los datos de base, actualizar la serie temporal de los DA.

Recálculo y Mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras en el presente ciclo. No existen diferencias en las series porque no hubo modificaciones en los DA, FE ni parámetros en el período 1990-2022. En las figuras siguientes se presenta la comparativa entre el IBT1 y el IBA5.

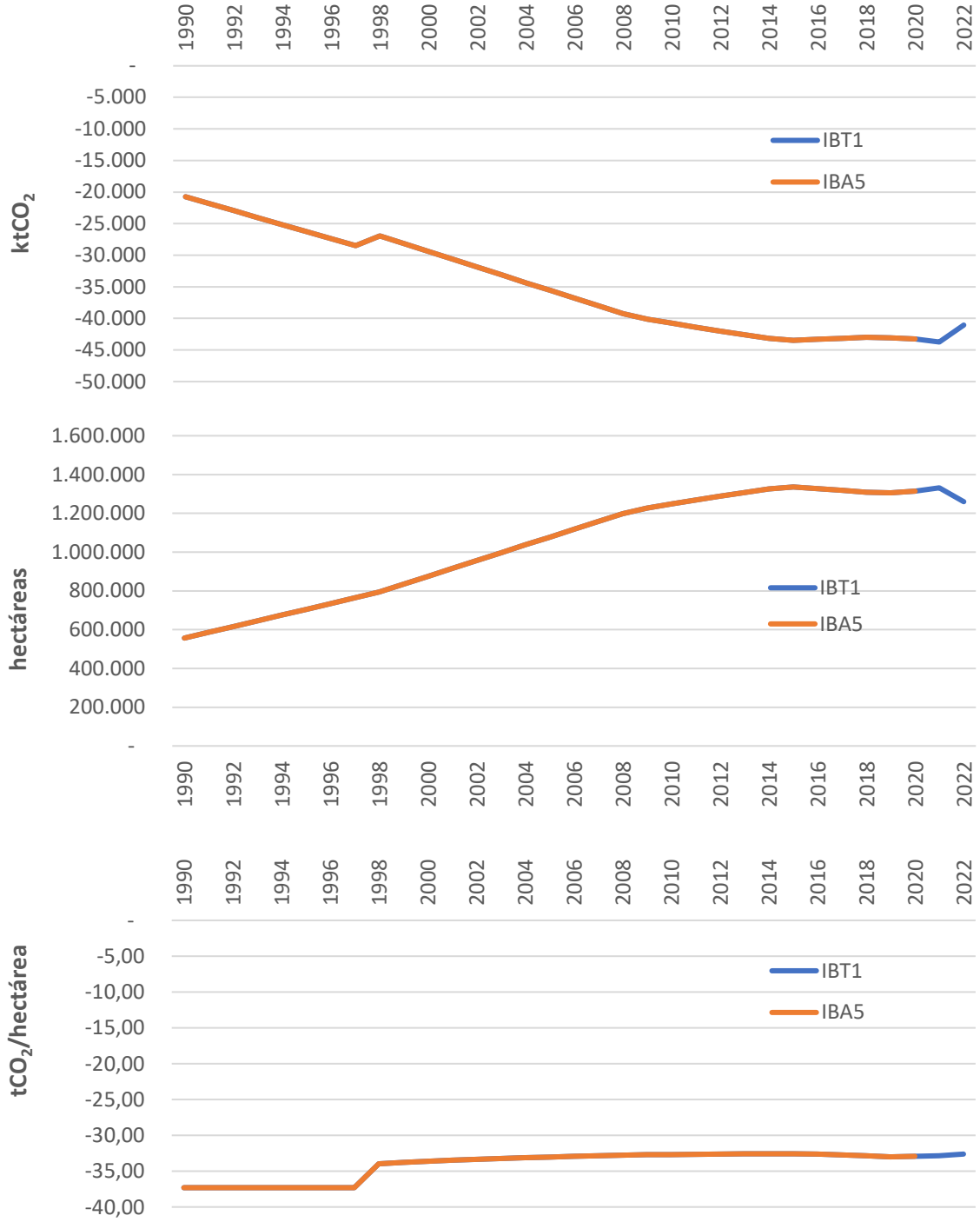
[369] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 400. Comparativa de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 4A1bi (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 401. Comparativa de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 4A1bii (1990-2022).



Fuente: Elaboración propia

Anexo Parámetros locales de bosque cultivado

De 1990 a 1997 la estimación de los parámetros se realizó por grupo de especie a nivel nacional, por lo cual se utilizaron parámetros genéricos para todo el país. Los valores de la densidad, turno de corta e incremento anual neto promedio se estimaron promediando los valores de las especies con datos en provincias principales.

El volumen maderable promedio, el volumen maderable al turno de corta, el volumen aéreo promedio, y el volumen aéreo al turno de corta se calcularon de igual forma para toda la serie temporal.

Para $BCEF_I$, $BCEF_R$, R_I, y R_R se utilizan valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Las zonas climáticas asumidas y los valores utilizados para los parámetros se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 806. Parámetros utilizados a nivel nacional de 1990 a 1997 para bosque cultivado

Parámetro	Descripción	Grupo de especies	Valor	Unidades	Fuente de información
Zona climática Figura 4.1 IPCC 2006		Todos	Templado Cálido Húmedo	-	Dictamen experto
Zona climática Cuadro 4.5 IPCC 2006		Todos	Templado	-	Dictamen experto
D	Densidad	Coníferas	0,445	gr/cm³	Ver tabla siguiente
		Eucaliptos	0,516		
		Otras	0,623		
		Salicáceas	0,667		
TC	Turno de Corta	Coníferas	22,49	Años	Ver tabla siguiente
		Eucaliptos	11,50		
		Otras	20,55		
		Salicáceas	15,65		
I_v	Incremento anual neto promedio	Coníferas	25,33	m³/ha/año	Ver tabla siguiente
		Eucaliptos	33,77		
		Otras	16,53		
		Salicáceas	21,47		
Volumen maderable promedio	-	Coníferas	285	m³/ha	Calculado
		Eucaliptos	194		
		Otras	170		
		Salicáceas	168		
Volumen maderable al turno de corta	-	Coníferas	570	m³/ha	Calculado
		Eucaliptos	388		
		Otras	340		
		Salicáceas	336		
Volumen aéreo promedio	-	Coníferas	196,50	tonelada biomasa aérea/ha	Calculado
		Eucaliptos	116,51		
		Otras	101,92		
		Salicáceas	100,83		
	-	Coníferas	439	tonelada biomasa aérea/ha	Calculado
		Eucaliptos	346		
		Otras	302		

Parámetro	Descripción	Grupo de especies	Valor	Unidades	Fuente de información
Volumen aéreo al turno de corta		Salicáceas	299		
$BCEF_I$	Factor de conversión y expansión de biomasa en crecimiento	Coníferas	0,69	tonelada biomasa/m^3 de madera	IPCC 2006 - Cuadro 4.5
		Eucaliptos	0,60		
		Otras	0,60		
		Salicáceas	0,60		
$BCEF_R$	Factor de conversión y expansión de biomasa en cosecha	Coníferas	0,77	tonelada biomasa/ m^3 de madera	IPCC 2006 - Cuadro 4.5
		Eucaliptos	0,89		
		Otras	0,89		
		Salicáceas	0,89		
R_I	Relación biomasa aérea/biomasa subterránea para crecimiento	Coníferas	0,20	tMS/tMS	IPCC 2006 - Cuadro 4.4
		Eucaliptos	0,28		
		Otras	0,23		
		Salicáceas	0,23		
R_R	Relación biomasa aérea/biomasa subterránea para cosecha	Coníferas	0,20	tMS/tMS	IPCC 2006 - Cuadro 4.4
		Eucaliptos	0,20		
		Otras	0,24		
		Salicáceas	0,24		

Fuente: Elaboración propia

A partir de 1998, para el cálculo de emisiones del bosque cultivado son utilizados diferentes datos a nivel local: turno de corta, densidad e incremento anual neto promedio. Los mismos dependen de las especies forestales y tanto el turno de corta como el incremento anual neto promedio dependen también del lugar de la plantación forestal. Para estos parámetros se utilizaron diferentes fuentes de información (ver tabla a continuación), complementadas muchas veces por dictamen experto. Si bien el turno de corta no se utiliza de forma directa en alguna de las ecuaciones de la Directrices del IPCC de 2006, se utiliza para calcular el $BCEF_I$ y $BCEF_R$.

Tabla 807. Detalle de las fuentes utilizadas para cada parámetro forestal de bosque cultivado

Acrónimo	Definición	Fuente de información
D	Densidad	Ficha Técnica *Populus sp* Familia Salicáceas
		Ficha Técnica *Eucalyptus globulus sp globulus* Labill Familia Myrtaceae
		Ficha Técnica *Eucalyptus grandis*. Familia Myrtaceae
		Ficha Técnica *Pinus taeda* L. Familia Pinaceae
		Ficha Técnica *Pinus ponderosa* Dougl. Ex Laws Familia Pinaceae
		Ficha técnica *Toona ciliata* M. Roem. Familia Meliaceae
		Ficha Técnica *Grevillea robusta* A. Cunn. Familia Proteaceae
		Densidad de maderas (kg/m3) ordenadas por nombre común
		Segundo Reporte de Argentina al Proceso de Montreal

Acrónimo	Definición	Fuente de información
Iv	Incremento anual neto promedio	Rendimiento de las principales especies plantadas en Argentina. Profesionales referentes por región – Ana Lupi
		Segundo Reporte de Argentina al Proceso de Montreal
		Ajuste Preliminar de un modelo de rendimiento para *Eucalyptus globulus* Labill. en macizos del Sudeste de la Provincia de Buenos Aires.
		Ficha Técnica *Grevillea robusta* A. Cunn. Familia Proteaceae
		Dictamen experto
TC	Turno de Corta	Área competente de Desarrollo Foresto Industrial – "Turno de Corta Especies Forestales"
		Segundo Reporte de Argentina al Proceso de Montreal
		Dictamen experto

Fuente: Elaboración propia

Al contar con más de una especie forestal por grupo de especies, se recabó información sobre las especies cultivadas en cada provincia.

En base a la información provista por el Área competente de Desarrollo Foresto Industrial. Para provincias que contaban con esta información son Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Misiones, Neuquén, y Río Negro se realizó en primer lugar una clasificación de las especies dentro de cuatro grupos: Eucalipto, Salicáceas, Pinos, y Otras.

Para cada especie se investigaron los parámetros de turno de corta, incremento anual neto promedio, y densidad. Luego se calcularon los parámetros de forma ponderada conforme a la participación relativa por superficie de las especies cultivadas dentro de cada provincia.

Para las provincias de Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Salta, San Juan, San Luis, Santa Cruz, Santa Fe, Santiago Del Estero, y Tucumán se pudo obtener información sobre las especies cultivadas, aunque no se contó con datos sobre la superficie de cada una de ella. Por esta razón se llevó adelante el mismo procedimiento que para las provincias mencionadas previamente, pero realizando un promedio simple entre los parámetros de las diferentes especies en lugar de un promedio ponderado por superficie.

Cabe aclarar que en ciertas provincias aparecía de forma genérica la existencia de, por ejemplo, Algarrobo, sin especificar la especie. En dichos casos, se hizo una consulta a expertos para determinar de qué especie se trataba.

Densidad (D)

Los datos de densidad se obtuvieron de la Ficha Técnica[370] de cada especie, siendo según el caso la densidad al 15% de humedad o la densidad básica. En caso de que

[370] DNDFI (2015). Ficha Técnica Populus sp Familia Salicáceas / DNDFI (2015a). Ficha Técnica *Eucalyptus globulus sp globulus* Labill Familia Myrtaceae / DNDFI (2015b). Ficha Técnica *Eucalyptus grandis*. Familia Myrtaceae. / DNDFI (2015c). Ficha técnica *Pinus taeda L.* Familia Pinaceae. / DNDFI (2015d). Ficha Técnica *Pinus ponderosa* Dougl. Ex Laws Familia Pinaceae. / DNDFI (2015e). Ficha técnica *Toona ciliata* M. Roem. Familia Meliaceae. / DNDFI (2015f). Ficha Técnica *Grevillea robusta* A. Cunn. Familia Proteaceae.

la especie no poseyera ficha técnica se utilizó el informe del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)[371]. De allí se tomó la densidad de madera verde siempre que el dato estuviera disponible. En caso de que no estuviera se utilizó el dato de madera seca.

Se realizaron ajustes con los siguientes criterios sobre los datos de base:

- En los casos donde la especie era un híbrido (ej. *Eucaliptus grandis* x *E. camandalensis*) se promediaron las densidades.
- En caso de que hubiera solo datos de densidad de una de las partes (ej. *Pinus elliottii* x *P. caribaea*), se tomó la densidad de la especie que se tenía dato.
- En caso de encontrarse híbridos sin especificar una de las especies originales, se tomó la densidad de la especie especificada (ej. *Pinus taeda* híbrido toma la densidad de *Pino taeda*).
- En caso de no hallarse información para la especie en las fuentes antes nombradas, se utilizó la densidad provista en el Segundo Reporte del Proceso de Montreal[372]. Los valores de densidad por provincia y grupo de especie se encuentran en la tabla al final del presente anexo.

Incremento anual neto promedio (Iv)

Para obtener el incremento anual neto promedio, se utilizaron los valores de crecimiento. El mismo se define como el volumen anual promedio de incremento bruto durante un período de referencia dado menos la mortalidad de todos los árboles a un diámetro mínimo especificado a nivel del pecho. Para algunas especies la información se presenta como un rango de incremento anual neto promedio, por lo cual se promediaron los valores máximos y mínimos para obtener un solo valor de incremento anual neto promedio. Las fuentes de información utilizadas se encuentran en la tabla anterior y los valores de incremento anual neto promedio, por provincia y grupo de especies, en la tabla al final del presente anexo.

Turno de Corta (TC)

El turno de corta es el número planificado de años que transcurre entre la formación o regeneración de una masa forestal y el momento de su corta final. Para algunas especies la información se presenta como un rango de años, por lo cual se promediaron los valores máximos y mínimos para obtener un solo valor de turno de corta. Las fuentes de información utilizadas se encuentran en la tabla anterior y los valores de turno de corta por provincia y grupo de especie se encuentran en la tabla al final del presente anexo.

Factor de conversión y expansión de biomasa en crecimiento ($BCEF_I$)

Los valores por defecto del parámetro $BCEF_I$ se encuentran en el cuadro 4.5 de las Directrices del IPCC del 2006. Para poder utilizar los datos de dicho cuadro, primero se le debe asignar a cada provincia una zona climática por defecto del cuadro 4.5. Dicha asignación se encuentra en la siguiente tabla.

[371] INTI (2018). Densidad de maderas (kg/m^3) ordenadas por nombre común.
[372] MAGyP (2015a). Segundo Reporte de Argentina al Proceso de Montreal.

Tabla 808. Asignación de zonas climáticas del Cuadro 4.5 a cada provincia

Provincia	Equivalencia Zona Climática Cuadro 4.5
Buenos Aires	Templado
Catamarca	Templado
Córdoba	Templado
Corrientes	Mediterráneo, tropical seco, subtropical
Chaco	Mediterráneo, tropical seco, subtropical
Chubut	Templado
Entre Ríos	Templado
Formosa	Mediterráneo, tropical seco, subtropical
Jujuy	Templado
La Pampa	Templado
La Rioja	Templado
Mendoza	Templado
Misiones	Mediterráneo, tropical seco, subtropical
Neuquén	Templado
Río Negro	Templado
Salta	Mediterráneo, tropical seco, subtropical
San Juan	Templado
San Luis	Templado
Santa Cruz	Templado
Santa Fe	Templado
Santiago del Estero	Templado
Tucumán	Templado

Fuente: Elaboración propia.

Luego se le debe asignar a cada grupo de especies un tipo de bosque. Esto se realizó en base a dictamen experto como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 809. Asignación de tipo de bosque a cada grupo de especies

Grupo de especies	Tipo de Bosque
Coníferas	Pino
Eucalipto	Maderas Duras
Salicáceas	Maderas Duras
Otras	Maderas Duras

Fuente: Elaboración propia.

También es necesario tener un valor de nivel de existencias en crecimiento por grupo de especie. El mismo se obtuvo de dos formas, dependiendo de la provincia y el grupo de especies: por medio de los inventarios forestales[373] o por medio de la

[373] MinAgro (2016). Inventario de Plantaciones Forestales Entre Ríos - área continental.

ecuación a continuación. Cabe destacar que el 81% de la superficie forestal (al año 2016) representa datos locales de nivel de existencias en crecimiento provenientes de inventarios forestales. El restante 19% utiliza la ecuación a continuación para estimar dicha variable. La misma surge de asumir un volumen de madera del 50% al turno de corta.

Ecuación 47. Estimación del volumen maderable promedio en caso de ausencia de dato local para bosque cultivado

$$Volumen\ maderable\ promedio = \frac{I_v x\ TC}{2}$$

Volumen maderable promedio: Volumen de madera promedio en una hectárea. Se asume como la mitad del volumen de madera al turno de corta (m^3/ha).

I_v*:* Incremento anual neto promedio. Es el volumen anual promedio de incremento bruto durante un período de referencia dado menos la mortalidad de todos los árboles a un diámetro mínimo especificado a nivel del pecho (m^3/ha/año).

TC: Turno de corta. Es el número planificado de años que transcurre entre la formación o regeneración de una masa y el momento de su corta final (años).

Los grupos de especies por provincia que presentaron los datos locales de nivel de existencias (o también referido como volumen maderable promedio) se encuentran en la siguiente tabla.

MPTT (2015). Actualización del Inventario de Plantaciones Forestales de la Provincia de Corrientes.
Subsecretaría de Desarrollo Forestal (2015). Actualización del Inventario de Bosques Implantados de la Provincia de Misiones.
MinAgro (2017a). Inventario de Plantaciones Forestales en secano - Región Patagónica.
MinAgro (2017b). Inventario de Plantaciones Forestales bajo riego - Región Patagónica.

Tabla 810. Provincias y grupos de especies que presentan valores locales de volumen maderable promedio de bosque cultivado

Provincia	Grupo de Especies	Valor (m^3/ha)	Fuente de información
Corrientes	Coníferas	177	Inventario de Plantaciones Forestales Corrientes– No se incluye el estrato más joven en la estimación.
Corrientes	Eucaliptos	250	Inventario de Plantaciones Forestales Corrientes– No se incluye el estrato más joven en la estimación.
Chubut	Coníferas	43	Inventario de Plantaciones Forestales en secano – Región Patagónica
Chubut	Salicáceas	121	Inventario de Plantaciones Forestales bajo riego – Región Patagónica
Entre Ríos	Coníferas	209	Inventario de Plantaciones Forestales Entre Ríos – área continental
Entre Ríos	Eucaliptos	189	Inventario de Plantaciones Forestales Entre Ríos – área continental
Misiones	Coníferas	139	Actualización del inventario de bosques cultivados de la provincia de Misiones
Misiones	Eucaliptos	156	Actualización del inventario de bosques cultivados de la provincia de Misiones
Neuquén	Coníferas	43	Inventario de Plantaciones Forestales en secano – Región Patagónica
Neuquén	Salicáceas	121	Inventario de Plantaciones Forestales bajo riego – Región Patagónica
Río Negro	Coníferas	43	Inventario de Plantaciones Forestales en secano – Región Patagónica
Río Negro	Salicáceas	121	Inventario de Plantaciones Forestales bajo riego – Región Patagónica

Fuente: Elaboración propia.

Los valores del volumen maderable promedio se encuentran por provincia y grupo de especies en la tabla al final del presente anexo. En el cuadro 4.5 se encuentra el valor de $BCEF_I$, según la zona climática, el tipo de bosque y el valor de nivel de existencias en crecimiento.

Factor de conversión y expansión de biomasa en cosecha ($BCEF_R$)

Al igual que para el BCEFi, los valores por defectos del parámetro BCEFr se encuentran en el cuadro 4.5 de las Directrices del IPCC de 2006. Se utiliza la misma asignación de zona climática y de tipo de bosque especificada anteriormente. El nivel de existencias en cosecha para todos los grupos de especies y todas las provincias se calcula mediante la ecuación siguiente.

Ecuación 48. Estimación del volumen maderable al turno de corta para bosque cultivado

$$Volumen\ maderable\ al\ turno\ de\ corta = I_v x\ TC$$

Volumen maderable al turno de corta: volumen de madera al turno de corta en una hectárea (m^3/ha).

I_v*:* Incremento anual neto promedio. Es el volumen anual promedio de incremento bruto durante un período de referencia dado menos la mortalidad e todos los árboles a un diámetro mínimo especificado a nivel del pecho (m^3/ha/año).

TC: Turno de corta. Es el número planificado de años que transcurre entre la formación o regeneración de una masa y el momento de su corta final (años).

Los valores del volumen maderable al turno de corta se encuentran por provincia y grupo de especies en la tabla al final del presente anexo. En el cuadro 4.5 se encuentra el valor de $BCEF_R$, según la zona climática, el tipo de bosque y el el valor de nivel de existencias al turno de corta.

Relación biomasa aérea/biomasa subterránea para crecimiento (R_I)

Los valores por defectos del parámetro R_I se encuentran en el cuadro 4.4 de las Directrices del IPCC de 2006. Se le asigna a cada provincia una zona climática de la figura 4.1 de las Directrices del IPCC de 2006 (ver tabla a continuación).

Tabla 811. Asignación de zonas climáticas de la figura 4.1 a cada provincia

Provincia	Zona climática del IPCC
Buenos Aires	Templado Cálido Húmedo
Catamarca	Templado Cálido Seco
Córdoba	Templado Cálido Seco
Corrientes	Subtropical Húmedo
Chaco	Subtropical Seco
Chubut	Templado Frío Seco
Entre Ríos	Templado Cálido Húmedo
Formosa	Subtropical Húmedo
Jujuy	Templado Cálido Húmedo
La Pampa	Templado Cálido Seco
La Rioja	Templado Cálido Seco
Mendoza	Templado Cálido Seco
Misiones	Subtropical Húmedo
Neuquén	Templado Frío Húmedo
Río Negro	Templado Frío Húmedo
Salta	Subtropical Seco
San Juan	Templado Cálido Seco

Provincia	Zona climática del IPCC
San Luis	Templado Cálido Seco
Santa Cruz	Templado Frío Seco
Santa Fe	Templado Cálido Húmedo
Santiago del Estero	Templado Cálido Seco
Tucumán	Templado Cálido Húmedo

Fuente: Elaboración propia.

Luego se calcula la biomasa aérea multiplicando el nivel de existencia en crecimiento calculado por el $BCEF_I$ previamente obtenido. Los valores del volumen aéreo promedio, entendido como la biomasa aérea al 50% del turno de corta, se encuentran por provincia y grupo de especies en la tabla al final del presente anexo. Con la zona climática y la biomasa aérea, se encuentra en el cuadro 4.4 el valor de R_I.

Relación biomasa aérea/biomasa subterránea para cosecha (R_R)

Los valores por defectos del parámetro R_R se encuentran en el cuadro 4.4 de las Directrices del IPCC de 2006. Primero se le asigna a cada provincia una equivalencia climática general del IPCC de la figura 4.1. Luego se calcula la biomasa aérea multiplicando el nivel de existencia para cosecha calculado por el $BCEF_R$ previamente obtenido. Los valores del volumen aéreo al turno de corta, entendido como la biomasa aérea al turno de corta, se encuentran por provincia y grupo de especies en tabla al final del presente anexo. Con la zona climática y la biomasa aérea, se encuentra en el cuadro 4.4 el valor de R_R.

Fracción de carbono de materia seca (CF)

Se utiliza un valor por defecto del parámetro CF encontrado en el cuadro 4.4 de las Directrices del IPCC de 2006. No se utiliza una desagregación por zona climática para la obtención de este.

En la tabla a continuación se encuentran los valores por provincia y grupo de especie de D, I_V y TC.

Tabla 812. Parámetros locales utilizados para el cálculo de emisiones y absorciones para la categoría 4A1b – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado)

Provincia	Grupo de Especie	Densidad Promedio	Incremento anual neto promedio para un tipo de vegetación específica	Turno de Corta
Acrónimo		D	I_v	TC
Unidades		g/cm³	m³/ha/año	años
Córdoba	Coníferas	0,507	20,28	19,07
Córdoba	Eucaliptos	0,650	25,00	12,00
Córdoba	Otras	0,634	14,50	25,00
Córdoba	Salicáceas	0,452	24,97	22,45

Provincia	Grupo de Especie	Densidad Promedio	Incremento anual neto promedio para un tipo de vegetación específica	Turno de Corta
Acrónimo		D	I_v	TC
Unidades		g/cm^3	$m^3/ha/año$	años
Corrientes	Coníferas	0,477	22,08	19,00
Corrientes	Eucaliptos	0,515	35,00	11,50
Corrientes	Salicáceas	0,350	23,00	11,00
Corrientes	Otras	0,599	14,80	21,04
Chubut	Coníferas	0,379	19,50	39,99
Chubut	Eucaliptos	0,650	40,00	12,00
Chubut	Otras	0,983	18,00	35,00
Chubut	Salicáceas	0,449	23,00	22,50
Entre Ríos	Coníferas	0,479	23,84	19,00
Entre Ríos	Eucaliptos	0,518	32,00	11,50
Entre Ríos	Otras	0,600	14,50	25,00
Entre Ríos	Salicáceas	0,772	20,59	12,39
Misiones	Coníferas	0,443	30,00	19,00
Misiones	Eucaliptos	0,515	35,00	11,50
Misiones	Otras	0,617	16,55	20,15
Neuquén	Coníferas	0,376	19,53	39,94
Neuquén	Otras	0,925	16,50	27,50
Neuquén	Salicáceas	0,450	23,00	22,50
Neuquén	Eucaliptos	0,650	40,00	12,00
Río Negro	Coníferas	0,382	19,50	40,00
Río Negro	Eucaliptos	0,650	40,00	12,00
Río Negro	Otras	0,916	18,00	35,00
Río Negro	Salicáceas	0,450	23,00	22,50
Buenos Aires	Coníferas	0,510	20,00	19,00
Buenos Aires	Eucaliptos	0,675	30,73	11,83
Buenos Aires	Otras	0,775	20,00	22,50
Buenos Aires	Salicáceas	0,650	21,50	13,00
Catamarca	Coníferas	0,400	20,00	30,00
Catamarca	Eucaliptos	0,700	40,00	12,00
Catamarca	Otras	1,040	20,00	22,50
Catamarca	Salicáceas	0,450	23,00	11,00
Chaco	Coníferas	0,510	20,00	19,00
Chaco	Eucaliptos	0,830	20,00	12,00
Chaco	Otras	1,180	5,00	36,25
Chaco	Salicáceas	0,350	23,00	11,00
Formosa	Coníferas	0,400	20,00	18,00
Formosa	Eucaliptos	0,515	20,00	11,50
Formosa	Otras	0,918	14,50	23,75
Formosa	Salicáceas	0,350	23,00	11,00

Provincia	Grupo de Especie	Densidad Promedio	Incremento anual neto promedio para un tipo de vegetación específica	Turno de Corta
Acrónimo		D	I_v	TC
Unidades		g/cm^3	$m^3/ha/año$	años
Jujuy	Coníferas	0,430	30,00	18,00
Jujuy	Eucaliptos	0,601	28,63	11,50
Jujuy	Otras	0,689	15,53	20,00
Jujuy	Salicáceas	0,450	23,00	11,00
La Pampa	Coníferas	0,400	20,00	18,00
La Pampa	Eucaliptos	0,700	22,00	11,00
La Pampa	Otras	0,450	18,00	23,00
La Pampa	Salicáceas	0,450	23,00	22,50
La Rioja	Coníferas	0,400	20,00	30,00
La Rioja	Eucaliptos	0,650	40,00	12,00
La Rioja	Otras	1,040	18,00	22,50
La Rioja	Salicáceas	0,350	23,00	11,00
Mendoza	Coníferas	0,480	20,00	30,00
Mendoza	Eucaliptos	0,765	40,00	12,00
Mendoza	Otras	1,040	18,00	22,50
Mendoza	Salicáceas	0,420	23,00	11,00
Salta	Coníferas	0,470	22,83	21,67
Salta	Eucaliptos	0,679	27,50	8,50
Salta	Otras	0,895	15,53	19,13
Salta	Salicáceas	0,450	23,00	11,00
San Juan	Eucaliptos	0,700	22,00	11,00
San Juan	Otras	1,040	18,00	22,50
San Juan	Salicáceas	0,420	23,00	11,00
San Luis	Coníferas	0,510	20,00	19,00
San Luis	Eucaliptos	0,650	40,00	12,00
San Luis	Otras	0,450	15,00	20,00
San Luis	Salicáceas	0,450	23,00	11,00
Santa Cruz	Coníferas	0,375	19,50	40,00
Santa Cruz	Salicáceas	0,650	21,50	16,75
Santa Fe	Coníferas	0,470	25,00	19,00
Santa Fe	Eucaliptos	0,620	21,25	11,33
Santa Fe	Otras	0,957	14,50	23,75
Santa Fe	Salicáceas	0,650	21,50	13,00
Santiago del Estero	Eucaliptos	0,650	40,00	12,00
Santiago del Estero	Otras	1,035	18,00	22,50
Santiago del Estero	Salicáceas	0,450	23,00	11,00
Tucumán	Coníferas	0,470	25,00	18,50
Tucumán	Eucaliptos	0,515	30,00	8,50
Tucumán	Otras	0,840	15,85	23,25

Provincia	Grupo de Especie	Densidad Promedio	Incremento anual neto promedio para un tipo de vegetación específica	Turno de Corta
Acrónimo		D	I_v	TC
Unidades		g/cm³	m³/ha/año	años
Tucumán	Salicáceas	0,450	23,00	11,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 813. Parámetros locales utilizados para el cálculo de emisiones y absorciones para la categoría 4A1b – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado) (cont.)

Provincia	Grupo de Especie	Volumen maderable promedio	Volumen maderable al turno de corta	Volumen aéreo promedio	Volumen aéreo al turno de corta
Unidades		m³/ha	m³/ha	toneladas biomasa aérea/ha	toneladas biomasa aérea/ha
Córdoba	Coníferas	193	387	129,51	298
Córdoba	Eucaliptos	150	300	90,00	267
Córdoba	Otras	181	363	108,75	323
Córdoba	Salicáceas	280	561	168,22	499
Corrientes	Coníferas	177	419	95,73	256
Corrientes	Eucaliptos	250	403	165,15	294
Corrientes	Salicáceas	127	253	83,49	185
Corrientes	Otras	156	311	102,79	227
Chubut	Coníferas	43	780	26,08	600
Chubut	Eucaliptos	240	480	115,20	427
Chubut	Otras	315	630	151,20	561
Chubut	Salicáceas	121	517	72,59	460
Entre Ríos	Coníferas	209	453	144,00	349
Entre Ríos	Eucaliptos	189	368	113,46	328
Entre Ríos	Otras	181	363	108,75	323
Entre Ríos	Salicáceas	128	255	76,54	227
Misiones	Coníferas	139	570	74,86	348
Misiones	Eucaliptos	156	403	103,16	294
Misiones	Otras	167	333	110,05	243
Neuquén	Coníferas	43	780	26,08	601
Neuquén	Otras	227	454	108,90	404
Neuquén	Salicáceas	121	518	72,59	461
Neuquén	Eucaliptos	240	480	115,20	427

Provincia	Grupo de Especie	Volumen maderable promedio	Volumen maderable al turno de corta	Volumen aéreo promedio	Volumen aéreo al turno de corta
Unidades		m^3/ha	m^3/ha	toneladas biomasa aérea/ha	toneladas biomasa aérea/ha
Río Negro	Coníferas	43	780	26,08	601
Río Negro	Eucaliptos	240	480	115,20	427
Río Negro	Otras	315	630	151,20	561
Río Negro	Salicáceas	121	518	72,59	461
Buenos Aires	Coníferas	190	380	127,30	293
Buenos Aires	Eucaliptos	182	364	109,10	324
Buenos Aires	Otras	225	450	108,00	401
Buenos Aires	Salicáceas	140	280	83,85	249
Catamarca	Coníferas	300	600	207,00	462
Catamarca	Eucaliptos	240	480	115,20	427
Catamarca	Otras	225	450	108,00	401
Catamarca	Salicáceas	127	253	75,90	225
Chaco	Coníferas	190	380	102,60	232
Chaco	Eucaliptos	120	240	79,20	175
Chaco	Otras	91	181	59,81	132
Chaco	Salicáceas	127	253	83,49	185
Formosa	Coníferas	180	360	97,20	194
Formosa	Eucaliptos	115	230	75,90	168
Formosa	Otras	172	344	113,64	251
Formosa	Salicáceas	127	253	83,49	185
Jujuy	Coníferas	270	540	186,30	416
Jujuy	Eucaliptos	165	329	98,76	293
Jujuy	Otras	155	311	93,15	276
Jujuy	Salicáceas	127	253	75,90	225
La Pampa	Coníferas	180	360	120,60	277
La Pampa	Eucaliptos	121	242	72,60	215
La Pampa	Otras	207	414	99,36	368
La Pampa	Salicáceas	259	518	124,20	461
La Rioja	Coníferas	300	600	207,00	462
La Rioja	Eucaliptos	240	480	115,20	427
La Rioja	Otras	203	405	97,20	360

Provincia	Grupo de Especie	Volumen maderable promedio	Volumen maderable al turno de corta	Volumen aéreo promedio	Volumen aéreo al turno de corta
Unidades		m^3/ha	m^3/ha	toneladas biomasa aérea/ha	toneladas biomasa aérea/ha
La Rioja	Salicáceas	127	253	75,90	225
Mendoza	Coníferas	300	600	207,00	462
Mendoza	Eucaliptos	240	480	115,20	427
Mendoza	Otras	203	405	97,20	360
Mendoza	Salicáceas	127	253	75,90	225
Salta	Coníferas	247	495	133,58	302
Salta	Eucaliptos	117	234	77,14	171
Salta	Otras	148	297	97,98	217
Salta	Salicáceas	127	253	83,49	185
San Juan	Eucaliptos	121	242	72,60	215
San Juan	Otras	203	405	97,20	360
San Juan	Salicáceas	127	253	75,90	225
San Luis	Coníferas	190	380	127,30	293
San Luis	Eucaliptos	240	480	115,20	427
San Luis	Otras	150	300	90,00	267
San Luis	Salicáceas	127	253	75,90	225
Santa Cruz	Coníferas	390	780	269,10	601
Santa Cruz	Salicáceas	180	360	108,04	321
Santa Fe	Coníferas	238	475	163,88	366
Santa Fe	Eucaliptos	120	241	72,25	214
Santa Fe	Otras	172	344	103,31	306
Santa Fe	Salicáceas	140	280	83,85	249
Santiago del Estero	Eucaliptos	240	480	115,20	427
Santiago del Estero	Otras	203	405	97,20	360
Santiago del Estero	Salicáceas	127	253	75,90	225
Tucumán	Coníferas	231	463	159,56	356
Tucumán	Eucaliptos	128	255	76,50	227
Tucumán	Otras	184	369	110,55	328
Tucumán	Salicáceas	127	253	75,90	225

Fuente: Elaboración propia.

Tierras de cultivo (4B)

Esta categoría contiene la información referida a las Tierras de cultivo que permanecen como tales (4B1) así como a las Tierras convertidas en tierras de cultivo (4B2).

En la siguiente tabla se presenta la información sectorial detallada para la categoría 4B, incluyendo las fuentes y sumideros de GEI, los datos de actividad, los factores de emisión implícitos del cambio en las existencias de carbono en los diferentes depósitos, así como también el resultado de las emisiones/absorciones netas de CO_2.

Tabla 814: Información sectorial para la categoría 4B

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD			FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS DEL CAMBIO EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO					
Categoría de uso de la tierra	Superficie total	Superficie de suelo mineral	Superficie de suelo orgánico	Cambio de las reservas de carbono en biomasa viva por superficie			Cambio neto de las existencias de carbono en materia orgánica muerta por superficie	Cambio neto de las existencias de carbono en suelos por superficie	
				Ganancias	Pérdidas	Cambio neto		Suelos minerales	Suelos orgánicos
	(kha)			(t C/ha)					
4.B. Total Tierras de cultivo	38.083,07	38.083,07	NE	0,22	-0,34	-0,12	NE	-0,04	NE
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	36.413,69	36.413,69	NE	NE	NE	NE	NE	-0,04	NE
Total país	36.413,69	36.413,69	NE	NE	NE	NE	NE	-0,04	NE
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo	1.669,38	1.669,38	NE	5,00	-7,79	-2,79	NE	IE,NE	NE
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	108,30			5,00	-69,44	-64,44	NE		
Bosque nativo	108,30	108,30	NE	5,00	-69,44	-64,44	NE	IE	NE
4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	1.561,08			5,00	-3,51	1,49	NE		
No gestionados	1.384,33	1.384,33	NE	5,00	-3,47	1,53	NE	IE	NE
Gestionados	176,75	176,75	NE	5,00	-3,86	1,14	NE	IE	NE
4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo	NE			NE	NE	NE	NE		
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.B.2.d. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	NE			NE	NE	NE	NE		
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.B.2.e. Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	NE			NE	NE	NE	NE		
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tabla 815: Información sectorial para la categoría 4B (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CAMBIOS EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO						EMISIONES/ ABSORCIONES NETAS DE CO_2	Enfoque de Decaimiento Simple - Carbono transferido a PMR
Categoría de uso de la tierra	Cambio de las existencias de carbono en biomasa viva			Cambio neto de las existencias de carbono en materia orgánica muerta	Cambio neto de las existencias de carbono en suelos			
	Ganancias	Pérdidas	Cambio neto		Suelos minerales	Suelos orgánicos		
	(kt C)						(kt CO_2)	(kt C)
4.B. Total Tierras de cultivo	8.346,90	-13.002,62	-4.655,72	NE	-1.483,27	NE	22.509,62	NA
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	-1.483,27	NE	5.438,66	NA
Total país	NE	NE	NE	NE	-1.483,27	NE	5.438,66	NA
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo	8.346,90	-13.002,62	-4.655,72	NE	IE,NE	NE	17.070,96	NA
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	541,50	-7.520,70	-6.979,21	NE	IE	NE	25.590,42	NA
Bosque nativo	541,50	-7.520,70	-6.979,21	NE	IE	NE	25.590,42	NA
4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	7.805,41	-5.481,92	2.323,49	NE	IE	NE	-8.519,46	NA
No gestionados	6.921,66	-4.800,21	2.121,45	NE	IE	NE	-7.778,64	NA
Gestionados	883,74	-681,70	202,04	NE	IE	NE	-740,82	NA
4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
4.B.2.d. Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
4.B.2.e. Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tierras de cultivo que permanecen como tales (4B1)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "4B1 – Tierras de Cultivo que permanecen como tales", se detalla a continuación.

Tabla 816. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4B1- Tierras de Cultivo que permanecen como tales

Sistema de información	
Procedimiento	3B23_P_00
Ruta de acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hoja de trabajo	3B23_HT_1970-1989_01 3B23_HT_XXXX_03 (XXXX de 1990 a 2016) 3B23_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3B23_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3B23_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
DA	Ver Sección "Representación coherente de tierras"
Incertidumbres	3B23_IN_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

Esta categoría contiene la información referida a las emisiones de las Tierras de cultivo que permanecen como tales. Particularmente, se reporta en esta categoría las emisiones asociadas al cambio neto de las existencias de carbono en suelo de todos los usos de la tierra. Esto se debe a que no es posible separar las emisiones y absorciones por tipo de uso a partir de la información disponible. La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 817. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O y sumideros de CO_2 – 4B1 – Tierras de cultivo que permanecen como tales

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales	Categoría en la que se reporta el cambio neto de las existencias de carbono en suelo de todos los usos de la tierra	Nivel 2		

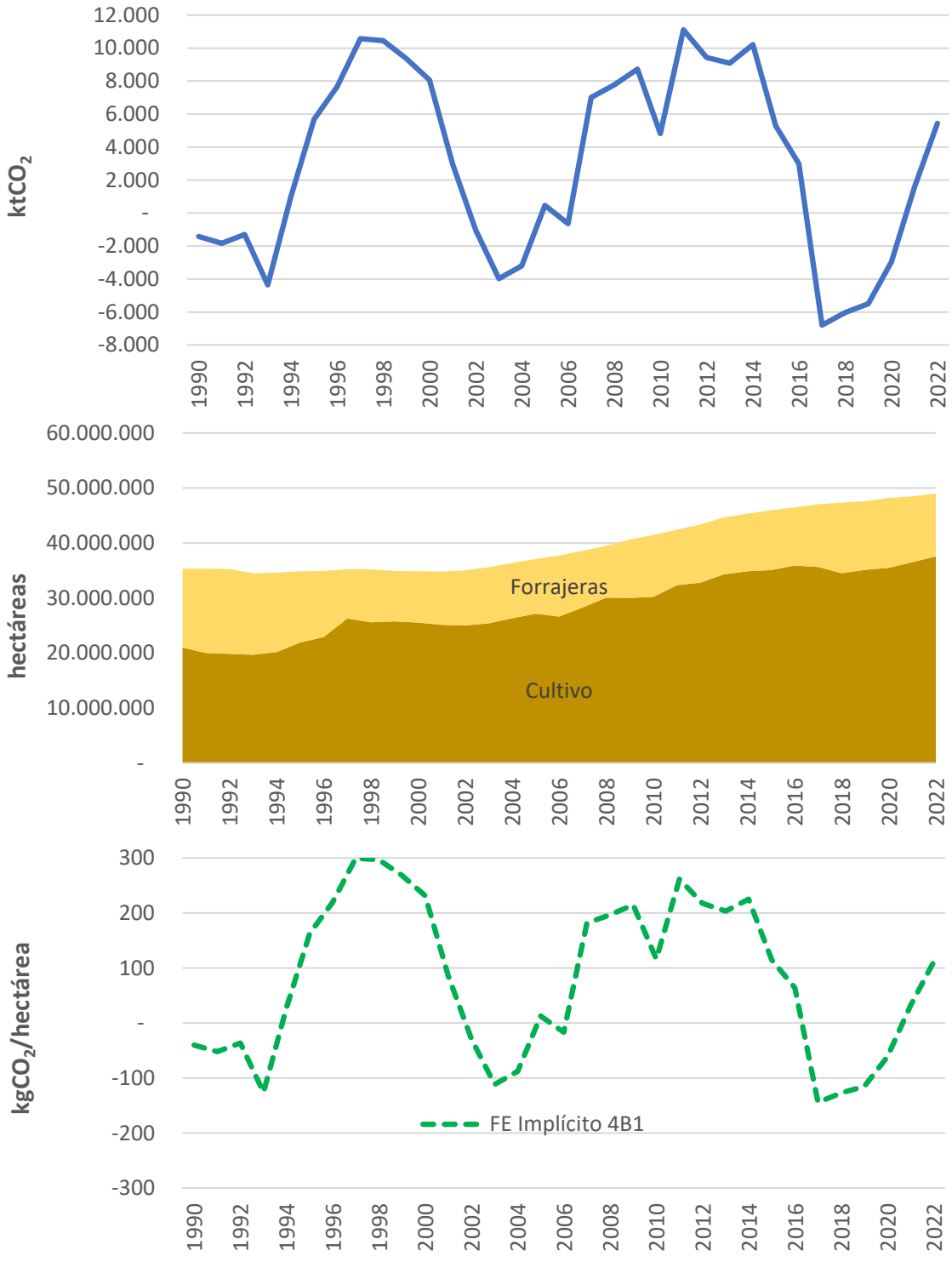
Fuente: Elaboración propia

Es categoría principal por nivel para el año 2022 (1%).

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones, y el FE implícito, provenientes de los suelos de tierras de cultivo y pastizales -forrajeras- se ve impactada por un lado por la conversión de tierras forestales a tierras de producción agrícola y ganadera, que genera una pérdida de carbono y, por otra parte, por la práctica de siembra directa que genera un aumento de carbono en suelos cultivados.

Figura 402. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4B1 (1990-2022)

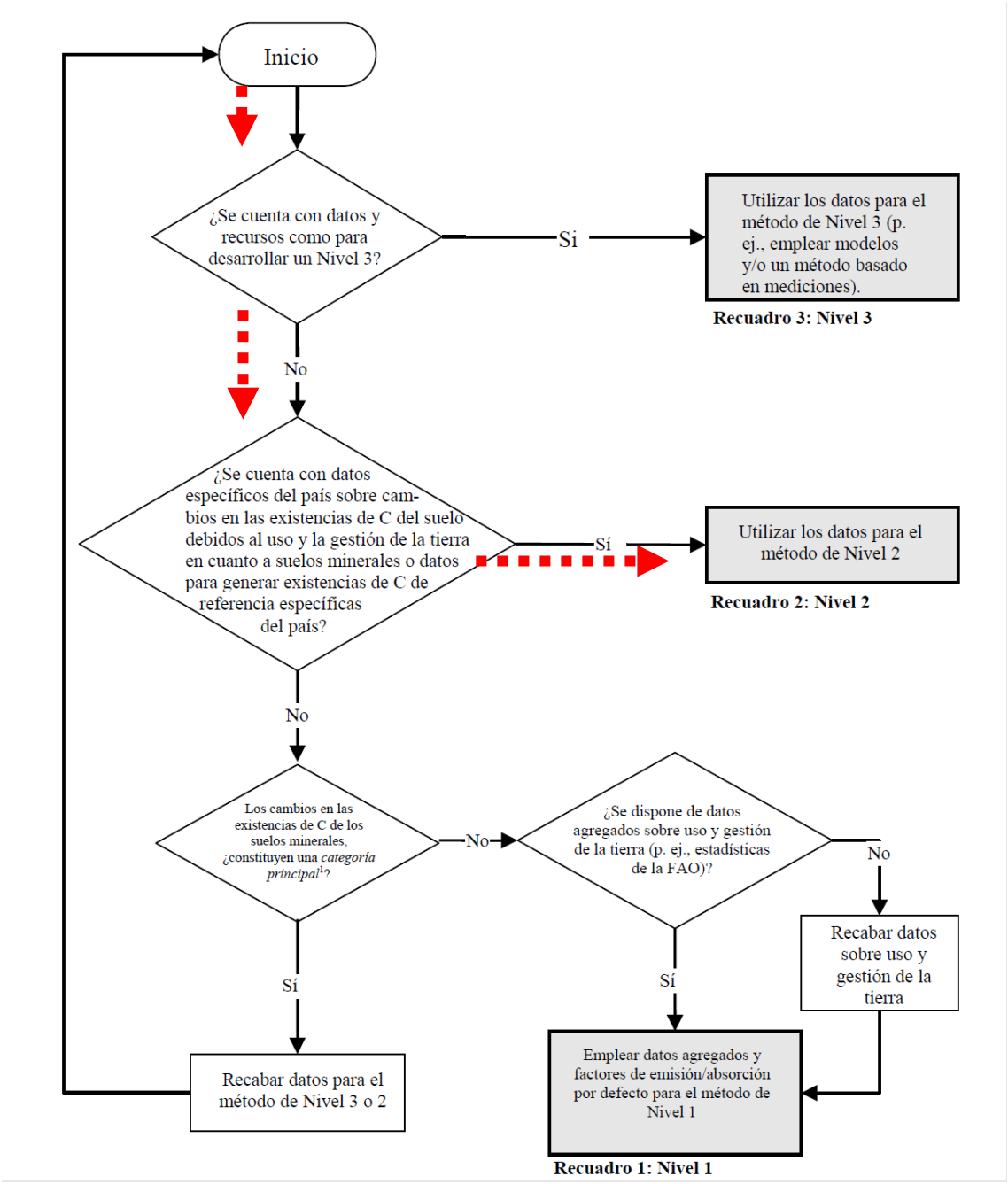


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 103. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de carbono en suelos minerales por categoría de uso de la tierra



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 2.24 y 2.25 de las Directrices del IPCC de 2006. La ecuación 2.24 suma el cambio anual en las existencias de carbono en suelos minerales ($\Delta C_{Mineral}$), la pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados ($L_{Orgánicos}$), y la variación de las existencias de carbono

inorgánico de los suelos ($\Delta C_{Inorgánico}$) para obtener el cambio anual en las existencias de carbono de los suelos (ΔC_{Suelos}). La $\Delta C_{Inorgánico}$ se asume nula ya que se emplea un método de cálculo Nivel 1. La pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados ($L_{Orgánicos}$) no se estima porque no existen datos para poder calcular dicha fuente. Por lo cual el cambio anual en las existencias de carbono de los suelos (ΔC_{Suelos}) es igual a $\Delta C_{Mineral}$ ya que $L_{Orgánicos}$ y $\Delta C_{Inorgánico}$ son igual a 0.

Para estimar el cambio anual en las existencias de carbono orgánico en suelos minerales ($\Delta C_{Mineral}$) se utiliza la ecuación 2.25. Los DA del tipo de uso y de la gestión de la tierra tienen una influencia directa en la formulación de dicha ecuación, que presenta dos tipos de formulaciones (A y B, según Recuadro 2.1 del Volumen 4, Capítulo 2). Los DA del inventario nacional son recopilados según el Método 1 (ver Representación coherente de tierras), por lo que corresponde utilizar la Fórmula A de la ecuación 2.25. El cálculo se realiza a nivel departamental. Se asume un valor de 20 años para el parámetro D, por lo que se elaboró la representación coherente de tierras desde 1970 hasta 1989, permitiendo utilizar el valor del año 1970 como valor de referencia para el cálculo de $\Delta C_{Mineral}$ de 1990, inicio de la serie temporal.

De acuerdo con la representación coherente de la tierra no se pueden determinar los cambios exactos en las categorías de uso de la tierra. A su vez, no se estima el balance de carbono en suelo para tierras forestales, humedales, asentamiento y otras tierras.

Factores de emisión

La información de los FE se encuentra reportada en la sección anterior de Metodología.

Contenido de carbono

El carbono orgánico del suelo se calcula en base al carbono orgánico del suelo de referencia (SOC_{ref}) que se afecta por los factores de cambio de existencias F_{LU}, F_{MG} y F_I. Los SOC_{ref} se asignan por departamento.

El factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas de un uso de la tierra en particular (F_{LU}), el factor de cambio de existencias para el régimen de gestión (F_{MG}), Y el factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica (F_I) dependen del tipo de categoría de uso de la tierra y clima. Los valores por defecto de estos se encuentran en el Anexo Factores de cambio de existencias.

El factor F_{MG} para la subcategoría de uso de las tierras de cultivo presenta un ajuste por la adopción de la siembra directa (SD) según la ecuación a continuación. El porcentaje de adopción es provisto por AAPRESID[374].

[374] AAPRESID (2018). Evolución y retos de la Siembra Directa en Argentina.

Ecuación 49. Ajuste del factor F_{MG} según nivel de adopción de siembra directa en Cultivos

$$F_{MG}\ \text{Cultivos}_i = F_{MG}\ \text{Convencional}_i * (1 - \%\ adop.SD) + F_{MG}\ Sin\ Labranza_i * \%\ adop.SD$$

$F_{MG}\ Cultivos_i$: F_{MG} en la cobertura de Cultivo en el clima *i*

$F_{MG}\ Convencional_i$: F_{MG} por nivel Total/Convencional en el clima *i*

$\%\ adop.SD$: porcentaje de adopción de siembra directa a nivel nacional

$F_{MG}\ Sin\ Labranza_i$: F_{MG} por nivel Total/Convencional en el clima *i*

i: clima

En la tabla siguiente se encuentran los porcentajes de adopción de la siembra directa a nivel nacional. Para los años sin campaña asignada (2010, 2012, 2014) se realizó una interpolación lineal entre el año anterior y posterior con dato.

Tabla 818. Porcentaje de superficie cultivada bajo siembra directa (1990-2022)

Campaña	Año Correspondiente del Informe Bienal (IBA/IBT)	% Superficie Adopción SD	Fuente de información
1989-90	1990	0,4	AAPRESID
1990-91	1991	1,4	
1991-92	1992	2,4	
1992-93	1993	4,9	
1993-94	1994	8,9	
1994-95	1995	11,0	
1995-96	1996	12,8	
1996-97	1997	14,8	
1997-98	1998	21,5	
1998-99	1999	27,2	
1999-2000	2000	35,4	
2000-01	2001	44,3	
2001-02	2002	55,5	
2002-03	2003	59,7	
2003-04	2004	64,8	
2004-05	2005	67,5	
2005-06	2006	68,8	
2006-07	2007	73,0	
2007-08	2008	76,5	
2008-09	2009	77,4	

Campaña	Año Correspondiente del Informe Bienal (IBA/IBT)	% Superficie Adopción SD	Fuente de información
-	2010	78,0	Interpolación Lineal
2010-11	2011	78,5	AAPRESID
-	2012	85,3	Interpolación Lineal
2012-13	2013	92,0	AAPRESID
-	2014	91,0	Interpolación Lineal
2014-15	2015	90,0	AAPRESID
-	2016	90,5	Interpolación lineal
2016-17	2017	91,0	AAPRESID
-	2018	91,0	Se considera igual valor que 2017
2019	-	91,0	
2020	-	91,0	
2021	-	91,0	
2022	-	91,0	

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se encuentran los valores de F_{MG} ajustados según la ecuación anterior.

Tabla 819. Valores de F_{MG} por defecto y ajustados

Origen / Destino (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura	Clima (Clasificación IPCC)	F_{MG} Convencional	F_{MG} sin Laboreo (SD)	Fuente de información	F_{MG} Calculado
Tierras de Cultivo – Cultivos	Cultivos	Subtropical Húmedo	1,00	1,22	IPCC 2006– Cuadro 5.5	1,20
Tierras de Cultivo – Cultivos	Cultivos	Subtropical Seco	1,00	1,10	IPCC 2006– Cuadro 5.5	1,09
Tierras de Cultivo – Cultivos	Cultivos	Templado Cálido Húmedo	1,00	1,15	IPCC 2006– Cuadro 5.5	1,14
Tierras de Cultivo – Cultivos	Cultivos	Templado Cálido Seco	1,00	1,10	IPCC 2006– Cuadro 5.5	1,09
Tierras de Cultivo – Cultivos	Cultivos	Templado Frio Húmedo	1,00	1,15	IPCC 2006– Cuadro 5.5	1,14
Tierras de Cultivo – Cultivos	Cultivos	Templado Frío Seco	1,00	1,10	IPCC 2006– Cuadro 5.5	1,09

Fuente: Elaboración propia.

Definición de carbono de referencia para suelos minerales

Según la metodología de la TCN, para determinar los tipos edáficos y climáticos establecidos por las Directrices del IPCC de 2006, se utilizaron SIG como herramienta para analizar mapas digitales de isohietas e isotermas del Atlas Hidrológico Nacional y los suelos del Atlas Digital de INTA a escala 1:500.000.

Los grupos de suelos minerales requeridos por las Directrices del IPCC de 2006 se asociaron a los órdenes y grupos de suelos como se detalla en la tabla a continuación.

Tabla 820. Clasificación de los suelos minerales utilizados en el INGEI (2022)

Categoría de suelos (IPCC)	Código	Criterio de clasificación (grupos y órdenes de suelos) según Cuadro 2.3
Suelos Alta Actividad (HAC)	A	Los suelos con minerales arcillosos de alta actividad (HAC, del inglés *high activity clay*) son entre leve y moderadamente erosionados, dominados por minerales silicato-arcillosos 2:1 (en la clasificación de la Base Mundial de Referencia para los Recursos de Suelos (WRB, del inglés *World Reference Base for Soil Resources*): Leptosoles, Vertisoles, Kastanozems, Chernozems, Phaeozems, Luvisoles, Alisoles, Albeluvisoles, Solonetz, Calcisoles, Gypsisoles, Umbrisoles, Cambisoles, Regosoles; en la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, del inglés *United States Department of Agriculture*): Mollisoles, Vertisoles, Alfisoles con alta saturación de bases, Aridisoles, Inceptisoles)
Suelos Baja Actividad (LAC)	B	Los suelos con minerales de arcilla de baja intensidad (LAC, del inglés *low activity clay*) son muy erosionados, con predominio de minerales arcillosos 1:1, hierro amorfo y óxidos de aluminio (en la clasificación de la WRB: Acrisoles, Lixisoles, Nitisoles, Ferralsoles, Durisoles; en la clasificación del USDA: Ultisoles, Oxisoles, Alfisoles acídicos)
Suelos Arenosos	C	Incluye todos los suelos (independientemente de su clasificación taxonómica) que tienen >70% de arena y <8% de arcilla, en base a análisis de textura estándar (en la clasificación de la WRB: Arenosoles; en la clasificación del USDA: Psamments)
Suelos Volcánicos	D	Los suelos derivados de cenizas volcánicas con mineralogía alofánica (en la clasificación de la WRB: Andosoles; en la clasificación del USDA: Andisoles)
Suelos Ácuicos[375]	E	Suelos con drenaje limitado, lo que trae acarreadas periódicas inundaciones y condiciones anaeróbicas (en la clasificación de la WRB: Gleysoles; en la clasificación del USDA: subórdenes Aquic)

Fuente: Elaboración propia

En el mapa a continuación se encuentra el resultado de agrupar los tipos de suelos en las categorías establecidas por las Directrices del IPCC de 2006. También se incluye la georreferenciación de los suelos orgánicos, pero cabe destacar que el territorio nacional cuenta con pocos suelos predominantemente orgánicos, por lo cual los suelos incluidos en la estimación son suelos minerales.

[375] En el Cuadro 2.3 corresponde a la categoría de "Humedales"

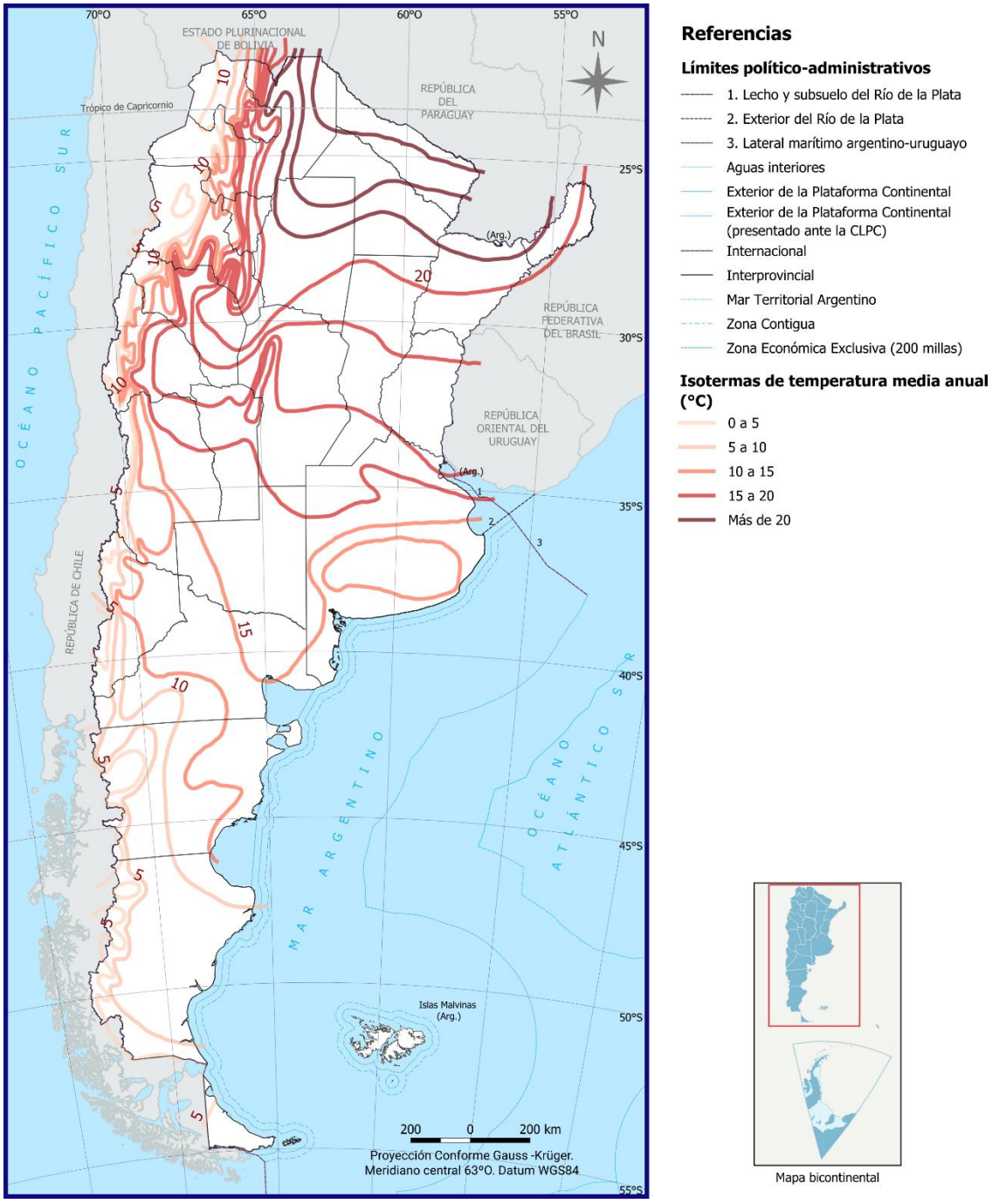
Ilustración 104. Mapa de suelos de acuerdo con las categorías de las Directrices del IPCC de 2006



Fuente: Elaboración propia según Directrices del IPCC de 2006 sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

A partir de un proceso de unión de las isolíneas de temperatura media anual y de precipitación media anual del Atlas de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina, se elaboró un mapa de climas de acuerdo con las categorías del IPCC (ver ilustraciones a continuación).

Ilustración 105. Mapa de isotermas medias anuales de la República Argentina



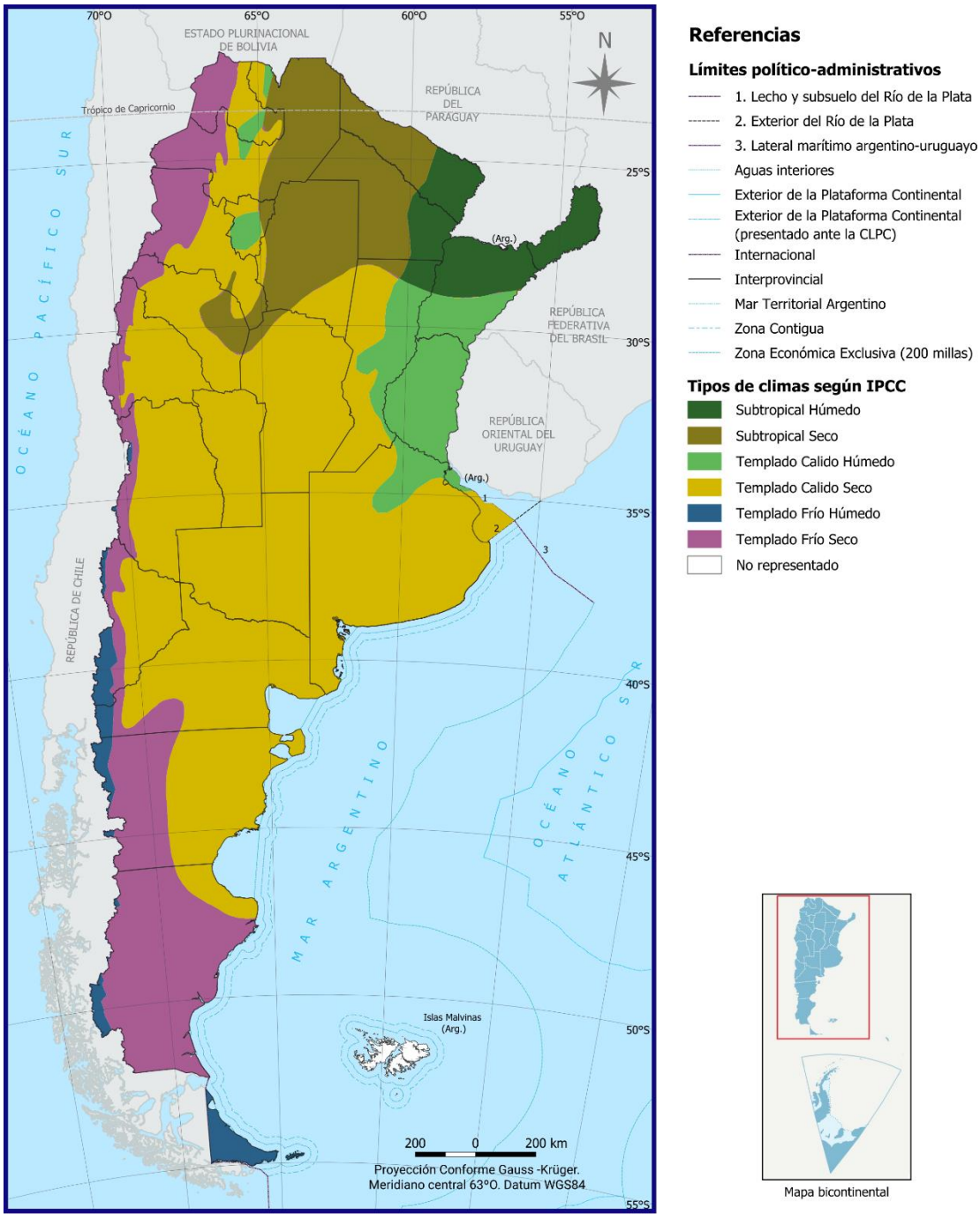
Fuente: Elaboración propia en base a Subsecretaría de Recursos Hídricos e Instituto Nacional del Agua sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

Ilustración 106. Mapa de isohietas medias anuales de la República Argentina



Fuente: Elaboración propia en base a Subsecretaría de Recursos Hídricos e Instituto Nacional del Agua sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

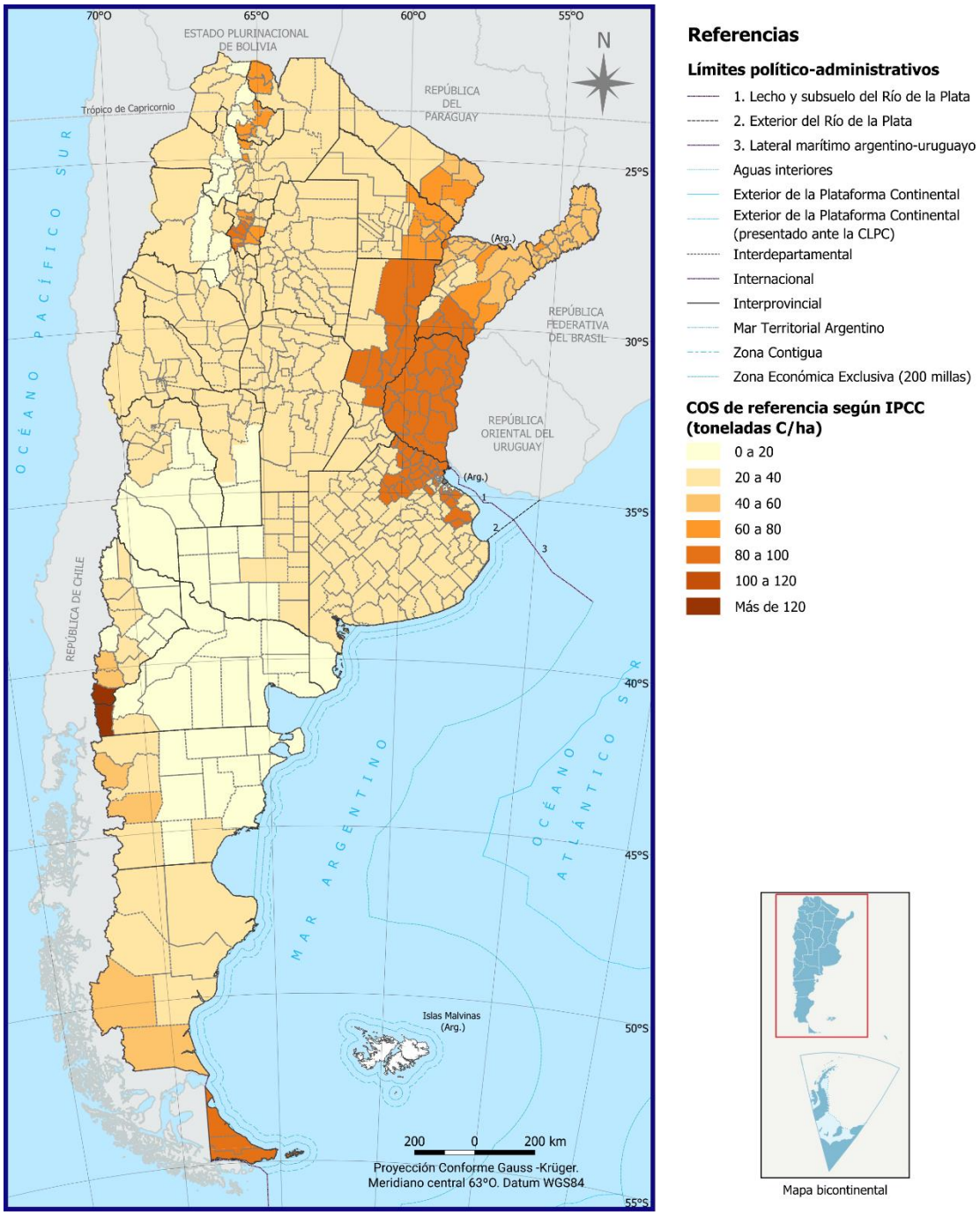
Ilustración 107. Mapa de climas de acuerdo con las categorías de las Directrices del IPCC de 2006



Fuente: Elaboración propia en base a Subsecretaría de Recursos Hídricos e Instituto Nacional del Agua según Directrices del IPCC de 2006, sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

Los valores de Carbono Orgánico del Suelo de Referencia ($SOC_{REF,}$ por sus siglas en inglés) fueron asignados según los tipos climáticos y edáficos a los departamentos de todo el país. Los mismos surgen del cuadro 2.3 de las Directrices del IPCC de 2006 (ver ilustración a continuación).

Ilustración 108. Mapa del SOC_{REF} por departamento de acuerdo con las categorías de las Directrices del IPCC de 2006

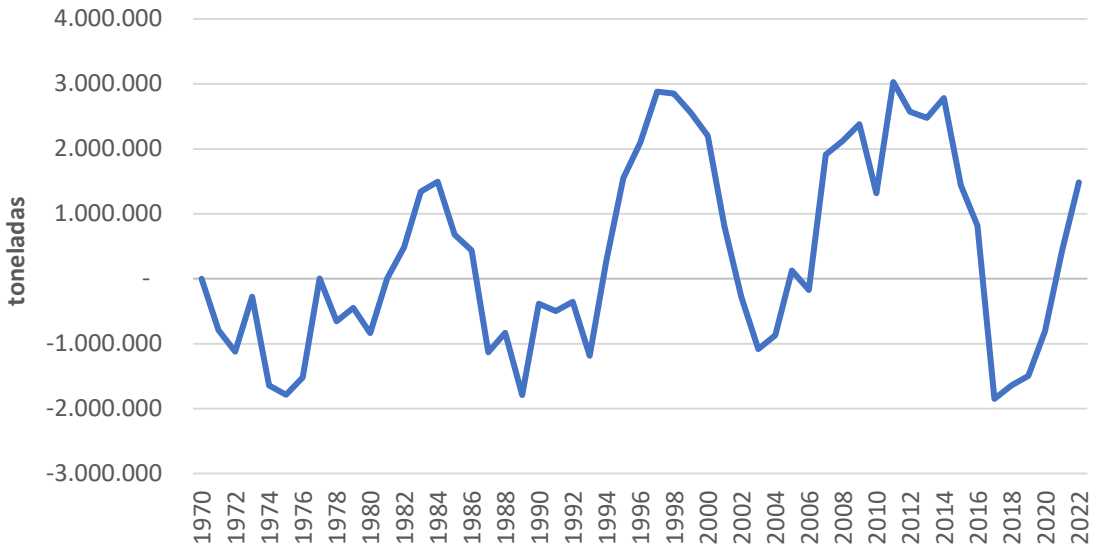


Fuente: Elaboración propia según Directrices del IPCC de 2006, sobre plantilla del "Mapa Argentina Bicontinental" del IGN

Datos de actividad

El DA es el balance de carbono y se encuentra calculado por departamento a partir de la RCT.

Figura 403. Evolución del balance de carbono (1970-2022)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación se encuentra el valor del balance de carbono a nivel nacional para el año 2022, resultado de la suma del balance de carbono de cada departamento.

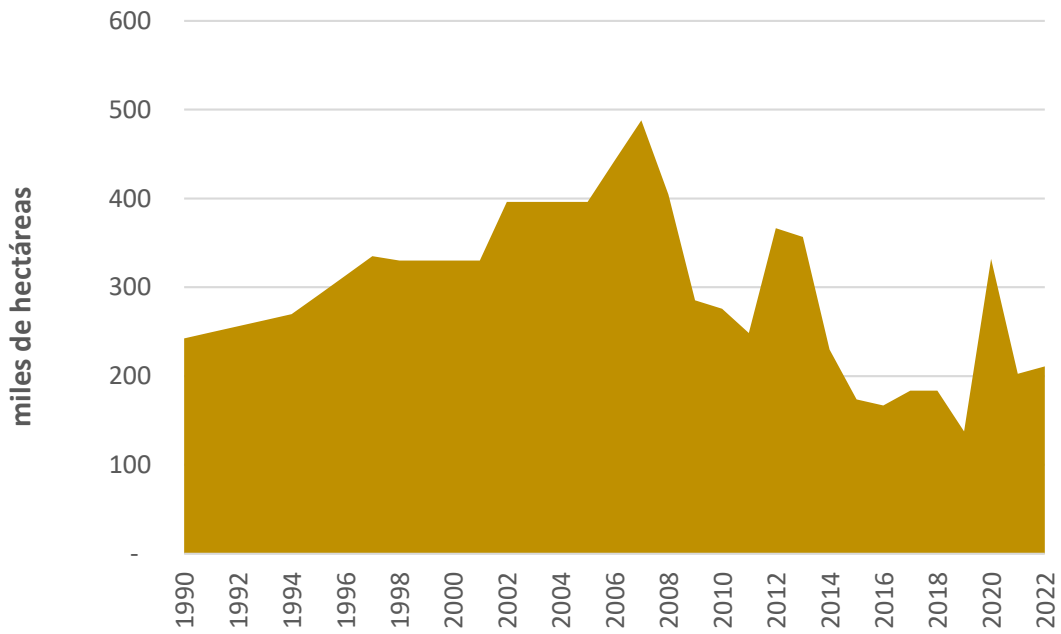
Tabla 821. Datos del balance de carbono (2022)

Dato de Actividad	Balance de carbono (tC)
Total 2022	1.483.270

Fuente: Elaboración propia

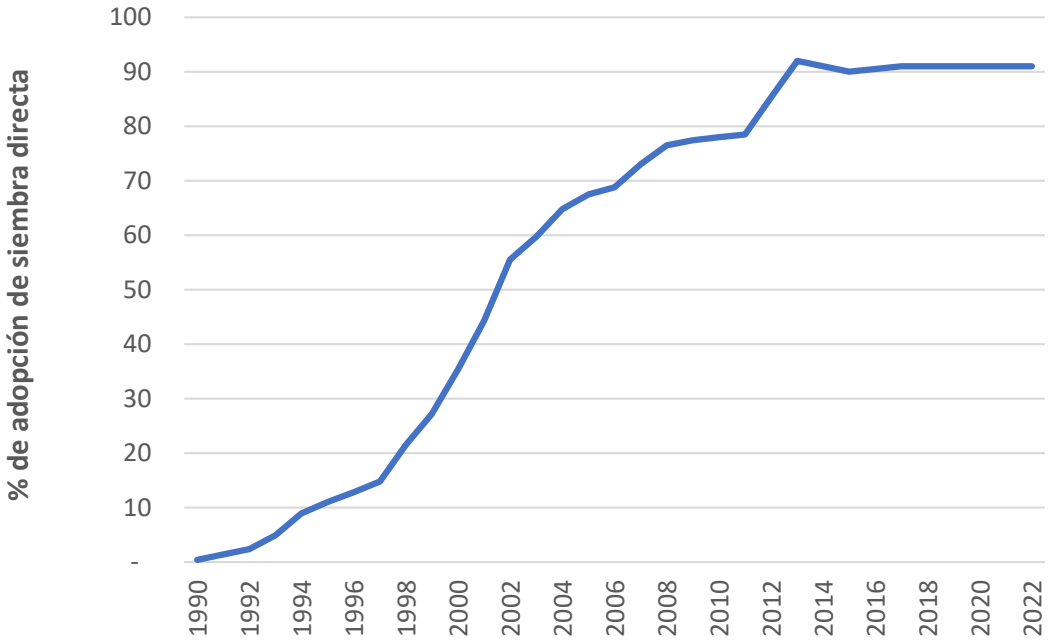
Las siguientes figuras muestran la superficie de tierras forestales convertida a tierras de cultivo o pastizales y el porcentaje de adopción de la siembra directa.

Figura 404. Evolución de la superficie convertida a tierras de producción agrícola y ganadera (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 405. Evolución del porcentaje de adopción de siembra directa (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 822. Incertidumbre de la categoría "4B1 Tierras de cultivo que permanecen como tales (2022)"

Incertidumbre DA CO_2	Incertidumbre combinada CO_2	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
20%	105,8%	2,06E-04	2,0%	0,1%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realiza utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplican las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006 e incertidumbres de fuentes nacionales.

Además, en el cálculo de la incertidumbre combinada intervienen otros parámetros, asociados a las incertidumbres de $C_{inicial}$ y C_{final}, en cuyos cálculos se usan las incertidumbres de los factores de cambio de existencias F_{LU}, F_{MG} y F_I. Estos fueron calculados en base a los valores por defecto de las Directrices del IPCC 2006. A continuación, se detalla.

Tabla 823. Incertidumbres asociadas a los factores de cambio de existencias

F_{LU}	F_{MG}	F_I
50%	10%	10%

Fuente: Elaboración propia

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[376], se realizaron controles de calidad de los DA, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3B23_HT_XXXX_03 (XXXX de 1990 a 2016), 3B23_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018), 3B23_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) y 3B23_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022).
- Controlar que la suma de la superficie reportada de cada categoría de uso de la tierra sea consistente con el total país.
- Verificar que los valores de superficie reportada para cada categoría de uso de la tierra sean consistentes a lo largo de la serie temporal.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.

[376] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

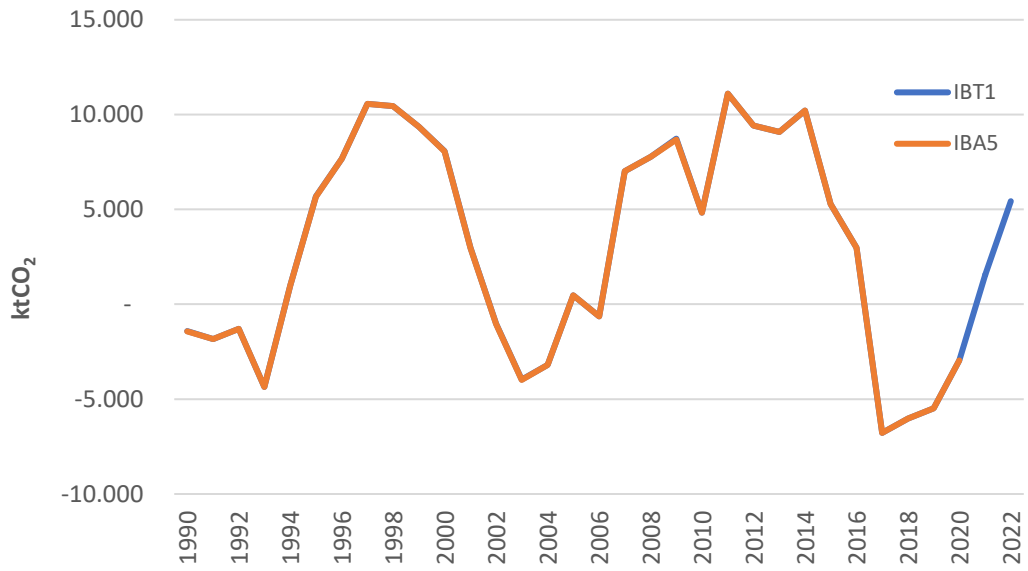
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

Se ajustaron las superficies de Forrajeras y de Campo Natural debido a los cambios en las series históricas de cultivos. Estos ajustes se deben al modelo de cálculo de la RCT, lo que conlleva a un aumento de la representación de estos estratos. Para más información dirigirse a la sección de Representación coherente de tierras del presente informe.

A continuación, se presenta el gráfico de evolución de las emisiones netas de la categoría 4B1 respecto al IBA5 (Categoría 3B7).

Figura 406: Comparativa tendencia de emisiones para CO_2 4B1 (IB5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia[377]

Anexo Factores de cambio de existencias

A continuación, se encuentran los valores de los factores de cambio de existencias F_{LU}, F_{MG} y F_I para el año 2022. Cabe recordar que el F_{MG} para Cultivos cambia a lo largo de la serie temporal ya que se encuentra ajustado con un valor local. Los valores por defecto provienen de las Directrices del IPCC del 2006.

[377] En el IBA5, las emisiones asociadas al cambio neto de las existencias de carbono en suelos, era reportada en la categoría "3B7 - Variación de materia orgánica del suelo".

Tabla 824. Valores de los factores de cambio por región, cobertura y clima

Origen / Destino (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura	Clima (Clasificación IPCC)	FLU	FMG	FI	Fuente de información	Observaciones
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Espinal_Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Espinal_Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Espinal_Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Espinal_Otras Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Espinal_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Espinal_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Otras Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Otras Tierras Forestales	Subtropical Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia

Origen / Destino (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura	Clima (Clasificación IPCC)	FLU	FMG	FI	Fuente de información	Observaciones
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Tierras Forestales	Subtropical Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Selva Paranaense_Otras Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Selva Paranaense_Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Yungas (Selva Tucumano Boliviana)_Otras Tierras Forestales	Subtropical Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Yungas (Selva Tucumano Boliviana)_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Yungas (Selva Tucumano	Templado Cálido Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia

Origen / Destino (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura	Clima (Clasificación IPCC)	FLU	FMG	FI	Fuente de información	Observaciones
	Boliviana)_Otras Tierras Forestales						
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Yungas (Selva Tucumano Boliviana)_Tierras Forestales	Subtropical Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Yungas (Selva Tucumano Boliviana)_Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Yungas (Selva Tucumano Boliviana)_Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Otras Tierras Forestales	Templado Frio Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Otras Tierras Forestales	Templado Frio Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Tierras Forestales	Templado Frio Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia

Origen / Destino (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura	Clima (Clasificación IPCC)	FLU	FMG	FI	Fuente de información	Observaciones
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Tierras Forestales	Templado Frio Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Subtropical Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Subtropical Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Templado Cálido Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Templado Cálido Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Templado Frio Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Templado Frio Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 4	Hipótesis Nivel 1: Bosque tiene las mismas existencias de C en el suelo que la condición de referencia
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Subtropical Húmedo	0,48	1,20	1,11	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Tropical Húmedo. Promedio SD/Labranza Convencional. Fi Alto sin estiércol
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Subtropical Seco	0,58	1,09	1,04	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Tropical Seco. Promedio SD/Labranza Convencional.Fi Alto sin estiércol
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Templado Cálido Húmedo	0,69	1,14	1,11	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Promedio SD/Labranza Convencional. Fi Alto sin estiércol

Origen / Destino (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura	Clima (Clasificación IPCC)	FLU	FMG	FI	Fuente de información	Observaciones
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Templado Cálido Seco	0,80	1,09	1,04	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Promedio SD/Labranza Convencional.Fi Alto sin estiércol
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Templado Frio Húmedo	0,69	1,14	1,11	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Promedio SD/Labranza Convencional.Fi Alto sin estiércol
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Templado Frio Seco	0,80	1,09	1,04	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Promedio SD/Labranza Convencional.Fi Alto sin estiércol
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Subtropical Húmedo	1,00	1,17	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	Tropical. FMG Mejorado. Fi Medio.
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Subtropical Seco	1,00	1,17	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	Tropical. FMG Mejorado. Fi Medio.
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Templado Cálido Húmedo	1,00	1,14	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	Tropical. FMG Mejorado. Fi Medio.
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Templado Cálido Seco	1,00	1,14	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	Tropical. FMG Mejorado. Fi Medio.
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Templado Frio Seco	1,00	1,14	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	Tropical. FMG Mejorado. Fi Medio.
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Templado Frio Húmedo	1,00	1,14	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	Tropical. FMG Mejorado. Fi Medio.

Origen / Destino (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura	Clima (Clasificación IPCC)	FLU	FMG	FI	Fuente de información	Observaciones
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Subtropical Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	FMG No degradado ni con mejoras significativas. Fi Medio. Sin mejoras
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Subtropical Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	FMG No degradado ni con mejoras significativas. Fi Medio. Sin mejoras
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Templado Cálido Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	FMG No degradado ni con mejoras significativas. Fi Medio. Sin mejoras
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Templado Cálido Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	FMG No degradado ni con mejoras significativas. Fi Medio. Sin mejoras
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Templado Frio Húmedo	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	FMG No degradado ni con mejoras significativas. Fi Medio. Sin mejoras
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Templado Frio Seco	1,00	1,00	1,00	Volumen 4 - Capitulo 6 - Cuadro 6.2	FMG No degradado ni con mejoras significativas. Fi Medio. Sin mejoras
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Templado Cálido Seco	1,00	1,10	1,04	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Cultivo de perennes / Árboles. FMG ante la falta de información se considera sin laboreo
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Templado Cálido Húmedo	1,00	1,15	1,11	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Cultivo de perennes / Árboles. FMG ante la falta de información se considera 1. Fi Alto sin estiércol
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Templado Frio Seco	1,00	1,10	1,04	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Cultivo de perennes / Árboles. FMG ante la falta de información se considera 1. Fi Alto sin estiércol

Origen / Destino (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura	Clima (Clasificación IPCC)	FLU	FMG	FI	Fuente de información	Observaciones
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Subtropical Seco	1,00	1,10	1,04	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Cultivo de perennes / Árboles. FMG ante la falta de información se considera 1. Fi Alto sin estiércol. Tropical Seco
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Subtropical Húmedo	1,00	1,22	1,11	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Cultivo de perennes / Árboles. FMG ante la falta de información se considera 1. Fi Alto sin estiércol. Tropical Húmedo
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Templado Frio Húmedo	1,00	1,15	1,11	Volumen 4 - Capitulo 5 - Cuadro 5.5	Cultivo de perennes / Árboles. FMG ante la falta de información se considera 1. Fi Alto sin estiércol

Fuente: Elaboración propia

Anexo Valores de los contenidos de carbono

Se encuentran a continuación los parámetros utilizados para la estimación de las emisiones provenientes de la categoría. Los valores por defecto provienen de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 825. Valores de biomasa aérea de Otras Tierras Forestales

Región	Biomasa aérea	Unidades	Fuente de información
Monte	19,33	tMS/ha	FRA 2015
Bosque Andino Patagónico	142,00	tMS/ha	FRA 2015
Parque Chaqueño	65,84	tMS/ha	FRA 2015
Selva Paranaense	47,58	tMS/ha	FRA 2015
Yungas (Selva Tucumano Boliviana)	72,07	tMS/ha	FRA 2015
Espinal	80,00	tMS/ha	FRA 2015

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 826. Valores de biomasa aérea y subterránea de Tierras Forestales

Región	Biomasa aérea	Biomasa Subterránea	Unidades	Fuente de información
Parque Chaqueño	129,03	36,13	tMS/ha	FRA 2015
Selva Paranaense	259,34	62,24	tMS/ha	FRA 2015
Bosque Andino Patagónico	570,94	137,03	tMS/ha	FRA 2015
Yungas	205,74	49,38	tMS/ha	FRA 2015
Espinal (Caldén)	98,23	22,59	tMS/ha	FRA 2015
Espinal (Ñandubay)	122,71	28,22	tMS/ha	FRA 2015

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 827. Valores por defecto de la fracción de carbono de la biomasa aérea utilizada para el Parque Chaqueño, Espinal (Caldén), Espinal (Ñandubay), Bosque Andino Patagónico, Selva Paranaense, y Yungas (Selva Tucumano Boliviana)

Región	Valor	Unidades	Fuente de información
Parque Chaqueño	0,48	tC/tMS	FRA 2015
Espinal (Caldén)	0,48	tC/tMS	FRA 2015
Espinal (Ñandubay)	0,48	tC/tMS	FRA 2015
Bosque Andino Patagónico	0,48	tC/tMS	FRA 2015
Selva Paranaense	0,47	tC/tMS	FRA 2015
Yungas	0,47	tC/tMS	FRA 2015

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 828. Parámetros de carbono total y biomasa aérea de cultivos y frutales – Tierras de Cultivo

Estrato	Clima	Carbono total	Unidades	Fuente de información	Biomasa aérea	Unidades	Fuente de información
Cultivos	Subtropical húmedo	5,00	tC/ha	Cuadro 5.9	10,64	tC/ha	Calculado
Cultivos	Subtropical Seco	5,00	tC/ha	Cuadro 5.9	10,64	tC/ha	Calculado
Cultivos	Templado Cálido húmedo	5,00	tC/ha	Cuadro 5.9	10,64	tC/ha	Calculado
Cultivos	Templado Cálido Seco	5,00	tC/ha	Cuadro 5.9	10,64	tC/ha	Calculado
Cultivos	Templado Frio húmedo	5,00	tC/ha	Cuadro 5.9	10,64	tC/ha	Calculado
Cultivos	Templado Frio Seco	5,00	tC/ha	Cuadro 5.9	10,64	tC/ha	Calculado
Frutales	Templado Cálido Seco	10,00	tC/ha	Cuadro 5.9	21,28	tC/ha	Calculado
Frutales	Templado Cálido húmedo	10,00	tC/ha	Cuadro 5.9	21,28	tC/ha	Calculado
Frutales	Templado Frio Seco	10,00	tC/ha	Cuadro 5.9	21,28	tC/ha	Calculado
Frutales	Subtropical Seco	10,00	tC/ha	Cuadro 5.9	21,28	tC/ha	Calculado
Frutales	Subtropical húmedo	10,00	tC/ha	Cuadro 5.9	21,28	tC/ha	Calculado
Frutales	Templado Frio húmedo	10,00	tC/ha	Cuadro 5.9	21,28	tC/ha	Calculado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 829. Valores de biomasa aérea, subterránea, y total de Pastizales y Campo Natural

Estrato	Clima	Biomasa Aérea	Biomasa total	Unidades	Fuente de información	Biomasa Subterránea	Unidades	Fuente de información
Forrajeras	Subtropical Húmedo	6,20	16,10	tMS/ha	Tabla 6.4	9,90	tMS/ha	Calculado
Forrajeras	Subtropical Seco	2,30	8,70	tMS/ha	Tabla 6.4	6,40	tMS/ha	Calculado
Forrajeras	Templado Cálido Húmedo	2,70	13,50	tMS/ha	Tabla 6.4	10,80	tMS/ha	Calculado
Forrajeras	Templado Cálido Seco	1,60	6,10	tMS/ha	Tabla 6.4	4,50	tMS/ha	Calculado
Forrajeras	Templado Frío Seco	1,70	6,50	tMS/ha	Tabla 6.4	4,80	tMS/ha	Calculado
Forrajeras	Templado Frío Húmedo	2,40	13,60	tMS/ha	Tabla 6.4	11,20	tMS/ha	Calculado
Campo Natural	Subtropical Húmedo	6,20	16,10	tMS/ha	Tabla 6.4	9,90	tMS/ha	Calculado
Campo Natural	Subtropical Seco	2,30	8,70	tMS/ha	Tabla 6.4	6,40	tMS/ha	Calculado
Campo Natural	Templado Cálido Húmedo	2,70	13,50	tMS/ha	Tabla 6.4	10,80	tMS/ha	Calculado
Campo Natural	Templado Cálido Seco	1,60	6,10	tMS/ha	Tabla 6.4	4,50	tMS/ha	Calculado
Campo Natural	Templado Frío Seco	1,70	6,50	tMS/ha	Tabla 6.4	4,80	tMS/ha	Calculado
Campo Natural	Templado Frío Húmedo	2,40	13,60	tMS/ha	Tabla 6.4	11,20	tMS/ha	Calculado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 830. Valores de fracción de carbono por defecto para cultivos, forrajes, campo natural y frutales

Estrato	Valor	Unidades	Fuente de información	Criterio
Cultivos	0,47	tC/tMS	Cuadro 4.3	Valor por defecto
Frutales				
Forrajeras				
Campo Natural				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 831. Valores de biomasa y fracción de carbono de cada depósito para tierras forestales, tierras de cultivos y pastizales.

Origen (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura (Origen)	Clima (Clasificación IPCC)	Biomasa aérea (tMS/ha)	Biomasa debajo del suelo (tMS/ha)	Biomasa madera muerta (tMS/ha)	Biomasa hojarasca (tMS/ha)	Biomasa total (tMS/ha)	tC/MS	Biomasa aérea (tC/ha)	Biomasa debajo del suelo (tC/ha)	Biomasa madera muerta (tC/ha)	Biomasa hojarasca (tC/ha)	Carbono total (tC/ha)
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Espinal_Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	110,47	25,41	-	-	135,88	0,48	53,03	12,20	-	-	65,22
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Espinal_Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	110,47	25,41	-	-	135,88	0,48	53,03	12,20	-	-	65,22
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Espinal_Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	110,47	25,41	-	-	135,88	0,48	53,03	12,20	-	-	65,22
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Espinal_Otras Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	80,00	25,60	-	-	105,60	0,48	38,40	12,29	-	-	50,69
Tierras Forestales -	Espinal_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	80,00	25,60	-	-	105,60	0,48	38,40	12,29	-	-	50,69

Origen (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura (Origen)	Clima (Clasificación IPCC)	Biomasa aérea (tMS/ha)	Biomasa debajo del suelo (tMS/ha)	Biomasa madera muerta (tMS/ha)	Biomasa hojarasca (tMS/ha)	Biomasa total (tMS/ha)	tC/MS	Biomasa aérea (tC/ha)	Biomasa debajo del suelo (tC/ha)	Biomasa madera muerta (tC/ha)	Biomasa hojarasca (tC/ha)	Carbono total (tC/ha)
Bosques Nativos													
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Espinal_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	80,00	25,60	-	-	105,60	0,48	38,40	12,29	-	-	50,69
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Otras Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	65,84	21,07	-	-	86,92	0,48	31,61	10,11	-	-	41,72
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Otras Tierras Forestales	Subtropical Seco	65,84	21,07	-	-	86,92	0,48	31,61	10,11	-	-	41,72
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	65,84	21,07	-	-	86,92	0,48	31,61	10,11	-	-	41,72
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	65,84	21,07	-	-	86,92	0,48	31,61	10,11	-	-	41,72
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	129,03	36,13	-	-	165,16	0,48	61,93	17,34	-	-	79,28
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Tierras Forestales	Subtropical Seco	129,03	36,13	-	-	165,16	0,48	61,93	17,34	-	-	79,28

Origen (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura (Origen)	Clima (Clasificación IPCC)	Biomasa aérea (tMS/ha)	Biomasa debajo del suelo (tMS/ha)	Biomasa madera muerta (tMS/ha)	Biomasa hojarasca (tMS/ha)	Biomasa total (tMS/ha)	tC/MS	Biomasa aérea (tC/ha)	Biomasa debajo del suelo (tC/ha)	Biomasa madera muerta (tC/ha)	Biomasa hojarasca (tC/ha)	Carbono total (tC/ha)
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	129,03	36,13	-	-	165,16	0,48	61,93	17,34	-	-	79,28
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Parque Chaqueño_Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	129,03	36,13	-	-	165,16	0,48	61,93	17,34	-	-	79,28
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Selva Paranaense_Otras Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	47,58	15,23	-	-	62,81	0,47	22,36	7,16	-	-	29,52
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Selva Paranaense_Tierras Forestales	Subtropical Húmedo	259,34	62,24	-	-	321,58	0,47	121,89	29,25	-	-	151,14
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Yungas (Selva Tucumano Boliviana)_Otras Tierras Forestales	Subtropical Seco	72,07	23,06	-	-	95,13	0,47	33,87	10,84	-	-	44,71
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Yungas (Selva Tucumano Boliviana)_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	72,07	23,06	-	-	95,13	0,47	33,87	10,84	-	-	44,71
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Yungas (Selva Tucumano Boliviana)_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	72,07	23,06	-	-	95,13	0,47	33,87	10,84	-	-	44,71
Tierras Forestales -	Yungas (Selva Tucumano	Subtropical Seco	205,74	49,38	-	-	255,12	0,47	96,70	23,21	-	-	119,91

Origen (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura (Origen)	Clima (Clasificación IPCC)	Biomasa aérea (tMS/ha)	Biomasa debajo del suelo (tMS/ha)	Biomasa madera muerta (tMS/ha)	Biomasa hojarasca (tMS/ha)	Biomasa total (tMS/ha)	tC/MS	Biomasa aérea (tC/ha)	Biomasa debajo del suelo (tC/ha)	Biomasa madera muerta (tC/ha)	Biomasa hojarasca (tC/ha)	Carbono total (tC/ha)
Bosques Nativos	Boliviana)_Tierras Forestales												
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Yungas (Selva Tucumano Boliviana)_Tierras Forestales	Templado Cálido Húmedo	205,74	49,38	-	-	255,12	0,47	96,70	23,21	-	-	119,91
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Yungas (Selva Tucumano Boliviana)_Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	205,74	49,38	-	-	255,12	0,47	96,70	23,21	-	-	119,91
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Tierras Forestales	Templado Frio Seco	570,94	137,03	-	-	707,97	0,48	274,05	65,77	-	-	339,82
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Tierras Forestales	Templado Frio Húmedo	570,94	137,03	-	-	707,97	0,48	274,05	65,77	-	-	339,82
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	570,94	137,03	-	-	707,97	0,48	274,05	65,77	-	-	339,82
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Otras Tierras Forestales	Templado Frio Seco	142,00	45,44	-	-	187,44	0,48	68,16	21,81	-	-	89,97
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Otras Tierras Forestales	Templado Frio Húmedo	142,00	45,44	-	-	187,44	0,48	68,16	21,81	-	-	89,97

Origen (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura (Origen)	Clima (Clasificación IPCC)	Biomasa aérea (tMS/ha)	Biomasa debajo del suelo (tMS/ha)	Biomasa madera muerta (tMS/ha)	Biomasa hojarasca (tMS/ha)	Biomasa total (tMS/ha)	tC/MS	Biomasa aérea (tC/ha)	Biomasa debajo del suelo (tC/ha)	Biomasa madera muerta (tC/ha)	Biomasa hojarasca (tC/ha)	Carbono total (tC/ha)
Tierras Forestales - Bosques Nativos	Bosque Andino Patagónico_Otras Tierras Forestales	Templado Cálido Seco	142,00	45,44	-	-	187,44	0,48	68,16	21,81	-	-	89,97
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Subtropical Húmedo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Subtropical Seco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Templado Cálido Húmedo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Templado Cálido Seco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Templado Frio Húmedo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tierras Forestales - Bosques Cultivados	Bosques Cultivados	Templado Frio Seco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Origen (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura (Origen)	Clima (Clasificación IPCC)	Biomasa aérea (tMS/ha)	Biomasa debajo del suelo (tMS/ha)	Biomasa madera muerta (tMS/ha)	Biomasa hojarasca (tMS/ha)	Biomasa total (tMS/ha)	tC/MS	Biomasa aérea (tC/ha)	Biomasa debajo del suelo (tC/ha)	Biomasa madera muerta (tC/ha)	Biomasa hojarasca (tC/ha)	Carbono total (tC/ha)
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Subtropical Húmedo	10,64	-	-	-	10,64	0,47	5,00	-	-	-	5,00
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Subtropical Seco	10,64	-	-	-	10,64	0,47	5,00	-	-	-	5,00
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Templado Cálido Húmedo	10,64	-	-	-	10,64	0,47	5,00	-	-	-	5,00
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Templado Cálido Seco	10,64	-	-	-	10,64	0,47	5,00	-	-	-	5,00
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Templado Frio Húmedo	10,64	-	-	-	10,64	0,47	5,00	-	-	-	5,00
Tierras de Cultivo - Cultivos	Cultivos	Templado Frio Seco	10,64	-	-	-	10,64	0,47	5,00	-	-	-	5,00
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Subtropical Húmedo	6,20	9,90	-	-	16,10	0,47	2,91	4,65	-	-	7,57
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Subtropical Seco	2,30	6,40	-	-	8,70	0,47	1,08	3,01	-	-	4,09
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Templado Cálido Húmedo	2,70	10,80	-	-	13,50	0,47	1,27	5,08	-	-	6,35
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Templado Cálido Seco	1,60	4,50	-	-	6,10	0,47	0,75	2,12	-	-	2,87
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Templado Frio Seco	1,70	4,80	-	-	6,50	0,47	0,80	2,26	-	-	3,06

Origen (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura (Origen)	Clima (Clasificación IPCC)	Biomasa aérea (tMS/ha)	Biomasa debajo del suelo (tMS/ha)	Biomasa madera muerta (tMS/ha)	Biomasa hojarasca (tMS/ha)	Biomasa total (tMS/ha)	tC/MS	Biomasa aérea (tC/ha)	Biomasa debajo del suelo (tC/ha)	Biomasa madera muerta (tC/ha)	Biomasa hojarasca (tC/ha)	Carbono total (tC/ha)
Pastizales - Forrajeras	Forrajeras	Templado Frio Húmedo	2,40	11,20	-	-	13,60	0,47	1,13	5,26	-	-	6,39
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Subtropical Húmedo	6,20	9,90	-	-	16,10	0,47	2,91	4,65	-	-	7,57
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Subtropical Seco	2,30	6,40	-	-	8,70	0,47	1,08	3,01	-	-	4,09
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Templado Cálido Húmedo	2,70	10,80	-	-	13,50	0,47	1,27	5,08	-	-	6,35
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Templado Cálido Seco	1,60	4,50	-	-	6,10	0,47	0,75	2,12	-	-	2,87
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Templado Frio Húmedo	2,40	11,20	-	-	13,60	0,47	1,13	5,26	-	-	6,39
Pastizales - Campo Natural	Campo Natural	Templado Frio Seco	1,70	4,80	-	-	6,50	0,47	0,80	2,26	-	-	3,06
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Templado Cálido Seco	21,28	-	-	-	21,28	0,47	10,00	-	-	-	10,00
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Templado Cálido Húmedo	21,28	-	-	-	21,28	0,47	10,00	-	-	-	10,00
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Templado Frio Seco	21,28	-	-	-	21,28	0,47	10,00	-	-	-	10,00
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Subtropical Seco	21,28	-	-	-	21,28	0,47	10,00	-	-	-	10,00
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Subtropical Húmedo	21,28	-	-	-	21,28	0,47	10,00	-	-	-	10,00

Origen (Clasificación IPCC)	Región / Cobertura (Origen)	Clima (Clasificación IPCC)	Biomasa aérea (tMS/ha)	Biomasa debajo del suelo (tMS/ha)	Biomasa madera muerta (tMS/ha)	Biomasa hojarasca (tMS/ha)	Biomasa total (tMS/ha)	tC/MS	Biomasa aérea (tC/ha)	Biomasa debajo del suelo (tC/ha)	Biomasa madera muerta (tC/ha)	Biomasa hojarasca (tC/ha)	Carbono total (tC/ha)
Tierras de Cultivo - Frutales	Frutales	Templado Frio Húmedo	21,28	-	-	-	21,28	0,47	10,00	-	-	-	10,00
Tierras Forestales - Bosques Nativos	ESP/C	Todos los climas	98,23	22,59	-	-	120,82	0,48	47,15	10,84	-	-	57,99
Tierras Forestales - Bosques Nativos	ESP/Ñ	Todos los climas	122,71	28,22	-	-	150,93	0,48	58,90	13,55	-	-	72,45

Fuente: Elaboración propia

Tierras convertidas en tierras de cultivo (4B2)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo", se detalla a continuación.

Tabla 832. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo

Sistema de archivo	
Procedimiento	3B23_P_00
Ruta de acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hoja de trabajo	3B23_HT_1970-1989_01 3B23_HT_XXXX_03 (XXXX de 1990 a 2016) 3B23_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3B23_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3B23_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
DA	Ver representación coherente de tierras
Incertidumbres	3B23_IN_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

La categoría Tierras convertidas en tierras de cultivo (4B2) incluye la información referida a las emisiones y absorciones de las tierras forestales convertidas en tierras de cultivo (4B2a) y de los pastizales convertidos en tierras de cultivo (4B2b). La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 833. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O y sumideros de CO_2 – 4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
4B2a	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	Emisiones y absorciones de las tierras forestales convertidas en tierras de cultivo.	Nivel 2		
4B2b	Pastizales convertidos en Tierras de Cultivo	Emisiones y absorciones de pastizales convertidos en tierras de cultivo.	Nivel 1		
4B2c	Humedales convertidos en tierras de cultivo	Emisiones y absorciones de los humedales convertidos en tierras de cultivo.	NE		
4B2d	Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	Emisiones y absorciones de los asentamientos convertidos en tierras de cultivo.	NE		

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
4B2e	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	Emisiones y absorciones de otras tierras convertidas en tierras de cultivo.	NE		

Fuente: Elaboración propia

Las categorías 4B2c, 4B2d y 4B2e no se estiman ya que se asume constante la superficie de humedales, asentamientos y otras tierras (debido a la falta de información que permita reportar estas transiciones de uso de la tierra). Las emisiones no CO_2 de las categorías 4B2a y 4B2b se incluyen en la categoría 4(IV) de quema de biomasa.

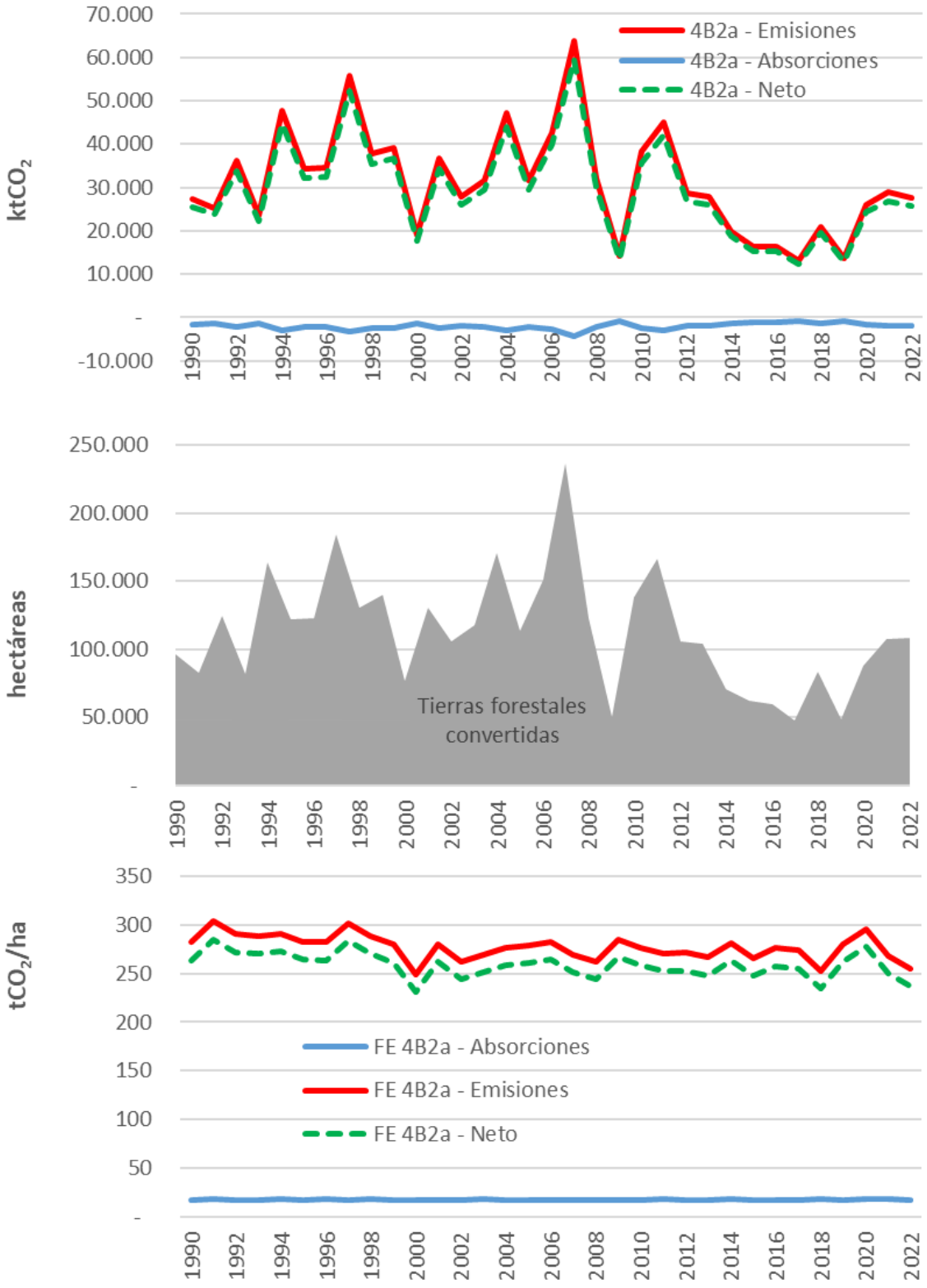
Es categoría principal por nivel para el año 2022 para “4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo” (4%).

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones se encuentra relacionada a la variación de los DA. En el caso de tierras forestales convertidas en tierras de cultivo, se observa una tendencia general decreciente desde 2007 con picos de emisiones en 2001 y 2021. La variación del FE implícito de las emisiones se debe a cambios en la participación relativa de las diferentes regiones forestales y en el tipo de cobertura deforestada (TF u OTF). Para la categoría de pastizales convertidos en tierras de cultivo, no se observa una tendencia marcada con fluctuaciones en toda la serie temporal. El FE implícito de las emisiones presenta una variación razonable debida a que el contenido de carbono de los pastizales son valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 y difieren según la zona donde se encuentran los pastizales.

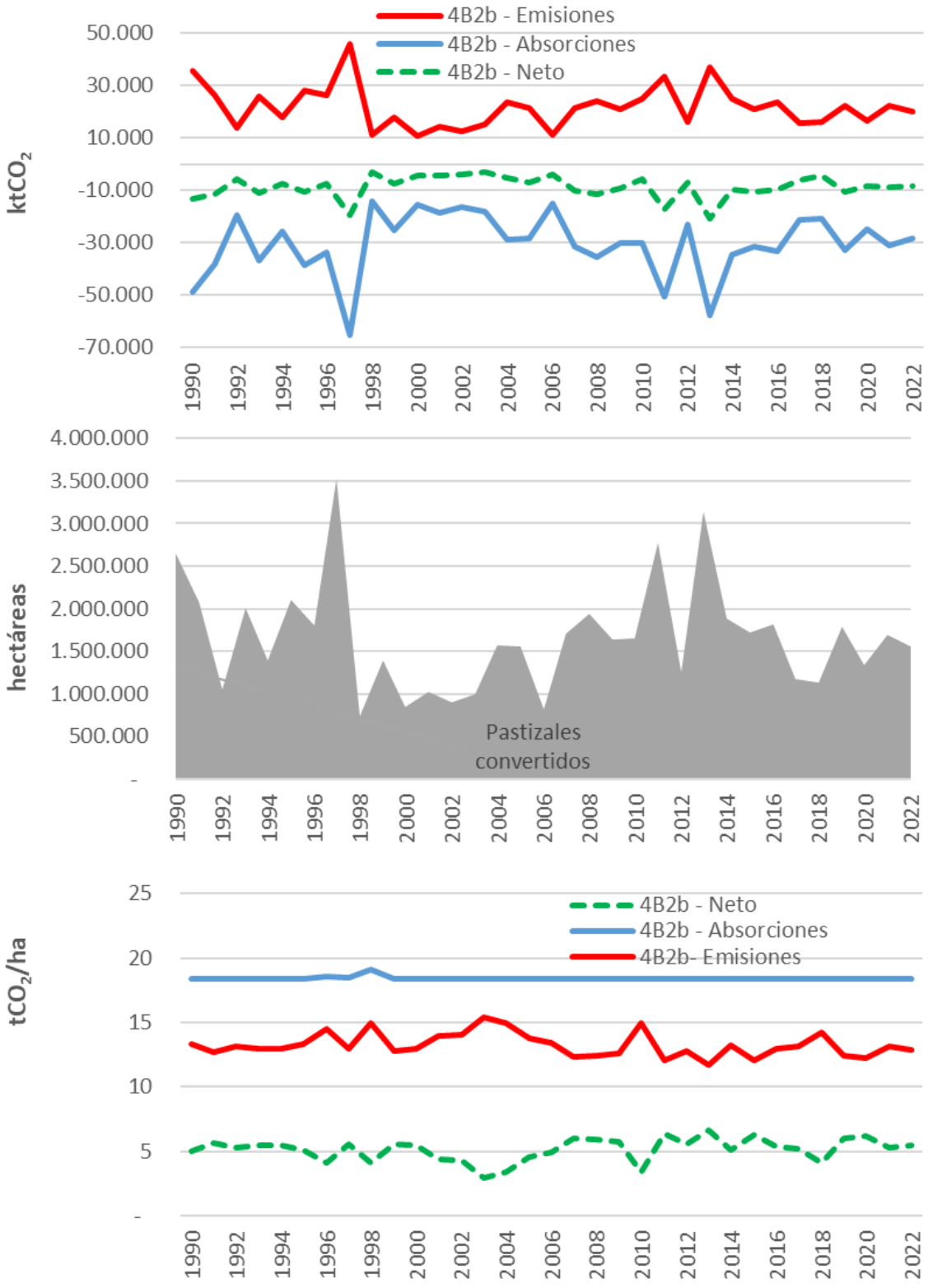
Figura 407. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4B2a (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia[378]

[378] FE implícito expresados en valor absoluto.

Figura 408. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4B2b (1990-2022)

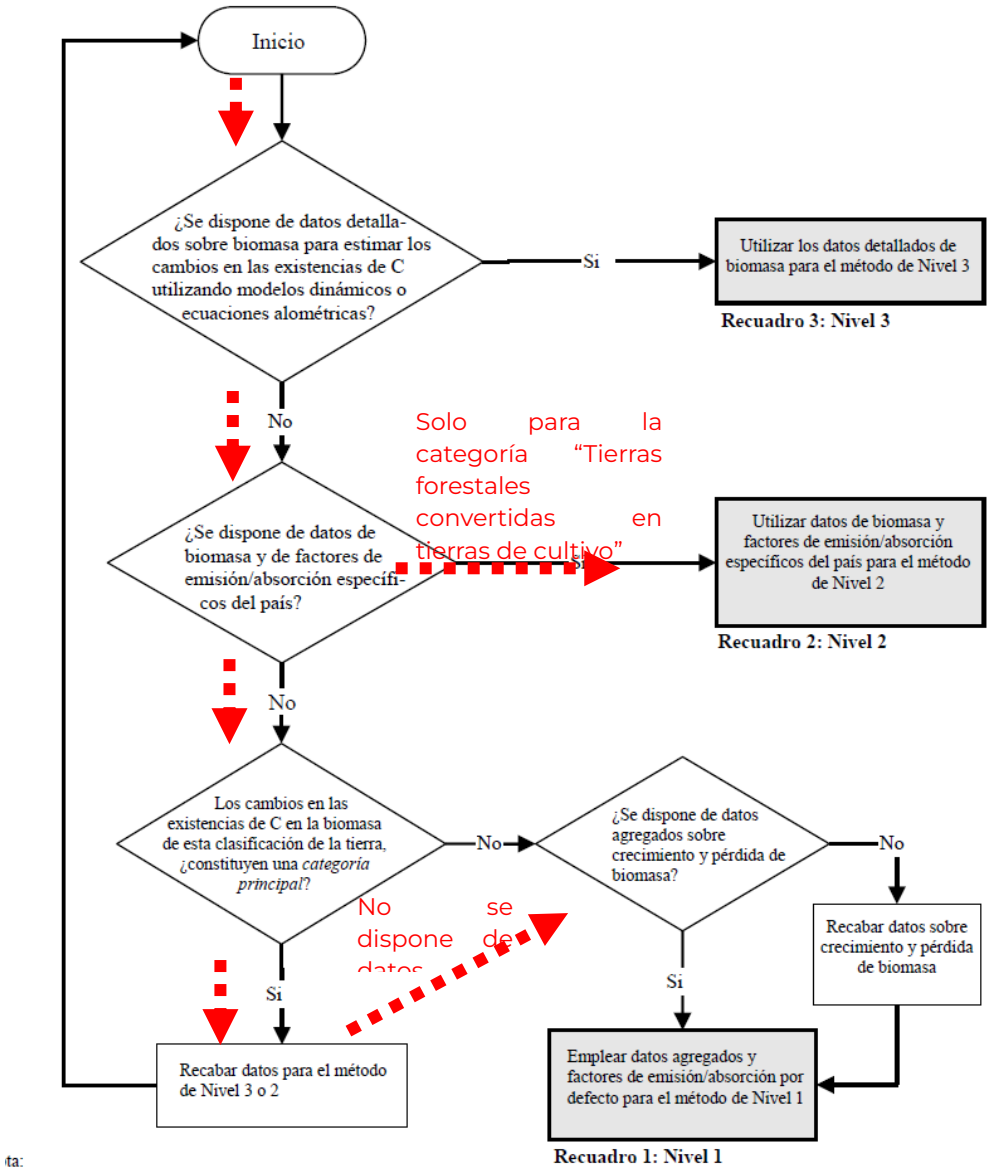


Fuente: Elaboración propia[379]

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 109. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa en una categoría de uso de la tierra



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Para la categoría "4B2a – Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo", se presentan datos locales de biomasa de tierras forestales por lo cual se utiliza un método de cálculo Nivel 2. Para la categoría "4B2b – Pastizales convertidos en tierras

[379] FE implícito expresado en valor absoluto.

de cultivo" no se dispone de dichos datos y, si bien es una categoría principal, se utiliza un método de cálculo Nivel 1.

Se utiliza la ecuación 2.3 de las Directrices del IPCC de 2006 para el calculo de balance de carbono (ΔC_{LU}). La misma fue adaptada como se muestra en la ecuación siguiente. Cabe aclarar que la adaptación realizada da por resultado el mismo valor que el que daría la ecuación original. Este cálculo se realiza por departamento; cada uno de ellos presenta un tipo de clima de las Directrices del IPCC de 2006. Los valores de la biomasa de cada depósito se asignan según el tipo de cobertura y clima. El detalle de cómo se realiza la asignación de climas se encuentra en la sección de representación coherente de tierras.

Una vez calculada la biomasa inicial y la biomasa final se calcula el cambio de las existencias de carbono ($\Delta C_{LU,}$ en la ecuación siguiente como $\Delta C_{t,x,w}$) substrayendo ambos términos. Cabe recordar que el cálculo del depósito de carbono del suelo (S) se analiza de forma separada.

Ecuación 50. Ecuación para el cálculo de cambio de biomasa: adaptación nacional de la ecuación 2.3

$$\Delta C_{t,x,w} = \left[A_{t,x} * \left(\sum_{j=1}^{4} Biomasa\ final\ \left(\frac{tC}{ha}\right)_{j,t,x,w}\right)\right] - \left[A_{t,x} * \left(\sum_{j=1}^{4} Biomasa\ inicial\ \left(\frac{tC}{ha}\right)_{j,t,x,w}\right)\right]$$

$\Delta C_{t,x,w}$: Cambio de existencias de carbono en categoría de uso/cambio de uso de la tierra t, en el departamento x y en el clima w (tC)

$A_{t,x}$: Superficie final en la categoría de uso/de cambio de uso de la tierra t y en el departamento x (ha)

$\text{Biomasa}\ \left(\frac{\text{tC}}{\text{ha}}\right)_{j,t,w}$: Biomasa en el depósito j, en la categoría de uso de la tierra t, en el departamento x y clima w (tC/ha)

j: depósito de biomasa (aérea, subterránea, madera muerta u hojarasca)

t: categoría de uso de la tierra

x: departamento

w: clima

Contenido de carbono

Para cada categoría de uso de la tierra se suman los cambios de carbono en los diferentes depósitos de carbono: biomasa aérea (BA), biomasa subterránea (BS), madera muerta (MM), hojarasca (H), suelos (S), y productos de madera recolectada (PMR). Los PMR se estiman en la categoría 4G. Para la variación de carbono en los suelos (S), no es posible separar las emisiones y absorciones por tipo de uso de la tierra dada la información disponible, por ello, se reportan en la sección "4B1 – Tierras de cultivo que permanecen como tales" y sólo se tienen en cuenta cuatro depósitos de carbono en esta instancia (BA, BS, MM y H).

La biomasa de cada depósito (BA, BS, MM y H) es particular para cada estrato de uso de suelo y clima. Se calcula multiplicando la biomasa del depósito (B, en tMS/ha), inicial o final según corresponda, por la fracción de carbono (CF). Esto corresponde a una adaptación de la ecuación 2.9 que se encuentra en la siguiente ecuación.

Ecuación 51. Ecuación para el cálculo de la biomasa en cada depósito

$$Biomasa\ (\frac{tC}{ha})_{j,t,w} = Biomasa(\frac{tMS}{ha})_{j,t,w} * CF(\frac{tC}{tMS})_t$$

$\text{Biomasa}\ (\frac{\text{tC}}{\text{ha}})_{\boldsymbol{j,t,w}}$: Biomasa en el depósito j en la categoría/de cambio de uso de la tierra t, y clima w (tC/ha)

$\text{Biomasa}\ (\text{tMS})_{\boldsymbol{j,t,x}}$: Biomasa en el depósito j en la categoría/de cambio de uso de la tierra t, y clima w (tMS/ha)

$\text{CF}_{\boldsymbol{t}}$: fracción de carbono en la categoría de uso de la tierra t (tC/tMS)

j: depósito de biomasa (aérea, subterránea, madera muerta u hojarasca)

t: categoría de uso de la tierra

w: clima

Los valores de biomasa aérea, biomasa subterránea y CF en el caso de las tierras forestales provienen de fuentes locales, mientras que para cultivos y pastizales son valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Los valores se encuentran en la Sección Tierras Forestales y en el Anexo Valores de los contenido de carbono. Cabe recordar que la biomasa de madera muerta y la biomasa de hojarasca se asumen nulas por tratarse del método de cálculo Nivel 1.

Para las Tierras Forestales (TF) de Parque Chaqueño, Selva Paranaense, Yungas (Selva Tucumano Boliviana), Espinal, y Bosque Andino Patagónico, los datos de biomasa aérea y subterránea se obtienen del informe de Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA, por sus siglas en inglés) 2015[380]. Los datos de los diferentes distritos del Espinal se promedian para obtener un solo valor para la región.

Para el caso de las Otras Tierras Forestales (OTF) del Espinal, Parque Chaqueño, Yungas, Selva Paranaense y Bosque Andino Patagónico, la biomasa aérea surge de un cálculo utilizando valores del informe FRA 2015. En dicho informe, las regiones antes nombradas se separan por tipos de forestación. Cada tipo de forestación presenta valores de volumen medio y factor de conversión y expansión de biomasa para crecimiento (BCEFi), y ambos se multiplican para obtener la biomasa aérea en tMS/ha. A ese resultado se lo multiplica por la superficie del tipo de forestación y

[380] Country Report (2015). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015. Informe Nacional. Argentina.

luego se suman dichas superficies por región, obteniendo la biomasa aérea en tMS. Por último, se divide por la superficie total de la región y se obtiene la biomasa aérea por región en tMS/ha. Los valores de BCEF y volumen medio se encuentran en la Sección Tierras Forestales.

Para Cultivos y Frutales se utilizan valores por defecto de carbono total de las Directrices del IPCC de 2006. Como Frutales no aparece en dichas Directrices se considera el doble de un cultivo anual. La biomasa subterránea se asume cero por lo cual la biomasa aérea es igual a la total. Como los valores se encuentran en tC/ha, se los divide por la fracción de carbono para obtenerlos en tMS/ha.

Para los Pastizales y Campo Natural se utilizan valores por defecto de biomasa aérea y total de las Directrices del IPCC de 2006. La biomasa subterránea se obtiene de la diferencia entre biomasa total y aérea.

La siguiente tabla presenta la información sectorial correspondiente al año 2022 para la categoría 4B, detallando la desagregación en subcategorías, los datos de actividad asociados a cada una, los cambios en las existencias de carbono en cada depósito con sus factores de emisión (FE) implícitos y las emisiones/absorciones netas de CO_2. Cabe destacar que, en la sección sobre cambio neto de existencias de carbono en suelos minerales, la información reportada refleja el cambio en las existencias de carbono de todos los usos de suelo, dado que el país no dispone de información suficiente y consistente para realizar un reporte desagregado[381].

Factores de emisión

La información de los FE se encuentra reportada en la sección anterior de Metodología.

Datos de actividad

El DA son las superficies iniciales y finales de los diferentes tipos de categoría de uso de la tierra. Ambas superficies provienen de la representación coherente de tierras. Los valores de tierras forestales convertidas en tierras de cultivo y pastizales convertidas en tierras de cultivo para el año 2022 por estrato y clima se encuentran en la siguiente tabla.

[381] Esta información fue reportada en la categoría 3B7 hasta el IBA5. Para más detalles, consultar la sección específica de "4B1 - Variación de materia orgánica del suelo (Carbono)", reportada en el presente IBT.

Tabla 834. Datos de superficie (ha) de 2022 para la categoría 4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo

Estrato - clima	4B2a Tierras forestales convertidas	4B2b Pastizales convertidos
Campo Natural - Subtropical Húmedo		797
Campo Natural - Subtropical Seco		3.673
Campo Natural - Templado Cálido Húmedo		47.939
Campo Natural - Templado Cálido Seco		124.341
Forrajeras - Subtropical Húmedo		21.673
Forrajeras - Subtropical Seco		146.340
Forrajeras - Templado Cálido Húmedo		158.322
Forrajeras - Templado Cálido Seco		1.057.997
BN - Espinal - OTF - Templado Cálido Húmedo	977	
BN - Espinal - OTF - Templado Cálido Seco	12.431	
BN - Espinal - TF - Templado Cálido Húmedo	1.047	
BN - Espinal - TF - Templado Cálido Seco	6.230	
BN - Parque Chaqueño - OTF - Subtropical Húmedo	1.121	
BN - Parque Chaqueño - OTF - Subtropical Seco	9.435	
BN - Parque Chaqueño - OTF - Templado Cálido Húmedo	104	
BN - Parque Chaqueño - OTF - Templado Cálido Seco	4.837	
BN - Parque Chaqueño - TF - Subtropical Húmedo	1.573	
BN - Parque Chaqueño - TF - Subtropical Seco	64.634	
BN - Parque Chaqueño - TF - Templado Cálido Húmedo	227	
BN - Parque Chaqueño - TF - Templado Calido Seco	5.612	
BN - Yungas - OTF - Templado Cálido Húmedo	2	
BN - Yungas - TF - Templado Cálido Húmedo	11	
BN - Yungas - TF - Templado Cálido Seco	58	
Total general	**108.300**	**1.561.081**

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones y absorciones provenientes de las categorías 4B2a y 4B2b se reporta de manera conjunta.

Tabla 835. Incertidumbre de la categoría "4B – Tierras de Cultivo" (2022)

Incertidumbre DA CO_2	Incertidumbre combinada CO_2	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
20%	34,2%	2,12E-04	6,2%	0,1%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron combinaciones de incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006 e incertidumbres de fuentes nacionales. Para los valores de superficies afectadas, se utilizaron los valores de incertidumbre nacional provenientes de los estudios de interpretación de los mapas forestales. Los factores asociados al contenido de carbono provienen, en su mayoría, de valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, excepto el volumen de biomasa aérea por hectárea, para las distintas regiones forestales, cuya incertidumbre asociada corresponde al error de muestreo según el PINBN (tablas a continuación), llevado a un intervalo de confianza del 95%. La incertidumbre del contenido másico de carbono en biomasa aérea por hectárea, para cada región forestal, se obtuvo mediante PLE de la incertidumbre del volumen de biomasa aérea, combinada con la incertidumbre de la densidad y contenido de carbono, ambos valores por defecto del IPCC. Del mismo modo, la incertidumbre del contenido másico de carbono en biomasa subterránea por hectárea, para cada región forestal, se obtuvo propagando el error de la biomasa aérea combinada con la incertidumbre de la relación biomasa aérea/biomasa subterránea proveniente de información por defecto del IPCC.

Se construyó una matriz de confusión que contrasta la información de los evaluadores con la información del SNMBN. La matriz expresa, en porcentaje, el área correctamente clasificada (coincidencia entre el resultado propuesto por los intérpretes y el mapa del SNMBN) ponderada por el área que ocupa cada clase en el mapa, en porcentaje. En base a estos resultados se obtuvo el error como la diferencia entre el área total y el porcentaje correctamente clasificado (tabla siguiente). Para Bosque Andino Patagónico se asumió el mismo valor que la región forestal Espinal.

Tabla 836. Valores de exactitud y error global de las regiones forestales analizadas

Región forestal	Exactitud global (%)	Error (%)	Muestras evaluadas
Espinal	69,7	30,3	2.031
Parque Chaqueño	70,8	29,2	5.053
Selva Paranaense	75,1	24,9	1.226
Yungas	77,6	22,4	1.272
Bosque Andino Patagónico	69,7	30,3	2.031

Fuente: Área competente de Bosques (SSAmb).

La incertidumbre de los FE corresponde al error de muestreo para cada una de las regiones forestales. En función de la información disponible en el PINBN, se ha estimado el error de muestreo relativo para el Volumen Total de Madera por hectárea (m^3/ha) para la clase TF por región forestal. Los resultados se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 837. Error de muestreo relativo para volumen bruto por hectárea para la clase TF

Región forestal	Error de muestro (%) para Volumen Total de Madera (m^3/ha) al 85% IC	Error de muestro (%) para Volumen Total de Madera (m^3/ha) al 95% IC	Error de muestreo (%) para el contenido de carbono aéreo (t/ha) al 95% IC	Error de muestreo (%) para el contenido de carbono subterráneo (t/ha) al 95% IC
Parque Chaqueño	11	15	29	29
Selva Paranaense	5	7	26	35
Yungas	14,6	20	32	40
Espinal	15,5	21	33	62
Bosque Andino Patagónico	8,3	11	28	76

Fuente: Área competente de Bosques y Área competente de Gestión Climática (SSAmb), a partir de las bases de datos del PINBN.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[382], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3B23_HT_XXXX_03 (XXXX de 1990 a 2016), 3B23_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018), 3B23_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) y 3B23_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022).
- Controlar que la suma de la superficie reportada de cada categoría de uso de la tierra sea consistente con el total país.
- Verificar que los valores de superficie reportada para cada categoría de uso de la tierra sean consistentes a lo largo de la serie temporal.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

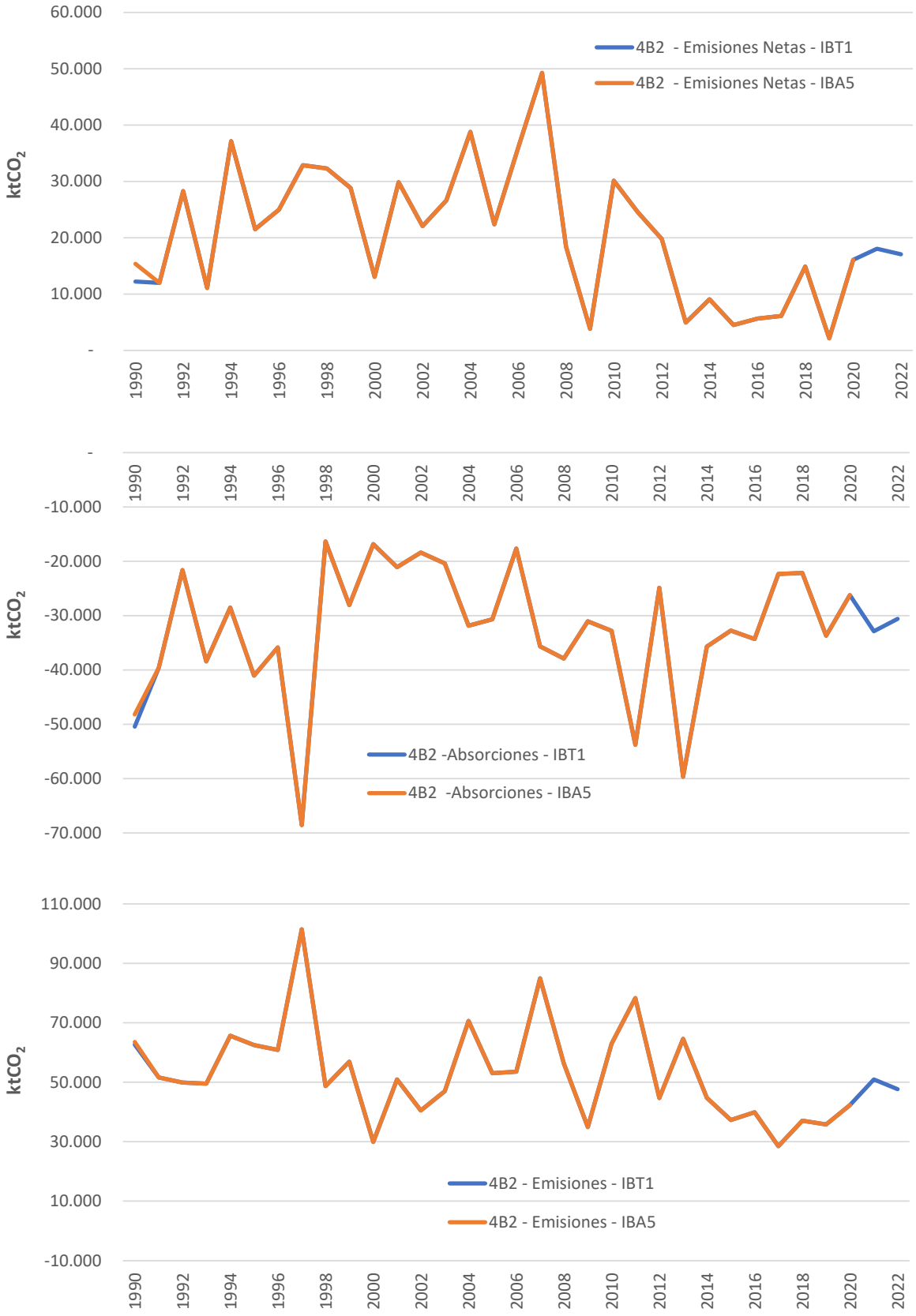
[382] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Recálculo y mejoras

Se ajustaron las superficies de Forrajeras y de Campo Natural dado los cambios en las series históricas de cultivos. Estos ajustes se deben al modelo de cálculo de la RCT, lo que conlleva a la variación (aumento o disminución) de la representación de estos estratos de un año a otro. Para más información dirigirse a la sección de Representación coherente de tierras del presente informe.

A continuación, se presenta el gráfico de evolución de las emisiones netas de la categoría 4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo, reportadas en este ciclo de inventario respecto al IBA5.

Figura 409. Comparativa tendencia de emisiones para CO_2 4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Pastizales (4C)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría “4C – Pastizales”, se detalla a continuación.

Tabla 838. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4C – Pastizales

Sistema de información	
Procedimiento	3B23_P_00
Ruta de acceso	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hoja de trabajo	3B23_HT_1970-1989_01 3B23_HT_XXXX_03 (XXXX de 1990 a 2016) 3B23_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018) 3B23_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) 3B23_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022)
DA	Ver representación coherente de tierras
Incertidumbres	3B23_IN_2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

Esta categoría contiene la información referida a los Pastizales que permanecen como tales (4C1) así como a las Tierras convertidas en pastizales (4C2). La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 839. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O y sumideros de CO_2 – 4C – Pastizales

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
4C1	Pastizales que permanecen como tales	Emisiones y absorciones de las tierras de pastura que no son consideradas tierras de cultivo. Incluye también los sistemas con vegetación maderera que no llega a los valores de los umbrales usados en la categoría de tierras forestales y que no se espera que los supere sin la intervención humana. Esta categoría incluye también todos los pastizales de tierras silvestres para áreas recreativas, así como sistemas agrícolas y de silvipastura, subdivididos en gestionados y no gestionados, conforme a las definiciones nacionales.	IE		
4C2a	Tierras forestales convertidas en pastizales	Emisiones y absorciones de las tierras forestales convertidas en pastizales.	Nivel 2		
4C2b	Tierras de cultivo convertidas en pastizales	Emisiones y absorciones de las tierras de cultivo convertidas en pastizales.	Nivel 1		
4C2c	Humedales convertidos en pastizales	Emisiones y absorciones de humedales convertidos en pastizales.	NE		
4C2d	Asentamientos convertidos en pastizales	Emisiones y absorciones de asentamientos convertidos en pastizales.	NE		
4C2e	Otras tierras convertidas en pastizales	Emisiones y absorciones de otras tierras convertidas en pastizales.	NE		

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de CO_2 de 4C1 se encuentran en la sección 4B1 – Tierras de cultivo que permanecen como tales. Las categorías 4C2c, 4C2d y 4C2e no se estiman ya que se asume constante la superficie de humedales, asentamientos y otras tierras (debido a la falta de información que permita reportar estas transiciones de uso de la tierra). Las emisiones no CO_2 de las categorías 4C2a y 4C2b se incluyen en la categoría 4(IV) - Quema de biomasa.

Es categoría principal por nivel para el año 2022 para “4C2 – Tierras convertidas en pastizales” (7%).

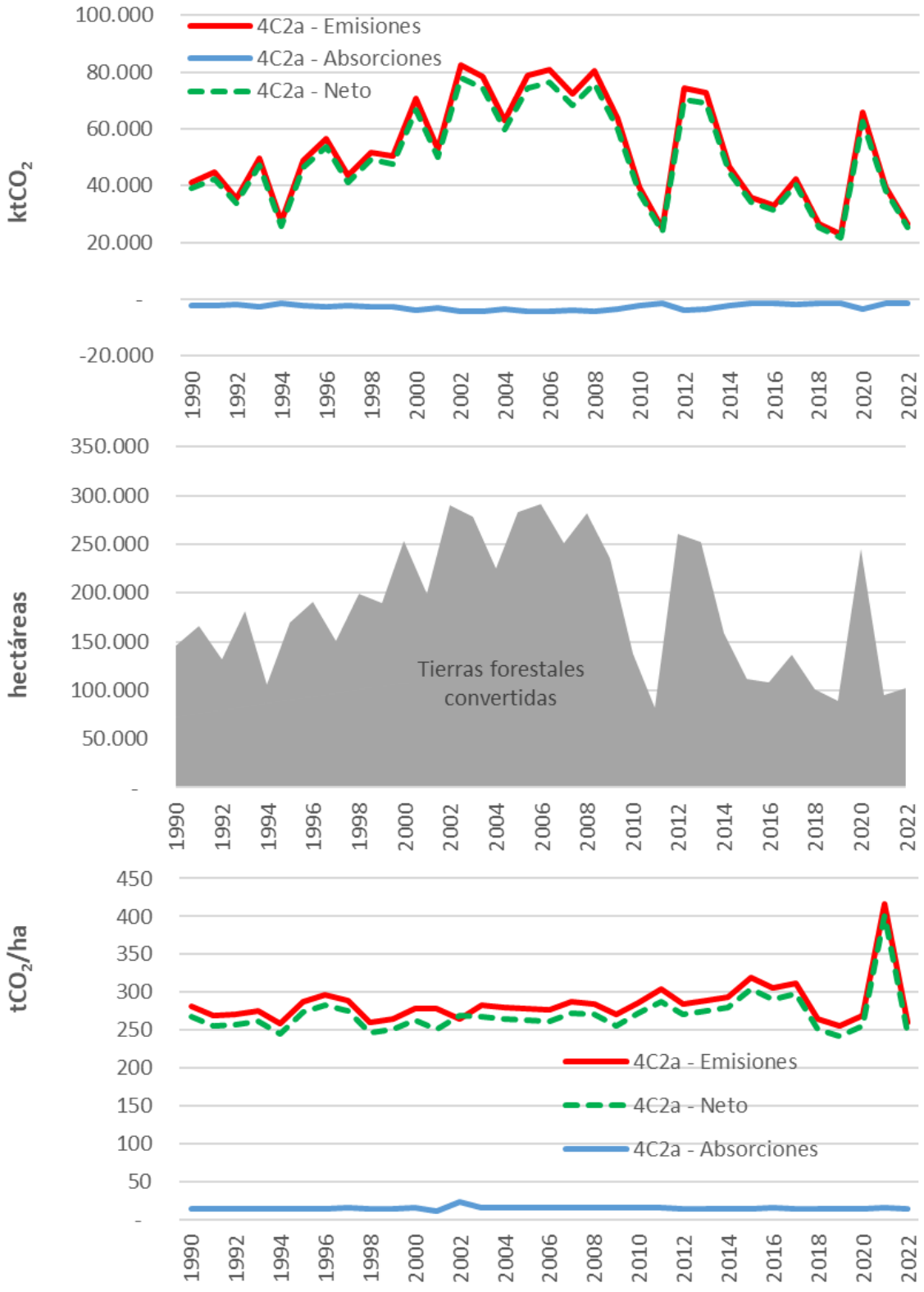
Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones es similar a la variación del DA. En el caso de tierras forestales convertidas en pastizales, no se observa una tendencia marcada en las

emisiones con valores máximos en 2007, 2012 y 2020. El FE implícito de las emisiones varía por el tipo de región forestal y de cobertura deforestada. Para la categoría de tierras de cultivo convertidas en pastizales, el FE implícito de las emisiones presenta una variación razonable debida a que los contenidos de carbono de los cultivos son valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 constantes. Para ambas categorías, el FE implícito de absorciones presenta una variación razonable debida a que los contenidos de carbono de los pastizales son valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 y difieren según la zona donde se encuentran los pastizales.

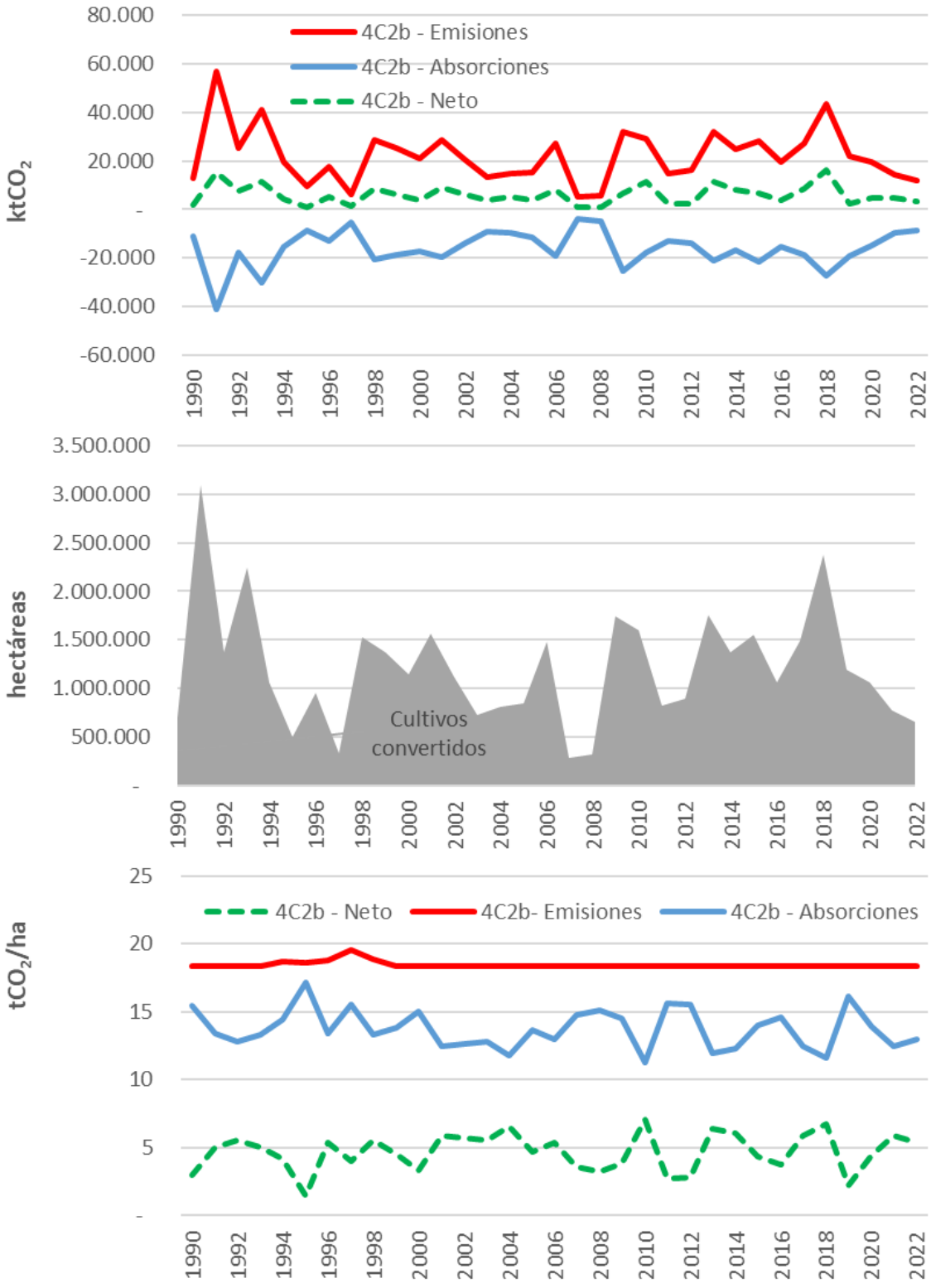
Figura 410. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4C2a (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia[383]

[383]FE implícito expresado en valor absoluto.

Figura 411. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4C2b (1990-2022)



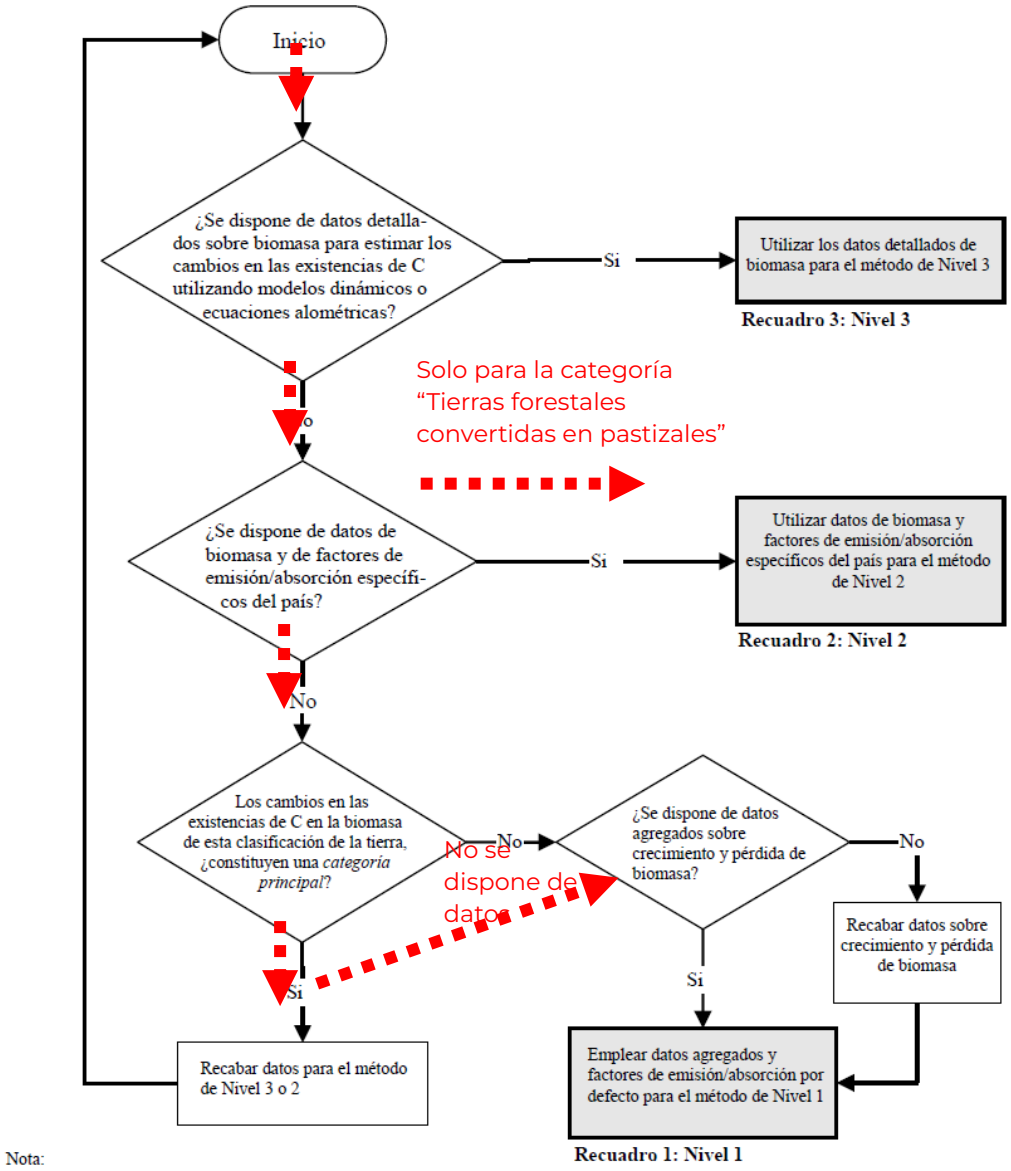
Fuente: Elaboración propia[384]

[384] FE implícito expresado en valor absoluto.

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 110. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa en una categoría de uso de la tierra



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Para la categoría "4C2a – Tierras forestales convertidas en pastizales", se presentan datos locales de biomasa de tierras forestales por lo cual se utiliza un método de cálculo Nivel 2. Para las otras categorías de pastizales no se dispone de dichos datos y, si bien es una categoría principal, se utiliza un método de cálculo Nivel 1.

Se utiliza la ecuación 2.3 de las Directrices del IPCC de 2006 para el calculo de balance de carbono (ΔC_{LU}). La misma fue adaptada como se muestra en la ecuación a continuación Cabe aclarar que la adaptación realizada da por resultado el mismo

valor que el que daría la ecuación original. Este cálculo se realiza por departamento y cada uno presenta un tipo de clima de las Directrices del IPCC de 2006. Los valores de la biomasa de cada depósito se asignan según el tipo de cobertura y clima. El detalle de cómo se realiza la asignación de climas se encuentra en la sección de representación coherente de tierras.

Una vez calculada la biomasa inicial y la biomasa final se calcula el cambio de las existencias de carbono ($\Delta C_{LU,}$ en la siguiente ecuación como $\Delta C_{t,x,w}$) substrayendo ambos términos. Cabe recordar que el cálculo del depósito de carbono (S) se analiza de forma separada.

Ecuación 52. Ecuación para el cálculo de cambio de biomasa: adaptación nacional de la ecuación 2.3

$$\Delta C_{t,x,w} = \left[A_{t,x} * \left(\sum_{j=1}^{4} Biomasa\ final\ (\frac{tC}{ha})_{j,t,x,w}\right)\right] - \left[A_{t,x} * \left(\sum_{j=1}^{4} Biomasa\ inicial\ (\frac{tC}{ha})_{j,t,x,w}\right)\right]$$

$\Delta \boldsymbol{C_{t,x,w}}$: Cambio de existencias de carbono en categoría de uso/cambio de uso de la tierra t, en el departamento x y en el clima w (tC)

$A_{t,x}$: Superficie final en la categoría de uso/de cambio de uso de la tierra t y en el departamento x (ha)

$\text{Biomasa } (\frac{\text{tC}}{\text{ha}})_{\boldsymbol{j,t,w}}$: Biomasa en el depósito j, en la categoría de uso de la tierra t, en el departamento x y clima w (tC/ha)

j: depósito de biomasa (aérea, subterránea, madera muerta u hojarasca)

t: categoría de uso de la tierra

x: departamento

w: clima

A continuación se detalla, para el año 2022, la información sectorial para la categoría 4C, incluyendo la desagregación en las subcategorías, los datos de actividad por cada una, el cambio de existencias de carbono en cada depósito con los respectivos FE implícitos y las emisiones/absorciones netas de CO_2.

Tabla 840: Información sectorial para la categoría 4C

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD			FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS DEL CAMBIO EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO					
Categoría de uso de la tierra	Superficie total	Superficie de suelo mineral	Superficie de suelo orgánico	Cambio de las reservas de carbono en biomasa viva por superficie			Cambio neto de las existencias de carbono en materia orgánica muerta por superficie	Cambio neto de las existencias de carbono en suelos por superficie	
				Ganancias	Pérdidas	Cambio neto		Suelos minerales	Suelos orgánicos
	(kha)			(t C/ha)					
4.C. Total Pastizales	98.661,00	98.661,00	NE,NO	0,03	-0,11	-0,08	NE	IE,NE	NE
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	97.827,19	97.827,19	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total país	97.827,19	97.827,19	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	833,81	833,81	NE,NO	3,24	-12,65	-9,41	NE	IE,NE	NE
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	181,38			2,19	-40,17	-37,98	NE		
Bosque nativo	102,62	102,62	NE	3,87	-70,99	-67,12	NE	IE	NE
Bosque cultivado	78,76	78,76	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales	652,43			3,53	-5,00	-1,47	NE		
Cultivos	NE,NO	NO	NE	NO	NO	NO	NE	NE	NE
Frutales	652,43	652,43	NE	3,53	-5,00	-1,47	NE	IE	NE
4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	NE			NE	NE	NE	NE		
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	NO			NE	NE	NE	NE		
Total país	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	NE			NE	NE	NE	NE		
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tabla 841: Información sectorial para la categoría 4C (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CAMBIOS EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO						EMISIONES/ ABSORCIONES NETAS DE CO_2	Enfoque de Decaimiento Simple - Carbono transferido a PMR
Categoría de uso de la tierra	Cambio de las existencias de carbono en biomasa viva			Cambio neto de las existencias de carbono en materia orgánica muerta	Cambio neto de las existencias de carbono en suelos			
	Ganancias	Pérdidas	Cambio neto		Suelos minerales	Suelos orgánicos		
	(kt C)						(kt CO_2)	(kt C)
4.C. Total Pastizales	2.703,48	-10.547,66	-7.844,18	NE	IE,NE	NE	28.762,00	NA
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	2.703,48	-10.547,66	-7.844,18	NE	IE,NE	NE	28.762,00	NA
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	397,17	-7.285,49	-6.888,31	NE	IE,NE	NE	25.257,15	NA
Bosque nativo	397,17	-7.285,49	-6.888,31	NE	IE	NE	25.257,15	NA
Bosque cultivado	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
4.C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales	2.306,30	-3.262,17	-955,87	NE	IE,NE	NE	3.504,86	NA
Cultivos	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE,NO	NA
Frutales	2.306,30	-3.262,17	-955,87	NE	IE	NE	3.504,86	NA
4.C.2.c. Humedales convertidos en pastizales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
4.C.2.d. Asentamientos convertidos en pastizales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
4.C.2.e. Otras tierras convertidas en pastizales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Factores de emisión

La información de los FE se encuentra reportada en la sección anterior de Metodología.

Contenido de carbono

Para cada categoría de uso de la tierra se suman los cambios de carbono en los diferentes depósitos de carbono: biomasa aérea (BA), biomasa subterránea (BS), madera muerta (MM), hojarasca (H), suelos (S) y productos de madera recolectada (PMR). Los PMR se estiman en la categoría 4G. Para la variación de carbono en los suelos (S), no es posible separar las emisiones y absorciones por tipo de uso de la tierra dada la información disponible, por ello, se reportan en la sección "4B1 – Tierras de cultivo que permanecen como tales" y sólo se tienen en cuenta cuatro depósitos de carbono en esta instancia (BA, BS, MM y H).

La biomasa de cada depósito (BA, BS, MM y H) es particular para cada estrato de uso de suelo y clima. Se calcula multiplicando la biomasa del depósito (B, en tMS/ha), inicial o final según corresponda, por la fracción de carbono (CF). Esto corresponde a una adaptación de la ecuación 2.9 que se encuentra en la siguiente ecuación.

Ecuación 53. Ecuación para el cálculo de la biomasa en cada depósito. Adaptación nacional de la ecuación 2.9

$$Biomasa\ (\frac{tC}{ha})_{j,t,w} = Biomasa(\frac{tMS}{ha})_{j,t,w} * CF(\frac{tC}{tMS})_t$$

$\text{Biomasa}\ (\frac{\text{tC}}{\text{ha}})_{\boldsymbol{j,t,w}}$: Biomasa en el depósito j en la categoría/de cambio de uso de la tierra t, y clima w (tC/ha)

$\text{Biomasa}\ (\text{tMS})_{\boldsymbol{j,t,x}}$: Biomasa en el depósito j en la categoría/de cambio de uso de la tierra t, y clima w (tMS/ha)

$\text{CF}_{\boldsymbol{t}}$: fracción de carbono en la categoría de uso de la tierra t (tC/tMS)

j: depósito de biomasa (aérea, subterránea, madera muerta u hojarasca)

t: categoría de uso de la tierra

w: clima

Los valores de biomasa aérea, biomasa subterránea y CF en el caso de las tierras forestales provienen de fuentes locales, mientras que para cultivos y pastizales son valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006. Los valores se encuentran en la Sección Tierras Forestales y en el Anexo Valores de contenidos de carbono. Cabe recordar que la biomasa de madera muerta y la biomasa de hojarasca se asumen nulas por tratarse de un cálculo de Nivel 1.

Para las Tierras Forestales (TF) de Parque Chaqueño, Selva Paranaense, Yungas (Selva Tucumano Boliviana), Espinal (Caldén), Espinal (Ñandubay) y Bosque Andino

Patagónico, los datos de biomasa aérea y subterránea se obtienen del informe de la FRA 2015[385]. Los datos del Espinal se promedian para obtener un solo valor para la región.

Para el caso de las Otras Tierras Forestales (OTF) del Espinal, Parque Chaqueño, Yungas, Selva Paranaense y Bosque Andino Patagónico, la biomasa aérea surge de un cálculo utilizando valores del informe FRA 2015. En dicho informe, las regiones antes nombradas se separan por tipos de forestación. Cada tipo de forestación presenta valores de volumen medio y BCEF, y ambos se multiplican para obtener la biomasa aérea en tMS/ha. A ese resultado se lo multiplica por la superficie del tipo de forestación y luego se suman dichas superficies por región, obteniendo la biomasa aérea en tMS. Por último, se divide por la superficie total de la región y se obtiene la biomasa aérea por región en tMS/ha. Los valores de BCEF y volumen medio se encuentran en la Sección Tierras Forestales.

Para Cultivos y Frutales se utilizan valores por defecto de carbono total de las Directrices del IPCC de 2006. Como Frutales no aparece en las Directrices del IPCC de 2006 se considera el doble de un cultivo anual. La biomasa subterránea se asume cero por lo cual la biomasa aérea es igual a la total. Como los valores se encuentran en tC/ha, se la divide por la fracción de carbono para obtenerlos en tMS/ha.

Para los Pastizales y Campo Natural se utilizan valores por defecto de biomasa aérea y total de las Directrices del IPCC de 2006. La biomasa subterránea se obtiene de la diferencia entre biomasa total y aérea.

Datos de actividad

El DA son las superficies iniciales y finales de los diferentes tipos de categoría de uso de la tierra. Ambas superficies provienen de la RCT. Los valores de tierras forestales convertidas en pastizales y tierra de cultivo convertidas en pastizales para el año 2022 por estrato y clima se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 842. Superficie (ha) de 2022 para la categoría 4C2 – Tierras convertidas en Pastizales

Estrato – clima	4C2a Tierras forestales convertidas	4C2b Tierras de cultivo convertidas
Tierras de Cultivo - Subtropical Húmedo	-	28.911
Tierras de Cultivo - Subtropical Seco	-	126.077
Tierras de Cultivo - Templado Cálido Húmedo	-	41.917
Tierras de Cultivo - Templado Cálido Seco	-	455.319
Tierras de Cultivo - Templado Frio Seco	-	211
BN - BAP - OTF - Templado Cálido Seco	29	-
BN - BAP - OTF - Templado Frio Húmedo	721	-
BN - BAP - OTF - Templado Frio Seco	190	-

[385] Country Report (2015). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015. Informe Nacional. Argentina.

BN - BAP - TF - Templado Cálido Seco	3	-
BN - BAP - TF - Templado Frio Húmedo	3.007	-
BN - BAP - TF - Templado Frio Seco	61	-
BN - Espinal - OTF - Templado Cálido Húmedo	185	-
BN - Espinal - OTF - Templado Cálido Seco	6.936	-
BN - Espinal - TF - Templado Cálido Húmedo	1.847	-
BN - Espinal - TF - Templado Cálido Seco	5.541	-
BN - Parque Chaqueño - OTF - Subtropical Húmedo	3.976	-
BN - Parque Chaqueño - OTF - Subtropical Seco	8.102	-
BN - Parque Chaqueño - OTF - Templado Cálido Húmedo	37	-
BN - Parque Chaqueño - OTF - Templado Cálido Seco	30.095	-
BN - Parque Chaqueño - TF - Subtropical Húmedo	572	-
BN - Parque Chaqueño - TF - Subtropical Seco	27.697	-
BN - Parque Chaqueño - TF - Templado Cálido Húmedo	572	-
BN - Parque Chaqueño - TF - Templado Cálido Seco	7.009	-
BN - Selva Paranaense - OTF - Subtropical Húmedo	207	-
BN - Selva Paranaense - TF - Subtropical Húmedo	2.223	-
BN - Yungas - OTF - Subtropical Seco	313	-
BN - Yungas - OTF - Templado Cálido Seco	526	-
BN - Yungas - TF - Subtropical Seco	2.195	-
BN - Yungas - TF - Templado Cálido Húmedo	285	-
BN - Yungas - TF - Templado Cálido Seco	288	-
Total general	**102.616**	**652.435**

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones y absorciones provenientes de las categorías 4C2a y 4C2b se reporta de manera conjunta.

Tabla 843. Incertidumbre de la categoría "4C – Pastizales" (2022)

Incertidumbre DA CO_2	Incertidumbre combinada CO_2	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
20%	12,9%	8,60E-05	10,5%	3,69E-04

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron combinaciones de incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006 e incertidumbres de fuentes nacionales. Para los valores de superficies afectadas, se utilizaron los valores de incertidumbre nacional provenientes de los estudios de interpretación de los mapas forestales. Los factores asociados al contenido de carbono provienen, en su mayoría, de valores por defecto las Directrices del IPCC de 2006, excepto el volumen

de biomasa aérea por hectárea, para las distintas regiones forestales, cuya incertidumbre asociada corresponde al error de muestreo según el PINBN (tablas a continuación), llevado a un intervalo de confianza del 95%. La incertidumbre del contenido másico de carbono en biomasa aérea por hectárea, para cada región forestal, se obtuvo mediante PLE de la incertidumbre del volumen de biomasa aérea, combinada con la incertidumbre de la densidad y contenido de carbono, ambos valores por defecto del IPCC. Del mismo modo, la incertidumbre del contenido másico de carbono en biomasa subterránea por hectárea, para cada región forestal, se obtuvo propagando el error de la biomasa aérea combinada con la incertidumbre de la relación biomasa aérea/biomasa subterránea proveniente de información por defecto del IPCC.

Se construyó una matriz de confusión que contrasta la información de los evaluadores con la información del SNMBN. La matriz expresa, en porcentaje, el área correctamente clasificada (coincidencia entre el resultado propuesto por los intérpretes y el mapa del SNMBN) ponderada por el área que ocupa cada clase en el mapa, en porcentaje. En base a estos resultados se obtuvo el error como la diferencia entre el área total y el porcentaje correctamente clasificado (ver tabla siguiente). Para Bosque Andino Patagónico se asumió el mismo valor que la región forestal Espinal.

Tabla 844. Valores de exactitud y error global de las 5 regiones forestales analizadas

Región forestal	Exactitud global (%)	Error (%)	Muestras evaluadas
Espinal	69,7	30,3	2.031
Parque Chaqueño	70,8	29,2	5.053
Selva Paranaense	75,1	24,9	1.226
Yungas	77,6	22,4	1.272
Bosque Andino Patagónico	69,7	30,3	2.031

Fuente: Área competente de Bosques (SSAmb).

La incertidumbre de los FE corresponde al error de muestreo para cada una de las regiones forestales. En función de la información disponible en el PINBN, se ha estimado el error de muestreo relativo para el Volumen Total de Madera por hectárea (m^3/ha) para la clase TF por región forestal. Los resultados se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 845. Error de muestreo relativo (EM %) para volumen bruto por hectárea para la clase TF

Región forestal	EM (%) para Vol Total de Madera (m3/ha) al 85% IC	EM (%) para Vol Total de Madera (m3/ha) al 95% IC	EM (%) para el contenido de C aéreo (t/ha) al 95% IC	EM (%) para el contenido de C subterráneo (t/ha) al 95% IC

Parque Chaqueño	11	15	29	29
Selva Paranaense	5	7	26	35
Yungas	14,6	20	32	40
Espinal	15,5	21	33	62
Bosque Andino Patagónico	8,3	11	28	76

Fuente: Área competente de Bosques y Área competente de Gestión Climática (SSAmb), a partir de las bases de datos del PINBN

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[386], se realizaron los controles de calidad de los datos de actividad, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que los resultados del cálculo de la serie temporal sean los mismos valores en todas las hojas de trabajo 3B23_HT_XXXX_03 (XXXX de 1990 a 2016), 3B23_HT_XXXX_02 (XXXX de 2017 a 2018), 3B23_HT_XXXX_01 (XXXX de 2019 a 2020) y 3B23_HT_XXXX_00 (XXXX de 2021 a 2022).
- Controlar que la suma de la superficie reportada de cada categoría de uso de la tierra sea consistente con el total país.
- Verificar que los valores de superficie reportada para cada categoría de uso de la tierra sean consistentes a lo largo de la serie temporal.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

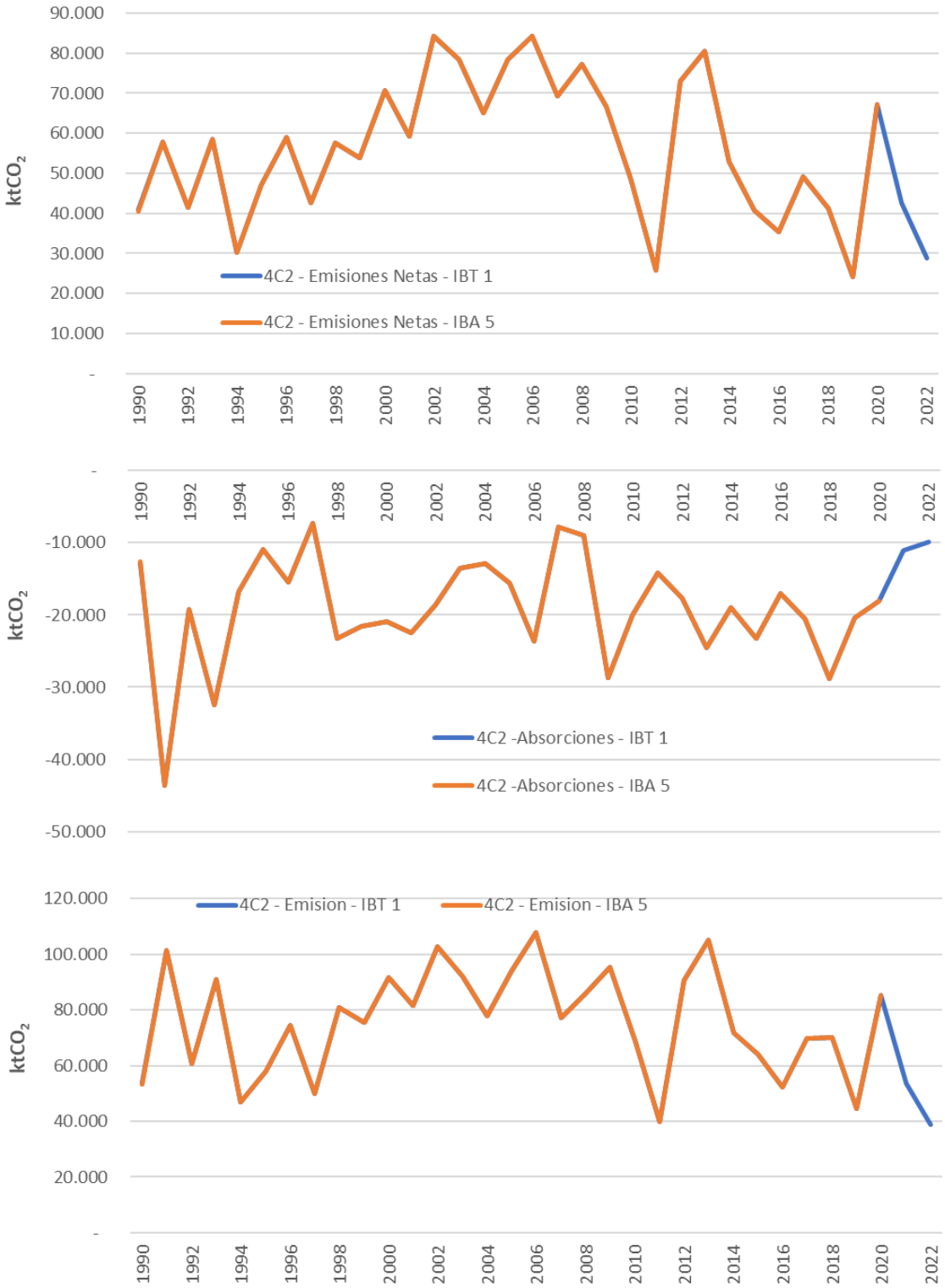
Recálculo y mejoras

Se ajustaron las superficies de Forrajeras y de Campo Natural dado los cambios en las series históricas de cultivos. Estos ajustes se deben al modelo de cálculo de la RCT, lo que conlleva la variación menor (aumento o disminución) de la superficie de estos estratos en la serie temporal. Estos ajustes metodológicos se detallan en la sección de Representación coherente de tierras del presente informe.

A continuación, se presenta la comparación de las emisiones netas de la categoría 4C2 – Tierras convertidas en Pastizales, entre este ciclo de inventario y el IBA5.

[386] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 412. Comparativa tendencia de emisiones para CO_2 4C2 – Tierras convertidas en Pastizales (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Humedales (4D)

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones vinculadas al cambio en las existencias de carbono en diferentes compartimentos, tanto para los Humedales que permanecen como tales (4D1) como para las Tierras convertidas en humedales (4D2). La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 846. Fuentes nacionales de emisión y de captura de CO_2, CH_4, N_2O – 4D – Humedales

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
4D1	Humedales que permanecen como tales	Emisiones de las tierras cubiertas o saturadas por aguas la mayor parte del año y que no entran en la categoría de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales ni asentamientos. La categoría puede subdividirse en gestionadas o no gestionadas, conforme a las definiciones nacionales. Incluye reservorios como una subdivisión gestionada y ríos y lagos naturales y salinas como subdivisiones no gestionadas.	NE		
4D2	Tierras convertidas en humedales	Emisiones y absorciones de tierras convertidas en humedales.	NE		

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones asociadas a la categoría 4D1 no se estiman ya que no se cuenta con FE específicos u otra información para estimar las emisiones. Las emisiones asociadas a la categoría 4D2 no se estiman ya que no se cuenta con suficiente información sobre datos de superficie de otras categorías de uso convertidas a humedales, ni con FE específicos.

Datos de actividad

El DA es la superficie de humedales proveniente de la RCT.

Tabla 847. Información sectorial para la categoría 4D

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		
Categoría de uso de la tierra	Superficie total	Superficie de suelo mineral	Superficie de suelo orgánico
	(kha)		
4.D. Total Humedales	6.917,98	6.917,98	NE
4.D.1. Humedales que permanecen como tales	6.917,98	6.917,98	NE
4.D.1.a. Bonales que permanecen como tales	NE		
4.D.1.b. Tierras inundadas que permanecen como tales	NE		
4.D.1.c. Otros humedales que permanecen como tales	6.917,98		
Total país	6.917,98	6.917,98	NE
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	NE	NE	NE
4.D.2.a. Tierras convertidas para la extracción de turba	NE		
4.D.2.b. Tierras convertidas en tierras inundadas	NE		
4.D.2.c. Tierras convertidas en otros humedales	NE		

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool* [387]

Asentamientos (4E)

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones vinculadas al cambio en las existencias de carbono en diferentes compartimentos, tanto para los Asentamientos que permanecen como tales (4E1) como para las Tierras convertidas en asentamientos (4E2). La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 848. Fuentes nacionales de emisión y de captura de CO_2, CH_4 y N_2O – 4E – Asentamientos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
4E1	Asentamientos que permanecen como tales	Emisiones y extracciones de todas las tierras desarrolladas, incluyendo infraestructuras de transporte y asentamientos humanos de cualquier tamaño, salvo que ya se hayan incluido en otras categorías. Debe hacerse en forma coherente con las definiciones nacionales.	NE		
4E2	Tierras convertidas en asentamientos	Emisiones y absorciones de tierras convertidas en asentamientos.	NE		

Fuente: Elaboración propia

[387] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra Factores de emisión implícitos del cambio en las existencias de carbono, Cambios en las existencias de carbono ni Emisiones/ absorciones netas de CO_2, dado que no se estiman, y la categoría Enfoque de Decaimiento Simple - Carbono transferido a PMR no aplica. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Las emisiones asociadas a la categoría 4E1 no se estiman ya que no se cuenta con FE específicos u otra información para estimar las emisiones. Las emisiones asociadas a la categoría 4E2 no se estiman ya que no se cuenta con suficiente información sobre datos de superficie de otras categorías de uso convertidas en asentamientos, ni con FE específicos.

Datos de actividad

El DA es la superficie de asentamientos proveniente de la representación coherente de tierras.

Tabla 849. Información sectorial para la categoría 4E

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		
Categoría de uso de la tierra	Superficie total	Superficie de suelo mineral	Superficie de suelo orgánico
	(kha)		
4.E. Total Asentamientos	1.494,79	1.494,79	NE
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	1.494,79	1.494,79	NE
Total país	1.494,79	1.494,79	NE
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	NE	NE	NE
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	NE		
4.E.2.b. Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	NE		
4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos	NE		
4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos	NE		
4.E.2.e. Otras tierras convertidas en asentamientos	NE		

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[388]

Otras Tierras (4F)

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones vinculadas al cambio en las existencias de carbono en diferentes compartimentos, tanto para Otras tierras que permanecen como tales (4F1) como para Tierras convertidas en otras tierras (4F2). La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

[388] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra Factores de emisión implícitos del cambio en las existencias de carbono, Cambios en las existencias de carbono ni Emisiones/ absorciones netas de CO_2, dado que no se estiman, y la categoría Enfoque de Decaimiento Simple - Carbono transferido a PMR no aplica. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 850. Fuentes nacionales de emisión y de captura de CO_2, CH_4 y N_2O – 4F – Otras tierras

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
4F1	Otras tierras que permanecen como tales	Emisiones y absorciones de zonas de suelo desnudo, roca, arena, hielo y todas las zonas de tierras no gestionadas que no pertenecen a ninguna de las otras cinco categorías. Permite que la superficie total de tierras identificadas coincida con la superficie nacional, donde hay datos disponibles.	NE		
4F2	Tierras convertidas en otras tierras	Emisiones y absorciones de tierras convertidas en otras tierras.	NE		

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones asociadas a la categoría 4F1 no se estiman ya que no se cuenta con FE específicos u otra información para estimar las emisiones. Las emisiones asociadas a la categoría 4F2 no se estiman ya que no se cuenta con suficiente información sobre datos de superficie de otras categorías de uso convertidas en otras tierras, ni con FE específicos.

Datos de actividad

El DA es la superficie de otras tierras proveniente de la representación coherente de tierras.

Tabla 851. Información sectorial para la categoría 4F

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD		
Categoría de uso de la tierra	Superficie total	Superficie de suelo mineral	Superficie de suelo orgánico
	(kha)		
4.F. Total Otras tierras	19.002,59	19.002,59	NE
4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	19.002,59	19.002,59	NE
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	NE	NE	NE
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	NE		
4.F.2.b. Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	NE		
4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras	NE		
4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras	NE		
4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras	NE		

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[389]

[389] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra Factores de emisión implícitos del cambio en las existencias de carbono, Cambios en las existencias de carbono ni Emisiones/absorciones netas de CO_2, dado que no se estiman, y la categoría Enfoque de Decaimiento Simple - Carbono transferido a PMR no aplica. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) provenientes de aportes de nitrógeno (N) a suelos gestionados (4(I))

Esta categoría incluye las emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de aportes de N orgánico e inorgánico en suelos gestionados, excepto tierras de cultivo y pastizales.

Tabla 852. Información sectorial para la categoría 4(I)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	EMISIONES DE N_2O			
Categoría de uso de la tierra	Emisiones directas	Emisiones indirectas		Emisiones totales
		De la deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados de insumos agrícolas de nitrógeno	De la lixiviación/ escorrentía de N de suelos gestionados	
	(kt)			
4(I). Emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de aportes de N a suelos gestionados distintos de los cultivos y pastizales	IE	IE	IE	IE

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[390]

Se asume que todos los aportes de N ocurren en tierras de cultivo o pastizales, ya que no es posible desagregar los datos de actividad para diferentes categorías de uso de la tierra. Por esta razón, las emisiones de esta categoría se incluyen en la categoría 3D del sector Agricultura y ganadería.

Emisiones y absorciones procedentes del drenaje, la rehumidificación y otros tipos de gestión de suelos orgánicos y minerales (4(II))

Esta categoría contiene la información referida a emisiones y absorciones asociadas al drenaje, rehumidificación y otros tipos de gestión tanto de suelos orgánicos como minerales.

[390] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra Datos de actividad y otra información relacionada ni Factores de emisión implícitos, dado que se incluyen dentro de la categoría 3D. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 853. Información sectorial para la categoría 4(II)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	EMISIONES		
Categoría de uso de la tierra	CO_2	N_2O	CH_4
	(kt)		
4(II). Total para todas las categorías de uso de la tierra	NO	NO	NO
4(II).A. Tierras forestales	NO	NO	NO
4(II).B. Tierras de cultivo	NO	NO	NO
4(II).C. Pastizales	NO	NO	NO
4(II).D. Humedales	NO	NO	NO
4(II).E. Asentamientos	NO	NO	NO
4(II).F. Otras tierras	NO	NO	NO
4(II).H. Otros (sirvase especificar)	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[391]

Las emisiones de esta categoría no se estiman dado que dichas actividades no ocurren en el país.

Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N_2O) provenientes de la mineralización/inmovilización de nitrógeno (N) asociada con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo (4(III))

Esta categoría contiene la información referida a emisiones netas directas e indirectas de N_2O provenientes de la mineralización/inmovilización de nitrógeno asociadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo resultante del cambio de uso de la tierra o la gestión de suelos.

Las emisiones de esta categoría no se estiman para humedales, asentamientos y otras tierras ya que no se cuenta con información suficiente para realizar la estimación; las emisiones de tierras forestales, tierras de cultivo y pastizales se incluyen en las categorías 3D1 y 3D2 respectivamente, ya que por la metodología utilizada no es posible desagregar estas emisiones para cada categoría de uso de la tierra, y se considera que la mayor parte de las emisiones de N_2O por variación en la materia orgánica del suelo corresponden a las tierras de cultivo que permanecen como tales.

[391] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra Datos de actividad ni Factores de emisión implícitos, dado las emisiones no ocurren. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 854. Información sectorial para la categoría 4(III)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Y OTRA INFORMACIÓN RELACIONADA		FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS		EMISIONES DE N_2O		
Categoría de uso de la tierra	Superficie (kha)	N mineralizado en suelos minerales asociado con pérdida de C del suelo a partir de la materia orgánica del suelo (t N/año)	Emisiones N_2O–N por superficie (kg N_2O–N/ha)	Emisiones de N_2O–N por unidad de N perdida por lixiviación y escorrentía (kg N_2O–N/kg N)	Emisiones directas (kt)	Emisiones indirectas (kt)	Emisiones totales (kt)
4(III). Total para todas las categorías de uso de la tierra	156.603,56	IE,NE	IE,NE	IE,NE	IE,NE	IE,NE	IE,NE
4(III).A. Tierras forestales	47.939,16	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	47.932,45	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	6,71	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales	6,71	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).B. Tierras de cultivo	1.669,38	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo	1.669,38	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	108,30	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo	1.561,08	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).C. Pastizales	98.582,24	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).C.1. Pastizales que permanecen como tales	97.827,19	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).C.2. Tierras convertidas en pastizales	755,05	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	102,62	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).C.2.b. Tierras de cultivo convertidas en pastizales	652,43	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(III).D. Humedales	6.917,98	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(III).D.1. Humedales que permanecen como tales	6.917,98	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(III).D.2. Tierras convertidas en humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(III).E. Asentamientos	1.494,79	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(III).E.1. Asentamientos que permanecen como tales	1.494,79	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(III).E.2. Tierras convertidas en asentamientos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(III).F. Otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(III).F.2. Tierras convertidas en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Quema de biomasa (4(IV))

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría 4(IV) – Quema de biomasa se detalla a continuación.

Tabla 855. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4(IV) – Quema de biomasa

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3C1_P_00 3B23_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3C1_HT_1990-2022_00 3B23_HT_XXXX_03 (con XXXX desde 1990 hasta 2016) 3B23_HT_XXXX_02 (con XXXX desde 2017 hasta 2018) 3B23_HT_XXXX_01 (con XXXX desde 2019 hasta 2020) 3B23_HT_XXXX_00 (con XXXX desde 2021 hasta 2022)
Incertidumbres:	3C1_IN_2022_00 3B23_IN_2022_00
Procesamiento de Datos de actividad:	3C1_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

No es categoría principal por nivel para el año 2022 para CH_4 ni N_2O.

Es categoría principal por tendencia para el año 2022 sólo para CH_4.

Descripción

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 856. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 4(IV) – Quema de biomasa

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
4(IV)A1bi	Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)	Emisiones de la quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo). Se incluye N_2O y CH_4. CO_2 se incluye únicamente si no está incluido en 4A1 como cambios en las existencias de carbono.	NE	Nivel 1	Nivel 1
4(IV)A1bii	Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado)	Emisiones de la quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado). Se incluye N_2O y CH_4. CO_2 se incluye únicamente si no está incluido en 4A1 como cambios en las existencias de carbono.	NE	Nivel 1	Nivel 1
4(IV)B2a	Quema de biomasa en tierras de cultivo por deforestación	Emisiones de la quema de biomasa en tierras de cultivo por deforestación. Se incluye N_2O y CH_4. CO_2 se incluye únicamente si no está incluido en 4B2 como cambios en las existencias de carbono.	IE	Nivel 2	Nivel 2
4(IV)C1b	Quema de biomasa de pastizales	Emisiones de la quema de biomasa en pastizales. Se incluye N_2O y CH_4. CO_2 se incluye únicamente si no está incluido en 4C1 como cambios en las existencias de carbono.	NE	Nivel 1	Nivel 1
4(IV)C2a	Quema de biomasa en pastizales por deforestación	Emisiones de la quema de biomasa en pastizales por deforestación. Se incluye N_2O y CH_4. CO_2 se incluye únicamente si no está incluido en 4C2 como cambios en las existencias de carbono.	IE	Nivel 2	Nivel 2
4(IV)D1 y 2 4(IV)E1 y 2 4(IV)F1 y 2	Quema de biomasa en todas las otras tierras	Emisiones de la quema de biomasa en asentamientos y toda otra tierra. Se incluye N_2O y CH_4. CO_2 se incluye únicamente si no está incluido en 4D/4E y 4F como cambios en las existencias de carbono.	NE	NE	NE

Fuente: Elaboración propia

Se calculan emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la quema de biomasa en tierras forestales, tierras de cultivo y pastizales. No se estiman las emisiones de CO_2 de las categorías "4(IV)A1bi – Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)", "4(IV)A1bii– Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado)" y "4(IV)C1b – Quema de biomasa de pastizales" debido a que no se tienen en cuenta ni la emisión de CO_2 por incendio, ni el crecimiento de biomasa en las zonas incendiadas. Las emisiones de la categoría "4(IV)D, E y F – Quema de biomasa en todas las otras tierras" no se estiman debido a que no se dispone de información consistente y representativa que se pueda emplear como DA.

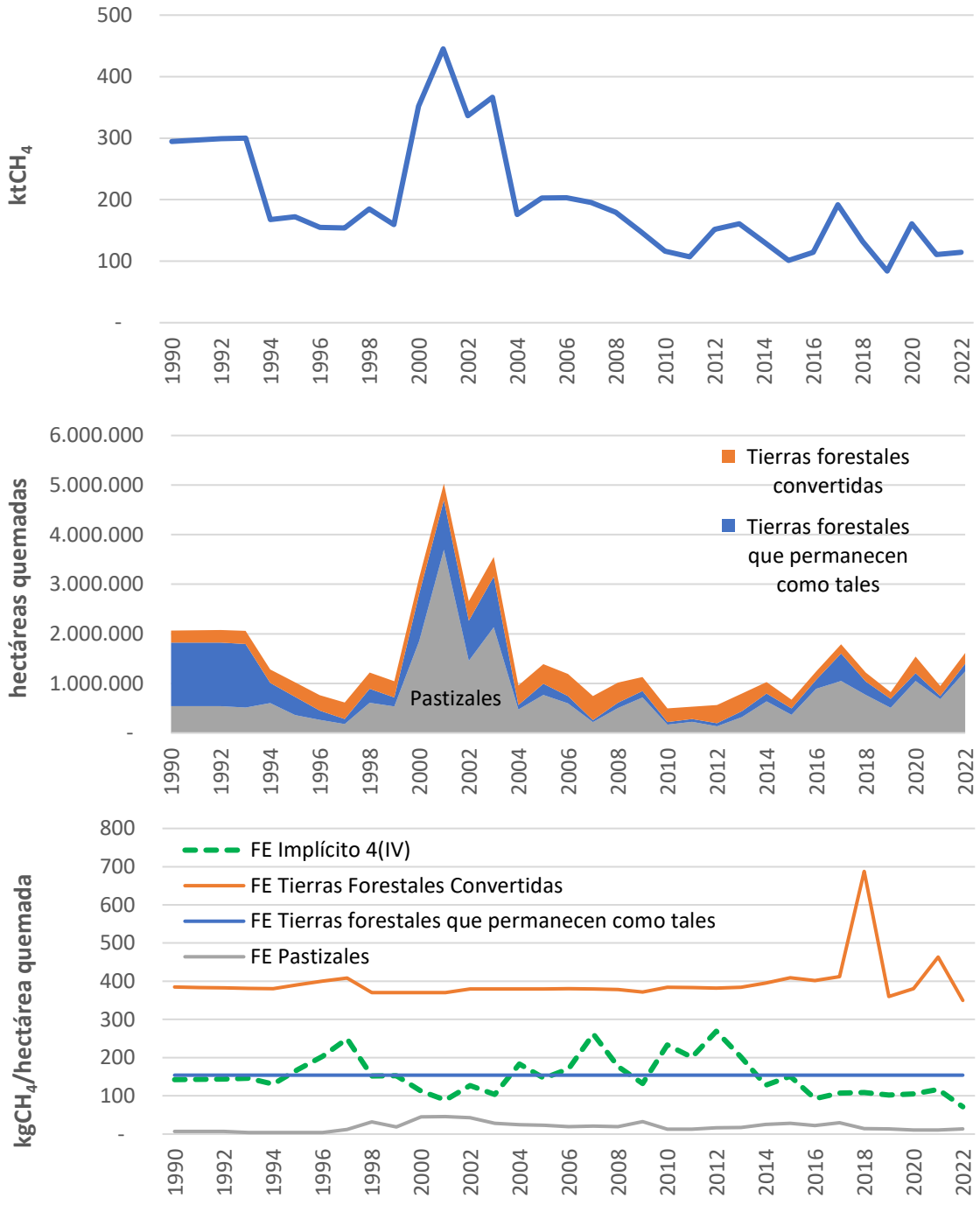
Las emisiones de CO_2 de las categorías "4(IV)B2a – Quema de biomasa en tierras de cultivo por deforestación" y "4(IV)C2a – Quema de biomasa en pastizales por deforestación" se encuentran incluidas en las categorías "4B2a – Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo" y "4C2a – Tierras forestales convertidas en pastizales", respectivamente. Esto se debe a que se asume que la conversión de tierras forestales se realiza mediante quemas controladas como práctica habitual y las mismas no se encuentran incluidas en las estadísticas de incendios, por lo que

las emisiones de CO_2 correspondientes se consideran como cambios en las existencias de carbono.

Tendencia de las emisiones de GEI

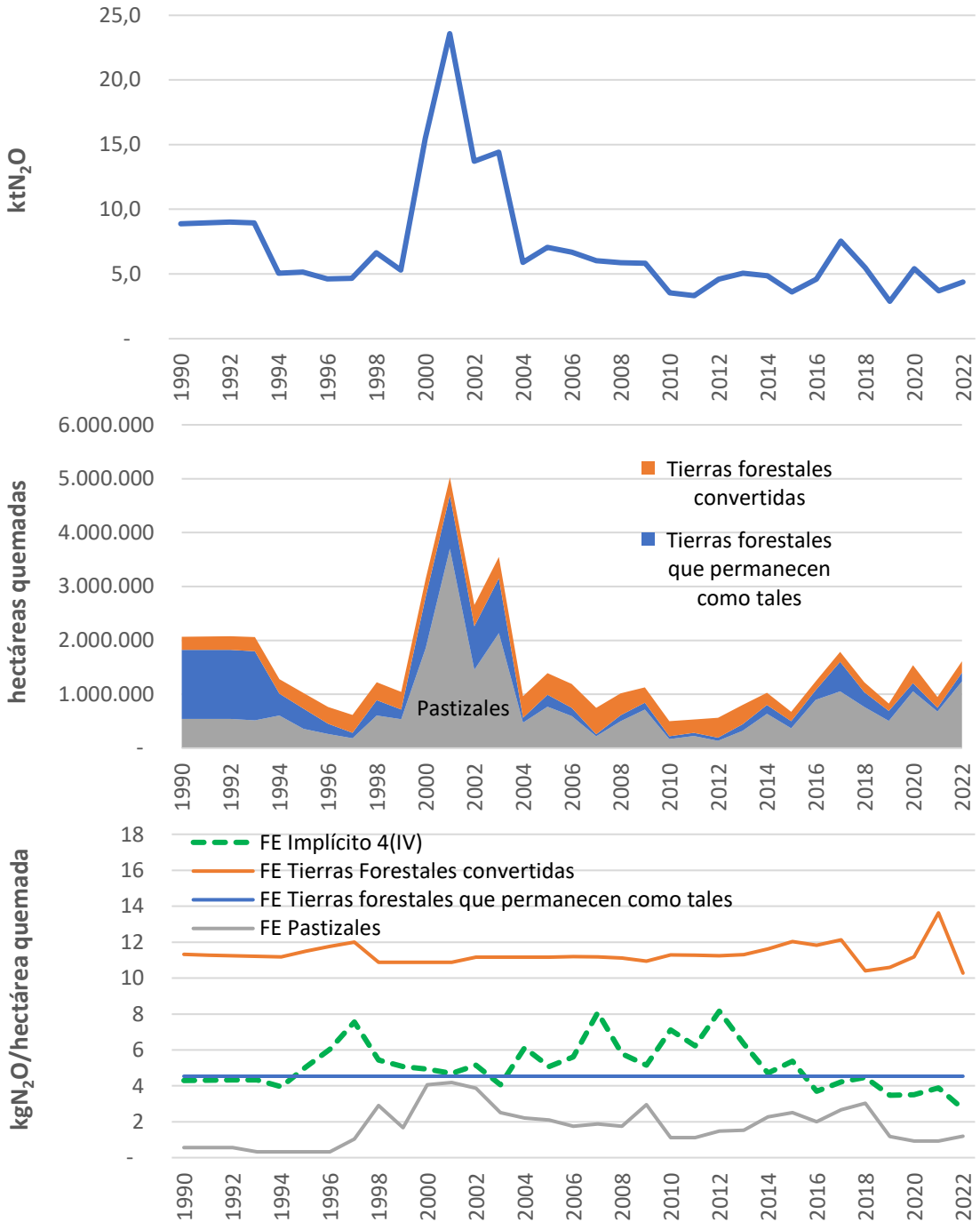
Las emisiones de CH_4 y N_2O siguen la tendencia de la superficie quemada, la cual es el DA empleado en la estimación de emisiones. El FE implícito presenta fluctuaciones debidas a la variación de la proporción de las superficies quemadas entre tierras forestales convertidas y pastizales.

Figura 413. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 4(IV) (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 414. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 4(IV) (1990-2022)



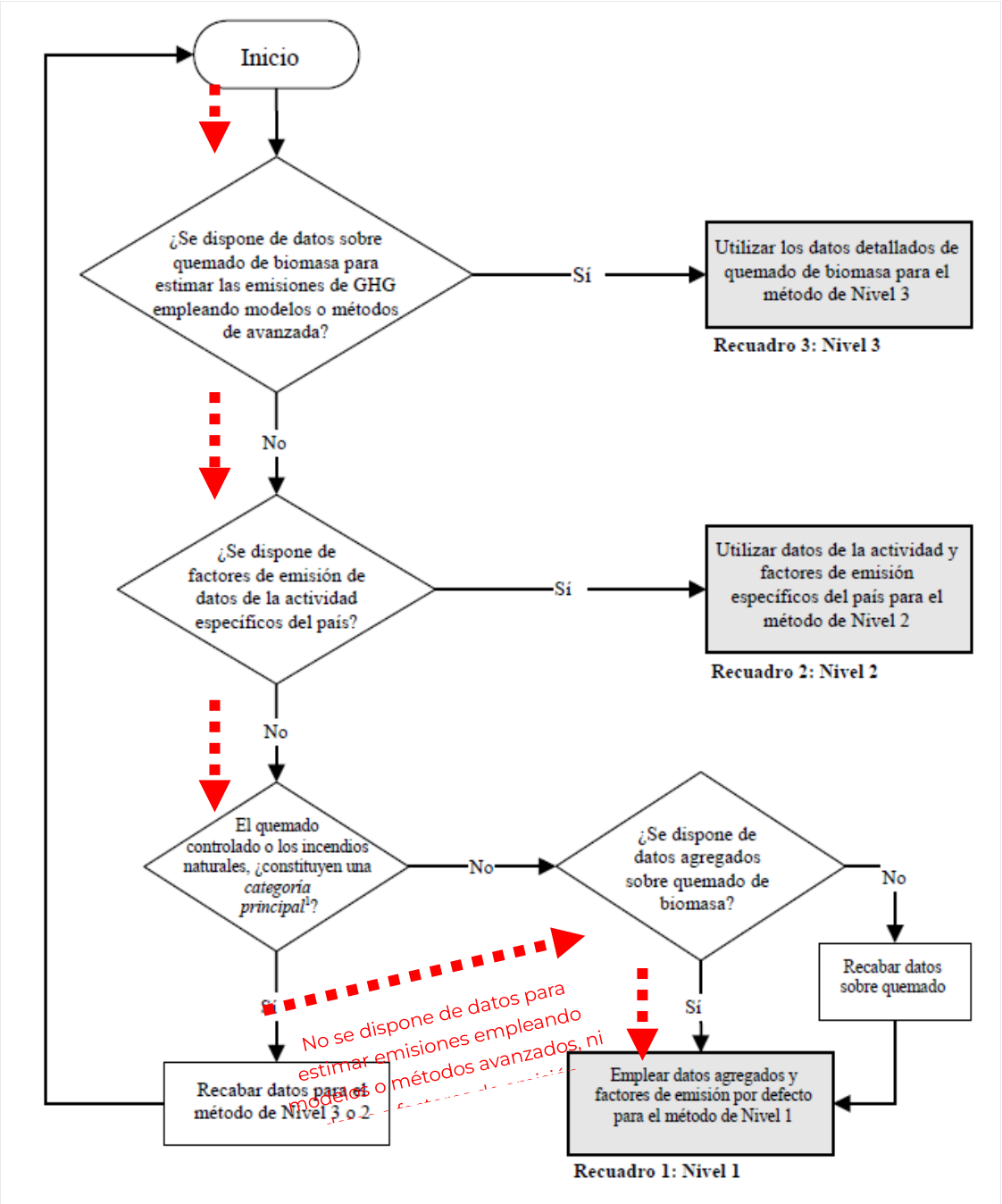
Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

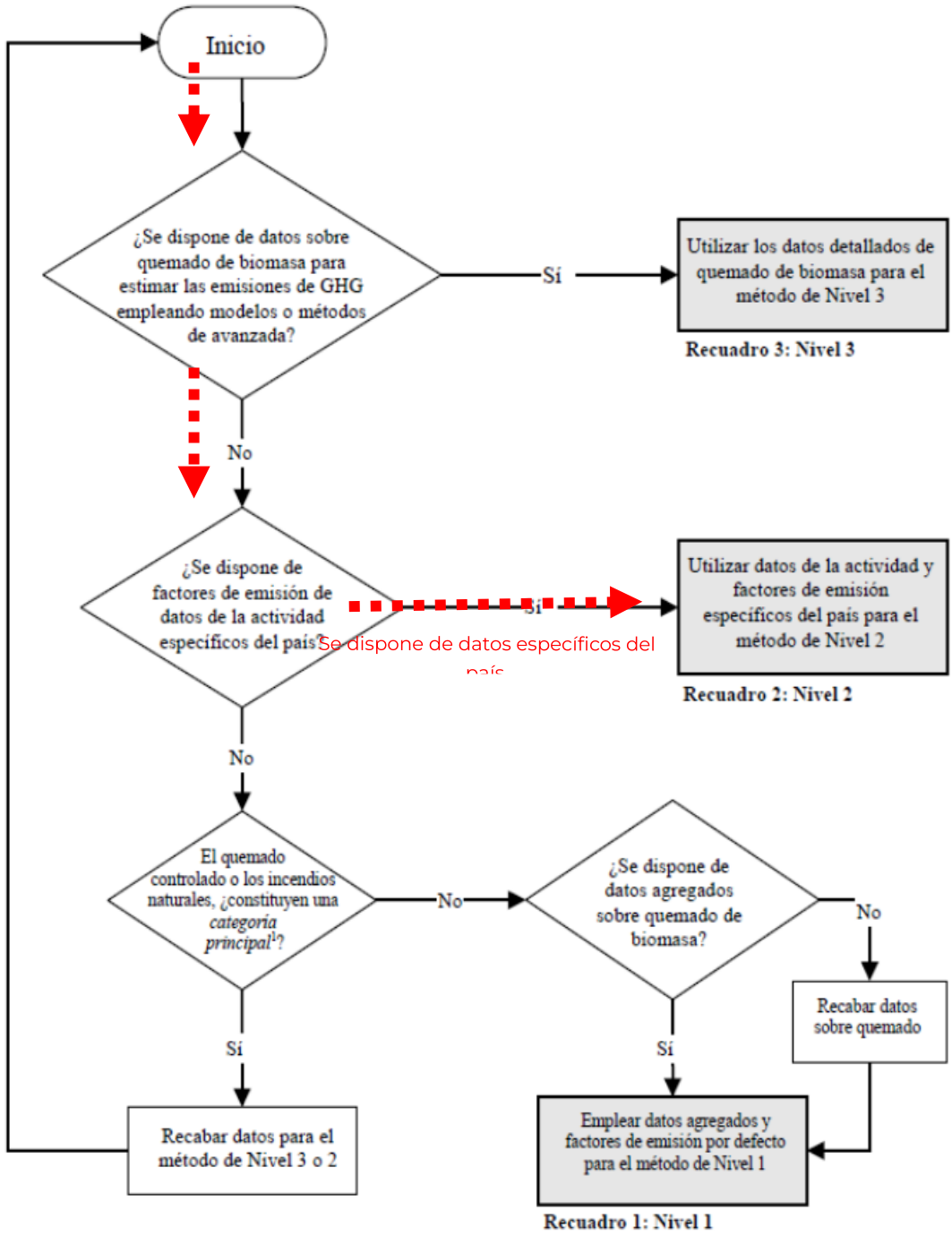
A continuación, se presentan los árboles de decisión para la identificación del método de cálculo utilizado.

Ilustración 111. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar las emisiones de GEI provocadas por incendios en una categoría de uso de la tierra (categorías 4(IV)A1bi, 4(IV)A1bii y 4(IV)C1b)



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Ilustración 112. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por incendios en una categoría de uso de la tierra (categorías 4(IV)B2a y 4(IV)C2a)



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

En el caso de las categorías "4(IV)B2a – Quema de biomasa en tierras de cultivo por deforestación" y "4(IV)C2a – Quema de biomasa en pastizales por deforestación", el cálculo de emisiones de CH_4 y N_2O se realiza con el método de cálculo Nivel 2 debido a que, si bien no se dispone de datos para estimar emisiones empleando

modelos o métodos avanzados, sí se poseen valores específicos del país de masa de combustible disponible para la combustión.

Para las categorías restantes, la estimación de emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la quema de biomasa se realiza con el método de cálculo Nivel 1 debido a que no se dispone de datos para estimar emisiones empleando modelos o métodos avanzados, ni datos o FE específicos del país. Si bien las emisiones provenientes de la quema de biomasa son una categoría principal, se utilizan datos agregados y FE por defecto debido a la falta de información.

Se utiliza como base para el cálculo el Volumen 4, Capítulo 2 "Metodologías Genéricas Aplicables a Múltiples Categorías de Uso de la Tierra" de las Directrices del IPCC de 2006. Se emplea la ecuación 2.27.

Las emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la quema de biomasa se calculan multiplicando la superficie quemada, la masa de combustible disponible para la combustión, el factor de combustión y el FE. Los últimos tres parámetros dependen del tipo de vegetación y el FE depende también del tipo de gas.

Tabla 857. Tipos de vegetación quemada por categoría – 4(IV) – Quema de biomasa

Código Categoría	Categoría	Tipo de vegetación
4(IV)A1bi	Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)	Bosque nativo
4(IV)A1bii	Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado)	Bosque cultivado
4(IV)B2a	Quema de biomasa en tierras de cultivo por deforestación	Bosque nativo (Espinal, Parque Chaqueño, Selva Paranaense y Yungas)
4(IV)C1b	Quema de biomasa de pastizales	Arbustal, Pastizal y Sin determinar
4(IV)C2a	Quema de biomasa en pastizales por deforestación	Bosque nativo (Espinal, Parque Chaqueño, Selva Paranaense y Yungas)

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las tablas CRT con la información sectorial de la categoría para el año 2022.

Tabla 858. Información sectorial para la categoría 4(IV)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD	FACTOR DE EMISIÓN IMPLÍCITO			EMISIONES		
	Valores	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
Categoría de uso de la tierra		(t/unidad del dato de actividad)			(kt)		
4(IV). Total para todas las categorías de uso de la tierra	1.690.718,61	IE,NE	0,07	0,00	IE,NE	114,71	4,38
4(IV).A. Tierras forestales	160.561,26	NE	0,15	0,00	NE	24,76	0,73
4(IV).A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	160.561,26	NE	0,15	0,00	NE	24,76	0,73
4 (IV).A.1.a. Quemas controladas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4 (IV).A.1.b. Incendios forestales	160.561,26	NE	0,15	0,00	NE	24,76	0,73
Bosque nativo	154.892,75	NE	0,15	0,00	NE	23,89	0,70
Bosque cultivado	5.668,50	NE	0,15	0,00	NE	0,87	0,03
4(IV).A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.(IV).B. Quemado de biomasa en tierras de cultivo	108.299,58	IE,NE	0,34	0,01	IE,NE	37,35	1,10
4(IV).B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	IE	IE,NE	IE,NE	IE,NE	IE,NE	IE,NE	IE,NE
4(IV).B.1.a. Quemas controladas	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
Total país	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
4(IV).B.1.b. Incendios	IE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total país	IE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo	108.299,58	IE,NE	0,34	0,01	IE,NE	37,35	1,10
4(IV).B.2.a. Quemas controladas	108.299,58	IE	0,34	0,01	IE	37,35	1,10
Tierras forestales	108.299,58	IE	0,34	0,01	IE	37,35	1,10
4(IV).B.2.b. Incendios	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[392]

[392] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra los campos Descripción ni Unidad, dado que se trata de superficie quemada (ha) en todos los casos. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Tabla 859. Información sectorial para la categoría 4(IV) (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD	FACTOR DE EMISIÓN IMPLÍCITO			EMISIONES		
	Valores	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
Categoría de uso de la tierra		(t/unidad del dato de actividad)			(kt)		
4(IV). Total para todas las categorías de uso de la tierra	1.690.718,61	IE,NE	0,07	0,00	IE,NE	114,71	4,38
4(IV).C. Pastizales	1.421.857,78	IE,NE	0,04	0,00	IE,NE	52,59	2,55
4(IV).C.1. Pastizales que permanecen como tales	1.240.483,90	NE	0,01	0,00	NE	16,20	1,48
4(IV).C.1.a. Quemas controladas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).C.1.b. Incendios	1.240.483,90	NE	0,01	0,00	NE	16,20	1,48
Total país	1.240.483,90	NE	0,01	0,00	NE	16,20	1,48
4(IV).C.2. Tierras convertidas en pastizales	181.373,87	IE,NE	0,20	0,01	IE,NE	36,40	1,07
4(IV).C.2.a. Quemas controladas	181.373,87	IE	0,20	0,01	IE	36,40	1,07
Tierras forestales	181.373,87	IE	0,20	0,01	IE	36,40	1,07
4(IV).C.2.b. Incendios	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total país	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).D. Humedales	IE,NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).D.1. Humedales que permanecen como tales	IE,NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).D.1.a. Quemas controladas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).D.1.b. Incendios	IE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).D.2. Tierras convertidas en humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).E. Asentamientos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).F. Otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4(IV).H. Otros (sirvase especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*[393]

[393] A los fines de mejorar la visualización, la presente tabla no muestra los campos Descripción ni Unidad, dado que se trata de superficie quemada (ha) en todos los casos. Las CRT completas pueden consultarse en el Anexo correspondiente.

Factores de emisión

Los FE por defecto para cada tipo de biomasa se encuentran a continuación.

Tabla 860. Parámetros y factores de emisión para la categoría 4(IV) – Quema de biomasa

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$FE_{CH4,BN}$	Factor de emisión de CH_4 por quema de biomasa en bosques nativos.	g CH_4/kg materia seca quemada	6,80	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Bosque tropical
$FE_{CH4,BC}$	Factor de emisión de CH_4 por quema de biomasa en bosques cultivados.	g CH_4/kg materia seca quemada	6,80	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Bosque tropical
$FE_{CH4,AR}$	Factor de emisión de CH_4 por quema de biomasa en arbustales.	g CH_4/kg materia seca quemada	2,30	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Sabana y pastizales
$FE_{CH4,PA}$	Factor de emisión de CH_4 por quema de biomasa en pastizales.	g CH_4/kg materia seca quemada	2,30	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Sabana y pastizales
$FE_{CH4,SD}$	Factor de emisión de CH_4 por quema de biomasa sin determinar.	g CH_4/kg materia seca quemada	2,30	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Sabana y pastizales
$FE_{N2O,BN}$	Factor de emisión de N_2O por quema de biomasa en bosques nativos.	g N_2O/kg materia seca quemada	0,20	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Bosque tropical
$FE_{N2O,BC}$	Factor de emisión de N_2O por quema de biomasa en bosques cultivados.	g N_2O/kg materia seca quemada	0,20	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Bosque tropical
$FE_{N2O,AR}$	Factor de emisión de N_2O por quema de biomasa en arbustales.	g N_2O/kg materia seca quemada	0,21	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Sabana y pastizales
$FE_{N2O,PA}$	Factor de emisión de N_2O por quema de biomasa en pastizales.	g N_2O/kg materia seca quemada	0,21	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Sabana y pastizales
$FE_{N2O,SD}$	Factor de emisión de N_2O por quema de biomasa sin determinar.	g N_2O/kg materia seca quemada	0,21	IPCC 2006 - Cuadro 2.5	Sabana y pastizales

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Para las categorías “4(IV)B2a – Quema de biomasa en tierras de cultivo por deforestación” y “4(IV)C2a – Quema de biomasa en pastizales por deforestación”, los valores de masa de combustible disponible para la combustión se obtienen en base a información provista por el Área competente de Bosques de la SSAmb mientras

que para las categorías restantes se emplean valores por defecto. Por su parte, para los factores de combustión, se emplean valores por defecto en todas las categorías.

Tabla 861. Parámetros asociados a los datos de actividad de la categoría 4(IV) – Quema de biomasa

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$M_{b,BN}$	Masa de combustible disponible para la combustión en bosques nativos.	tMS quemada/ha	50,40	IPCC 2006 - Cuadro 2.4	Todos los demás bosques de zonas templadas
$M_{b,BC}$	Masa de combustible disponible para la combustión en bosques cultivados.	tMS quemada/ha	50,40	IPCC 2006 - Cuadro 2.4	Todos los demás bosques de zonas templadas
$M_{b,AR}$	Masa de combustible disponible para la combustión en arbustales.	tMS quemada/ha	26,70	IPCC 2006 - Cuadro 2.4	Arbustales – Arbustos (general)
$M_{b,PA}$	Masa de combustible disponible para la combustión en pastizales.	tMS quemada/ha	2,10	IPCC 2006 - Cuadro 2.4	Todos los pastizales de la sabana (quemas tempranas de la estación seca)
$M_{b,SD}$	Masa de combustible disponible para la combustión en biomasa sin determinar.	tMS quemada/ha	2,10	IPCC 2006 - Cuadro 2.4	Todos los pastizales de la sabana (quemas tempranas de la estación seca)
$M_{b,BN,ES-TF}$	Masa de combustible disponible para la combustión en Espinal_Tierras Forestales.	tMS quemada/ha	110,47	Dato local	-
$M_{b,BN,ES-OTF}$	Masa de combustible disponible para la combustión en Espinal_Otras Tierras Forestales.	tMS quemada/ha	80,00	Dato local	-
$M_{b,BN,STB-TF}$	Masa de combustible disponible para la combustión en Selva Tucumano-Boliviana_Tierras Forestales.	tMS quemada/ha	205,74	Dato local	-
$M_{b,BN,STB-OTF}$	Masa de combustible disponible para la combustión en Selva Tucumano-Boliviana_Otras Tierras Forestales.	tMS quemada/ha	72,07	Dato local	-

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$M_{b,BN,PC-TF}$	Masa de combustible disponible para la combustión en Parque Chaqueño_Tierras Forestales.	tMS quemada/ha	129,03	Dato local	-
$M_{b,BN,PC-OTF}$	Masa de combustible disponible para la combustión en Parque Chaqueño_Otras Tierras Forestales.	tMS quemada/ha	65,84	Dato local	-
$M_{b,BN,SP-TF}$	Masa de combustible disponible para la combustión en Selva Paranaense_Tierras Forestales.	tMS quemada/ha	259,34	Dato local	-
$M_{b,BN,SP-OTF}$	Masa de combustible disponible para la combustión en Selva Paranaense_Otras Tierras Forestales.	tMS quemada/ha	47,58	Dato local	-
$M_{b,BN,BAP-TF}$	Masa de combustible disponible para la combustión en Bosque Andino Patagónico_Tierras Forestales.	tMS quemada/ha	570,94	Dato local	-
$M_{b,BN,BAP-OTF}$	Masa de combustible disponible para la combustión en Bosque Andino Patagónico_Otras Tierras Forestales.	tMS quemada/ha	142,00	Dato local	-
$C_{f,BN}$	Factor de combustión para bosques nativos.	adimensional	0,45	IPCC 2006 - Cuadro 2.6	Todos los demás bosques de zonas templadas
$C_{f,BC}$	Factor de combustión para bosques cultivados.	adimensional	0,45	IPCC 2006 - Cuadro 2.6	Todos los demás bosques de zonas templadas
$C_{f,AR}$	Factor de combustión para arbustales.	adimensional	0,95	IPCC 2006 - Cuadro 2.6	Arbustales – Arbustos (general)
$C_{f,PA}$	Factor de combustión para pastizales.	adimensional	0,74	IPCC 2006 - Cuadro 2.6	Todos los pastizales de la sabana (quemas tempranas de la estación seca)

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$C_{f,SD}$	Factor de combustión para vegetación sin determinar.	adimensional	0,74	IPCC 2006 - Cuadro 2.6	Todos los pastizales de la sabana (quemas tempranas de la estación seca)

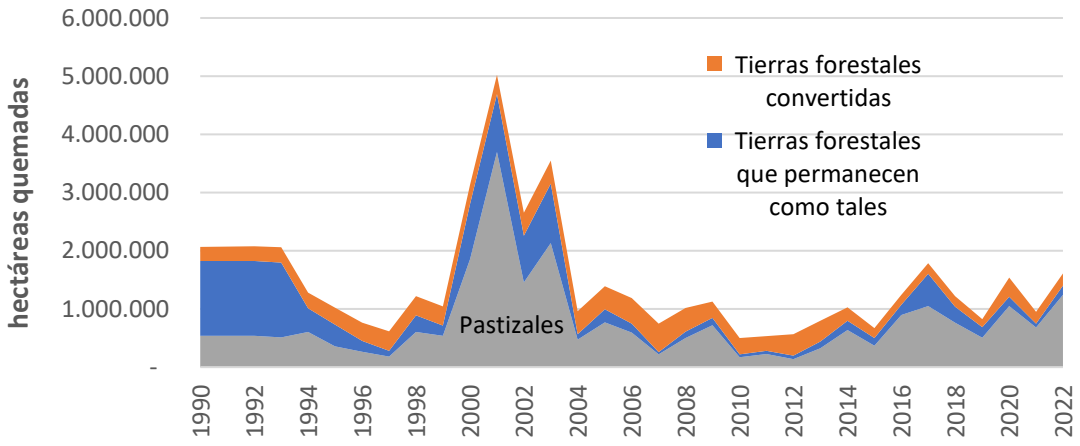
Fuente: Elaboración propia

Los DA se desagregan a nivel provincial.

Superficie quemada correspondiente a las categorías "4(IV)A1bi – Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)", "4(IV)A1bii – Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado)" y "4(IV)C1b – Quema de biomasa de pastizales": Para el período 1993-2022, la fuente de datos de superficie quemada es el Programa Nacional de Estadística Forestal de la SSAmb. Para el período 1990-1992 se toman los valores del año 1993.

Superficie quemada correspondiente a las categorías "4(IV)B2a – Quema de biomasa en tierras de cultivo por deforestación" y "4(IV)C2a – Quema de biomasa en pastizales por deforestación": Los datos de superficie quemada se obtienen como se describe en la Sección RCT.

Figura 415. Evolución de la superficie quemada – 4(IV) – Quema de biomasa



Fuente: Elaboración propia

Tabla 862. Datos de actividad e información para su cálculo (2022) – 4(IV) – Quema de biomasa

Código Categoría	Categoría	Tipo de vegetación	Superficie quemada (ha)
4(IV)A1bi	Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)	Bosque nativo	154.893
4(IV)A1bii	Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado)	Bosque cultivado	5.668
4(IV)C1b		Arbustal	214.831

Código Categoría	Categoría	Tipo de vegetación	Superficie quemada (ha)
	Quema de biomasa de pastizales	Pastizal	915.393
		Sin determinar	110.259
4(IV)B2a	Quema de biomasa en tierras de cultivo por deforestación	Espinal-Tierras Forestales	7.277
		Espinal-Otras Tierras Forestales	13.408
		Yungas (Selva Tucumano Boliviana)-Tierras Forestales	69
		Yungas (Selva Tucumano Boliviana)-Otras Tierras Forestales	2
		Parque Chaqueño-Tierras Forestales	72.046
		Parque Chaqueño-Otras Tierras Forestales	15.497
		Selva Paranaense-Tierras Forestales	0
		Selva Paranaense-Otras Tierras Forestales	0
		Bosque Andino Patagónico- Tierras Forestales	0
		Bosque Andino Patagónico-Otras Tierras Forestales	0
4(IV)C2a	Quema de biomasa en pastizales por deforestación	Espinal-Tierras Forestales	7.388
		Espinal-Otras Tierras Forestales	7.121
		Yungas (Selva Tucumano Boliviana)- -Tierras Forestales	2.768
		Yungas (Selva Tucumano Boliviana)-Otras Tierras Forestales	839
		Parque Chaqueño-Tierras Forestales	35.850
		Parque Chaqueño-Otras Tierras Forestales	42.210
		Selva Paranaense-Tierras Forestales	2.223
		Selva Paranaense-Otras Tierras Forestales	207
		Bosque Andino Patagónico-Tierras Forestales	3.071
		Bosque Andino Patagónico-Otras Tierras Forestales	940

Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las emisiones de quema de biomasa proveniente de cada categoría se reporta de manera conjunta en la categoría 4(IV) – Quema de biomasa.

Tabla 863. Incertidumbre de la categoría 4(IV) – Quema de biomasa (2022)

Código Categoría	Incertidumbre combinada CH_4	Incertidumbre combinada N_2O	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
4(IV)A1bi	11,5%	19,3%	4,48E-08	0,3%	9,87E-07
4(IV)A1bii	29,3%	49,4%	3,91E-10	1,14E-04	8,63E-09
4(IV)B2a	10,4%	17,0%	8,86E-08	0,5%	1,89E-06
4(IV)C1b	14,6%	17,7%	5,69E-08	0,3%	9,99E-07
4(IV)C2a	10,4%	17,0%	8,41E-08	0,5%	1,80E-06

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices del IPCC de 2006, aplicando el método de PLE.

Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006, con excepción de los valores de superficies quemadas por conversión de bosques nativos, donde se utilizaron incertidumbres nacionales provenientes de los estudios de interpretación de los mapas forestales.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[394], se realizaron controles de calidad de los DA, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

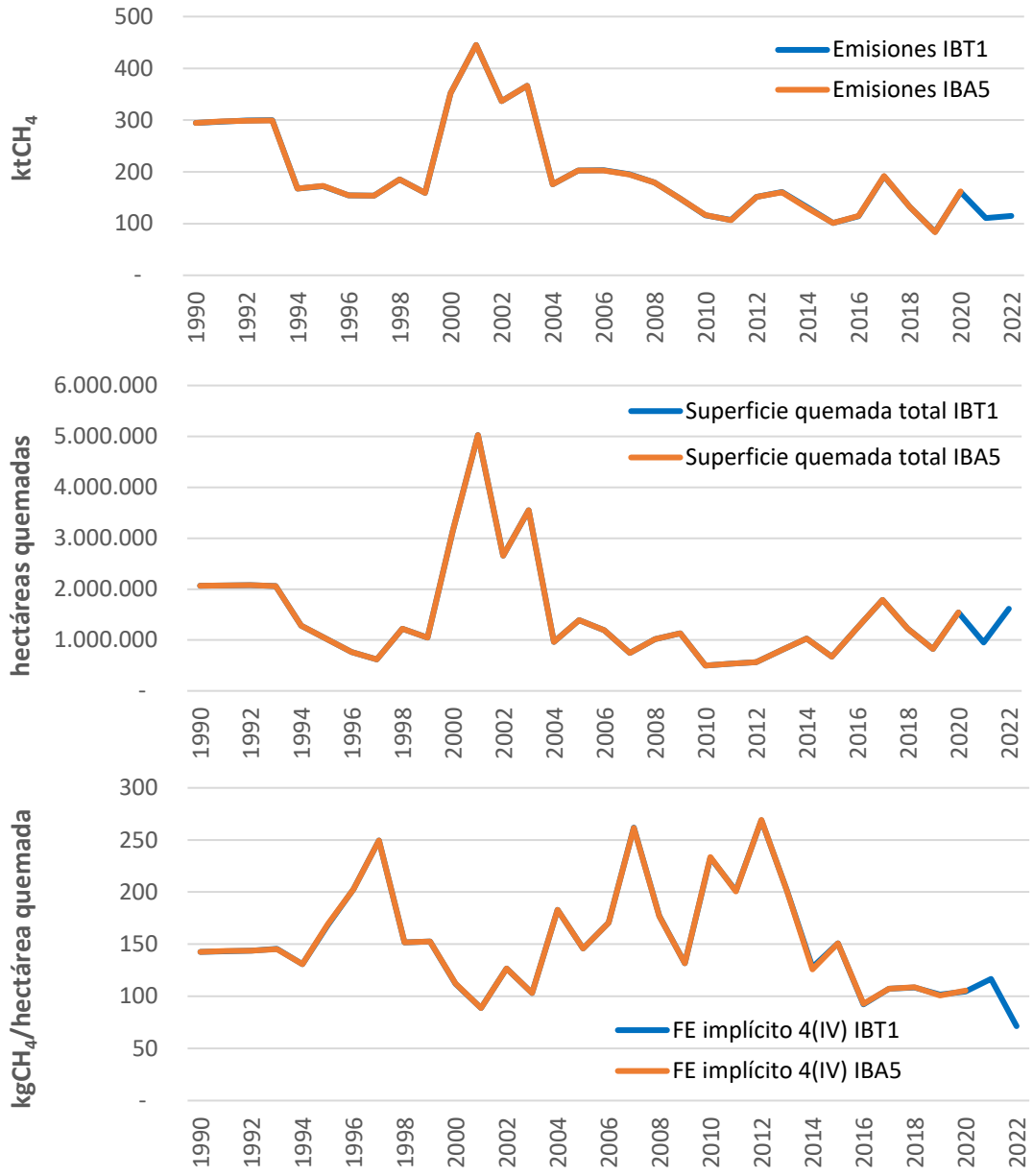
- Controlar que la suma total de superficie quemada por tipo de vegetación sea consistente con el total país.
- Controlar que los valores de la serie temporal de superficie para cada tipo de vegetación sean consistentes.
- Controlar que el total de la superficie quemada sea igual al total reportado en la fuente original del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

No hubo ajustes en la serie de DA ni en los FE utilizados.

[394] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

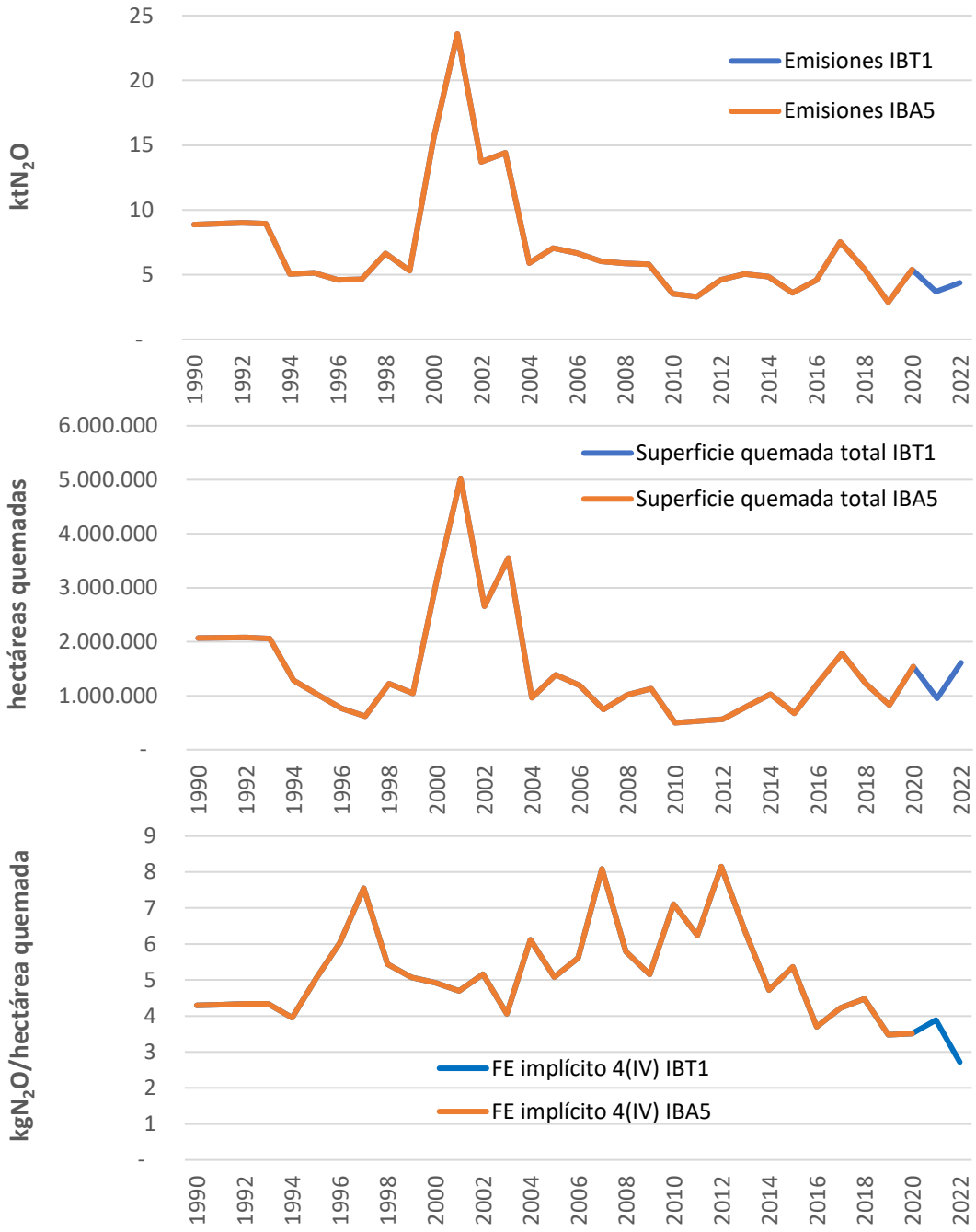
Figura 416. Comparativa tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 de la categoría 4(IV) (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia[395]

[395]La comparación se realizó en base a las estimaciones incluidas en la categoría 3C1 en IBA5, excluyendo la quema a campo de residuos agrícolas, que se incluye en la categoría 3F del IBT1.

Figura 417. Comparativa tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O de la categoría 4(IV) (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia[396]

[396] La comparación se realizó en base a las estimaciones incluidas en la categoría 3C1 en IBA5, excluyendo la quema a campo de residuos agrícolas, que se incluye en la categoría 3F del IBT1.

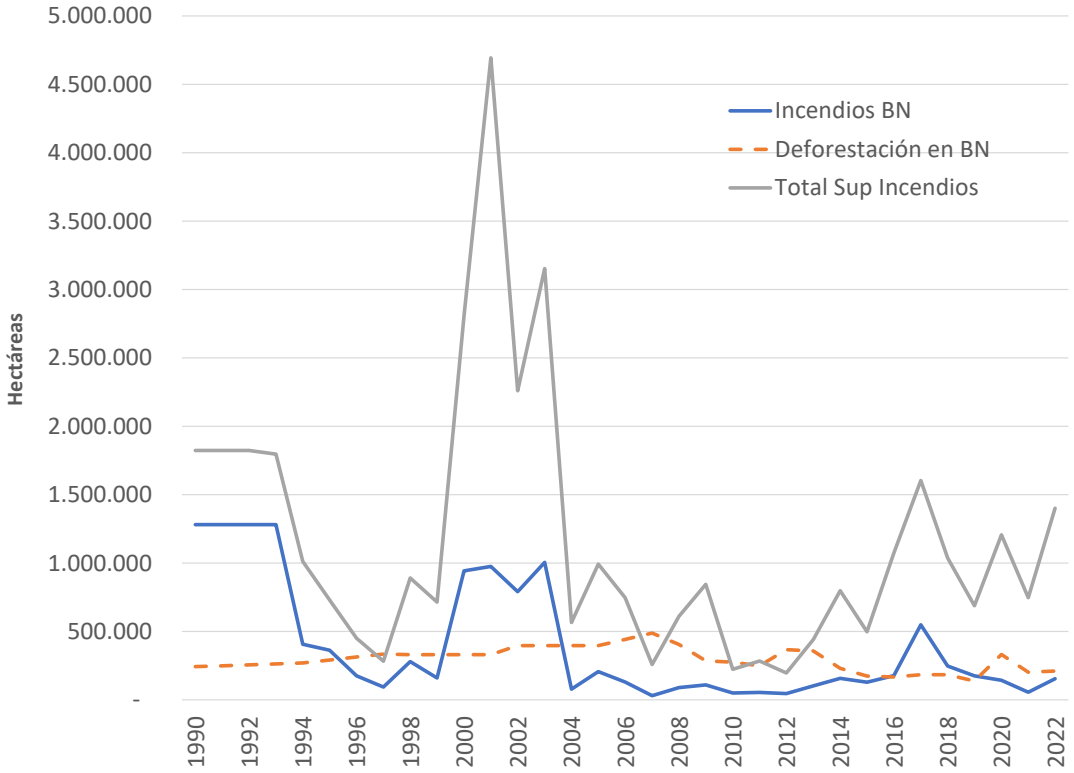
Anexo Quema de biomasa, incendios forestales y deforestación

Dentro de la categoría Emisiones de la quema de biomasa, no se estiman las emisiones de CO_2 de las categorías "4(IV)A1bi – Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)", "4(IV)A1bii – Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado)" y "4(IV)C1b – Quema de biomasa de pastizales" debido a que no se tienen en cuenta ni la emisión de CO_2 por incendios, ni la absorción de CO_2 por el crecimiento de biomasa en las zonas incendiadas. La principal limitante para esta estimación radica en que los datos de incendios forestales provienen de datos tabulares que no son suficientemente robustos para representar las emisiones y las absorciones correspondientes.

Por otro lado, las emisiones por deforestación, entendida como la pérdida de cobertura de bosques nativos, se estiman tomando como hipótesis que la conversión de tierras forestales se realiza mediante quemas controladas como práctica habitual y las mismas no se encuentran incluidas en las estadísticas de incendios, por lo que las emisiones de CO_2 correspondientes se consideran como cambios en las existencias de carbono. Es decir que las emisiones de CO_2 de las categorías "4(IV)B2a – Quema de biomasa en tierras de cultivo por deforestación" y "4(IV)C2a – Quema de biomasa en pastizales por deforestación" se encuentran incluidas en las categorías "4B2a – Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo" y "4C2a – Tierras forestales convertidas en pastizales", respectivamente.

Al analizar los DA (superficies de incendios totales, incendios en bosque nativo y deforestación), se puede observar en la figura siguiente que, en algunos períodos, la superficie afectada por la deforestación fue mayor que la reportada para incendios forestales.

Figura 418. Superficie total de Incendios (BN, BC, arbustal, pastizal y sin determinar), superficie de incendios en BN y superficie de pérdida de cobertura en BN por deforestación.



Fuente: Elaboración propia

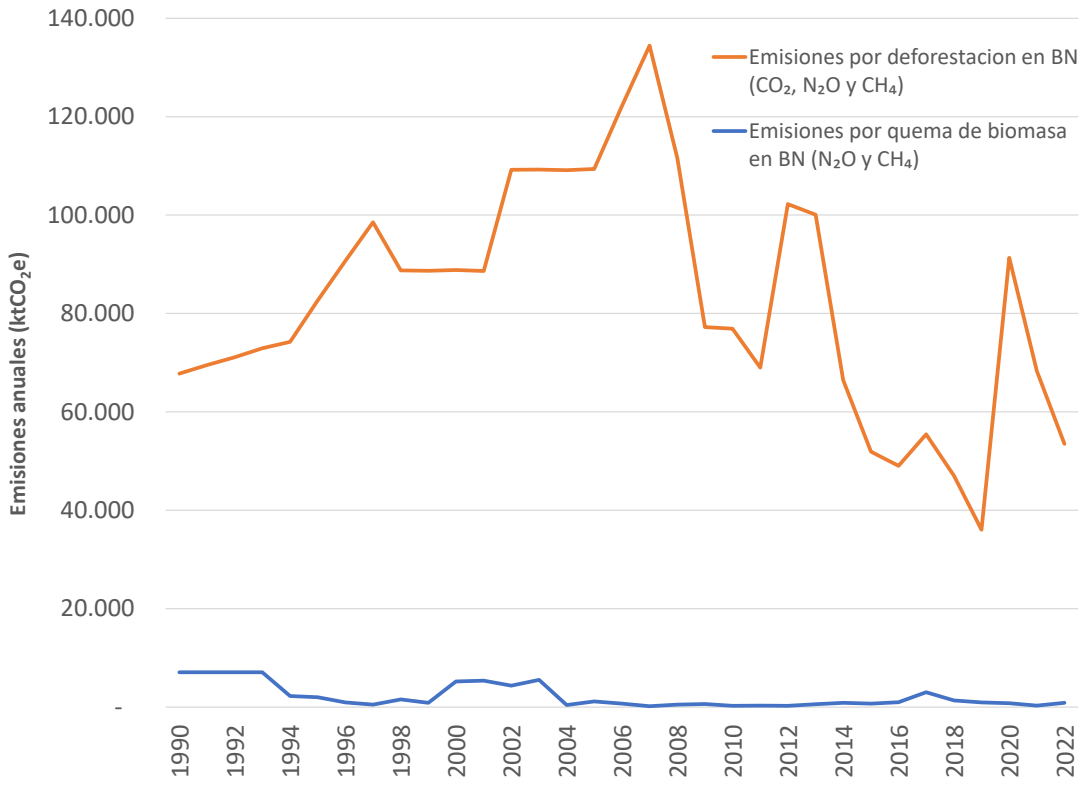
En cuanto a los patrones de deforestación, los incendios forestales es una de las causas, sin embargo, el proceso de deforestación se aceleró a finales de la década de los noventa, principalmente, a causa de la expansión de la agricultura desde la región pampeana hacia el Parque Chaqueño. Durante ese período, la deforestación aumentó, con un pico de 486 mil hectáreas anuales en 2007. Otras causas de la pérdida de bosques en los últimos años incluyen la expansión de la frontera agrícola, el sobrepastoreo, la explotación excesiva de los recursos forestales, la implementación ineficiente de la legislación y deficiencias en el control de las intervenciones[397]. En particular 2020, la superficie de bosque nativo perdida ascendió a 332 mil hectáreas, principalmente debido a incendios forestales. Más del 50% de esta pérdida de cobertura de bosque nativo a nivel nacional se debió a incendios forestales; sin embargo, las regiones de Parque Chaqueño y Yungas, donde históricamente se registran proporciones menores de incendios, experimentaron el mayor impacto[398]. Ese año fue el único que los incendios forestales fueron identificados como la causa principal de deforestación.

Si observamos las emisiones brutas, el gráfico siguiente muestra que las emisiones por deforestación son notablemente más altas que las derivadas de la quema de

[397] Área competente de Bosques de la SSAmb, 2020. Causas e impactos de la deforestación de los bosques nativos de Argentina y propuestas de desarrollo alternativas: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/desmontes_y_alternativas-julio27.pdf
[398] UMSEF, MAyDS, 2020. Informe de Monitoreo de la superficie de bosque nativo de la Argentina 2020 - Tomo I: https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/umsef

biomasa en bosque nativo, y se debe a que se estiman las emisiones de CO_2 asociado a la pérdida de biomasa aérea y subterránea.

Figura 419. Emisiones de CO_2e por deforestación en Bosque Nativo (CO_2, N_2O y CH_4) y emisiones por incendios forestales en BN (N_2O y CH_4).



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los supuestos mencionados para la estimación de emisiones por deforestación, la información disponible sobre incendios forestales y el enfoque metodológico utilizado en el INGEI, sólo se estiman emisiones de CO_2, N_2O y CH_4 cuando efectivamente los incendios forestales resultan en un cambio de uso de la tierra (deforestación).

Productos de Madera Recolectada (4G)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría 4G – Productos de madera recolectada se detalla a continuación.

Tabla 864. Documentación Categoría 4G – Otros

Sistema de archivo:	
Procedimiento:	3D1_P_00
Ruta de Acceso:	SNI-GEI-AR/3_AGSyOUT
Hojas de trabajo:	3D1_HT_1961-2022_00
Incertidumbres:	3D1_IN_2022_00
Procesamiento de Datos actividad:	3D1_DA_1961-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

La categoría Productos de madera recolectada (4G) incluye las emisiones o absorciones asociadas a una sola categoría.

Una proporción importante de la madera cosechada de las tierras forestales, de cultivo y otros tipos de usos de la tierra permanece en los PMR durante diferentes períodos de tiempo. Este período, en el cual se conserva el carbono, varía según el producto y sus usos. A su vez, los PMR descartados pueden depositarse en vertederos de residuos, donde pueden persistir por períodos prolongados. Por este motivo, es necesario tomar en cuenta este tiempo de almacenamiento para estimar el aporte de los PMR a las emisiones y absorciones de CO_2 del sector UTCUTS.

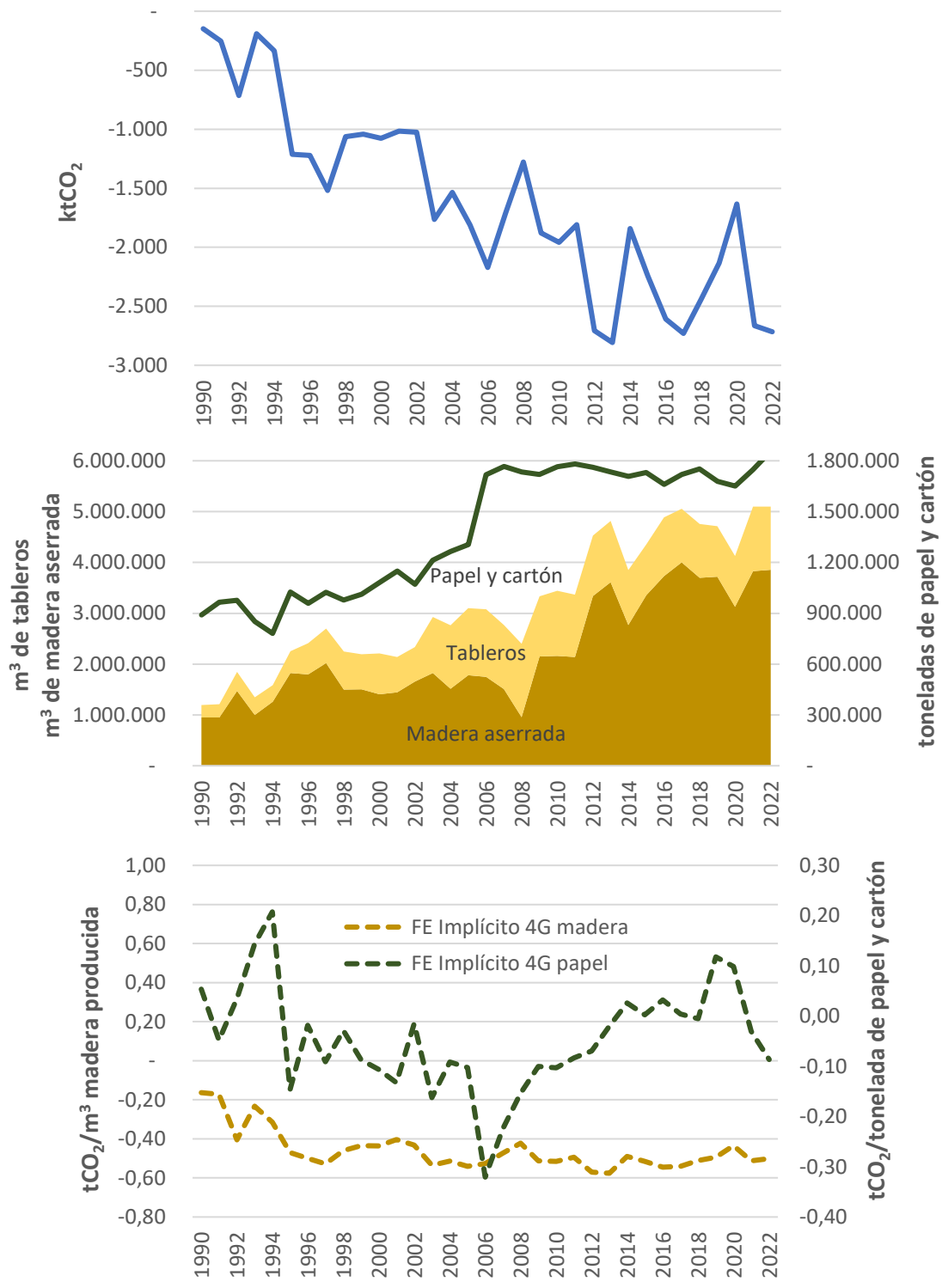
Según el Refinamiento del IPCC de 2019, se consideran los productos de madera y los productos de papel Para el caso de la República Argentina se consideran específicamente los productos semiacabados madera aserrada, tableros, papel y cartón (ver Anexos). El enfoque metodológico utilizado es Producción, que considera la producción nacional de materias primas de madera fabricadas a partir de cosecha. Por lo tanto, el carbono en los productos de madera exportados se incluye implícitamente en las estimaciones de PMR de un país y sus cambios de existencias asociados ocurren en otros países (donde se realizan las exportaciones). El carbono almacenado en vertederos no se considera, por no disponer de información suficiente del sector Residuos.

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones y absorciones se encuentra relacionada a la variación de los DA de los productos considerados, en especial de madera aserrada. La tendencia general desde 1990 se relaciona con el aumento en la producción de

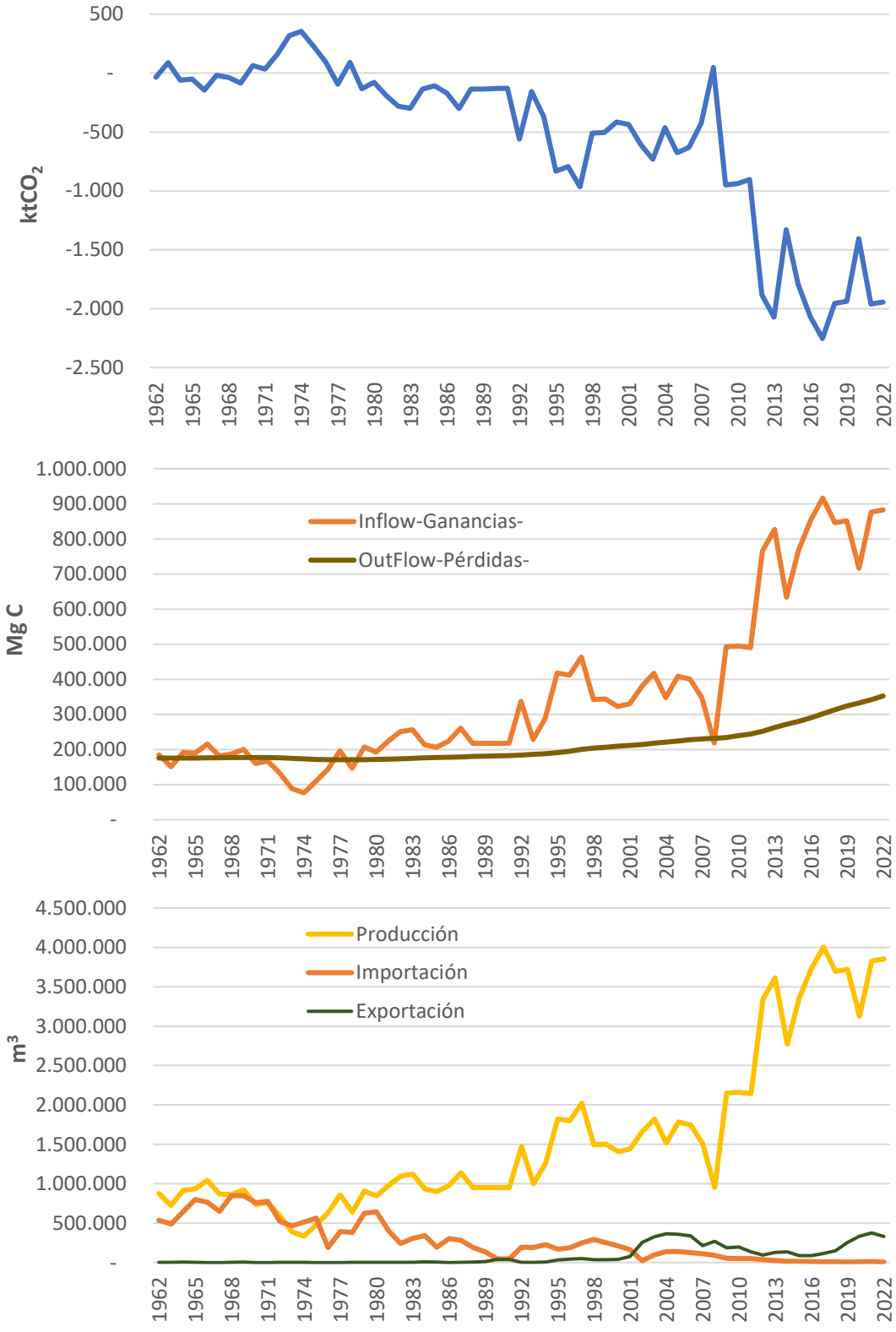
madera aserrada y tableros, asociada al crecimiento de bosques cultivados en el país. Esta tendencia de aumento constante contrasta con la de la superficie de bosque cultivado, que se encuentra estabilizada alrededor de 1,3 millones de ha desde el año 2013 como se detalla en la categoría 4A1. Analizando los últimos años, de 2017 a 2020 se observa una disminución en la producción de productos, (principalmente madera aserrada). En 2021-2022, la producción de productos de madera (en especial madera aserrada) y papel y cartón aumentó respecto a los valores de 2019 y 2020 respectivamente. Esta situación genera un balance de ganancias de C (*inflow*) superior a las pérdidas de C (*outflow*), que se traduce en un aumento de absorciones de -1.633,27 $ktCO_2e$ en 2020 a -2.715,52 $ktCO_2e$ en 2022.

Figura 420. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión 4G (1990-2022)



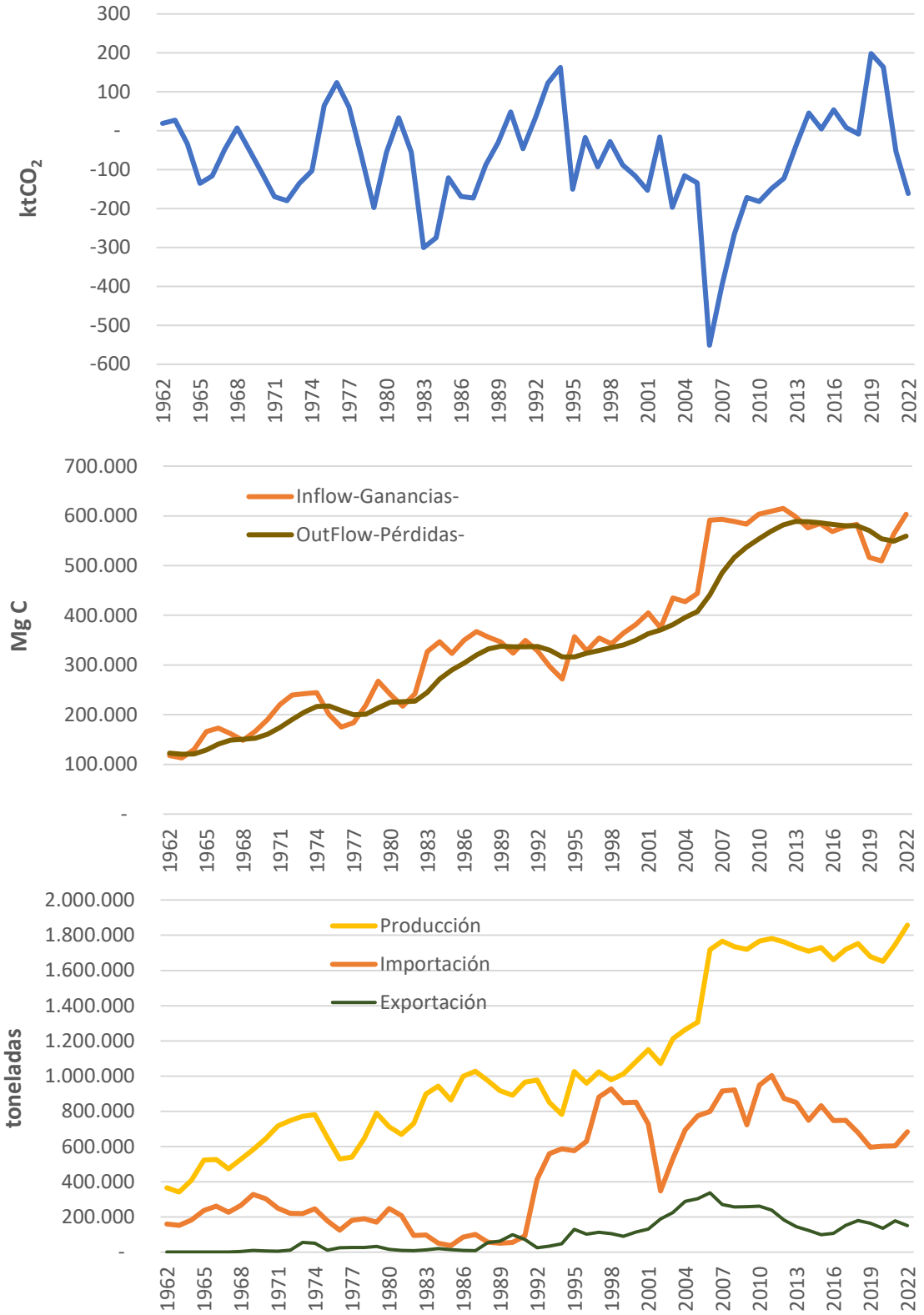
Fuente: Elaboración propia

Figura 421. Evolución de la tendencia de emisiones, ganancias y pérdidas de C y datos de producción, importación y exportación del producto madera aserrada (1961-2022)



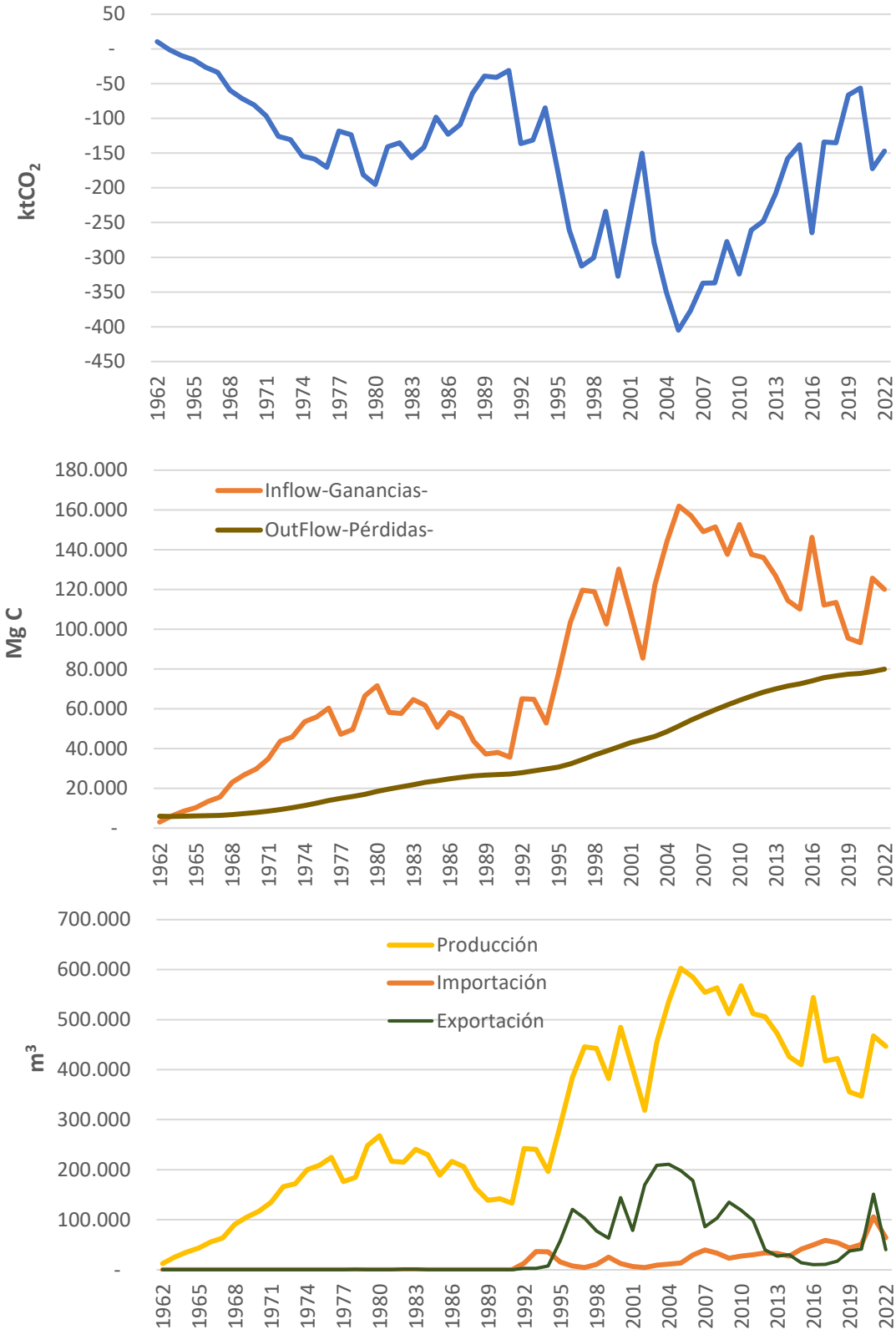
Fuente: Elaboración propia

Figura 422. Evolución de la tendencia de emisiones, ganancias y pérdidas de C y datos de producción, importación y exportación del producto papel y cartón (1961-2022)



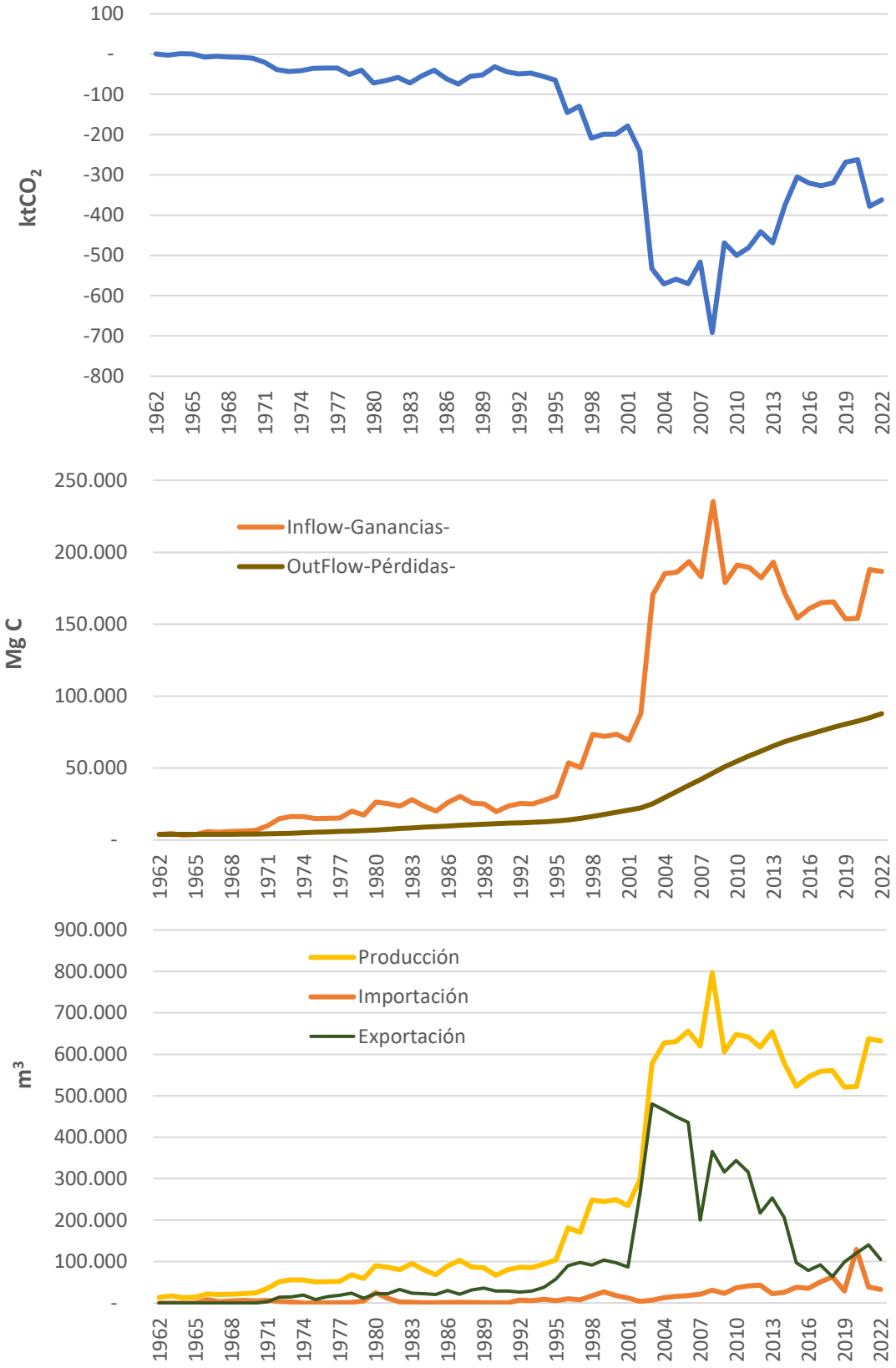
Fuente: Elaboración propia

Figura 423. Evolución de la tendencia de emisiones, ganancias y pérdidas de C y datos de producción, importación y exportación del producto tableros de partículas (1961-2022)



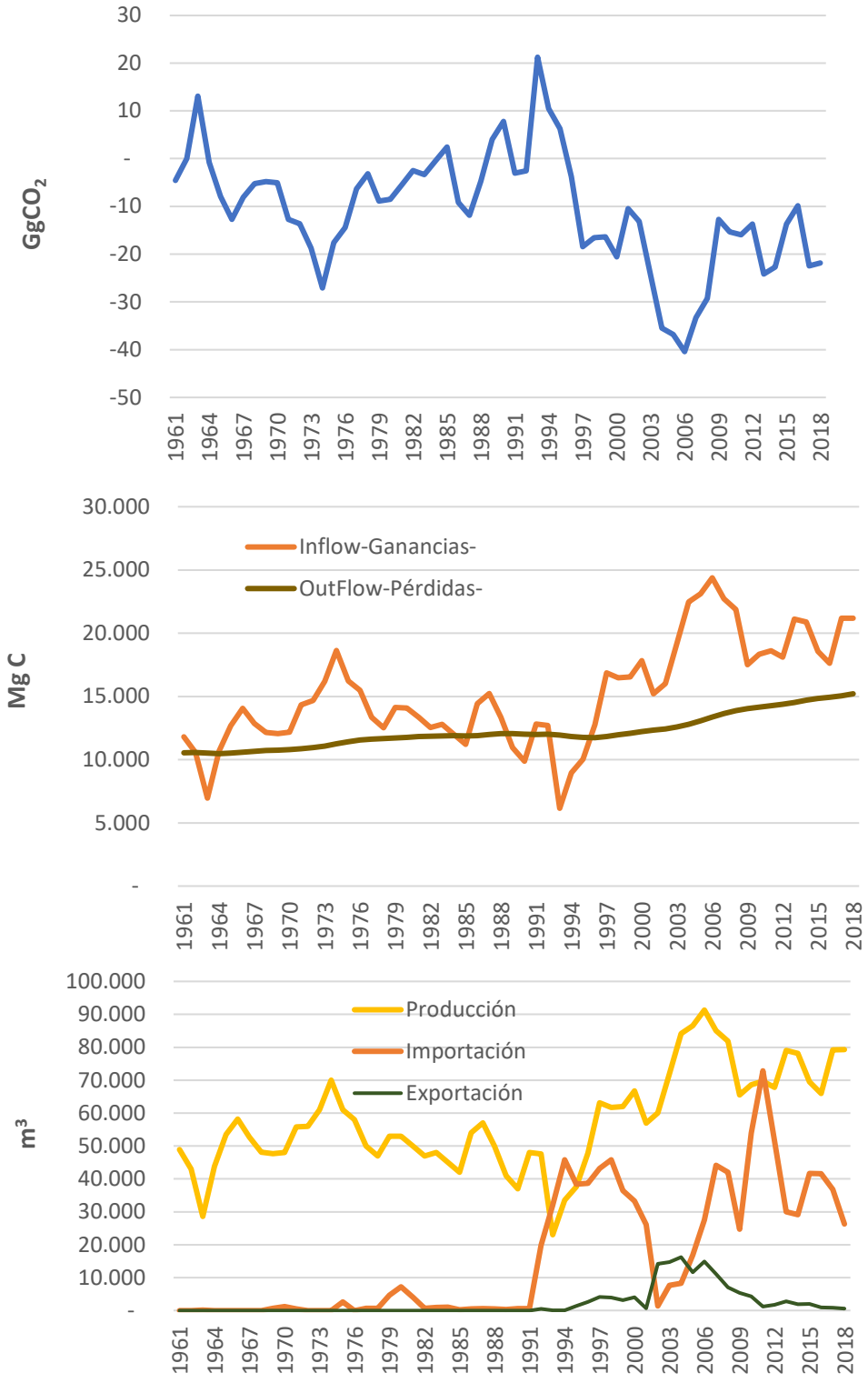
Fuente: Elaboración propia

Figura 424. Evolución de la tendencia de emisiones, ganancias y pérdidas de C y datos de producción, importación y exportación del producto tableros de fibras (1961-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 425. Evolución de la tendencia de emisiones, ganancias y pérdidas de C y datos de producción, importación y exportación del producto tableros compensados (1961-2022)



Fuente: Elaboración propia

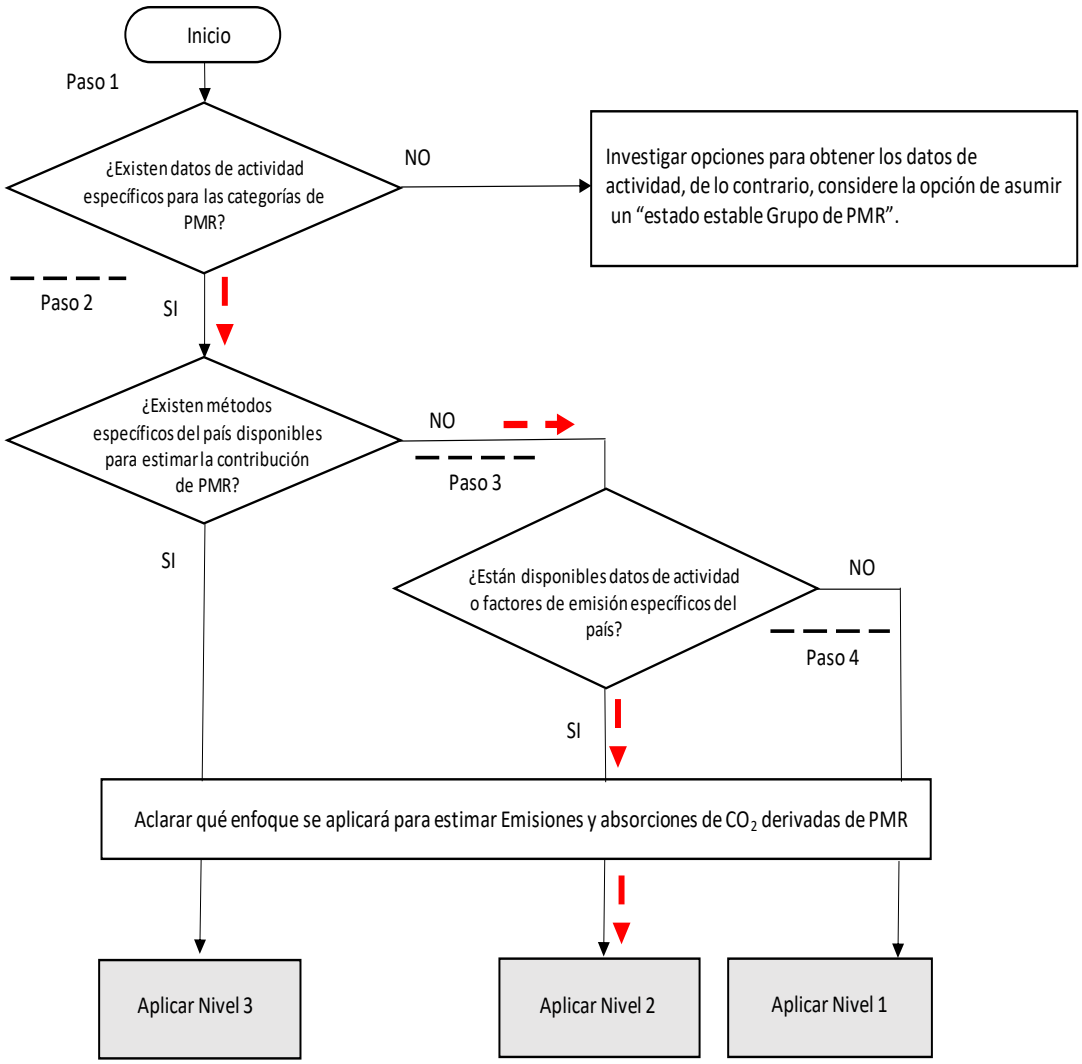
Metodología

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI de la Categoría Productos de madera recolectada, se aplicó el método de Nivel 2. El cálculo se realizó según el enfoque de Producción, principalmente basados en la Decisión 18/CMA.1, párrafo 56, que sugiere el reporte de PMR según este Enfoque para todas las Partes.

Método de cálculo

A continuación, se presenta el Árbol de decisión para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios de existencias de carbono de la Categoría.

Ilustración 113. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar las emisiones y absorciones de CO_2 derivadas de PMR



Fuente: Refinamiento del 2019 de las Directrices del IPCC de 2006

El cálculo se realizó según el enfoque de Producción. Para llegar al cálculo bajo este Enfoque, es necesario estimar una serie de variables relacionadas con el cambio anual de existencias de carbono. Al seguir un método de Nivel 2, se deben aplicar

DA específicos del país y/o FE específicos del país. En este sentido, se cuenta con DA específicos provenientes de la estadística nacional y FAOSTAT, por lo que se calculan las emisiones y absorciones con un método de cálculo Nivel 2.

Se utiliza como base para el cálculo el Refinamiento del IPCC de 2019 (Volumen 4, capítulo 12: Productos de madera recolectada).

Las emisiones y absorciones netas para los productos de madera se calculan a partir de los valores de producción, importación y exportación de los productos considerados desde el año 1961. El cálculo se inicia a partir de la determinación del flujo de entrada a partir de las ecuaciones 12.3, 12.7 y 12.8. La existencia (o stock) de carbono y el cambio de existencia de carbono se calculan mediante la ecuación 12.2 en función de una constante de decaimiento (*k*) relacionada al valor de vida media (H) del producto considerado. Las estimaciones de emisiones y absorciones de CO_2 totales que surgen de la reserva de PMR en uso se calculan a partir de la ecuación 12.1.

Siguiendo el Refinamiento del IPCC de 2019, las existencias de carbono para el primer año de la serie temporal (1961) se calculan a partir de un valor promedio del flujo de entrada de los primeros 5 años dividido la constante de decaimiento (*k*) para cada clase de producto PMR (ecuación 12.4).

Para el enfoque de Producción, los DA de PMR se dividen en PMR producidos y consumidos en el país y PMR que se exportan. El cálculo de flujo de entrada de PMR producidos y consumidos en el país se calcula a partir de la ecuación 12.9, mientras que para PMR producidos y exportados se obtiene restando los valores totales a los producidos y consumidos en el país.

Cabe destacar que la categoría 4G Productos de la madera recolectada corresponde a la sumatoria de los productos considerados. En el Nivel 2 las estimaciones de las emisiones y absorciones anuales de CO_2 derivadas de PMR se obtienen utilizando las mismas ecuaciones que se proporcionan para el Nivel 1 en el Refinamiento del IPCC de 2019.

En la tabla a continuación se detalla la información sectorial de PMR en uso de cosecha doméstica y de emisiones/absorciones para el año 2022.

Tabla 865. Información sectorial para la categoría 4G –Enfoque producción–

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	PMR en uso de cosecha doméstica				Emisiones/ absorciones netas de PMR en uso
	Ganancias	Pérdidas	Vida media	Cambio anual en las existencias (ΔC PMR IU DH)	
	(kt C)		(año)	(kt C)	(kt CO_2)
4.G(I). PMR producidos y consumidos en el país (ΔC PMR dom IU DH)					
Total	1.503,62	-964,33		689,50	-2.528,16
4.G(I).1. Madera sólida	949,08	-455,80		643,50	-2.359,49
4.G(I).1.a. Madera aserrada	639,34	-317,02	35,00	472,53	-1.732,61
4.G(I).1.b. Tableros	309,75	-138,78	25,00	170,97	-626,88
4.G(I).1.c. Otros productos de madera sólida	NE	NE	NE	NE	NE
4.G(I).2. Papel y cartón	554,54	-508,54		46,00	-168,67
4.G(I).2.a. Otro (sírvase especificar)	554,54	-508,54		46,00	-168,67
Papel y cartón	554,54	-508,54	2,00	46,00	-168,67
4.G(I).3. Otros (sírvase especificar)	NE	NE		NE	NE
Otros	NE	NE	NE	NE	NE
4.G(II). PMR producidos y exportados (ΔC PMR exp IU DH)					
Total	166,88	-115,78		51,10	-187,37
4.G(II).1. Madera sólida	117,91	-64,74		53,18	-194,98
4.G(II).1.a. Madera aserrada	75,96	-18,33	35,00	57,64	-211,33
4.G(II).1.b. Tableros	41,95	-46,41	25,00	-4,46	16,35
4.G(II).1.c. Otros productos de madera sólida	NE	NE	NE	NE	NE
4.G(II).2. Papel y cartón	48,97	-51,04		-2,08	7,62
4.G(II).2.a. Otro (sírvase especificar)	48,97	-51,04		-2,08	7,62
Papel y cartón	48,97	-51,04	2,00	-2,08	7,62
4.G (II).3. Otros (sírvase especificar)	NE	NE		NE	NE
Otros	NE	NE	NE	NE	NE

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Factores de emisión

Los FE están relacionados con los valores de vida media utilizados y los índices de descarte asociados (*k*) para los productos de madera maciza y de papel. Los valores de vida media de los productos corresponden a valores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019.

Siguiendo el Refinamiento del IPCC de 2019 para el cálculo de Nivel 2, se utiliza la hipótesis de que se descartan los PMR del uso a una velocidad constante *k*, aplicada al carbono presente en el depósito. Esta velocidad constante de descarte puede especificarse mediante una vida media asociada en años para los productos del depósito. La vida media es la cantidad de años que transcurren hasta que la mitad de la cantidad sale de uso. A continuación, se presentan los valores de vida media utilizados y los índices de descarte asociados (*k*) para los productos de madera maciza y de papel. Los valores de vida media de los productos se tomaron por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Ver Anexo.

Tabla 866. Vida media de los productos en uso e índice de descomposición (k) asociado

Case de producto	Vida media en años (HL)	Índice de descomposición k $(k=ln(2)/HL)$	Fuente de información	Criterio
Papel y cartón	2	0,347	IPCC 2019 Tabla 12.3	Valor de papel y cartón
Madera aserrada	35	0,020	IPCC 2019 Tabla 12.3	Valor de madera aserrada
Tableros de partículas	25	0,028	IPCC 2019 Tabla 12.3	Valor de paneles a base de madera
Tableros de fibra	25	0,028	IPCC 2019 Tabla 12.3	Valor de paneles a base de madera
Tableros compensados	25	0,028	IPCC 2019 Tabla 12.3	Valor de paneles a base de madera

Fuente: Elaboración propia.

Datos de actividad

Los DA se relacionan con los datos de producción, exportaciones e importaciones de los productos considerados para el cálculo y las variables asociadas. Según lo mencionado anteriormente, se observa una tendencia general desde 1990 que se relaciona principalmente con la producción de madera aserrada y tableros, asociada al crecimiento en la superficie de bosques cultivados en el país.

Se han utilizado las siguientes fuentes de información oficiales:

- **PNEF (SSAmb)**: El Programa Nacional de Estadística Forestal, dependiente de Dirección Nacional de Bosques de la SSAmb maneja el Sistema de Información de Estadística Forestal de la República Argentina cuyos objetivos principales son "producir información estadística forestal confiable, adecuada y oportuna; utilizar la información para la planificación y evaluación de políticas económicas y sociales en el marco de un desarrollo sustentable; difundir en la sociedad la importancia de los productos derivados del bosque; conocer el potencial de la industria forestal y sus posibles polos de desarrollo; cuantificar los incendios forestales producidos en el país y evaluar las consecuencias ecológicas, económicas y sociales de los mismos; elaborar las transacciones de los productos forestales y la balanza comercial, así como las negociaciones con los bloques económicos". El PNEF publica informes anuales.
- **Área competente de Desarrollo Foresto Industrial (SAGyP**): Esta área tiene como uno de sus objetivos "Generar y analizar información y estadísticas relativas al sector foresto-industrial en coordinación con las áreas competentes". En dicho marco publica información estadística con periodicidad anual sobre bosques cultivados.
- **INDEC**: El Instituto Nacional de Estadística y Censos es un organismo público desconcentrado de carácter técnico, dentro de la órbita del Ministerio de Economía de la Nación, que ejerce la dirección superior de todas las actividades

estadísticas oficiales que se realizan en la República Argentina. De esta fuente se obtienen datos de importaciones y exportaciones de productos de madera.

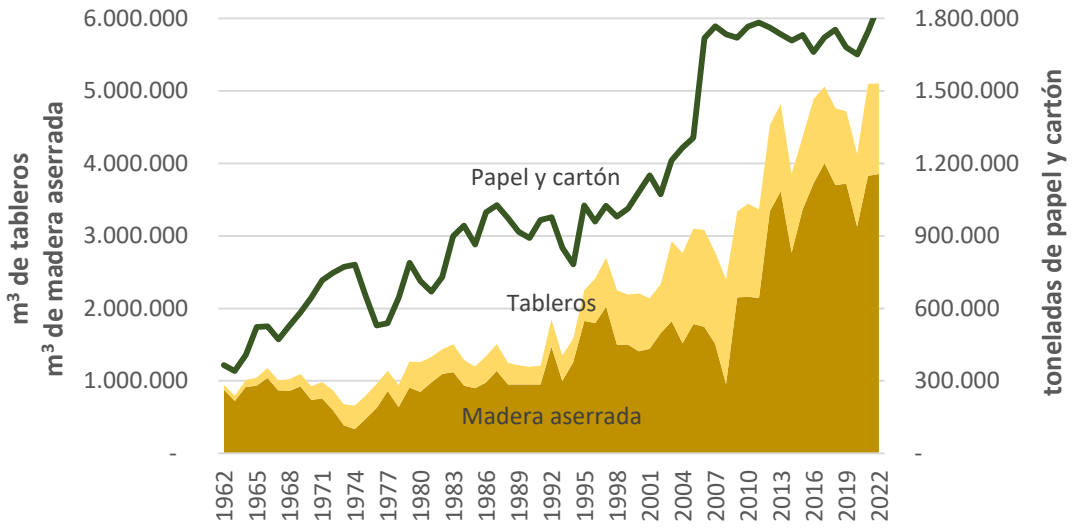
- **FAO**: La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura lidera el esfuerzo internacional en pos de lograr la seguridad alimentaria, el fin al hambre, y el acceso regular a alimentos suficientes y de buena calidad. En especial, FAOSTAT proporciona acceso libre a datos sobre alimentación y agricultura de más de 245 países y 35 regiones, desde 1961 hasta el año más reciente disponible. De los informes de esta fuente se obtienen datos para completar las series temporales desde 1961 hasta la década de 1990.

Para calcular el flujo de entrada de los productos, además de los valores de producción, exportación e importación, son necesarios datos de madera en rollo industrial, pulpa de madera y papel recuperado. La totalidad de los PMR producidos en el país se presentan en los Anexos. Los productos considerados para el cálculo corresponden a las tres clases de productos semiacabados principales que poseen series temporales completas y representan el 92% de la producción nacional para el año 2022[399]:

- Madera aserrada
- Papel y cartón
- Tableros (Tableros de fibras, de partículas y compensados)

La evolución de la serie temporal de Producción de PMR para el período 1962-2022 se presenta a continuación. El aumento creciente de madera aserrada y tableros se relaciona principalmente con el aumento de la superficie de bosque cultivado y la oferta creciente de materia prima.

Figura 426. Evolución de la Producción de PMR de las clases Madera aserrada, Tableros y Papel y cartón (1962-2022)



Fuente: Elaboración propia

[399] Porcentaje considerando los productos de madera sólida, sin considerar los productos de papel y cartón.

Tabla 867. Información sectorial de datos de actividad para la categoría 4G

	Madera aserrada			Tableros			Papel y cartón		
	Producción	Importación	Exportación	Producción	Importación	Exportación	Producción	Importación	Exportación
Año	(1000 m^3)			(1000 m^3)			(kt)		
1961	780,70	880,80	3,40	74,30	NO	NO	373,00	242,10	0,20
1962	877,00	536,10	3,00	69,20	NO	NO	365,00	160,00	0,20
1963	726,00	489,20	1,60	70,90	0,10	NO	341,30	151,60	0,60
1964	917,00	647,70	7,00	91,70	NO	NO	407,60	181,90	0,30
1965	934,00	799,10	1,90	110,80	NO	NO	523,40	236,50	0,30
1966	1.042,00	764,90	NO	135,50	8,40	NO	526,00	260,20	NO
1967	868,00	650,80	NO	136,61	3,20	NO	472,30	226,10	0,20
1968	863,00	848,40	2,80	160,27	4,80	NO	527,80	266,20	3,40
1969	923,00	848,80	4,20	175,11	7,10	NO	581,90	326,90	8,70
1970	736,00	757,70	NO	189,22	6,40	NO	643,50	302,90	5,80
1971	760,00	776,70	NO	225,65	6,50	2,74	716,90	249,10	4,70
1972	594,00	523,90	0,30	273,39	3,60	14,22	747,80	219,50	11,40
1973	388,00	464,10	0,60	289,02	2,40	14,70	772,00	219,20	55,10
1974	335,00	511,10	0,40	324,97	NO	19,20	781,00	245,10	50,30
1975	480,00	563,00	0,10	320,54	2,60	8,20	650,00	177,60	11,50
1976	631,00	191,60	0,10	334,00	0,30	15,50	529,00	124,30	25,00
1977	859,00	394,30	0,20	278,00	1,20	18,30	539,00	181,30	26,20
1978	640,00	381,90	1,10	300,00	1,40	24,40	645,00	189,20	26,10
1979	908,00	625,50	0,80	360,00	9,70	11,40	789,00	170,40	31,50
1980	846,00	643,20	1,10	411,00	32,20	22,00	713,00	247,00	15,20
1981	980,00	402,30	3,20	353,00	15,50	22,40	669,00	208,20	9,40
1982	1.096,00	241,10	2,70	342,00	2,90	33,80	730,00	94,70	7,20
1983	1.121,00	306,40	2,70	384,00	2,70	24,60	899,00	97,20	12,20
1984	934,00	339,90	7,20	355,00	1,20	22,00	942,00	50,50	19,70
1985	901,00	193,80	4,00	299,00	0,40	20,20	864,00	37,30	13,40
1986	978,00	303,20	NO	360,00	1,80	29,80	998,00	85,40	9,90
1987	1.139,00	282,65	1,42	366,00	1,95	20,80	1.027,00	99,90	7,90
1988	950,00	188,97	6,50	300,00	1,35	31,20	974,00	57,00	54,10
1989	950,00	136,44	11,88	265,00	0,36	35,50	917,00	51,00	63,00
1990	950,00	46,26	40,80	246,00	0,66	28,40	891,00	55,00	99,00

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tabla 868. Información sectorial de datos de actividad para la categoría 4G (cont.)

Año	Madera aserrada			Tableros			Papel y cartón		
	Producción	Importación	Exportación	Producción	Importación	Exportación	Producción	Importación	Exportación
	(1000 m^3)			(1000 m^3)			(kt)		
1991	950,00	46,22	40,80	261,00	0,66	28,40	965,00	92,00	71,00
1992	1.472,00	192,87	1,59	375,96	39,50	29,68	977,00	414,63	25,06
1993	998,00	189,20	2,90	349,17	73,84	31,73	850,49	558,61	33,75
1994	1.258,85	229,43	6,44	324,18	90,46	45,52	781,73	586,84	46,67
1995	1.824,89	170,33	32,44	430,11	60,10	116,91	1.025,20	575,65	129,74
1996	1.797,96	187,79	43,98	614,38	56,39	213,19	958,51	629,28	102,49
1997	2.022,36	248,92	48,82	678,78	54,86	204,41	1.024,49	880,76	112,05
1998	1.496,30	294,32	35,09	752,30	73,70	172,46	979,13	927,87	105,07
1999	1.503,18	252,96	36,49	688,36	88,27	169,48	1.012,49	849,29	89,29
2000	1.407,81	212,22	39,91	800,45	63,29	245,36	1.081,70	852,25	114,47
2001	1.442,49	163,61	76,56	694,62	44,34	165,95	1.150,22	727,14	131,06
2002	1.658,91	24,20	253,98	677,16	9,30	447,65	1.071,85	346,63	188,21
2003	1.822,32	97,08	326,12	1.105,00	23,68	704,21	1.212,28	530,95	225,23
2004	1.517,42	137,85	364,87	1.247,64	32,03	692,56	1.264,46	694,67	288,13
2005	1.782,94	139,35	359,23	1.319,65	46,71	659,16	1.305,54	773,69	303,72
2006	1.745,94	125,02	336,96	1.331,83	74,60	629,37	1.718,57	798,16	335,95
2007	1.511,95	110,92	212,88	1.259,69	105,01	296,73	1.767,07	915,89	269,82
2008	954,91	89,82	270,24	1.442,83	105,93	475,57	1.734,29	921,18	255,94
2009	2.150,92	54,48	187,69	1.183,52	70,72	457,07	1.719,26	722,80	257,14
2010	2.159,70	48,34	196,20	1.284,26	117,50	467,46	1.765,90	948,97	260,63
2011	2.141,89	48,72	135,48	1.223,87	143,76	416,04	1.782,05	1.003,90	237,88
2012	3.339,15	37,10	95,29	1.191,27	128,02	257,80	1.762,22	873,50	182,82
2013	3.613,62	25,74	128,82	1.205,92	84,89	284,05	1.733,71	849,64	144,48
2014	2.769,46	15,99	136,99	1.082,93	81,95	237,83	1.708,61	748,80	123,69
2015	3.355,73	14,45	88,92	1.002,01	120,74	113,25	1.730,84	831,94	99,24
2016	3.730,62	12,66	85,97	1.155,30	126,44	89,47	1.660,80	746,81	105,85
2017	4.002,90	9,91	113,83	1.055,73	145,97	103,07	1.720,37	748,54	151,52
2018	3.697,31	10,29	150,79	1.062,52	143,30	81,13	1.752,62	678,99	179,67
2019	3.719,74	5,84	255,30	996,09	90,70	137,53	1.679,38	595,15	163,88
2020	3.127,33	7,90	335,47	1.002,88	191,13	162,06	1.650,88	602,34	135,82
2021	3.827,34	11,09	377,13	1.271,00	157,18	293,55	1.747,04	602,54	178,08
2022	3.854,15	5,94	331,71	1.247,64	115,69	145,86	1.858,26	683,95	150,78

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Los datos de producción, importaciones y exportaciones de productos y materia prima que provienen de Bosques Cultivados son reportados por el Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP y los productos que provienen de Bosques Nativos por el Área competente de Bosques de la SSAmb (PNEF–SSAmb). Los valores de producción de Bosques Cultivados se obtienen a partir de la Encuesta anual de la industria maderera y del papel, reportado en los Informes de Industrias Forestales publicados anualmente por la SAGyP. Los valores de producción de Bosque Nativo surgen del procesamiento de las guías forestales, que son suministrados por los Servicios Forestales Provinciales y la Administración de Parques Nacionales, quienes extienden dichas guías. Luego los datos de bosque nativo son presentados en el Anuario de Estadística Forestal publicados por el SSAmb. Los datos de exportaciones e importaciones se obtienen de los informes sobre comercio exterior elaborados por el INDEC y son presentados en los informes anuales antes mencionados.

La serie temporal de DA de la estadística nacional comienza en la década de 1990 (variable según cada clase de producto) hasta el año 2022. Para completar la serie temporal de datos de producción, importaciones y exportaciones hasta el año 1961 se siguen las recomendaciones de Refinamiento del IPCC de2019 y se utiliza la base de datos de producción y comercio forestal de la FAO, de libre acceso y disponible en su sitio web[400].

Como se trata de una base de datos mixta, con fuente de datos proveniente de la estadística nacional y FAOSTAT, en la tabla a continuación se presenta el detalle de la fuente de datos para cada variable según el período de años considerado.

Tabla 869. Detalle sobre la fuente de Datos de Actividad según cada variable por período considerado

Variable PMR	Producto Desagregado	Fuente
Madera aserrada	Madera aserrada	1961-1993: Producción, exportaciones, importaciones FAOSTAT. 1994-2022: Producción Área competente de Desarrollo Foresto Industrial (MAGyP -actual SAGyP-) y PNEF (SSAmb) 1994-2022: Exportaciones, importaciones INDEC
Tableros	Tableros de partículas	1961-1991: Producción, exportaciones, importaciones FAOSTAT. 1992-2022: Producción Área competente de Desarrollo Foresto Industrial (MAGyP -actual SAGyP-) 1992-2022: Exportaciones, importaciones INDEC
	Tableros de fibra	
	Tableros compensados	
Papel y cartón	Papel y cartón	1961-1991: Producción, exportaciones, importaciones FAOSTAT. 1992-2022: Producción Área competente de Desarrollo Foresto Industrial (MAGyP -actual SAGyP-) 1992-2022: Exportaciones, importaciones INDEC
	Papel recuperado	1970-2006: Producción, exportaciones, importaciones FAOSTAT. 2007-2022: Producción Área competente de Desarrollo Foresto Industrial (MAGyP -actual SAGyP-) 2007-2022: Exportaciones, importaciones INDEC
Madera en rollo industrial	Madera en rollo industrial	1961-1995: Producción, exportaciones, importaciones FAOSTAT. 1996-2022: Producción Área competente de Desarrollo Foresto Industrial (MAGyP -actual SAGyP-) y Bosques Nativos por el Área competente de Bosques de la SSAmb (PNEF–SSAmb) 1996-2022: Exportaciones, importaciones INDEC
Pulpa de madera	Pulpa de madera	1961-1991: Producción, exportaciones, importaciones FAOSTAT. 1992-2022: Producción Área competente de Desarrollo Foresto Industrial (MAGyP -actual SAGyP-) 1992-2022: Exportaciones, importaciones INDEC

Fuente: Elaboración propia.

[400] https://www.fao.org/faostat/es/#home.

Para cada clase de producto PMR se utilizan valores de densidad y fracción de carbono de cuya multiplicación se obtiene el factor de conversión de C (*cf*). Los valores difieren según cada producto y en todos los casos se utiliza la información de factores por defecto para convertir las unidades de productos en carbono de acuerdo con el Refinamiento del IPCC de 2019.

Tabla 870. Densidad, fracción de carbono y factor de conversión de C (cf) para cada clase de producto

Clase de producto	Densidad (Mg/m^3)	Fracción de Carbono	Factor de conversión de C cf (MgC/m^3)	Fuente de información	Criterio
Madera aserrada	0,458	0,5	0,229	IPCC 2019 Tabla 12.1	Valor de madera aserrada (agregado)
Tableros de partículas	0,596	0,451	0,269	IPCC 2019 Tabla 12.1	Valor de tableros de partículas
Tableros de fibras	0,691	0,427	0,295	IPCC 2019 Tabla 12.1	Valor de tablero de fibra de densidad media (MDF)
Tableros compensados	0,542	0,493	0,267	IPCC 2019 Tabla 12.1	Valor de madera contrachapada
Papel y cartón	0,9	-	0,386	IPCC 2019 Tabla 12.1	Valor de papel y cartón (agregado)

Fuente: Elaboración propia.

Si bien se cuenta con información desagregada para diferentes tipos de tableros, a los fines del reporte en las CRT, se informó el valor promedio para Tableros, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 871. Factores utilizados para convertir unidades de producto a carbono (kt C/unidad)

1. Madera sólida	
Madera aserrada	0,23
Tableros	0,27
Otros productos de madera sólida	NE
2. Papel y cartón	
Otros (sírvase especificar)	
Papel y cartón	0,39
3. Otros (sírvase especificar)	
Otros	NE

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Análisis de incertidumbre

Tabla 872. Incertidumbre de la categoría 4G – Productos de Madera Recolectada

Incertidumbre DA CO_2	Incertidumbre FE CO_2	Incertidumbre combinada CO_2	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
10%	32%	31,2%	4,47E-06	-1,0%	1,92E-05

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices 2006 del IPCC, aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas por el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[401], se realizaron controles de calidad de los DA, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Controlar que los valores de exportación no superen los valores de producción anual.
- Controlar las series temporales de la estadística nacional en contraste con las series temporales de datos FAOSTAT, en los años que existan datos de las dos fuentes citadas. Verificar que no existan diferencias significativas entre ambas series.
- Controlar la consistencia entre las definiciones de productos para la estadística nacional y datos FAOSTAT.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias en el IIA y la forma en que el problema fue resuelto.
- Todos los controles iniciales se realizaron en conjunto con el personal técnico del Área competente de Bosques de la SSAmb y del Área competente de Desarrollo Foresto Industrial de la SAGyP.

El análisis de la consistencia de las series temporales de estadística nacional y FAOSTAT se realizó mediante la comparación de las definiciones de las variables y productos de ambas bases de datos y los valores de las series en los períodos que existen datos (Anexo 1). A continuación, se presentan las series temporales de ambas bases de datos para los productos considerados para el cálculo.

[401] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Recálculo y Mejoras

No se realizaron recálculos ni mejoras en el presente ciclo que afecten las emisiones o absorciones.

Figura 427. Comparativa tendencia de las emisiones, datos de actividad y factor de emisión implícito para 4G (IBA5 - IBT1)



Fuente: Elaboración propia[402]

[402] La curva superior del FE implícito corresponde a Productos de madera sólida, y la inferior a Papel y cartón.

Anexo Definiciones de clases de productos para PMR

Siguiendo las recomendaciones del Refinamiento del IPCC de 2019, se debe revisar la compatibilidad de las definiciones de las variables y productos de PMR entre las fuentes utilizadas, y la conformidad con el sistema de clasificación internacional de productos forestales consistente con el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías. En el presente Anexo se presentan las definiciones de las clases de productos según las definiciones de los organismos nacionales y FAOSTAT.

Madera en rollo industrial: Toda la madera en rollo excepto leña. En las estadísticas de producción, es un agregado que comprende troncos para aserrar y troncos para chapas; madera para pasta, redonda y partida; y otras maderas en rollo industriales. Se informa en metros cúbicos de volumen sólido (excluyendo la corteza). (Fuente: FAO)

Bosque Cultivado:

Productos:

- Papel y Cartón
- Tableros
- Madera aserrada
- Impregnados

Definiciones:

Papel y Cartón: La categoría de papel y cartón representa la suma de los papeles: papel para diarios, papel para impresión no estucado (papel para impresión, obra blanco, offset, los demás), papel para embalaje (para corrugar, Kraft, cartulinas para embalajes, cartones, otros para envolver, cartulina tapa/ficha), papel para uso doméstico y sanitario (para rollos, para servilletas, etc.), otros tipos (papeles especiales y los demás) (MPyT, 2019). Se informa en toneladas métricas. Se considera que interviene en su producción solo pasta de bosques cultivados de especies exóticas (álamo, eucalipto, pino y sauce) y nativo de araucaria.

Tableros compensados: El tablero compensado se fabrica a partir de láminas madera y está formado por tres partes:

- Cara: Parte del tablero que va a estar a la vista en cualquier uso que se haga del mismo, está constituida generalmente por láminas enteras o pueden estar encoladas por los cantos.
- Centro o alma: constituye la parte central del tablero, formado generalmente por láminas de madera, pueden ser de especies de menor valor que la cara, de acuerdo a la calidad del tablero, en tableros de primera calidad es recomendable el uso de la misma especie debido a que cada madera trabaja de distinta manera. Una capa se diferencia de la adyacente, ya sea otra capa del alma, porque las fibras de las láminas que la forman son perpendiculares, cuyo objetivo es “compensar” los esfuerzos y obtener un tablero más estable. El panel resultante presenta propiedades análogas de contracción y resistencia en dos sentidos perpendiculares entre sí, con lo que se eliminan virtualmente los

grandes cambios dimensionales y los bajos valores de resistencia que se dan a través de la fibra de la madera.
- Contracara: Parte del tablero que generalmente no va a estar a la vista dependiendo esto del uso que se haga del mismo. Está constituida generalmente por recortes de láminas o chapas de madera y se pueden admitir algunos defectos como manchas, si van a ser pintados en su uso final, y también se admite la presencia de nudos fijos hasta cierto tamaño. La contracara puede estar formada por una chapa o lámina, dos láminas o una chapa en su parte más exterior y una lámina en su parte interior. (MPyT, 2019). Tableros construidos a partir de láminas de madera de álamo, eucalipto, sauce y pino. Incluye tanto laminas y faqueados de bosque nativo. Espesores de los tableros desde 3 mm hasta 25 mm. (MAyDS, 2019) (MPyT, 2019).

Tableros de partículas: Se designa con el nombre de tablero de partículas o tablero aglomerado al producto elaborado en forma de tablas de medidas variables, compuesto de partículas de madera unidas entre sí mediante resinas sintéticas termoendurecibles u otros aditivos.

Según la norma IRAM 11.532 los tableros de partículas son aquellos "elementos fabricados con partículas u otros materiales lignocelulósicos, aglomerados con agentes orgánicos y con el concurso de uno o más de los siguientes agentes: calor, presión, humedad, catalizador, etc.". Los tableros que se fabrican con partículas de madera y se usan en aplicaciones estructurales, son productos poco conocidos. Se fabrican con partículas de madera, como son: los chips, astillas y viruta, las cuales se combinan con resinas sintéticas u otro tipo de adhesivo; la mezcla formada se coloca entre planchas (moldes) a temperaturas altas para prensarla y aumentar la densidad del producto. Las temperaturas altas en el prensado sirven para acelerar el endurecimiento (curado) de los adhesivos (MPyT, 2019).

Tableros de fibra: Producto elaborado en forma de tablas de medidas variables, compuesto de haces de fibras de madera, obtenidas por procesos de desfibrado en seco o en húmedo y unidas entre sí mediante resinas sintéticas termoendurecibles o empleando la misma lignina de la madera como aglutinante. El aglomerado de fibras de madera es mediante un proceso de formación en seco que se unen entre sí con un adhesivo, calor y/o presión. A este grupo pertenecen los tableros de densidad media o MDF (Medium Density Fiberboard) y los de alta densidad o HDF (High Density Fiberboard). Los MDF son fabricados en una amplia variedad de espesores que aportan en su versatilidad (MPyT, 2019).

Madera aserrada: productos de primera transformación: alfajías, listón, tabla, tablón, tirante y viga. Principalmente eucalipto y pino (MPyT, 2019).

Impregnados: Productos de madera sometidos a impregnación con un preservante químico utilizando presión. Postes y madera impregnada, principalmente de eucalipto y pino. Incluye madera aserrada (pino), Postes de líneas aéreas, de alambrados, rodrigones y otros productos (MPyT, 2019).

Bosque Nativo

Productos:

- Postes

- Otros productos
- Durmientes
- Madera aserrada
- Tableros compensados

Productos (no incluye productos forestales no madereros):

Productos primarios, que provienen de rollizos (madera en rollo)

Postes: incluye medios postes, postes, postes de alambrado, cabañeros y telefónicos (MAyDS, 2019).

Otros productos: varas, varillas, varillones, varejones, rodrigones, trocillos, puntales, estacones, palmas, tejuelas, travillas (MAyDS, 2019).

Productos manufacturados que provienen de rollizos industriales (madera en rollo industrial)

Papel y Cartón: NO Aplica, se considera que la totalidad de la materia prima para la elaboración de papel y cartón proviene de bosques cultivados.

Tableros compensados: El tablero compensado se fabrica a partir de láminas madera y está formado por tres partes: 1. La cara. Parte del tablero que va a estar a la vista en cualquier uso que se haga del mismo, está constituida generalmente por láminas enteras o pueden estar encoladas por los cantos. 2. El centro o alma, constituye la parte central del tablero, formado generalmente por láminas de madera, pueden ser de especies de menor valor que la cara, de acuerdo con la calidad del tablero, en tableros de primera calidad es recomendable el uso de la misma especie debido a que cada madera trabaja de distinta manera. Una capa se diferencia de la adyacente, ya sea otra capa del alma, porque las fibras de las láminas que la forman son perpendiculares, cuyo objetivo es "compensar" los esfuerzos y obtener un tablero más estable. El panel resultante presenta propiedades análogas de contracción y resistencia en dos sentidos perpendiculares entre sí, con lo que se eliminan virtualmente los grandes cambios dimensionales y los bajos valores de resistencia que se dan a través de la fibra de la madera. 3. La contracara. Parte del tablero que generalmente no va a estar a la vista dependiendo esto del uso que se haga del mismo. Está constituida generalmente por recortes de láminas o chapas de madera y se pueden admitir algunos defectos como manchas, si van a ser pintados en su uso final, y también se admite la presencia de nudos fijos hasta cierto tamaño. La contracara puede estar formada por una chapa o lámina, dos láminas o una chapa en su parte más exterior y una lámina en su parte interior. (MPyT, 2019). Tableros construidos a partir de láminas de madera de álamo, eucalipto, sauce y pino. Incluye tanto laminas y faqueados de bosque nativo. Espesores de los tableros desde 3 mm hasta 25 mm. (MAyDS, 2019) (MPyT, 2019). tableros construidos a partir de láminas de madera de álamo, eucalipto, sauce y pino. Incluye tanto laminas y faqueados de bosque nativo. Espesores de los tableros desde 3 mm hasta 25 mm. (MAyDS, 2019) (MPyT, 2019).

Madera aserrada: productos de primera transformación (productos primarios): alfajías, listón, tabla, tablón, tirante y viga. (MAyDS, 2019).

Durmientes: En la práctica, son habituales longitudes comprendidas entre 220 y 280 cm, ancho entre 25 y 30 cm y espesores entre 21 y 25 cm. Las especies utilizadas son: Espina corona, Guayacán, Guayca blanca, Horco cebil, Ibirá puita, Itín, Palo Amarillo, Quebracho blanco, Quebracho colorado, Saucillo y Urunday (MAyDS, 2019).

Impregnados: no corresponde a bosque nativo.

Taninos: No aplica a la definición de PMR, compuestos fenólicos que se extraen de quebracho colorado mediante procesos químico-mecánicos y es utilizado principalmente por la industria del cuero. (Fuente: Anuario de Estadística Forestal 2017 y 2018)

Resinas: No aplica a la definición de PMR, no está claro las especies utilizadas ni el método de obtención. (Fuente: Anuario de Estadística Forestal 2017 y 2018).

En la siguiente Tabla se presentan las definiciones de las variables para PMR de FAO y las consideradas en la Estadística nacional.

Tabla 873. Definiciones de variables para PMR. Definiciones FAO y Estadística nacional

Variable	Código FAO	Definición FAO	Definición Estadística nacional
Madera en rollo industrial	1865	Toda la madera en rollo excepto leña. En las estadísticas de producción, es un agregado que comprende troncos para aserrar y troncos para chapas; madera para pasta, redonda y partida; y otras maderas en rollo industriales. Se informa en metros cúbicos de volumen sólido (excluyendo la corteza). Los sistemas de clasificación aduanera utilizados por la mayoría de los países no permiten la división de las estadísticas comerciales de madera en rollo industrial en los diferentes usos finales/categorías que han sido reconocidas durante mucho tiempo en las estadísticas de producción (es decir, troncos y troncos para chapas, madera para pasta y otras maderas en rollo industriales). Por lo tanto, estos componentes no aparecen en el comercio.	
Pulpa de madera	1875	Material fibroso preparado a partir de madera para pasta, astillas de madera, partículas o residuos mediante proceso mecánico y / o químico para su posterior fabricación en papel, cartón, tableros de fibra u otros productos de celulosa. Es un agregado que comprende pulpa mecánica de madera; pulpa de madera semiquímica; pulpa de madera química; y pulpa de madera disueltas. Se informa en toneladas métricas de peso seco al aire (es decir, con un contenido de humedad del 10%).	La pasta de celulosa (o pulpa) es el material hecho a base de madera, más utilizado para la fabricación de papel. Se presentan los datos de producción Nacional e Importados y según su procedencia, ya sea pasta de madera o de otras fibras (bagazo y/o el linter de algodón). La pasta de madera representa la suma de las pastas: de madera química al sulfato, de madera química al sulfito, de madera semiquímica y mecánica.
Papel recuperado	1669	Desechos y desperdicios de papel o cartón que se hayan recolectado para su reutilización o comercio. Incluye papel y cartón que se ha utilizado para su propósito original y residuos de la producción de papel y cartón. Se informa en toneladas métricas.	La categoría de papel reciclado, incluye papel pre consumo nacional y post consumo nacional e importado. Representa la suma de los papeles: papel, papel de diarios y revistas, cartón, otros. Se informa en toneladas.

Variable	Código FAO	Definición FAO	Definición Estadística nacional
Papel y cartón	1876	La categoría de papel y cartón es una categoría agregada. En la producción y estadísticas comerciales, representa la suma de los papeles: gráficos; sanitario y doméstico, documentos; materiales de embalaje y otros papeles y cartones. Excluye fabricado de productos de papel como cajas, cartones, libros y revistas, etc. Se informa en toneladas métricas.	La categoría de papel y cartón representa la suma de los papeles: papel para diarios, papel para impresión no estucado (papel para impresión, obra blanco, offset, los demas), papel para embalaje (para corrugar, Kraft, cartulinas para embalajes, cartones, otros para envolver, cartulina tapa/ficha), papel para uso doméstico y sanitario (para rollos, para servilletas, etc), otros tipos (papeles especiales y los demás). Se informa en toneladas métricas.
Madera Aserrada	1872	Madera que ha sido producida a partir de madera en rollo nacional e importada, ya sea aserrado longitudinalmente o mediante un proceso de astillado de perfiles y que supere los 6 mm en grosor. Incluye tablones, vigas, viguetas, tablas, vigas, cuartones, listones, tableros para cajas y "madera", etc., en las siguientes formas: sin cepillar, cepillar, unir por los extremos (por ejemplo, articulados “finger join”), etc. Se excluyen traviesas, suelos de madera, molduras (madera aserrada de forma continua a lo largo de cualquiera de sus bordes o caras, como lengüetas, ranurado, rebajado, con juntas en V, rebordeado, moldeado, redondeado o similar) y madera aserrada producido por el re-aserrado de piezas previamente aserradas. Se reporta en volumen de metros cúbicos sólidos.	Bosque Cultivado: Productos de primera transformación: alfajías, listón, tabla, tablón, tirante y viga. Principalmente eucalipto y pino (MPyT, 2019)
Tableros de partículas	1646 *(1961-1994)* y 1697	Un panel fabricado a partir de pequeños trozos de madera u otros elementos ligno celulósicos (por ejemplo, astillas, hebras, fragmentos, virutas, etc.) unidos entre sí mediante el uso de un aglutinante orgánico junto con uno o más de los siguientes agentes: calor, presión, humedad, un catalizador, etc. La categoría de tableros de partículas es una categoría agregada. Incluye tableros de fibra orientada (OSB), tableros de partículas de densidad media (MDP), tableros de obleas y tableros de lino. Excluye la lana de madera y otros tableros de partículas adheridos con	Se designa con el nombre de tablero de partículas o tablero aglomerado al producto elaborado en forma de tablas de medidas variables, compuesto de partículas de madera unidas entre sí mediante resinas sintéticas termo endurecibles u otros aditivos. Según la norma IRAM 11.532 los tableros de partículas son aquellos “elementos fabricados con partículas u otros materiales ligno celulósicos, aglomerados con agentes orgánicos y con el concurso de uno o más de los siguientes agentes: calor, presión, humedad, catalizador, etc.”. Los tableros que se fabrican con partículas de madera y se usan en aplicaciones estructurales, son productos poco conocidos.

Variable	Código FAO	Definición FAO	Definición Estadística nacional
		aglutinantes inorgánicos. Se informa en metros cúbicos de volumen sólido.	Se fabrican con partículas de madera, como son: los chips, astillas y viruta, las cuales se combinan con resinas sintéticas u otro tipo de adhesivo; la mezcla formada se coloca entre planchas (moldes) a temperaturas altas para prensarla y aumentar la densidad del producto. Las temperaturas altas en el prensado sirven para acelerar el endurecimiento (curado) de los adhesivos (MPyT, 2019).
Tableros de fibra	1874	Un panel fabricado a partir de fibras de madera u otros ligno-materiales celulósicos con la unión primaria derivada del afieltrado de las fibras y sus propiedades adhesivas inherentes (aunque en el proceso de fabricación se pueden añadir materiales aglutinantes y / o aditivos). Incluye paneles de tablero de fibra que son productos de tableros de fibra moldeados y prensados en forma plana. Es un agregado compuesto por tableros duros, tableros de fibra de densidad media / alta (MDF / HDF) y otros tableros de fibra. Se informa en metros cúbicos volumen sólido.	Producto elaborado en forma de tablas de medidas variables, compuesto de haces de fibras de madera, obtenidas por procesos de desfibrado en seco o en húmedo y unidas entre sí mediante resinas sintéticas termoendurecibles o empleando la misma lignina de la madera como aglutinante. El aglomerado de fibras de madera es mediante un proceso de formación en seco que se unen entre sí con un adhesivo, calor y/o presión. A este grupo pertenecen los tableros de densidad media o MDF (Medium Density Fiberboard) y los de alta densidad o HDF (High Density Fiberboard). Los MDF son fabricados en una amplia variedad de espesores que aportan en su versatilidad (MPyT, 2019).
Tableros compensados	1640	Panel que consiste en un conjunto de láminas de chapa unidas entre sí con la dirección de la veta en capas alternas generalmente en ángulos rectos. Las hojas de chapa se colocan generalmente de forma simétrica a ambos lados de una capa central o núcleo que puede estar hecho de una hoja de chapa u otro material. Incluye la madera contrachapada de chapa (madera contrachapada fabricada uniendo más de dos hojas de chapa, donde se cruzan las vetas de las hojas de chapa alternadas, generalmente en ángulos rectos); madera contrachapada de núcleo o blockboard (madera contrachapada con un núcleo sólido (es decir, la capa central, generalmente más gruesa que las otras capas) que consiste en tablas estrechas, bloques o tiras de madera colocadas una al lado de la otra, que pueden o no estar	El tablero compensado se fabrica a partir de láminas madera y está formado por tres partes: 1. La cara. Parte del tablero que va a estar a la vista en cualquier uso que se haga del mismo, está constituida generalmente por láminas enteras o pueden estar encoladas por los cantos. 2. El centro o alma, constituye la parte central del tablero, formado generalmente por láminas de madera, pueden ser de especies de menor valor que la cara, de acuerdo a la calidad del tablero, en tableros de primera calidad es recomendable el uso de la misma especie debido a que cada madera trabaja de distinta manera. Una capa se diferencia de la adyacente, ya sea otra capa del alma, porque las fibras de las láminas que la forman son perpendiculares, cuyo objetivo es “compensar” los esfuerzos y obtener un tablero más estable. El panel resultante presenta propiedades análogas de contracción y resistencia en dos sentidos perpendiculares entre sí, con lo que se eliminan virtualmente los grandes cambios dimensionales y los bajos valores de

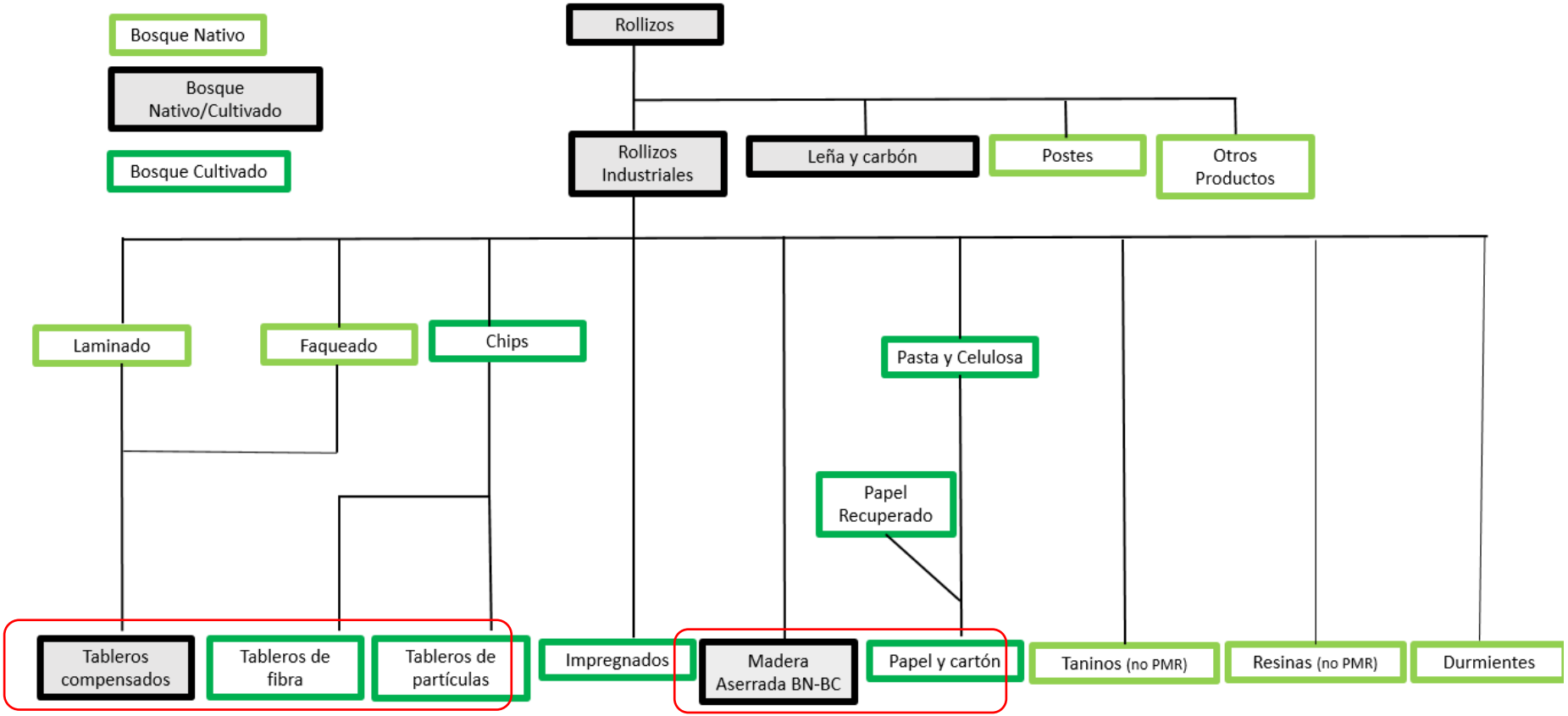
Variable	Código FAO	Definición FAO	Definición Estadística nacional
		pegadas entre sí); tablero laminado y listón (con un núcleo grueso y compuesto por listones o listones de madera pegados entre sí y revestidos con capas externas); madera laminada enchapada y contrachapado compuesto (madera contrachapada con el núcleo o ciertas capas de material que no sea madera maciza o carillas). Excluye los materiales de construcción laminados (por ejemplo, madera laminada), donde la fibra de las hojas de chapa generalmente corre en la misma dirección. Se informa en metros cúbicos de volumen sólido. El contrachapado no conífero (tropical) se define como que tiene al menos una hoja frontal de madera no conífera (tropical).	resistencia que se dan a través de la fibra de la madera. 3. La contracara. Parte del tablero que generalmente no va a estar a la vista dependiendo esto del uso que se haga del mismo. Está constituida generalmente por recortes de láminas o chapas de madera y se pueden admitir algunos defectos como manchas, si van a ser pintados en su uso final, y también se admite la presencia de nudos fijos hasta cierto tamaño. La contracara puede estar formada por una chapa o lámina, dos láminas o una chapa en su parte más exterior y una lámina en su parte interior. (MPyT, 2019). Tableros construidos a partir de láminas de madera de álamo, eucalipto, sauce y pino. Incluye tanto laminas y faqueados de bosque nativo. Espesores de los tableros desde 3 mm hasta 25 mm. (MAyDS, 2019) (MPyT, 2019). tableros construidos a partir de láminas de madera de álamo, eucalipto, sauce y pino. Incluye tanto laminas y faqueados de bosque nativo. Espesores de los tableros desde 3 mm hasta 25 mm. (MAyDS, 2019) (MPyT, 2019).
Impregnados			Productos de madera sometidos a impregnación con un preservante químico utilizando presión. Postes y madera impregnada, principalmente de eucalipto y pino. Incluye madera aserrada (pino), Postes de líneas aéreas, de alambrados, rodrigones y otros productos (MPyT, 2019).
Postes			Agregación de los siguientes productos: incluye medios postes, postes, postes de alambrado, cabañeros y telefónicos (MAyDS, 2019).
Durmientes			En la práctica, son habituales longitudes comprendidas entre 220 y 280 cm, ancho entre 25 y 30 cm y espesores entre 21 y 25 cm. Las especies utilizadas son: Espina corona, Guayacán, Guayca blanca, Horco cebil, Ibirá puita, Itín, Palo Amarillo, Quebracho blanco, Quebracho colorado, Saucillo y Urunday (MAyDS, 2019).
Otros Productos			Agregación de los siguientes productos: varillas, varillones, varejones, rodrigones, trocillos, puntales, estacones, palmas, tejuelas, travillas (MAyDS, 2019).

Fuente: Elaboración propia

Anexo Flujo de materiales para PMR

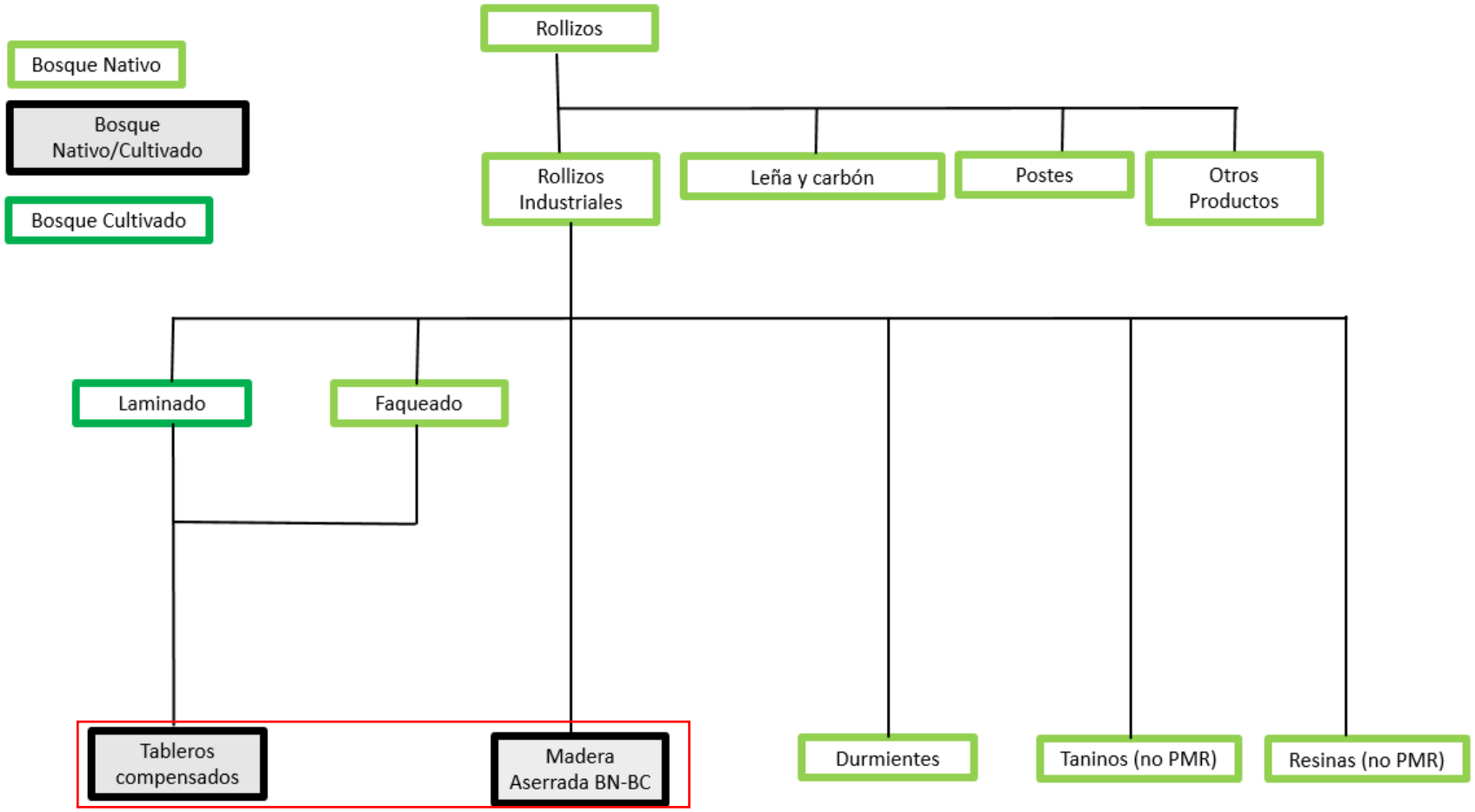
A continuación, se presenta el flujo de materiales para PMR. A su vez se presentan el flujo para los productos elaborados a partir de materia prima proveniente de bosque nativo y los productos elaborados a partir de materia prima proveniente de bosque cultivado. En los casos que el producto o materia prima correspondan a variables mixtas con materia prima de BN y BC se presenta con un recuadro negro. Los círculos rojos indican los productos que fueron incluidos en el cálculo. Por último, se presentan los valores de Producción para cada producto y variable de cálculo para el año 2022.

Figura 428. Flujo de materiales para PMR



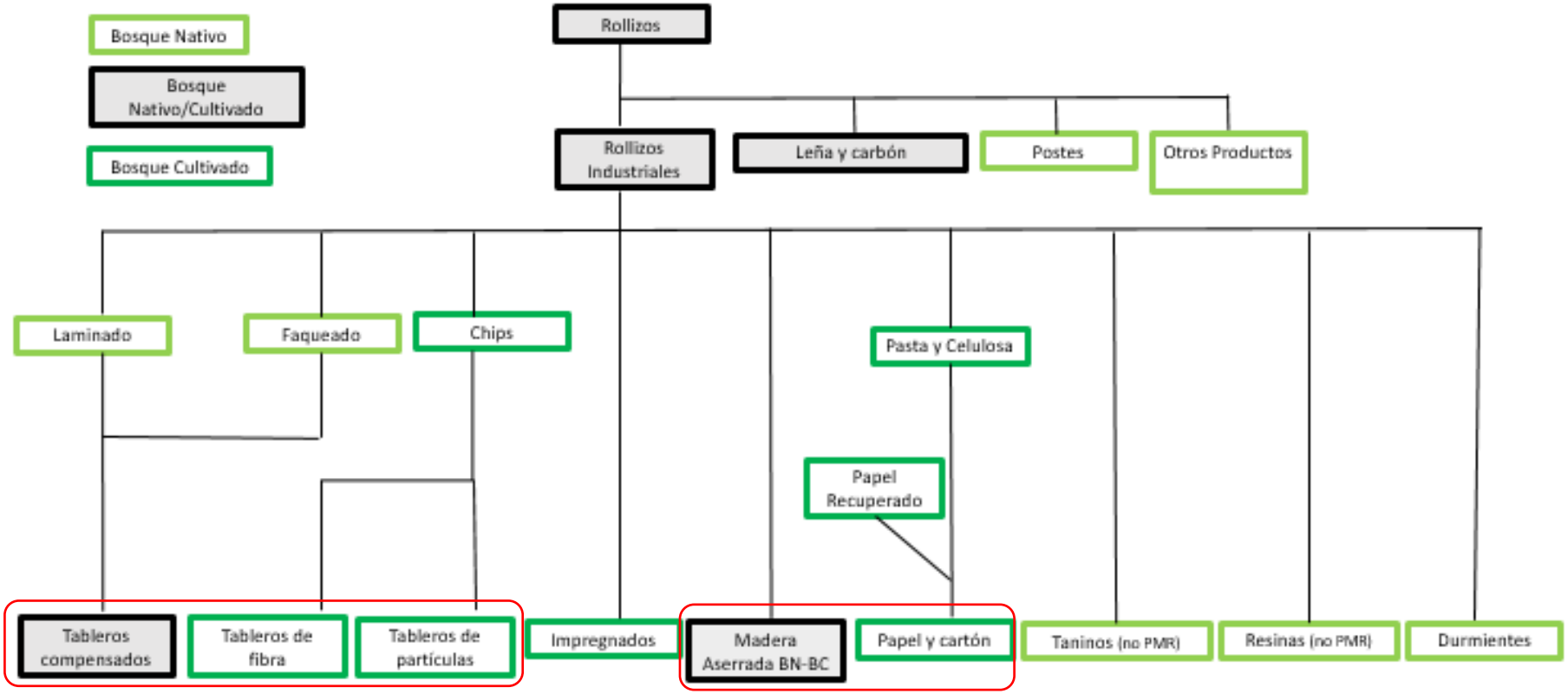
Fuente: Elaboración propia

Figura 429. Flujo de materiales para productos elaborados a partir de materia prima de BN.



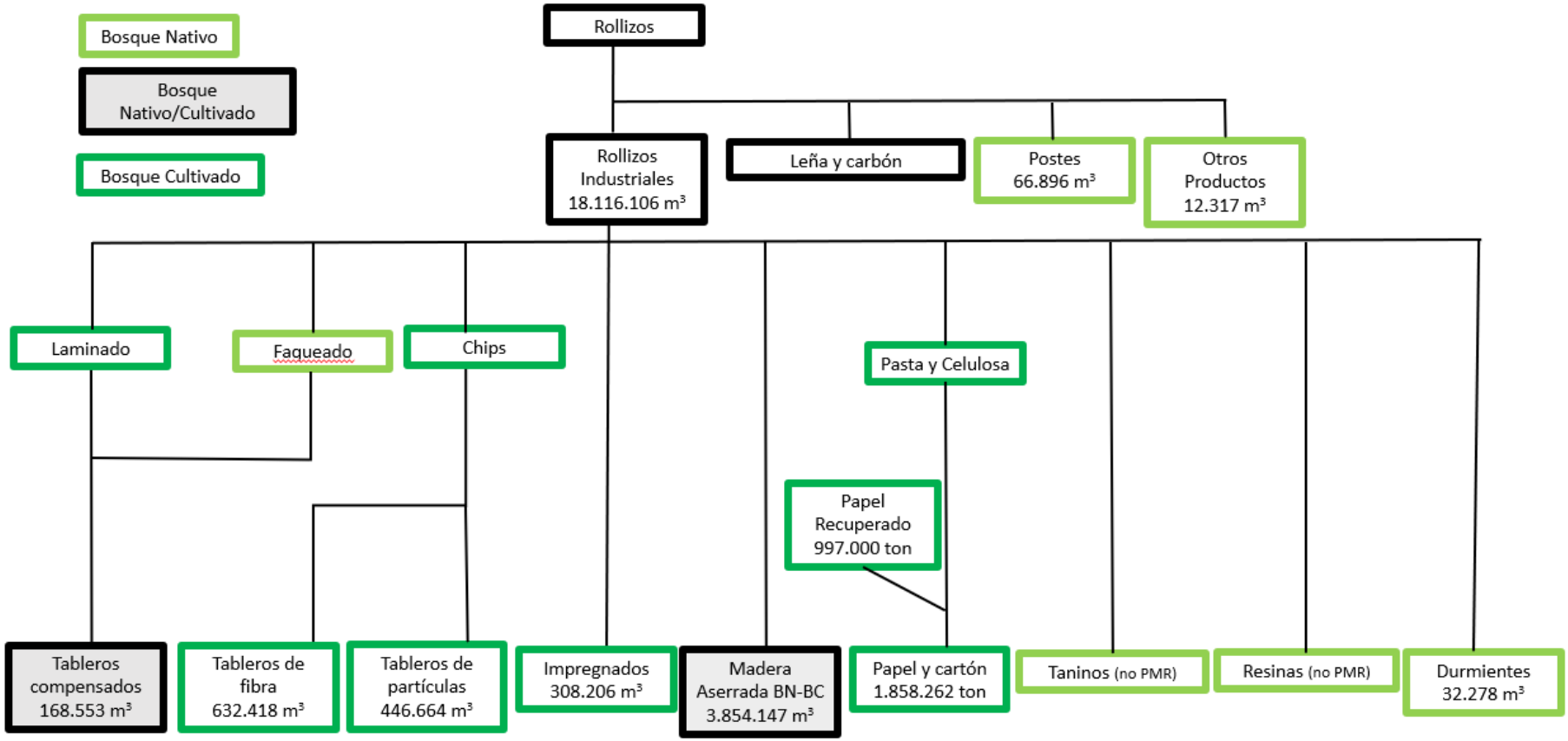
Fuente: Elaboración propia

Figura 430. Flujo de materiales para productos elaborados a partir de materia prima de BC.



Fuente: Elaboración propia

Figura 431. Flujo de materiales para productos elaborados a partir de materia prima de BC y BN con los valores de Producción del año 2022.



Fuente: Elaboración propia

Capítulo 7: Residuos

Panorama general del sector

Descripción

En la República Argentina, según datos del Informe del Estado del Ambiente, en el año 2020 el total de residuos generados per cápita fue del orden de 1,15 kg/día[403]. El AMBA, que incluye la CABA y ciertos municipios de la provincia de Buenos Aires, genera la mayor cantidad de RSU y tiene la tasa de generación per cápita más alta. Seguido del resto de la provincia de Buenos Aires y Córdoba.

La ley de gestión de residuos domiciliarios (ley n° 25.916) establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios. Estos incluyen los de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial e institucional que son desechados y/o abandonados. La mencionada ley no incluye los residuos peligrosos porque los mismos están regulados por la ley n° 24.051. La gestión de residuos comprende distintas etapas: generación, recolección, tratamiento, transferencia y disposición final.

La población urbana del país reporta una cobertura de recolección de RSU del 99,8%, mientras que la tasa de disposición en rellenos sanitarios es de casi un 65% del total de RSU generados[404].

En cuanto a la recuperación de residuos, la ley n° 25.916 define al tratamiento de RSU como el conjunto de operaciones tendientes al acondicionamiento y valorización de los residuos. Los municipios con plantas de separación se encuentran fundamentalmente localizados en las principales áreas metropolitanas. Asimismo, diversos municipios están comenzando a implementar sistemas de recolección diferenciada.

En relación con la disposición final de los RSU, algunas ciudades de mayor jerarquía poseen vertederos controlados, mientras que en el resto del país los RSU se disponen en vertederos y basurales a cielo abierto sin tratamiento sanitario controlado. En el proceso de descomposición de residuos en rellenos sanitarios se produce CH_4. Esta generación se encuentra fuertemente vinculada con las condiciones climáticas de la zona. Asociado a ello, los principales rellenos sanitarios implementan sistemas de captura y destrucción o uso de biogás colectado.

Resultados INGEI

INGEI 2022

El sector Residuos incluye las emisiones generadas por la disposición, tratamiento y gestión de los residuos sólidos urbanos, de los residuos industriales, de las aguas residuales domésticas y de las aguas residuales industriales. El sector representa el 5,83% de las emisiones totales del año 2022. La siguiente tabla resume los resultados del inventario de GEI de este sector.

[403] MAyDS, 2021. Informe del Estado del Ambiente. https://ciam.ambiente.gob.ar/images/uploaded/recursos/326/IEA2021_digital.pdf
[404] MAyDS, 2021. Informe del Estado del Ambiente. https://ciam.ambiente.gob.ar/images/uploaded/recursos/326/IEA2021_digital.pdf

Tabla 874. Informe sectorial para Residuos

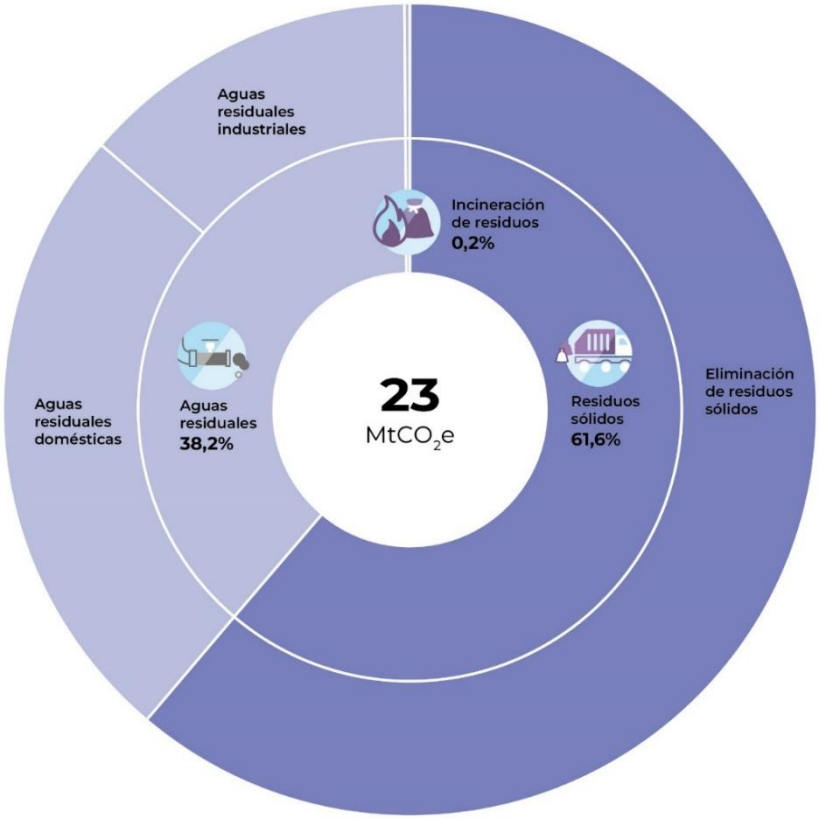
CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2	CH_4	N_2O	NO_x	CO	NMVOC	SO_X	Emisiones totales de GEI
	(kt)							CO_2 equivalente (kt)
5. Total residuos	35,49	797,71	3,56	NA,NE,NO	NA,NE,NO	NA,NE	NA,NE	23.314,40
5.A. Eliminación de residuos sólidos		510,70		NO	NO	NA		14.299,56
5.A.1. Sitios de eliminación de residuos gestionados		287,25		NO	NO	NA		8.043,01
5.A.2. Sitios de eliminación de residuos no gestionados		IE		NO	NO	NA		IE
5.A.3. Sitios de eliminación de residuos no categorizados		223,45		NO	NO	NA		6.256,55
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos		1,36	0,10	NO	NO	NA		65,28
5.B.1. Compostaje		1,36	0,10	NO	NO	NA		65,28
5.B.2. Digestión anaeróbica en plantas de biogás		NE	NE	NO	NO	NA		NE
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	35,49	NA,NE	NA,NE	NE	NE	NA	NE	35,49
5.C.1. Incineración de residuos	35,49	NA,NE	NA,NE	NE	NE	NA	NE	35,49
5.C.2. Incineración abierta de residuos	NE	NE	NE	NE	NE	NA	NE	NE
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales		285,65	3,46	NA,NO	NA,NO	NA,NE		8.914,08
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas		162,15	3,46	NO	NO	NE		5.456,01
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		123,50	NE	NO	NO	NE		3.458,07
5.D.3. Otros		NA	NA	NA	NA	NA		NA
5.E. Otros (sírvase especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Elemento recordatorio								
5.F.1. Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de eliminación de residuos	NA							NA
5.F.2. Cambio anual en el almacenamiento a largo plazo de C total	NA							NA
5.F.3. Cambio anual en el almacenamiento a largo plazo de C total en PMR	NA							NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Algunas categorías dentro del sector Residuos no han sido estimadas debido a que estas actividades no se desarrollan en el país (NO), o por falta de información suficiente para realizar la estimación (NE).

En la siguiente figura se observa la distribución de emisiones según las categorías principales del sector Residuos. Las emisiones debidas a los Residuos sólidos representan el 61,61% del total del sector que se reparten en RSU (5A) (61,18%), el Tratamiento biológico de los residuos sólidos (5B) (0,28%) y las emisiones provenientes de la Incineración de residuos (5C) (0,15%). El 38,23% restante corresponde a las emisiones provenientes de Aguas residuales (5D), las cuales se reparten en Aguas residuales domésticas (23,39%) e industriales (14,84%).

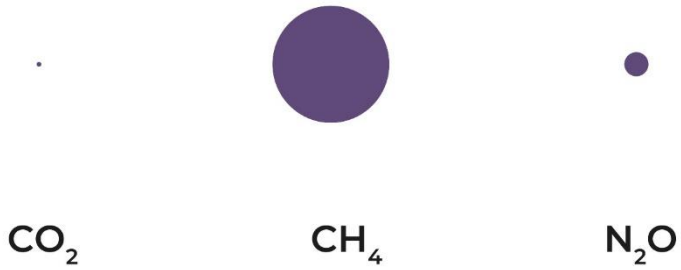
Figura 432. Emisiones del sector Residuos 2022



Fuente: Elaboración propia

En términos de la distribución por gas, el CH_4 es el GEI con mayor participación en el sector (95,80%), seguido por el N_2O (4,05%) y el CO_2 (0,15%), tal como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 433. Aporte de los GEI al sector Residuos 2022



Fuente: Elaboración propia

Dentro de la categoría 5A, se estimaron las emisiones de los RSU provenientes de sitios gestionados a partir de datos medidos *in situ* y reportados por las empresas concesionarias de los servicios de disposición final de RSU: CEAMSE, datos del Observatorio Nacional de RSU del ex MAyDS y datos informados en los reportes de monitoreo de los proyectos registrados bajo el MDL de la CMNUCC. En los casos en los que no se contó con datos *in situ*, se estimó la generación de RSU a partir del producto entre la tasa de generación de RSU per cápita (GPC) por jurisdicción y la población total de cada jurisdicción. Por otra parte, las emisiones asociadas a los RSU tratados en sitios no gestionados y no categorizados fueron estimadas a partir de datos poblacionales extraídos de proyecciones del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda del año 2010 y del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda del año 2022 realizados por el INDEC.

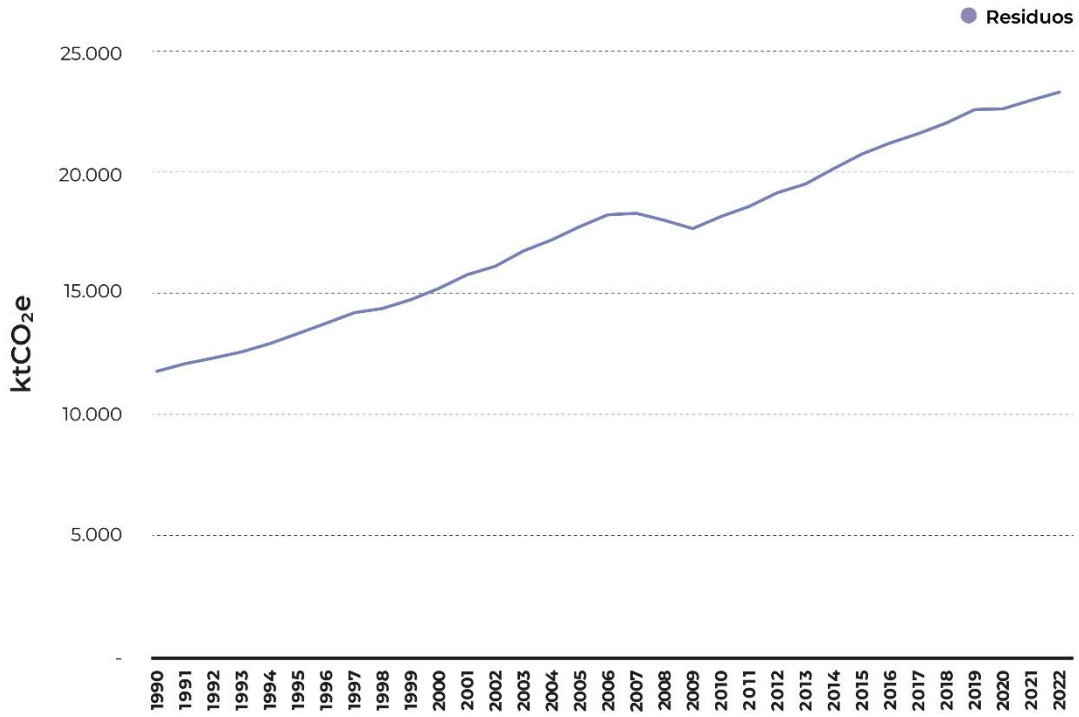
En cuanto a la categoría "5D1 – Aguas residuales domésticas", se utilizaron los datos de población en hogares por servicio sanitario de los Censos Nacionales de Población, Hogares y Vivienda del INDEC de los años 2001, 2010 y 2022, realizándose interpolaciones de datos entre los años 2001, 2010 y 2022, y asignando valores constantes para los años anteriores y posteriores de la serie temporal. Los valores de proteína de la dieta se tomaron de la FAO. El resto de los parámetros de cálculo utilizados corresponden a valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

En referencia a la categoría "5D2 – Aguas industriales", cabe destacar que el 54,28% de las emisiones corresponden a los rubros industriales de Celulosa y papel, mientras que el 21,09% corresponde a Productos químicos y el 24,32% a Alimentos y bebidas. El rubro asociado a las refinerías de petróleo representa el 0,30%, y las emisiones de Acero y hierro suman un 0,0006%. Para el cálculo se han considerado 28 productos, utilizando como dato de base la producción proveniente de estadísticas del INDEC, de la SAGyP, de la SE, del Centro Azucarero Argentino, de Federcitrus, del IPA y la CAA. Para la estimación de los volúmenes de materia orgánica en aguas residuales se han utilizado los valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, excepto para las industrias del acero crudo, carne, leche, y pesca, donde se han utilizado datos locales. Ante la falta de información, se asumió la "descarga al mar, río o lago" como el sistema de tratamiento y eliminación de la subcategoría.

Tendencia Residuos

En la siguiente figura se puede observar la evolución de las emisiones del sector entre 1990 y 2022. El sector presenta una tendencia creciente alcanzando un promedio anual del 2,15% durante el período analizado. Esta tendencia se rige principalmente por el crecimiento de la población con el consecuente aumento de la generación de desechos y aguas residuales. La única caída observada se produce durante el período 2007-2011 debido a la implementación de proyectos de quema de metano generado en rellenos sanitarios bajo el MDL, que redujeron las emisiones provenientes de RSU. Entre los años 2019 y 2020 la tendencia de las emisiones presenta una estabilización debido al impacto de la pandemia de COVID-19 sobre los sectores productivos. A partir del año 2021 se observa una recuperación en las actividades y un aumento de las emisiones.

Figura 434. Evolución de las emisiones del Sector Residuos



Fuente: Elaboración propia

Aspectos metodológicos

Para la categoría 5A – Eliminación de residuos sólidos, se ha utilizado el método de cálculo Nivel 2 (método de descomposición de primer orden – FOD, por sus siglas en inglés–), junto con FE por defecto (D) de las Directrices del IPCC de 2006. Para el resto de las categorías, se utilizó el método de cálculo Nivel 1.

En las siguientes tablas se presentan los métodos y FE utilizados correspondientes al INGEI 2022 según las claves de notación establecidas en la Decisión 18/CMA.1 y adoptadas del cuadro 8.1 del Volumen 1–Capítulo 8 de las Directrices del IPCC 2006.

Tabla 875. Claves de notación

Clave de notación	Definición
NE	No estimado: Emisiones y/o absorciones que ocurren, pero que no fueron estimadas o declaradas.
IE	Incluido en otro lugar: Las emisiones y/o absorciones de esta actividad o categoría se han estimado e incluido en el inventario, pero no se presentan aparte en esta categoría. Debe indicarse la categoría en que se han incluido estas emisiones y absorciones (por ejemplo, en el recuadro de documentación del cuadro correspondiente).
NA	No aplica: La actividad o la categoría existen, pero se considera que las emisiones y absorciones pertinentes no ocurren jamás. Estas celdas suelen estar sombreadas en los cuadros para generación de informes.
NO	No ocurre: Una actividad o proceso que no existen dentro de un país.
T1,T2,T3	Nivel de método de cálculo empleado (IPCC tier 1, IPCC tier 2 y IPCC tier 3, respectivamente)
T1a, T1b,T1c T2a	Nivel de método de cálculo empleado (IPCC tier 1a, IPCC tier 1b, IPCC tier 1c e IPCC tier 2a respectivamente)
D	Por defecto
CR	CORINAIR[405]
CS	Específico del país
OTH	Otros
PS	Específico de la planta
C	Confidencial
FX	Flexibilidades

Fuente: Elaboración propia en base a la Decisión 18/CMA.1 y las Directrices del IPCC de 2006

[405] "EMEP/EEA Air pollutant emisión inventory guidebook 2019" para gases precursores.

Tabla 876. Resumen de métodos de cálculo y factores de emisión utilizados – Sector Residuos

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	CO_2		CH_4		N_2O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
5. Residuos	T1,NA	D,NA	T1,T2,NA	D,NA	T1,NA	D,NA
5.A. Eliminación de residuos sólidos			T2	D		
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos			T1,NA	D,NA	T1,NA	D,NA
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	T1,NA	D,NA	NA	NA	NA	NA
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1,NA	D,NA
5.E. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tabla 877. Resumen de métodos de cálculo y factores de emisión utilizados – Sector Residuos (cont.)

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	HFCs		PFCs		Mezcla no especificada de HFCs y PFCs		SF_6		NF_3	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
5. Residuos										
5.A. Eliminación de residuos sólidos										
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos										
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos										
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales										
5.E. Otros										
6. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool.*

Tabla 878. Completitud – Información sobre las claves de notación – Residuos

Fuentes y sumideros no estimados ("NE")			
GEI	**Sector**	**Categoría de fuente/sumidero**	**Explicación**
CH_4	5. Residuos	5.A.1.a. Anaeróbico	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	5. Residuos	5.A.1.b. Semi-aeróbico	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	5. Residuos	5.A.1.c. Aereación activa	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	5. Residuos	5.A.2. Sitios de eliminación de residuos no gestionados	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	5. Residuos	5.A.3. Sitios de eliminación de residuos no categorizados	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	5. Residuos	5.B.2.a. Residuos sólidos municipales	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
N_2O	5. Residuos	5.B.2.a. Residuos sólidos municipales	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	5. Residuos	5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
N_2O	5. Residuos	5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	5. Residuos	5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
N_2O	5. Residuos	5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
CH_4	5. Residuos	5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.
N_2O	5. Residuos	5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	No se cuenta con datos de actividad consistentes y representativos.

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Tabla 879. Completitud – Información sobre las claves de notación – Residuos (cont.)

Fuentes y sumideros reportados en otro lugar (IE)				
GEI	**Categoría de fuente/sumidero**	**Asignación según las Directrices del IPCC**	**Asignación utilizada por la Parte**	**Explicación**
CH_4	5.A.2. Sitios de eliminación de residuos no gestionados	4A2 Sitios de eliminación de residuos no gestionados	5.A.3. Sitios de eliminación de residuos no categorízados	La estadística utilizada no permite discriminar entre diferentes tipos de sitios de eliminación de residuos.
CO_2	5.C.1.a.i. Residuos sólidos municipales	4C1 Incineración de residuos	5.C.1.b.ii. Otros	No es posible desagregar los datos de actividad por tipo de residuo entre estas categorías.
CO_2	5.C.1.b.i. Residuos sólidos municipales	4C1 Incineración de residuos	5.C.1.b.ii. Otros	No es posible desagregar los datos de actividad por tipo de residuo entre estas categorías.

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Factores de emisión

Se han utilizado valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para CO_2, CH_4 y N_2O.

Datos de actividad del sector

Se han utilizado las estadísticas oficiales del país, relacionadas con la población, la generación de residuos sólidos urbanos y la producción industrial. En la siguiente tabla se resumen las principales fuentes de información de los DA.

Tabla 880. Fuentes de datos – Residuos

Sector - Categoría	Subcategoría 1er Orden	Fuente información dato de actividad
5A - Eliminación de residuos sólidos	5A1 - Sitios de eliminación de Residuos Solidos gestionados y 5A3 - Sitios de eliminación de Residuos Solidos no categorizados	Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE) Estadísticas de Poblacion (INDEC) Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU)
5B - Tratamiento biológico de los Residuos sólidos		Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE)
5C - Incineración de residuos		Dirección de Residuos Peligrosos (Subsecretaría de Ambiente)
5D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	5D1 - Aguas residuales domésticas	Estadísticas de Poblacion (INDEC) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
	5D2 - Aguas residuales Industriales	Estadísticas de Productos Industriales (INDEC) Secretaría de Energía Cámara Argentina del Acero Instituto Petroquímico Argentino (IPA) Centro Azucarero Argentino Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP) Federación Argentina del Citrus (Federcitrus)

Fuente: Elaboración propia

Flexibilidades aplicadas

La República Argentina, a la luz de sus capacidades nacionales, aplica flexibilidades vinculadas a la identificación de categorías principales, a la estimación de la incertidumbre y en relación a la presentación y aplicación de planes de aseguramiento y control de calidad. Para más detalle dirigirse al capítulo 1: Circunstancias nacionales, arreglos institucionales e información transversal.

En particular se destaca que se aplica flexibilidad para la presentación y aplicación de planes de aseguramiento y control de calidad, dado que, para la elaboración del inventario, actualmente se aplican acciones para el control de calidad, que no se encuentran sistematizadas y estructuradas en un plan, según las Directrices del IPCC. Dichas acciones se especifican en el apartado de Control de calidad de cada categoría del INGEI.

Eliminación de residuos sólidos (5A)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría 5A – Eliminación de residuos sólidos se detalla a continuación.

Tabla 881. Documentación categoría 5A – Eliminación de residuos sólidos

Sistema de archivo	
Procedimiento:	4ABC_P_00
Ruta de acceso:	01_INGEI\4_Residuos
Hojas de trabajo:	4ABC_HT_1990-2022_00 4ABC_HT-02-06C_1990-2022_00 4ABC_HT-06R_1990-2022_00 4ABC_HT-10_1990-2022_00 4ABC_HT-14_1990-2022_00 4ABC_HT-18_1990-2022_00 4ABC_HT-22_1990-2022_00 4ABC_HT-26_1990-2022_00 4ABC_HT-30_1990-2022_00 4ABC_HT-34_1990-2022_00 4ABC_HT-38_1990-2022_00 4ABC_HT-42_1990-2022_00 4ABC_HT-46_1990-2022_00 4ABC_HT-50_1990-2022_00 4ABC_HT-54_1990-2022_00 4ABC_HT-58_1990-2022_00 4ABC_HT-62_1990-2022_00 4ABC_HT-66_1990-2022_00 4ABC_HT-70_1990-2022_00 4ABC_HT-74_1990-2022_00 4ABC_HT-78_1990-2022_00 4ABC_HT-82_1990-2022_00 4ABC_HT-86_1990-2022_00 4ABC_HT-90_1990-2022_00 4ABC_HT-94_1990-2022_00
Incertidumbres:	4A_IN_2022_00
Procesamiento de DA:	4ABC_DA_1990-2022_00 4ABC_DA_RSU_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

El metano es producido por la descomposición anaeróbica microbiana de materia orgánica en sitios de eliminación de desechos sólidos (SEDS). También se produce CO_2, pero el CO_2 de fuentes de desechos biogénicos u orgánicos son considerados en el sector AGSOUT. Las emisiones de gases halogenados deben contabilizarse en el sector PIUP. El almacenamiento de carbono a largo plazo en SEDS se incluye como elemento informativo.

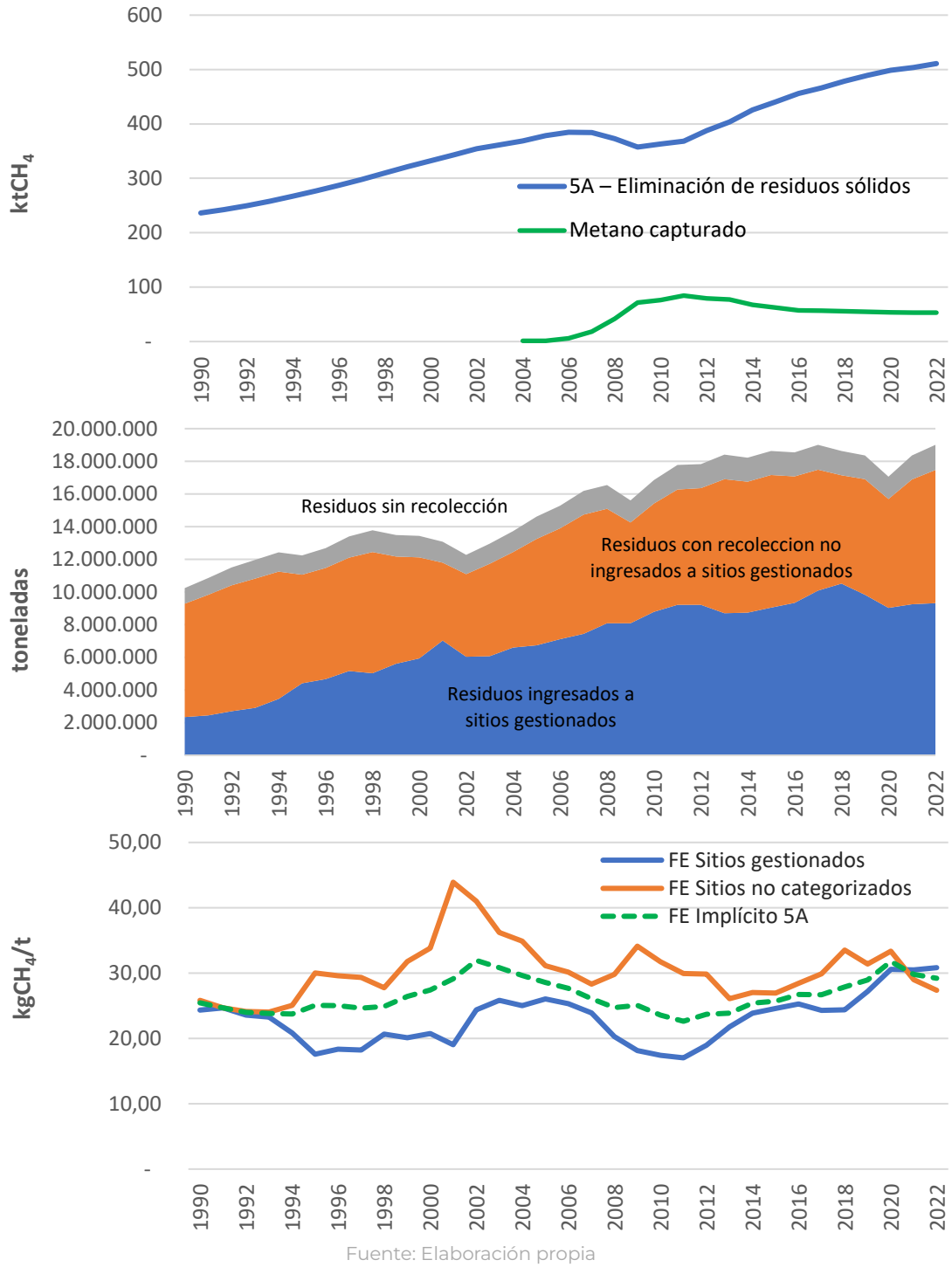
Es categoría principal por nivel para el año 2022 para CH_4 (3,5%).

Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones GEI

Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones de CH_4 similar a la dinámica del crecimiento poblacional y económico. Se evidencia en el FE implícito per cápita el aumento de la tasa de generación de residuos. Se observa, a partir del año 2004, la incorporación de sistemas de captura y destrucción de CH_4 en sitios de disposición final gestionados en el marco del MDL.

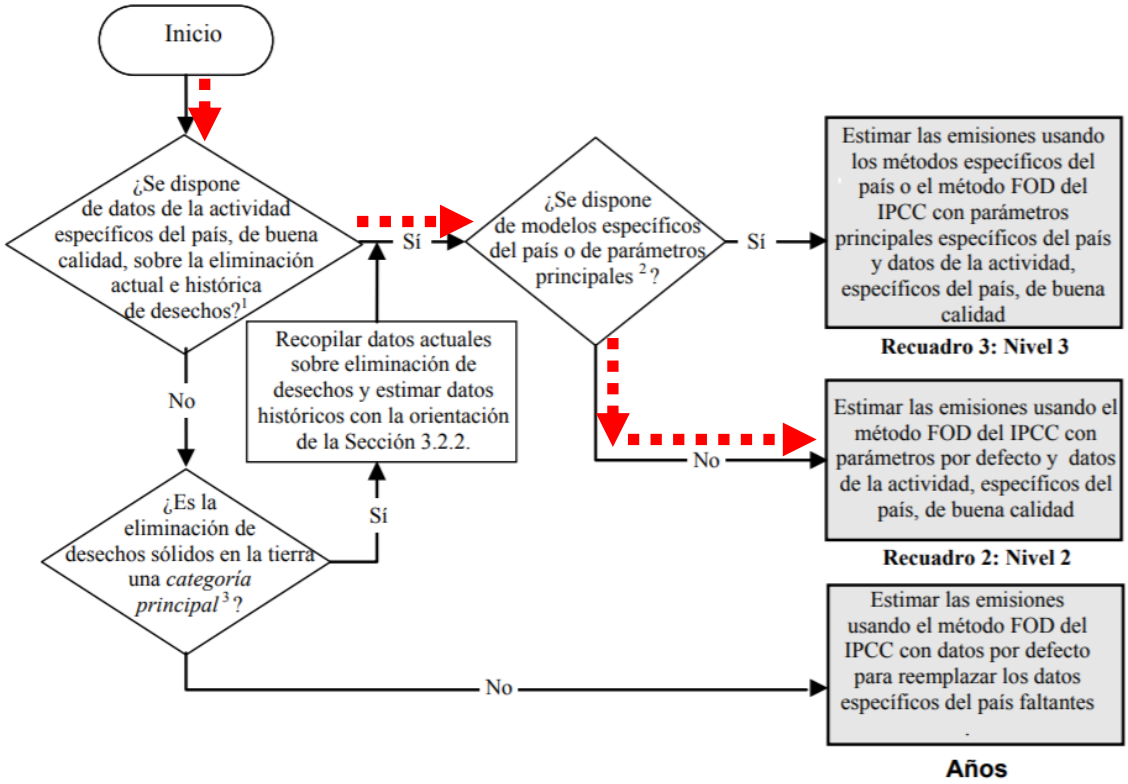
Figura 435. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5A (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Ilustración 114. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH_4 de la disposición de los RSU



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

Se calculan las emisiones de CH_4 utilizando el método de cálculo Nivel 2, empleando el método FOD para determinar la generación de CH_4. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 3.1, 3.2, 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7 de las Directrices del IPCC de 2006. Se asume que los residuos no recolectados no emiten porque la descomposición es aeróbica.

Se calculan la cantidad de residuos en sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados, el carbono orgánico degradable (DOCi) de cada tipo de residuo, el DOC disuelto depositado al principio del periodo (DDOCmdT), el DOC disuelto acumulado (DDOCmaT), y el DOC disuelto descompuesto en el año de inventario (DDOCdescompT).

El DDOCmaT se calculó desde 1970 y se consideran valores por defecto de la fracción de CH_4 en gas de relleno (F) y del factor de oxidación (OXT). El CH_4 recuperado (RT) es relevado por sitio, por medición directa en el caso de proyectos con Certificados de Reducción de Emisiones emitidos por la CMNUCC en el marco del MDL o estimaciones realizadas en los PDD.

El cálculo se realiza para cada sitio de disposición final identificado, según la localización correspondiente y el clima asociado.

Tabla 882. Información sectorial para la categoría 5A

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Y OTRA INFORMACIÓN RELACIONADA		FACTOR DE EMISIÓN IMPLÍCITO	EMISIONES	RECUPERACIÓN	
	Residuos anuales en los sitios de eliminación de residuos sólidos	MCF	CH_4	CH_4	CH_4	
				Emisiones	Quema	Recuperación de energía
			(t/t residuos)	(kt)	(kt)	
5.A.1. Sitios de eliminación de residuos gestionados	9.316,12		0,04	287,25	-53,22	NE
5.A.1.a. Anaeróbico	9.316,12	1,00	0,04	287,25	-53,22	NE
Residuos a granel	9.316,12	1,00	0,03	287,25		
5.A.1.b. Semi-aeróbico	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.A.1.c. Aereación activa	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.A.2. Sitios de eliminación de residuos no gestionados	IE	IE	IE,NE	IE	IE	NE
5.A.3. Sitios de eliminación de residuos no categorizados	8.161,89	0,60	0,03	223,45	NE	NE
Residuos a granel	8.161,89	0,60	0,03	223,45		

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Factores de emisión

Los parámetros utilizados para el cálculo de emisiones provenientes de sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados y no categorizados se encuentran en la tabla a continuación.

Tabla 883. Parámetros para el cálculo de emisiones de la categoría 5A – Eliminación de residuos sólidos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia Dato Local	Criterio
DOCi	Contenido de materia seca en % de desechos húmedos	%	40	IPCC 2006 – Cuadro 2.4	Papel y Cartón	Papel y Cartón
DOCi	Contenido de materia seca en % de desechos húmedos	%	24	IPCC 2006 – Cuadro 2.4	Textiles	Textiles
DOCi	Contenido de materia seca en % de desechos húmedos	%	15	IPCC 2006 – Cuadro 2.4	Residuos de Comida	Desechos de alimentos
DOCi	Contenido de materia seca en % de desechos húmedos	%	43	IPCC 2006 – Cuadro 2.4	Madera	Madera
DOCi	Contenido de materia seca en % de desechos húmedos	%	20	IPCC 2006 – Cuadro 2.4	Restos de poda/jardín	Desechos de jardines y parques

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia Dato Local	Criterio
K	Índice de generación de metano por defecto	años^{-1}	Según clima	IPCC 2006 – Cuadro 3.3	Clima según localidad	Clima IPCC
DOCf	Fracción del DDOC que puede descomponerse	Gg de C/Gg de residuos	0,5	IPCC 2006 – Página 3.15	Todos los sitios	Valor recomendado
F	Fracción de CH_4 en gas de relleno	fracción	0,5	IPCC 2006 – Página 3.16	Todos los sitios	Valor recomendado

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Se han utilizado las siguientes fuentes de información oficiales:

CEAMSE: es una empresa creada por los estados de la Provincia de Buenos Aires y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires para realizar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos del área metropolitana. Se especializa en la investigación, definición, planificación y ejecución de tecnologías, prácticas y procesos aplicables a la gestión integral de los residuos de CABA y 51 municipios bonaerenses. Se utiliza el dato del volumen y composición de los residuos ingresados a los sitios de disposición final bajo la gestión del CEAMSE.

INDEC: el Instituto Nacional de Estadística y Censos es un organismo público desconcentrado de carácter técnico, dentro de la órbita del Ministerio de Economía de la Nación, que ejerce la dirección superior de todas las actividades estadísticas oficiales que se realizan en la República Argentina. De esta fuente se obtienen datos de población total y población en viviendas particulares con recolección de residuos.

SSAmb: es la autoridad de aplicación en materia ambiental. El organismo proporciona la siguiente información:

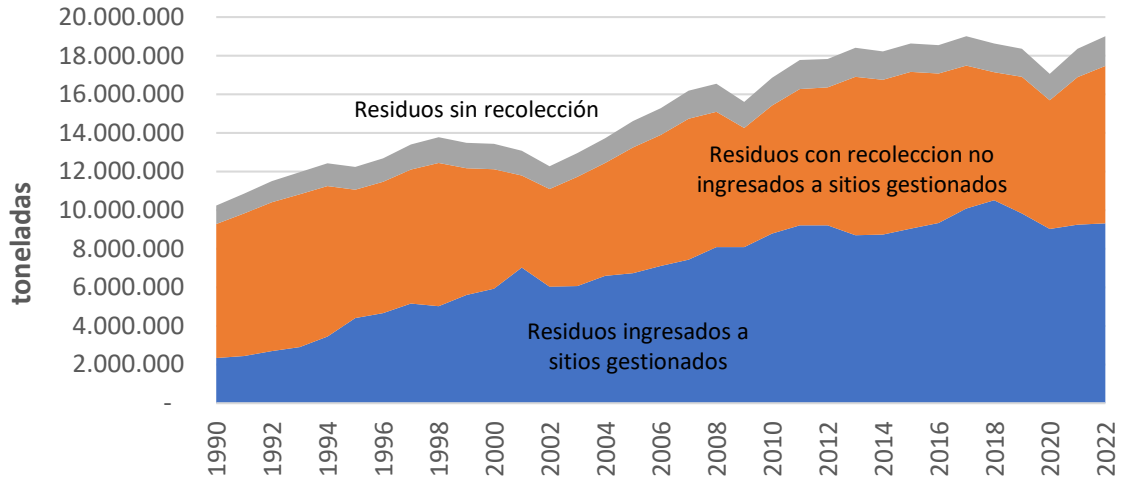
- La Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU) es la estrategia elaborada por el Gobierno argentino en el año 2005, como eje para llevar a cabo una política pública ambiental, aspirando a que la misma sea implementada en todo el país, en fases de corto, mediano y largo plazo, dentro de un horizonte temporal establecido en veinte años (2006 – 2025). Contiene el conjunto de medidas que tienden a implementar un Sistema de Gestión Integral de RSU en el territorio nacional.

Adicionalmente se utilizaron datos de un relevamiento de los sitios de disposición final (no CEAMSE), realizado previamente (en el marco de la TCN y el primer IBA), incluyendo el ingreso estimado de RSU.

En el caso de la captura y destrucción de CH_4 se analizó la información disponible en el marco del MDL.

En el gráfico a continuación se observa la evolución de la generación de RSU por tipo de disposición final desde el año 1990 al 2022. En este sentido, se puede observar cierta estabilidad en los datos referidos a la cantidad de residuos sin recolección a lo largo de la serie histórica. La cantidad de residuos ingresados a sitios gestionados se vio incrementada año tras año, en términos generales, mientras que los residuos con recolección no ingresados a sitios gestionados presentan las mayores variaciones en la serie histórica respecto a sus cantidades. Del total de residuos generados en el país para el año 2022, el 49,01% ingresó a sitios gestionados, el 42,93% son residuos con recolección no ingresados a sitios gestionados y el 8,04% corresponden a residuos sin recolección.

Figura 436. Evolución de la generación de residuos sólidos urbanos por tipo de disposición final



Fuente: Elaboración propia

A la cantidad de residuos ingresados a sitios gestionados, se le restaron los residuos recuperados para otros usos, materiales reciclados y aquellos destinados a tratamiento biológico, para obtener la estimación de los residuos efectivamente dispuestos en sitios gestionados de AMBA. Esta estimación fue realizada en base a datos brindados por CEAMSE, debido a su nivel de representatividad como empresa de control público de residuos en el país, la cual recibe y gestiona el 69,88% de los residuos totales ingresados a sitios gestionados en el año 2022.

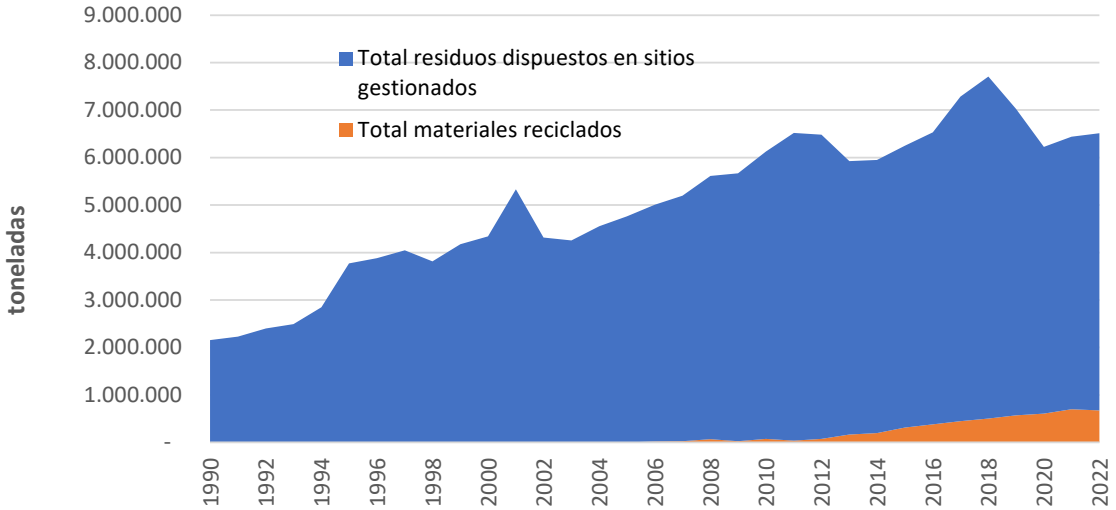
Cabe aclarar que el total de los residuos que reciben tratamiento biológico incluyen los residuos destinados a tratamiento mecánico biológico y a compost.

En ese sentido, los residuos destinados a tratamiento biológico representaron un 5,23%, los residuos recuperados para reciclaje un 5,08% y los residuos depositados un 89,67% respecto del total de residuos ingresados a los sitios gestionados de AMBA para el año 2022.

En la siguiente figura se puede apreciar la cantidad de residuos sólidos urbanos dispuestos en sitios gestionados y la cantidad de materiales reciclados, que

incluyen materiales recuperados para tratamiento biológico y otros usos, para dicha jurisdicción.

Figura 437. Cantidad de residuos sólidos urbanos dispuestos en sitios gestionados y reciclados (AMBA)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación, se detallan los DA en toneladas de los residuos ingresados a sitios gestionados de AMBA desde el año 2001 al 2022. Esta información fue actualizada por CEAMSE respecto del ciclo anterior de inventario.

Tabla 884. Datos de actividad de 2022 de residuos ingresados a sitios gestionados (AMBA)

Año	Complejo Ambiental					Total
	Área Norte	Ensenada	González Catán	Villa Domínico	Ezeiza	
2001	1.526.364,8	260.084,0	722.439,5	2.823.622,9	-	5.332.511,2
2002	1.292.651,2	228.110,6	560.987,3	2.235.315,4	-	4.317.064,5
2003	2.548.955,7	223.203,8	552.242,6	930.376,5	-	4.254.778,6
2004	3.485.528,5	361.293,2	699.677,9	8.873,8	-	4.555.373,4
2005	3.627.152,0	392.253,0	742.256,8	-	-	4.761.661,8
2006	3.843.872,7	422.494,3	741.000,0	-	-	5.007.367
2007	4.164.405,0	370.031,5	660.283,5	-	-	5.194.720
2008	4.911.925,6	249.674,1	423.610,3	-	-	5.585.209,9
2009	5.003.165,7	245.886,9	413.290,3	-	-	5.662.342,9
2010	5.435.592,8	241.655,6	448.916,8	-	-	6.126.165,2
2011	5.796.142,9	235.976,1	488.214,6	-	-	6.520.333,7
2012	5.629.333,6	304.518,1	550.378,1	-	-	6.484.229,8
2013	5.060.689,6	289.865,4	576.710,9	-	-	5.927.265,8

Año	Complejo Ambiental					Total
	Área Norte	Ensenada	González Catán	Villa Domínico	Ezeiza	
2014	5.113.197,6	243.569,1	590.585,2	-	-	5.947.351,9
2015	5.346.590,1	298.234,7	602.718,6	-	-	6.247.543,4
2016	5.583.712,3	364.390,6	582.635,0	-	-	6.530.737,9
2017	6.243.707,4	407.193,7	595.022,9	-	39.937,6	7.285.861,5
2018	6.567.389,1	432.515,3	571.877,3	-	137.964,2	7.709.745,8
2019	5.938.047,4	400.261,3	546.662,2	-	140.631,4	7.025.602,3
2020	5.175.981,0	374.025,6	540.485,1	-	135.075,6	6.225.567,3
2021	5.378.063,7	377.575,6	555.327,7	-	126.093,3	6.437.060,3
2022	5.469.789,9	355.582,2	537.061,7	-	147.895,6	6.510.329,4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CEAMSE (2024).

En las tablas siguientes se observan los DA (residuos ingresados a sitios gestionados, residuos con recolección ingresados a sitios no categorizados, residuos sin recolección, metano capturado y la GPC) para el año 2022 por jurisdicción.

Tabla 885. Datos de actividad de 2022 por jurisdicción – 5A – Eliminación de residuos sólidos

Jurisdicción	Residuos ingresados a sitios gestionados (toneladas) 5A1	Residuos con recolección ingresados a sitios no categorizados (toneladas) 5A3	Residuos sin recolección (toneladas)	Total RSU (toneladas)	Metano Capturado (toneladas CH_4)	GPC (kg/habitante.día)
(AMBA)	6.510.329	2.390.689	464.118	9.365.136	49.102	1,84
Buenos Aires (Resto provincia de Buenos Aires)	460.285	2.123.548	194.896	2.778.729	1.120	1,14
Catamarca	54.000	16.528	14.341	84.869	-	0,54
Chaco	-	98.064	29.465	127.529	-	0,31
Chubut	94.347	66.024	11.074	171.445	-	0,79
Córdoba	766.669	571.014	98.706	1.436.389	-	1,02
Corrientes	87.360	169.572	68.228	325.160	-	0,73
Entre Ríos	-	346.732	50.597	397.329	-	0,76

Jurisdicción	Residuos ingresados a sitios gestionados (toneladas) 5A1	Residuos con recolección ingresados a sitios no categorizados (toneladas) 5A3	Residuos sin recolección (toneladas)	Total RSU (toneladas)	Metano Capturado (toneladas CH_4)	GPC (kg/habitante.día)
Formosa	25.000	54.863	44.430	124.293	-	0,56
Jujuy	-	189.687	22.204	211.891	-	0,72
La Pampa	40.000	66.513	7.109	113.622	-	0,86
La Rioja	55.000	28.981	12.174	96.155	-	0,69
Mendoza	159.633	423.387	73.061	656.081	751	0,88
Misiones	113.864	57.734	58.510	230.108	1.655	0,49
Neuquén	-	190.776	17.369	208.145	-	0,80
Río Negro	-	182.051	19.252	201.303	-	0,73
Salta	159.162	178.475	53.919	391.556	594	0,74
San Juan	-	232.745	25.627	258.372	-	0,86
San Luis	46.000	89.688	11.570	147.258	-	0,74
Santa Cruz	-	72.944	3.200	76.144	-	0,62
Santa Fe	425.701	372.832	64.419	862.952	-	0,67
Santiago del Estero	-	161.983	96.278	258.261	-	0,67
Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur	-	37.356	1.960	39.316	-	0,58
Tucumán	318.773	39.703	87.547	446.023	-	0,71
TOTAL	9.316.125	8.161.889	1.530.056	19.008.070	53.222	0,97

Fuente: Elaboración propia

Respecto de la composición de los RSU, en el caso del AMBA se cuenta con la información publicada por el CEAMSE correspondiente a los años 1972, 1991, 2001, 2005 a 2009, 2011 y 2015. Se realizó una interpolación lineal entre los años que se encuentra disponible la información. Para el año 2022, se consideró constante el valor de 2015.

Para el resto de las jurisdicciones, el porcentaje de participación de cada tipo de RSU se asume constante para todo el país y para toda la serie temporal. El mismo surge del promedio simple de los datos disponibles para diferentes provincias y diferentes años que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 886. Fuente de datos de composición de RSU (1990-2022)

Año	Jurisdicción	Fuente
2011	Área Metropolitana	Estudio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA) – CEAMSE
2010	Datos Observatorios RSU	Ex MAyDS
2010	Bahía Blanca	Estudio Prefactibilidad M2M Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés)
2005	La Plata	ENGIRSU (MAyDS, 2005)
2005	Mendoza	ENGIRSU (MAyDS, 2005)
2004	Área Metropolitana Mendoza	Gestión Integral de RSU. Área Metropolitana Mendoza
2005	Rauch	ENGIRSU (MAyDS, 2005)
2005	PNV	ENGIRSU (MAyDS, 2005)
2012	Santiago del Estero	Municipalidad de La Banda.
S/D	Misiones	AESA – Relleno Sanitario Fachinal y Carataguay
S/D	Ricardone	Estudio de prefactibilidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (FIO–UNICEN)

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los sitios de disposición final del AMBA se han utilizado los datos de los años disponibles de la estadística del CEAMSE, interpolando linealmente entre ellos para completar la serie temporal. En el resto de las jurisdicciones se realizó un promedio con los datos de los estudios de la tabla anterior utilizándose una composición constante para la serie temporal.

En la tabla a continuación se encuentra la composición de los RSU en el AMBA y en el resto de las jurisdicciones.

Tabla 887. Composición de los RSU (2022)

Componente	AMBA	Resto de jurisdicciones
Papel y Cartón	14,4%	14,0%
Textiles	4,7%	3,1%
Residuos de Comida	43,6%	49,9%
Madera	1,0%	0,6%
Restos de poda/jardín	4,9%	11,0%
Pañales	5,2%	5,8%
Resto (No degradables)	26,2%	15,6%

Fuente: Elaboración propia

Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados (5A1)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 888. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5A1 – Sitio de eliminación de residuos sólidos gestionados

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
5A1a	Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados anaeróbicos	Emisiones de metano en sitios de eliminación gestionados anaeróbicos. Los sitios gestionados anaeróbicos de eliminación de desechos sólidos deben implementar la colocación controlada de los desechos (es decir: 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.		Nivel 2	

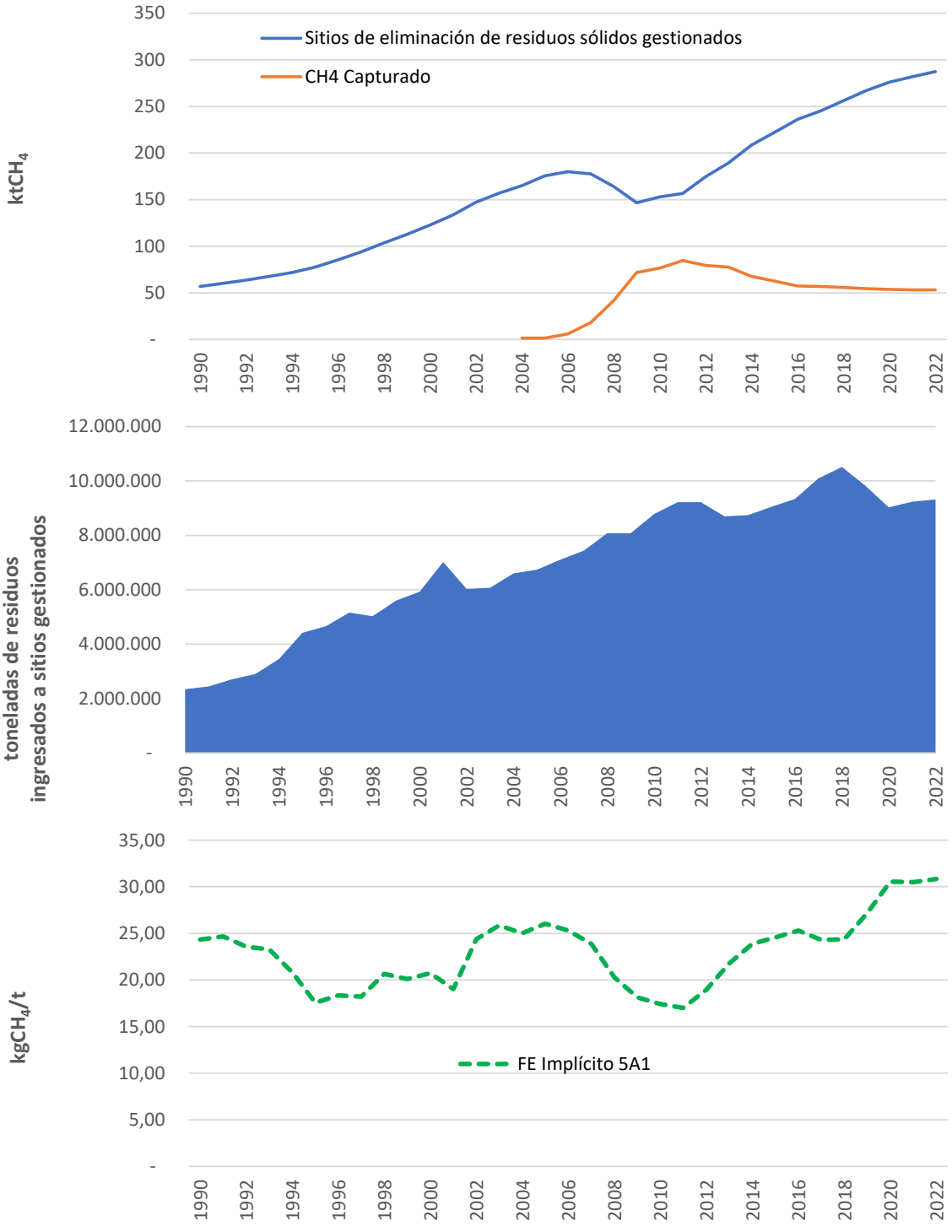
Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de N_2O no se estiman ya que no se cuenta con FE.

Tendencia de las emisiones de GEI

Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones de CH_4 similar a la dinámica del crecimiento poblacional y económico. Se evidencia en el FE implícito per cápita el aumento de la tasa de generación de residuos. Se observa, a partir del año 2004, la incorporación de sistemas de captura y destrucción de CH_4 en sitios de disposición final gestionados en el marco del MDL.

Figura 438. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5A1 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Se calculan las emisiones de CH_4 empleando el método de cálculo Nivel 2, utilizando el método FOD para determinar la generación de CH_4. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 3.1, 3.2, 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Los parámetros utilizados para el cálculo de emisiones provenientes de sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados se encuentran en la tabla a continuación. Estos se utilizan en conjunto con los parámetros de la sección Factores de emisión de la categoría 5A.

Tabla 889. Parámetros para el cálculo de emisiones de la categoría 5A1 – Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
MCF	Factor de corrección de metano	fracción	1	IPCC 2006 – Cuadro 3.1	Gestionado – anaeróbico
OXi	Factor de oxidación	fracción	0,1	IPCC 2006 – Cuadro 3.2	Gestionado cubierto con material oxidante del CH_4

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

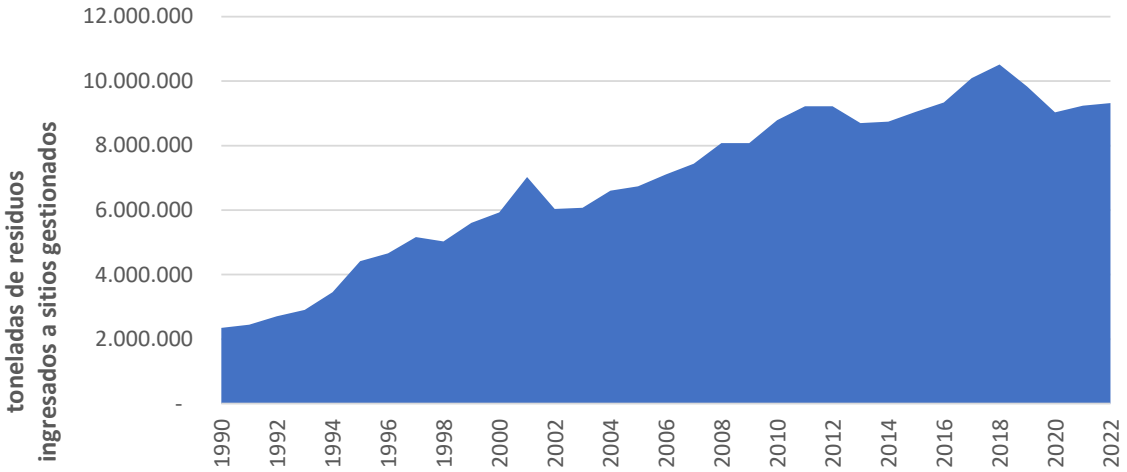
El DA es la cantidad de RSU que se han dispuesto en cada sitio de disposición final gestionado. Este dato resulta de la resta entre los residuos ingresados a los sitios gestionados y los materiales recuperados. En el caso de los sitios de disposición final gestionados del CEAMSE, se reciben RSU provenientes de AMBA que incluye a la CABA y parte de la Provincia de Buenos Aires. Por tal motivo se ha hecho una estimación de las emisiones del AMBA, por un lado, y del resto de la Provincia de Buenos Aires por otro. El CEAMSE cuenta con estadística de ingreso y calidad de RSU a partir del año 1978 hasta el año 2022. En el caso de los sitios que contaron con proyectos MDL presentados a la CMNUCC se utilizaron los valores reportados en el PDD.

A su vez, se ha realizado previamente (en el marco de la TCN y el primer IBA), un relevamiento de los sitios de disposición final, incluyendo el ingreso estimado de RSU. En el marco del proyecto CBIT Argentina, se desarrollaron planillas que incluyeron cuestionarios para mejorar la adquisición de datos a futuro.

La captura y destrucción de CH_4 ha sido estimada en base a la información disponible en el marco del MDL. Siempre que se ha contado con la información de los Certificados de Reducción de Emisiones, el sitio de disposición final gestionado ha sido incorporado al cálculo. En caso de que el proyecto no haya certificado

reducciones se ha utilizado la información disponible en el PDD presentado ante la CMNUCC.

Figura 439. Evolución de la generación de residuos ingresados a sitios de disposición final gestionados 5A1 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Sitios de eliminación de residuos sólidos no gestionados (5A2)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 890. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5A2– Sitio de eliminación de residuos sólidos no gestionados

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
5A2	Sitios de eliminación de residuos sólidos no gestionados	Emisiones de metano de los sitios de eliminación de desechos sólidos que no están gestionados y no se incluyen en la categoría 5A1		IE	

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de CH_4 provenientes de la categoría 5A2 – Sitios de eliminación de residuos sólidos no gestionados, se encuentran incluidas en la categoría 5A3 – Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados, ya que la estadística permite asignar la cantidad de residuos que han sido recolectados, pero no gestionados. Las emisiones de N_2O no se estiman ya que no se cuenta con FE.

Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados (5A3)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 891. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5A3– Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
5A3	Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados	Emisiones de sitios que poseen características mixtas entre los descriptos en 5A1 y 5A2.		Nivel 2	

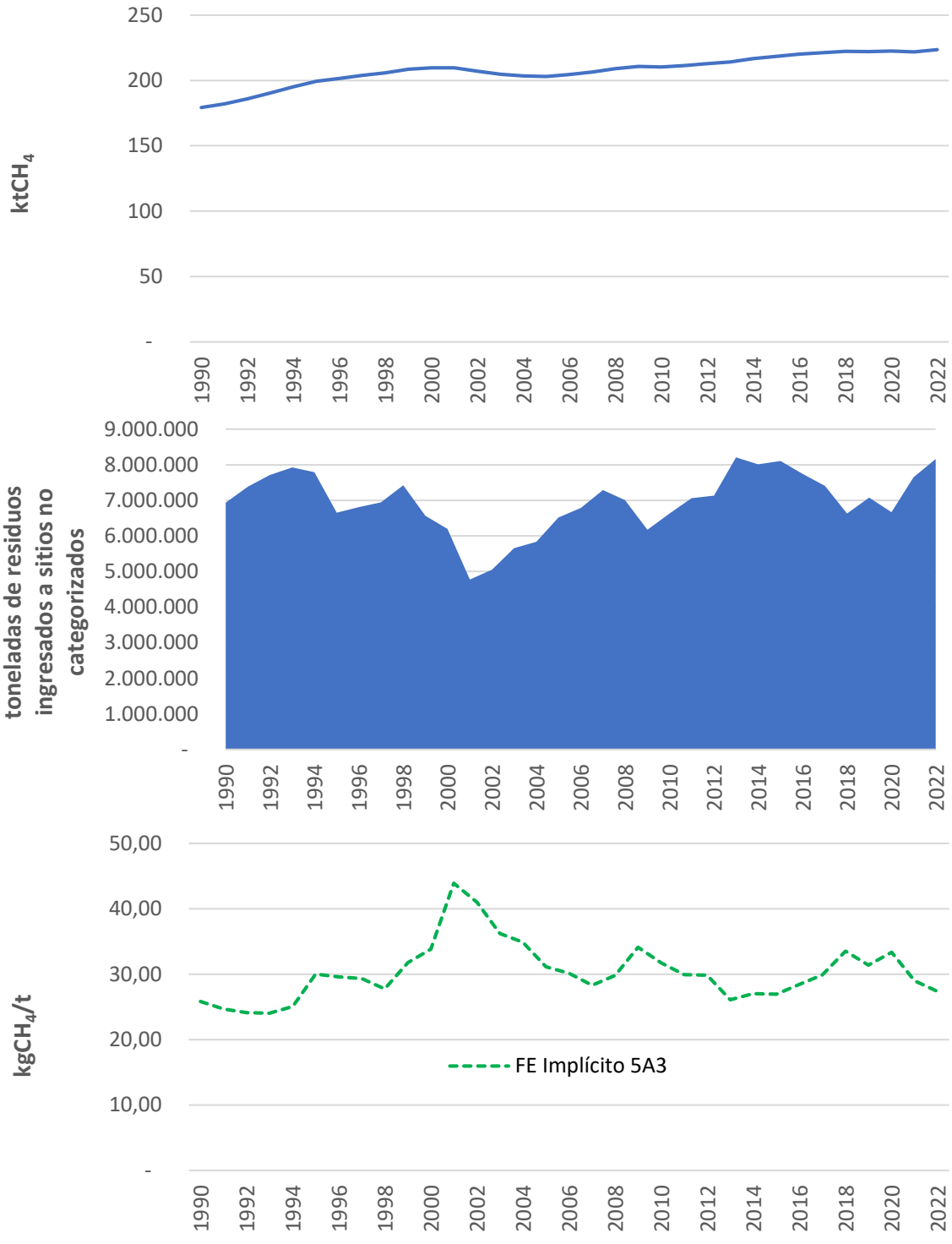
Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de N_2O no se estiman ya que no se cuenta con FE.

Tendencia de las emisiones de GEI

Se puede observar una tendencia creciente de las emisiones de CH_4 similar a la dinámica del crecimiento poblacional y económico. Debido a la metodología de cálculo considerada, hay ciertas cuestiones en la tendencia de emisiones de GEI de esta categoría que se consideran constantes y que podrían afectar a la curva de dichas emisiones, la cual resulta de una estimación.

Figura 440. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5A3 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

La metodología utilizada para la categoría 5A3 es igual a la utilizada para estimar las emisiones de la categoría 5A1, excepto que se calculan a nivel de jurisdicción

asumiendo un clima promedio. En todos los casos la composición de los RSU se considera igual a la utilizada en la 5A1.

Factor de emisión

Las variables utilizadas para el cálculo de emisiones provenientes de sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados y dispuestos en sitios no categorizados se encuentran en la tabla a continuación. Estos se utilizan en conjunto con los parámetros de la sección Factores de emisión de la categoría 5A.

Tabla 892. Parámetros para el cálculo de emisiones de la categoría 5A3 – Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia dato local	Criterio
MCF	Factor de corrección de metano	fracción	0,6	IPCC 2006 – Cuadro 3.1	No categorizado	SEDS no categorizado
OX_i	Factor de oxidación	fracción	0	IPCC 2006 – Cuadro 3.2	Resto de sitios	SEDS gestionados, no gestionados y no categorizados

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Para la estimación de la GPC de residuos se correlacionaron los indicadores publicados de GPC de los años 2005, 2010 y 2015, provenientes de la ENGIRSU, con el PIB per cápita nacional (medido en millones de pesos constantes del año 2004) obteniéndose una ecuación logarítmica y luego se calcularon los valores de GPC para toda la serie histórica 1970–2022 a nivel nacional. Estos valores nacionales de GPC obtenidos para la serie 1970-2022 se utilizaron para calcular la GPC por provincia. Para realizar dicho cálculo se estimó la relación GPC provincia/GPC país a partir de los valores publicados en el Observatorio para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (año 2010)[406].

Para estimar la generación de residuos por sitio de disposición final no categorizado se cumplen los siguientes pasos (ver figura a continuación):

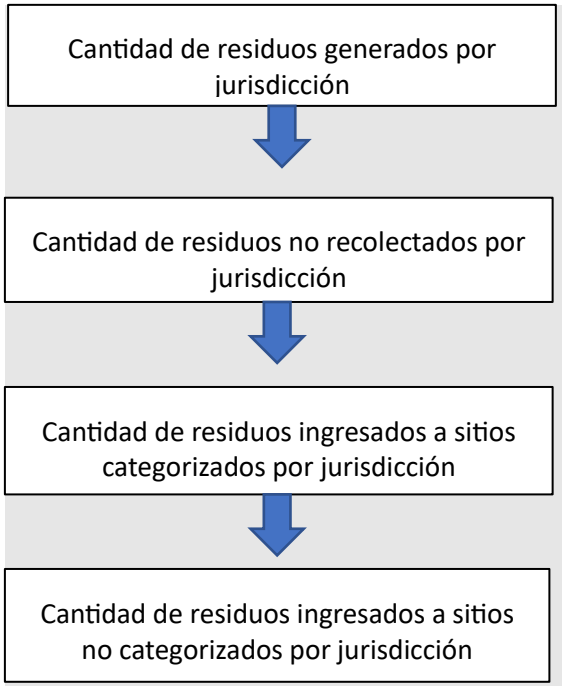
Primeramente, se obtiene la cantidad de residuos generados por jurisdicción. Para ello se multiplica la tasa de generación de RSU per cápita, por jurisdicción, por la población total de cada jurisdicción.

Luego se multiplica la tasa de generación de RSU per cápita por jurisdicción por la población sin servicio de recolección[407] de cada jurisdicción para obtener la generación total de RSU no recolectado.

[406] Para más información, referirse a la planilla 4ABC_DA_RSU_1990-2022_00 del sistema de archivo.
[407] Población sin servicio de recolección: población que no cuenta con un servicio regular de recolección de residuos, con una frecuencia de por lo menos dos veces por semana (INDEC, 2010).

A la generación total de residuos estimada previamente, se le resta la cantidad total de residuos no recolectados y la cantidad total de residuos ingresados a los sitios gestionados (5A1) por jurisdicción para obtener el total estimado de residuos ingresados a sitios no categorizados.

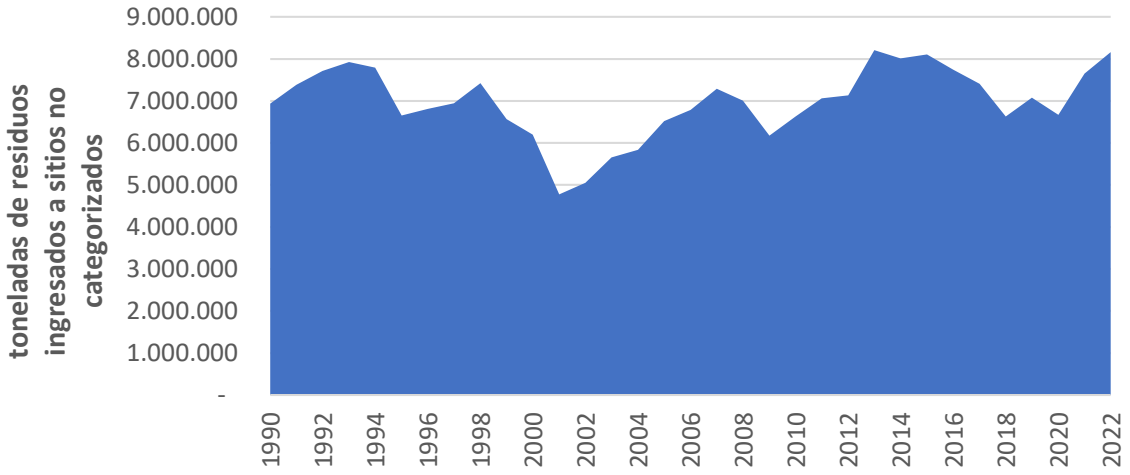
Figura 441. Proceso de cálculo de cantidad de residuos ingresados a sitios no categorizados



Fuente: Elaboración propia

Se asume que los residuos no recolectados no se acumulan de tal forma que se genere una emisión. Por lo cual, se degradan de forma aeróbica.

Figura 442. Evolución de la generación de residuos ingresados a sitios de disposición final no categorizados 5A3 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Análisis de incertidumbre

Tabla 893. Incertidumbre de la categoría 5A1 – Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados y 5A3 – Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados (2022)

Código Categoría	Incertidumbre combinada CH_4	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia CO_2
5A1	36,3%	5,31E-05%	2,9%	0,02%
5A3	25,9%	1,64E-05%	2,3%	0,01%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método SMC. Se modelaron los parámetros detallados en la siguiente tabla.

Tabla 894. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 5A1 y 5A3

Variable	Nombre	Tipo de Distribución	Desvío	Fuente / Criterio de elección
RSUcap	Generación RSU anual per cápita	Normal	12%	Estimación local en base a serie de datos (CABA)
Habitantes	Población	Normal	2,5%	IPCC 2006
W_i	Composición de RSU	Normal	25%	IPCC 2006
k	Índice de generación de metano según material y clima	Normal	3% a 25%	IPCC 2006
k	Índice de generación de metano según material y clima	Pert	Valores mínimos y máximos según material y clima	IPCC 2006
DOCf	Contenidos de materia seca total de carbono y fracción de carbono fósil	Normal	5%	IPCC 2006
DOCf	Contenidos de materia seca total de carbono y fracción de carbono fósil	Pert	Valores mínimos y máximos según material y clima	IPCC 2006

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la GPC, se calculó la media y el desvío estándar de la serie de 20 años de datos de CABA (período 1995-2014).

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[408], se realizaron los controles de calidad de los DA, de los FE y de los parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Controlar que la sumatoria de la población total de las provincias sea igual al total nacional reportado en la fuente original de datos del mismo año.
- Controlar que la sumatoria de los porcentajes de composición de residuos sea igual a 100% para cada año.
- Controlar que la sumatoria provincial del total de residuos sólidos de sitios gestionados cargado en la hoja de trabajo (4ABC_HT_1990-XXXX_00) sea igual al total reportado en la plantilla de DA 4ABC_DA_1990-XXXX_00.
- Controlar que la sumatoria provincial del total de metano capturado (Rt) de sitios gestionados cargado en la hoja de trabajo (4ABC_HT_1990-XXXX_00) sea igual al total reportado en la plantilla de DA 4ABC_DA_1990-XXXX_00.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Comparativa con valores internacionales

En la siguiente tabla se puede apreciar la comparación entre los parámetros locales y por defecto, utilizados para la categoría 5A, en las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 895. Comparación con valores internacional de los parámetros utilizados para la categoría 5A (2022)

Parámetro	Unidades	Valores Locales (2022)	Valor por Defecto IPCC	Referencia IPCC	Observaciones
Generación de RSU	tRSU / habitante/ año	0,97	0,28	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	Valor IPCC corresponde al año 2000. Valor para la República Argentina del año 2000: 0,34
Fracción de residuos en sitios categorizados	%	49,01%	59%	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	En el país se cuenta con un relevamiento parcial de sitios de disposición final categorizados
Fracción en sitios no categorizados	%	42,93%	41%	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	Se estima por diferencia entre el total de residuos generados y los residuos no recolectados junto con el

[408] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Parámetro	Unidades	Valores Locales (2022)	Valor por Defecto IPCC	Referencia IPCC	Observaciones
					ingreso de RSU a sitios categorizados
Fracción incinerada	%	0%	0%	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	Se considera que no hay incineración de RSU.
Fracción convertida en abono orgánico	%	0,01%	0%	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	Solo se considera un sitio de CEAMSE, el cual convierte parte de sus residuos a compost.
Fracción Papel y Cartón	%	14%	17,1%	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	
Fracción Textiles	%	AMBA: 5% Resto: 3%	2,6%	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	
Fracción Residuos de Comida	%	AMBA: 44% Resto: 50%	44,9%	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	
Fracción Madera	%	1%	4,7%	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	
Fracción Restos de poda/jardín	%	AMBA: 5% Resto: 11%	S/D	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	
Fracción Pañales	%	AMBA: 5% Resto: 6%	S/D	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	
Fracción "Resto (No degradables)"	%	AMBA: 26% Resto: 16%	30,7%	IPCC 2006 – Cuadros 2.3 y 2A.1	

Fuente: Elaboración propia

Recálculo y mejoras

Para la categoría 5A–Eliminación de residuos sólidos, se corrigió y actualizó la serie histórica 1970-2022 de los valores de GPC, específicamente para la jurisdicción del Gran Buenos Aires donde se consideraron los mismos valores de GPC que para la

jurisdicción de CABA. También se actualizaron los valores de GPC para las jurisdicciones de Entre Ríos para el año 2021 y Misiones para los años 2020 y 2021.

A su vez, se actualizaron los valores del PBI para los años 2020 y 2021 en base al INDEC.

En la categoría 5A1– Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados, se obtuvieron datos específicos para el AMBA por parte de CEAMSE respecto de las toneladas de residuos ingresados a sitios categorizados entre los años 2001 y 2022, para los sitios Norte III, Norte IIIA, Norte IIIB, Norte IIIC, Norte IIID, González Catán, Ensenada y entre los años 2017 y 2022 para el sitio Ezeiza. También se obtuvieron dichos datos para el sitio Villa Domínico, específicamente para los años 2001-2004. También, se actualizó la información para el resto de las jurisdicciones del país.

Con respecto al sitio Norte IIIA, se obtuvieron datos de residuos destinados a compost y a plantas sociales para el año 2006. Para Norte IIIB se obtuvo información sobre residuos destinados a compost y residuos a plantas sociales para el período 2006-2010 junto con datos sobre neumáticos fuera de uso para el año 2010 y áridos para los años 2008 y 2010.

En cuanto al sitio Norte IIIC, los datos obtenidos fueron de neumáticos fuera de uso, residuos a plantas sociales y áridos para el período 2010-2014 y residuos destinados a tratamiento mecánico biológico para los años 2012-2014. Los datos de residuos destinados a compost corresponden al período 2008-2014 para este sitio.

Para el sitio Norte IIID, la información obtenida fue de residuos destinados a tratamiento mecánico biológico, neumáticos fuera de uso, residuos destinados a compost, residuos para uso energético como combustibles sustitutos (Arcillex), residuos a plantas sociales (materiales recuperados) y áridos para el período 2015-2022.

Finalmente para el sitio Ensenada, los datos obtenidos fueron de residuos destinados a tratamiento mecánico biológico, fardos (materiales recuperados) y otros materiales recuperados para el período 2018-2022.

Los valores de residuos destinados para otros usos se restaron del total de residuos ingresados a los sitios mencionados para calcular la cantidad de residuos dispuestos en los sitios y mejorar la estimación de emisiones de la categoría.

A su vez, se ajustaron los valores de los GWP acorde al AR5 para la estimación de emisiones de la categoría 5A-Eliminación de residuos sólidos.

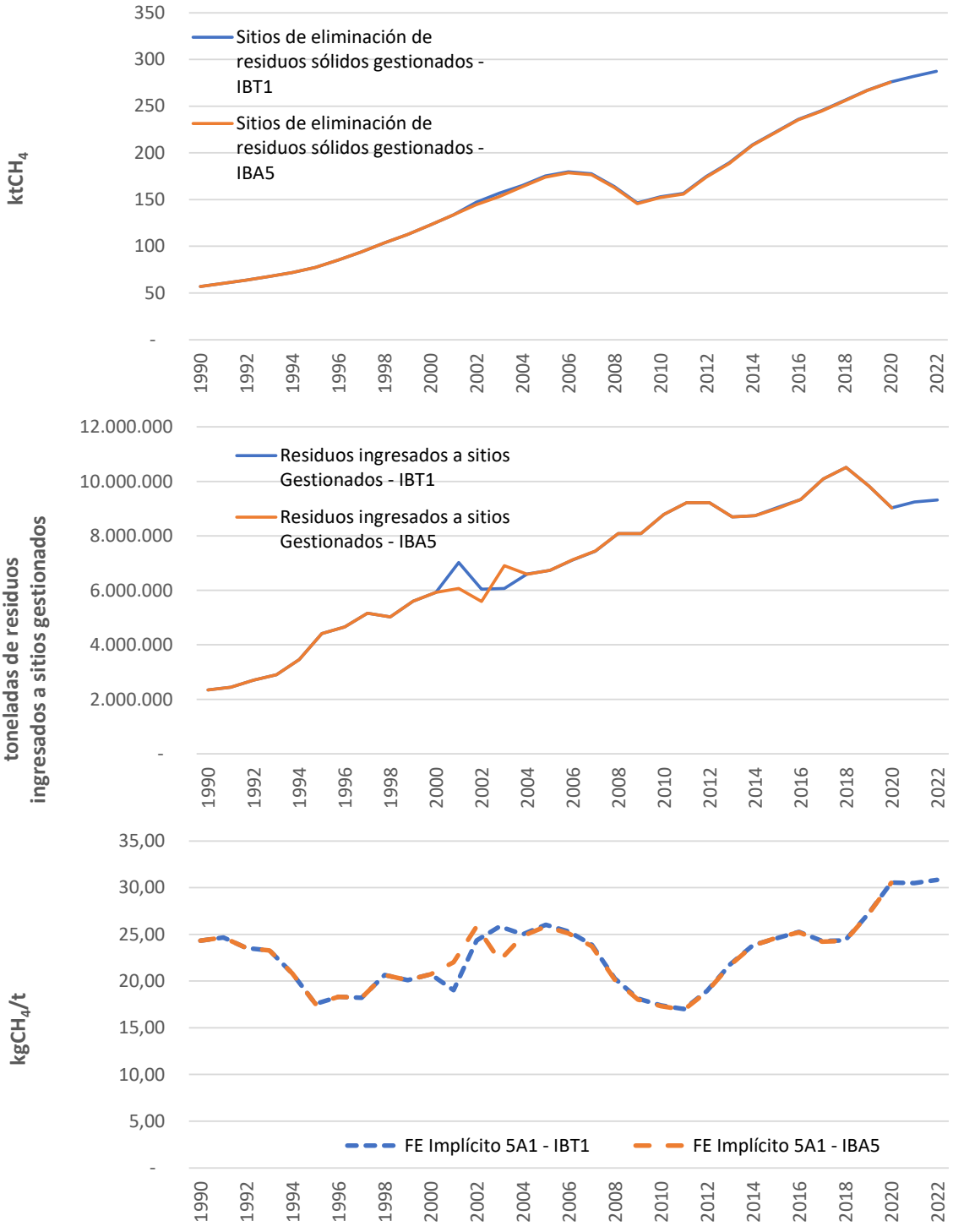
En la tabla y los gráficos a continuación se presenta una comparación de las emisiones, DA y FE implícito para el CH_4 entre el IBA5 y el IBT1. Se analizan las categorías: 5A1–Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados, 5A3–Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados, 5A–Eliminación de residuos sólidos y la evolución de la tendencia del DA entre el IBA5 y el IBT1 para la cantidad de residuos sin recolección.

Tabla 896. Comparación de datos de actividad y emisiones entre IBA5 y IBT1

Datos	IBA5 (2020)	IBT1 (2022)
5A1–Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados (toneladas)	8.624.342	9.316.125
5A3–Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados (toneladas)	8.119.776	8.161.889
Emisiones en sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados ($ktCH_4$)	276	287
Emisiones en sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados ($ktCH_4$)	245	223

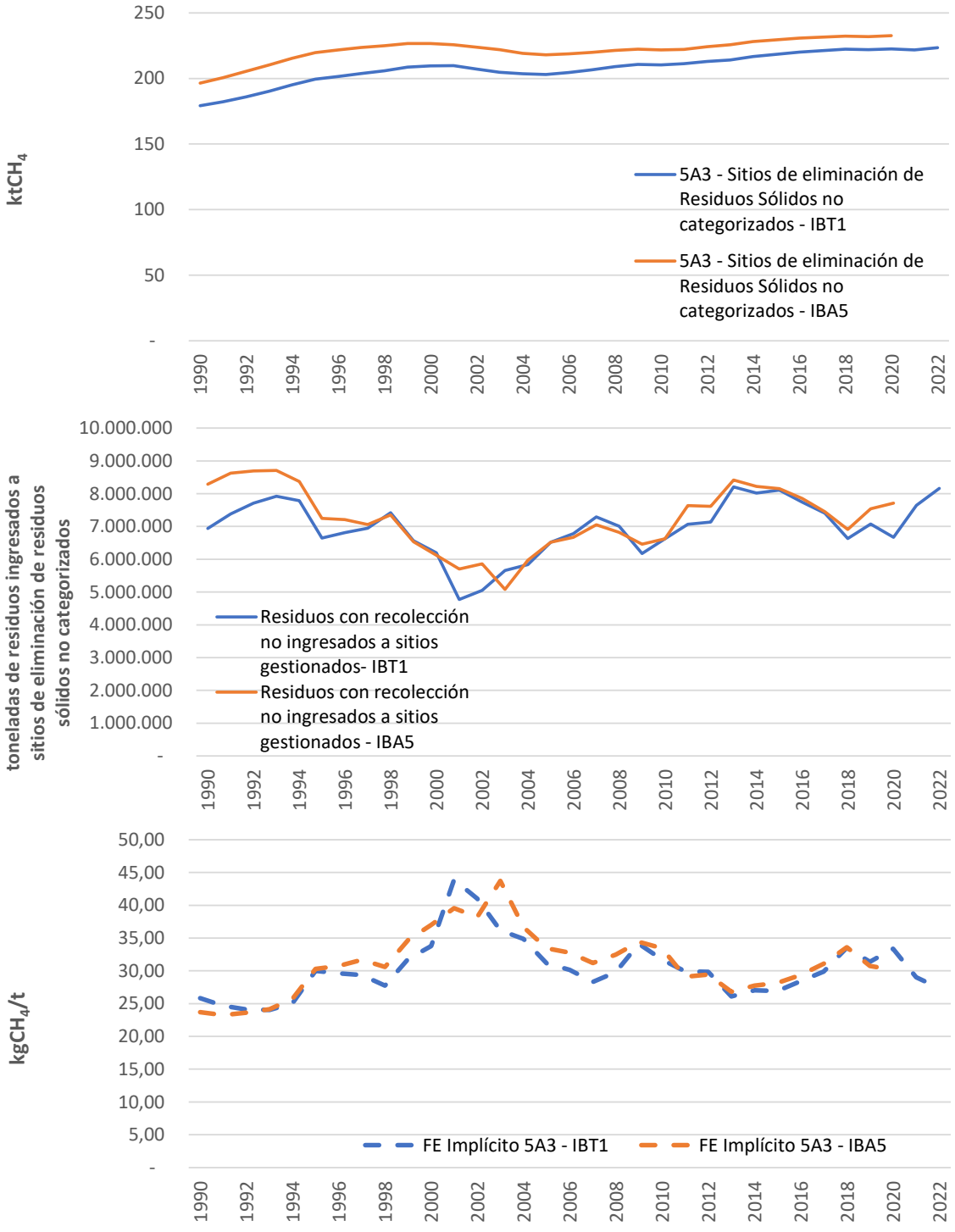
Fuente: Elaboración propia

Figura 443. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para el CH_4 entre el IBA5 y el IBT1 para la categoría 5A1– Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados



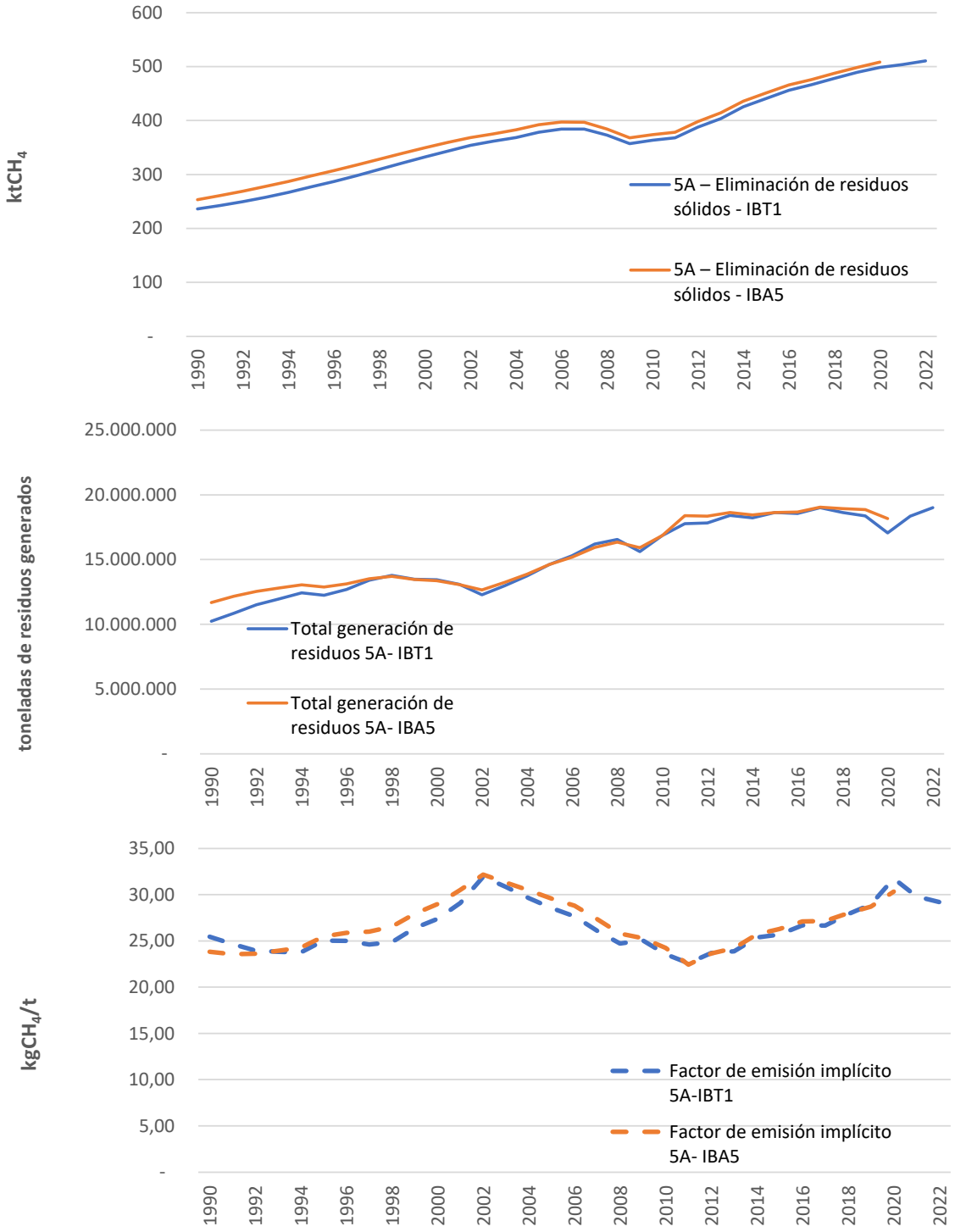
Fuente: Elaboración propia

Figura 444. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para el CH_4 entre el IBA5 y el IBT1 para la categoría 5A3– Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados



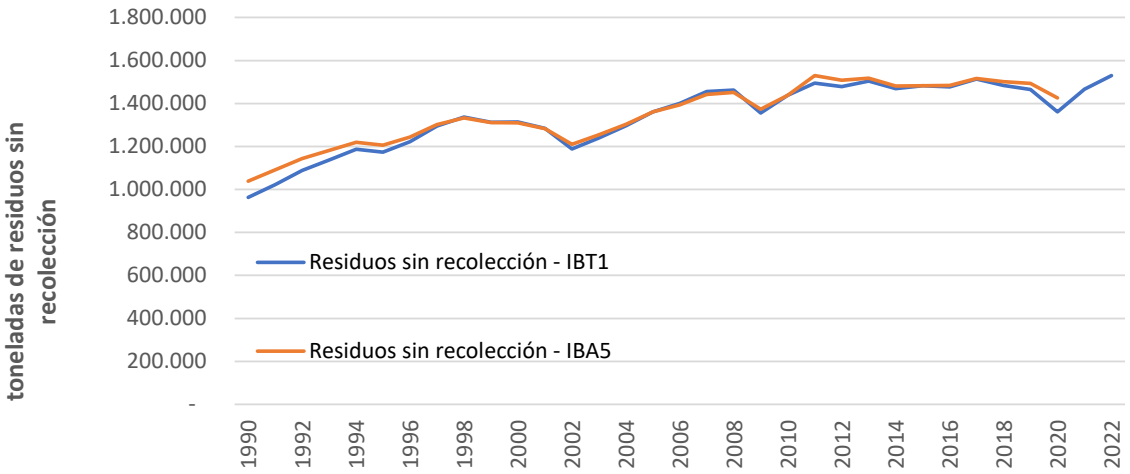
Fuente: Elaboración propia

Figura 445. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para el CH_4 entre el IBA5 y el IBT1 para la categoría 5A– Eliminación de residuos sólidos



Fuente: Elaboración propia

Figura 446. Evolución de la tendencia del dato de actividad entre el IBA5 y el IBT1 para la cantidad de residuos sin recolección[409]



Fuente: Elaboración propia

Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría "5B – Tratamiento biológico de residuos sólidos" se detalla a continuación.

Tabla 897. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 5B – Tratamiento biológico de residuos sólidos

Sistema de archivo	
Procedimiento	4ABC_P_00
Ruta de acceso	01_INGEI/4_Residuos
Hoja de trabajo	4ABC_HT-02-06C_1990-2022_00
Incertidumbres	4BC_IN_2022_00
DA	4ABC_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción de la categoría

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

[409] No se consideran las emisiones para estos residuos.

Tabla 898. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5B – Tratamiento biológico de residuos sólidos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
5B	Tratamiento biológico de residuos sólidos	Preparación de abono orgánico y otros tratamientos biológicos de los desechos sólidos.		Nivel 1	Nivel 1
5B1a	Compostaje Municipal	Emisiones generadas por la obtención de abono orgánico a partir de desechos municipales, es decir aquellos recolectados por municipalidades u otras autoridades locales.		Nivel 1	Nivel 1
5B2a	Digestión anaeróbica municipal	Emisiones generadas por digestión anaeróbica de desechos municipales, es decir aquellos recolectados por municipalidades u otras autoridades locales.		NE	NE

Fuente: Elaboración propia

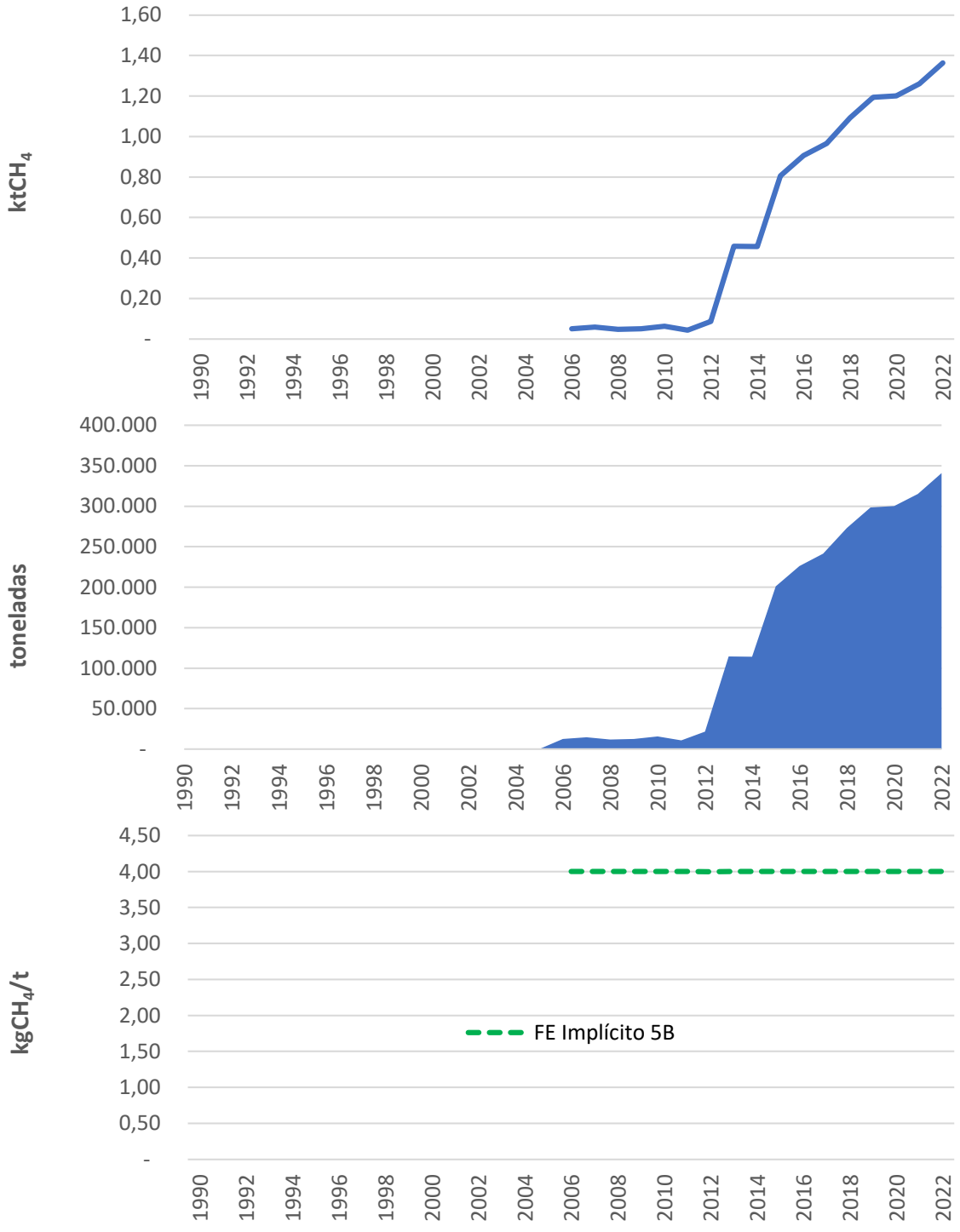
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

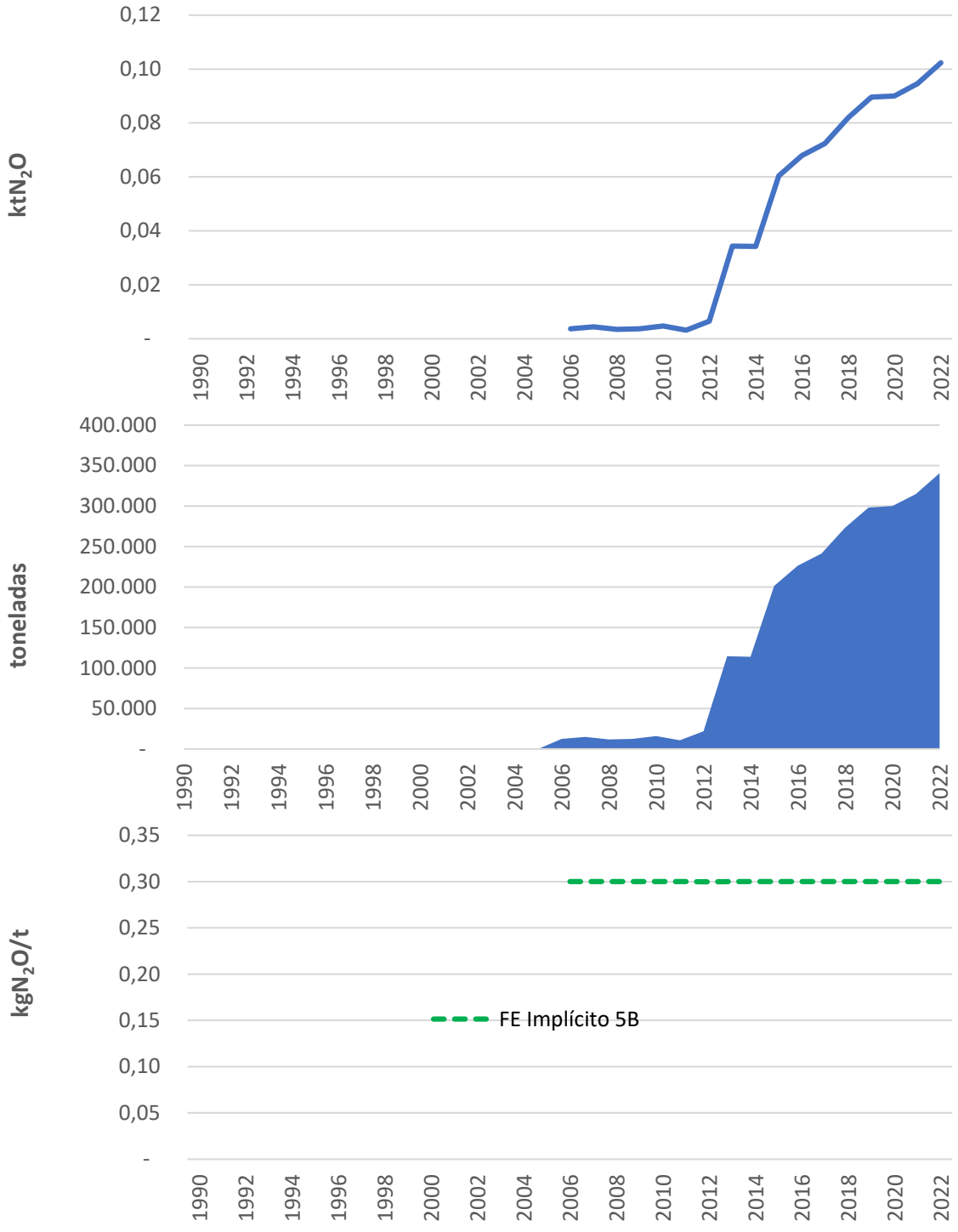
Las emisiones mantienen una tendencia similar al DA para CH_4 y N_2O. Se cuenta con información de la planta de tratamiento mecánico biológico del CEAMSE en operación a partir del año 2012-2014 para el sitio de disposición Norte IIIC, de 2015-2022 para el sitio Norte IIID, y de 2018-2022 para el sitio Ensenada respecto del ingreso de RSU a la planta de tratamiento. A su vez, se obtuvieron datos de la cantidad de residuos destinados a compost del sitio Norte IIIA para el año 2006, Norte IIIB para los años 2006-2010, Norte IIIC para el período 2008-2014 y Norte IIID en los años 2015-2022.

Figura 447. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5B (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 448. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 5B (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

El cálculo de emisiones de CH_4 se realiza con el método de cálculo Nivel 1, utilizando las ecuaciones 4.1 y 4.2 de las Directrices del IPCC de 2006. Las Directrices del IPCC de 2006 no presentan árbol de decisión para esta categoría.

Tabla 899. Información sectorial para la categoría 5B

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Y OTRA INFORMACIÓN RELACIONADA	FACTOR DE EMISIÓN IMPLÍCITO		EMISIONES		RECUPERACIÓN	
		CH_4	N_2O	CH_4	N_2O	CH_4	
	Cantidad de residuos tratados anualmente					Cantidad de CH_4 quemado	Cantidad de CH_4 para recuperación energética
	(kt dm)	(g/kg residuos)		(kt)			
5.B.1. Compostaje	340,87	4,00	0,30	1,36	0,10		
5.B.1.a. Residuos sólidos municipales	340,87	4,00	0,30	1,36	0,10		
5.B.1.b. Otros (sírvase especificar)	NA	NA	NA	NA	NA		
5.B.2. Digestión anaeróbica en plantas de biogas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.B.2.a. Residuos sólidos municipales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.B.2.b. Otros (sírvase especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones se utilizan los FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 900. Factores de emisión categoría 5B – Tratamiento biológico de residuos sólidos

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia Dato Local	Criterio
$FE_{biológico,CH4}$	Factor de emisión de CH_4 por tratamiento biológico	g de CH_4/kg. de residuos tratados	4	IPCC 2006 – Cuadro 4.1	Planta de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) y residuos destinados para compostaje– CEAMSE	Preparación de abono orgánico (compost) – Sobre la base de peso húmedo
$FE_{biológico,N2O}$	Factor de emisión de N_2O por tratamiento biológico	g de N_2O/kg. de residuos tratados	0,3	IPCC 2006 – Cuadro 4.1	Planta TMB y residuos destinados para compostaje– CEAMSE	Preparación de abono orgánico (compost) – Sobre la base de peso húmedo

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

En los sitios de disposición final Norte IIIC, Norte IIID y Ensenada se realiza tratamiento mecánico biológico de RSU[410] y se destina cierta cantidad de residuos a compost. La información utilizada para la estimación de las emisiones corresponde a los años 2012-2014 para el sitio Norte IIIC, 2015-2022 para el sitio Norte IIID y 2018-2022 para el sitio Ensenada. El total de residuos ingresados a tratamiento biológico en toneladas implica la sumatoria de la cantidad de residuos destinados a tratamiento mecánico biológico y a compost.

Tabla 901. Ingreso de RSU a tratamiento biológico (2022)

Jurisdicción	Ingreso de RSU a tratamiento biológico (toneladas)
AMBA	340.875

Fuente: Elaboración propia

[410] CEAMSE (2024).

Análisis de incertidumbre

Tabla 902. Incertidumbre de la categoría 5B – Tratamiento biológico de residuos sólidos (2022)

Código Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CH_4	Incertidumbre FE N_2O	Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
				CH_4	N_2O			
5B	30%	100%	100%	104,4%	104,4%	1,49E-08	0,02%	2,48E-07%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión incluidas en la estimación se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas por el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[411], se realizaron los controles de calidad de los DA, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

Para la categoría 5B – Tratamiento biológico de residuos sólidos, se actualizaron los datos de toneladas de residuos destinados a tratamiento mecánico biológico y a compost por parte de CEAMSE.

Para el año 2006, se obtuvieron datos de residuos destinados a compost respecto del sitio Norte IIIA. Para el período 2006-2010 se obtuvieron datos para el sitio Norte IIIB. Con respecto a los datos del sitio Norte IIIC, los mismos se obtuvieron desde el año 2008 al 2014 y desde el año 2015 al 2022 para el sitio Norte IIID. Tanto los valores de toneladas de residuos destinados a tratamiento mecánico biológico como a compost, se restaron del total de residuos ingresados a los sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados para calcular la cantidad específica de residuos dispuestos en rellenos sanitarios y mejorar la estimación de emisiones de la categoría 5A1–Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados.

A su vez, se ajustaron los valores de GWP acorde al AR5 para la estimación de emisiones de la categoría 5B-Tratamiento biológico de los residuos sólidos.

Incineración e incineración abierta de residuos (5C)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría “5C – Incineración e incineración abierta de residuos” se detalla a continuación.

[411] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Tabla 903. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 5C – Incineración e incineración abierta de residuos

Sistema de archivo	
Procedimiento	4ABC_P_00
Ruta de acceso	01_INGEI/4_Residuos
Hoja de trabajo	4ABC_HT_1990-2022_00 4ABC_HT-02-06C_1990-2022_00 4ABC_HT-06R_1990-2022_00 4ABC_HT-10_1990-2022_00 4ABC_HT-14_1990-2022_00 4ABC_HT-18_1990-2022_00 4ABC_HT-22_1990-2022_00 4ABC_HT-26_1990-2022_00 4ABC_HT-34_1990-2022_00 4ABC_HT-38_1990-2022_00 4ABC_HT-42_1990-2022_00 4ABC_HT-46_1990-2022_00 4ABC_HT-50_1990-2022_00 4ABC_HT-54_1990-2022_00 4ABC_HT-58_1990-2022_00 4ABC_HT-62_1990-2022_00 4ABC_HT-66_1990-2022_00 4ABC_HT-70_1990-2022_00 4ABC_HT-74_1990-2022_00 4ABC_HT-78_1990-2022_00 4ABC_HT-82_1990-2022_00 4ABC_HT-86_1990-2022_00 4ABC_HT-90_1990-2022_00 4ABC_HT-94_1990-2022_00
Incertidumbres	4BC_IN_2022_00
DA	4ABC_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Incineración de residuos (5C1)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 904. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5C1 – Incineración de residuos

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
5C1a	Incineración de residuos biogénicos	Combustión de residuos sólidos biogénicos en instalaciones para la incineración controlada.	IE	NE	NE
5C1bii.1	Residuos industriales	Emisiones de la combustión de residuos sólidos industriales en instalaciones para la incineración controlada.	Nivel 1	NE	NE
5C1bii.3	Residuos hospitalarios	Emisiones de la combustión de residuos sólidos hospitalarios en instalaciones para la incineración controlada.	Nivel 1	NE	NE
5C2	Incineración abierta de residuos	Combustión de residuos a la intemperie o en un vertedero abierto.	NE	NE	NE

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de CH_4 y N_2O no se estiman ya que no se cuenta con el porcentaje de humedad de los residuos incinerados. Se considera que no se incineran RSU, pero sí se incineran residuos industriales y residuos hospitalarios. Las estimaciones de emisiones de CO_2 de la categoría 5C1a se incluyen en la categoría 5C1bii-Otros.

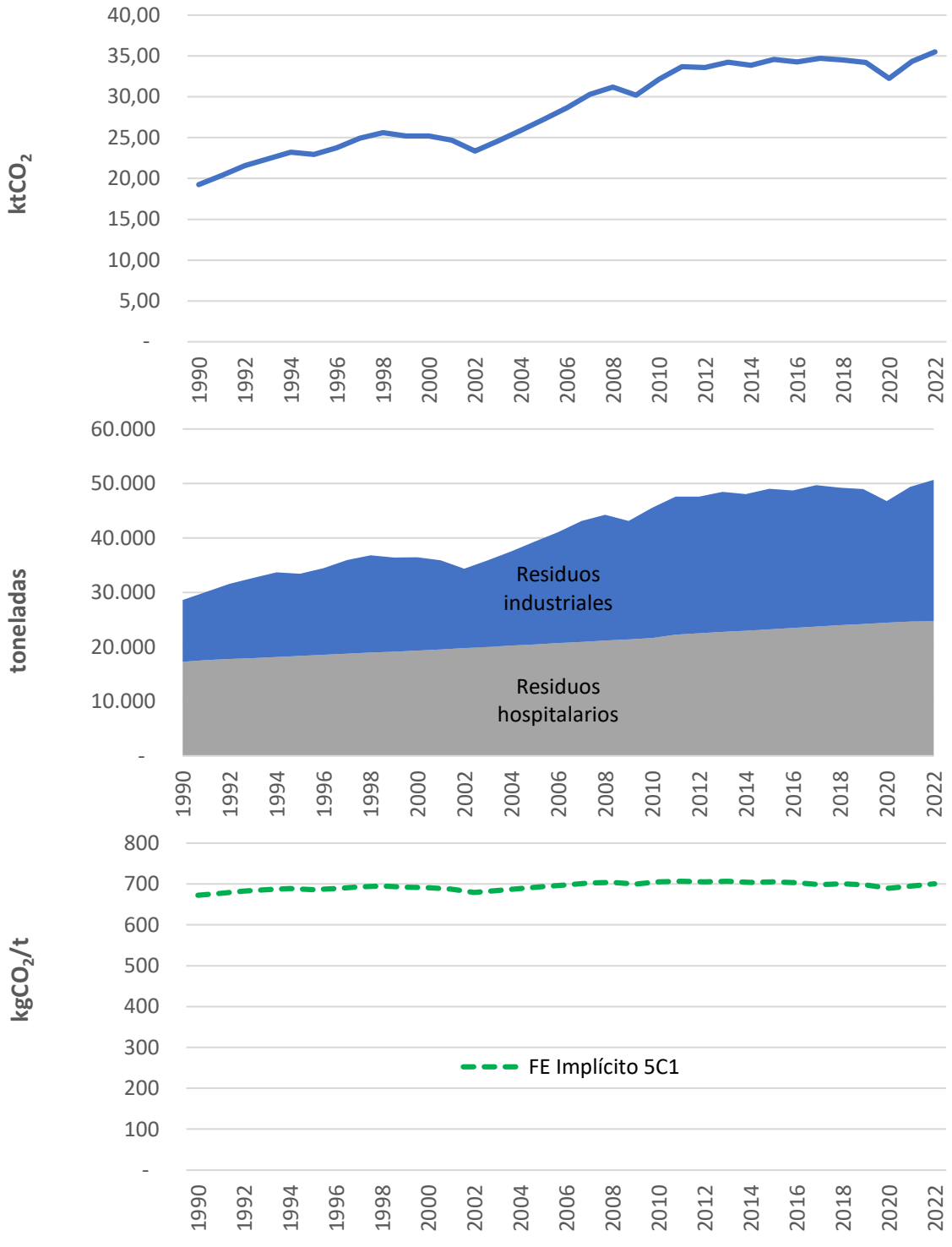
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

Las emisiones mantienen una tendencia similar al DA. El componente de residuos hospitalarios se considera proporcional a la población mientras que el componente de residuos industriales tiene una dinámica asociada a la economía.

Figura 449. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 5C1 (1990-2022)

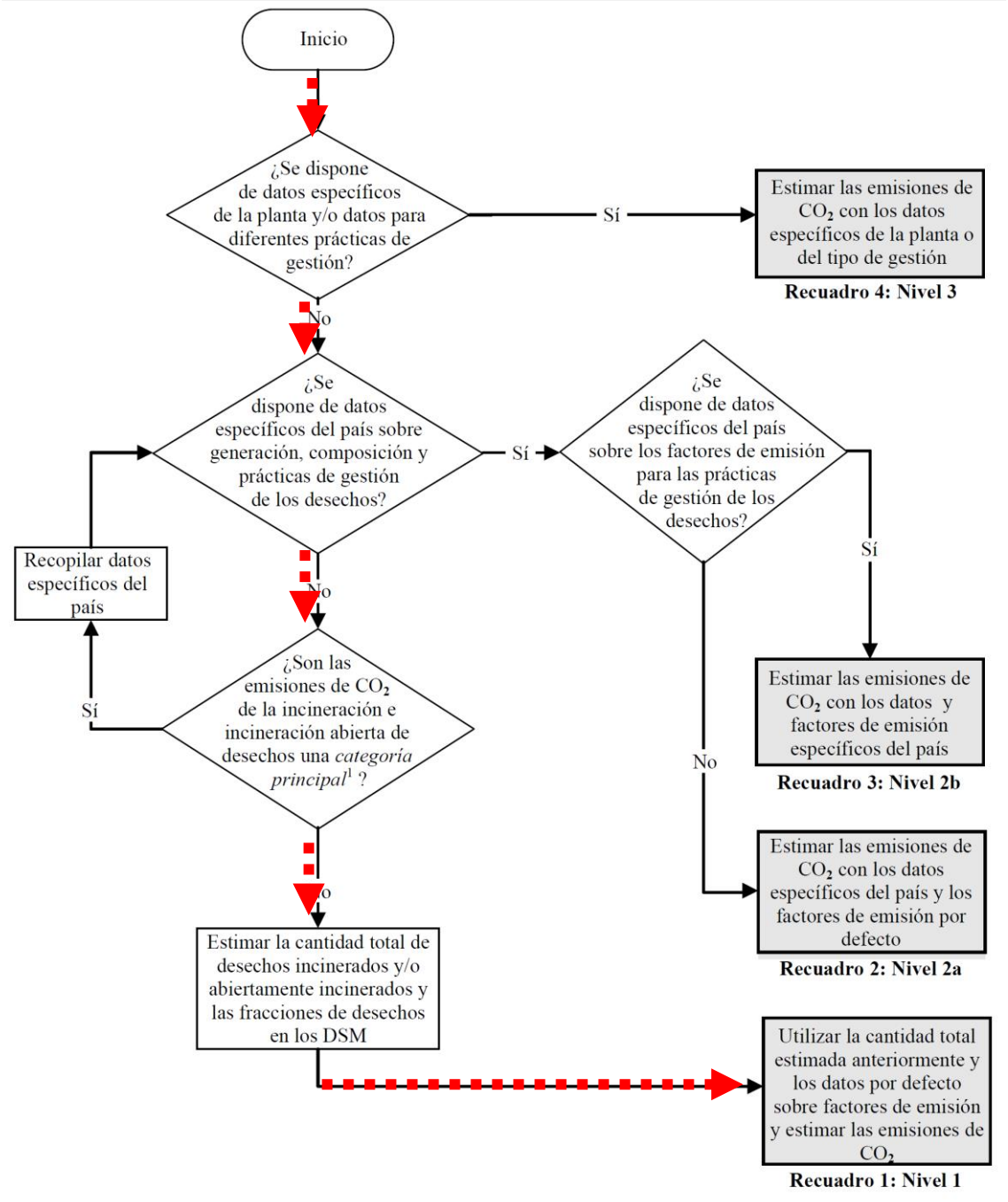


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 115. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO_2 procedentes de la incineración e incineración abierta de desechos



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

No se cuenta con datos de la actividad específicos del país sobre generación, composición y prácticas de gestión de los residuos por lo cual se utiliza el método de cálculo Nivel 1 y la ecuación 5.1 de las Directrices del IPCC del 2006.

Tabla 905. Información sectorial para la categoría 5C

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD Cantidad de residuos (incinerados/quemados por incineración abierta) (kt peso húmedo)	FACTOR DE EMISIÓN IMPLÍCITO			EMISIONES		
		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
		(kg/t residuos)			(kt)		
5.C.1. Incineración de residuos	46,53	762,70	NA,NE	NA,NE	35,49	NA,NE	NA,NE
5.C.1.a. Biogénico	IE,NA	IE,NA	NA,NE	NA,NE	IE,NA	NA,NE	NA,NE
5.C.1.a.i. Residuos sólidos municipales	IE	IE	NE	NE	IE	NE	NE
5.C.1.a.ii. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5.C.1.b. No biogénico	46,53	762,70	NE	NE	35,49	NE	NE
5.C.1.b.i. Residuos sólidos municipales	IE	IE	NE	NE	IE	NE	NE
5.C.1.b.ii. Otros	46,53	762,70	NE	NE	35,49	NE	NE
5.C.1.b.ii.1. Residuos sólidos industriales	22,30	958,70	NE	NE	21,38	NE	NE
5.C.1.b.ii.3. Residuos hospitalarios	24,22	582,22	NE	NE	14,10	NE	NE
5.C.2. Incineración abierta de residuos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.2.a. Biogénico	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.2.a.i. Residuos sólidos municipales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.2.a.ii. Otros (sírvase especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5.C.2.b. No biogénico	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.2.b.i. Residuos sólidos municipales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.2.b.ii. Otros (sírvase especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Factor de emisión

Los FE se calculan según las ecuaciones de las Directrices del IPCC del 2006 detalladas a continuación.

Tabla 906. Ecuaciones utilizadas para estimar los factores de emisión de la categoría 5C1

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia dato local
$FE_{incineración,H}$	Factor de emisión de CO_2 de residuos hospitalarios incinerados	tCO_2/tonelada de residuo	0,572	IPCC 2006 – ecuación 5.1 (parcial)	Hospitalarios
$FE_{incineración,P}$	Factor de emisión de CO_2 de residuos peligrosos incinerados	tCO_2/tonelada de residuo	0,825	IPCC 2006 – ecuación 5.1 (parcial)	Industriales

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros para estimar los FE correspondientes se encuentran detallados en la siguiente tabla.

Tabla 907. Parámetros por defecto para estimación de los factores de emisión de la categoría 5C1

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia dato local	Criterio
dm_i	Contenido de materia seca en los desechos (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta	%	0,35	IPCC 2006 – Cuadro 2.4	Hospitalario	Residuo hospitalario
CF_i	Fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total)	%	60	IPCC 2006 – Cuadro 5.2	Hospitalario	Residuo hospitalario
FCF_i	Fracción de carbono fósil en el carbono total	%	40	IPCC 2006 – Cuadro 5.2	Hospitalario	Residuo hospitalario
OF_i	Factor de oxidación	%	100	IPCC 2006 – Cuadro 5.2	Hospitalario	Residuo hospitalario
dm_i	Contenido de materia seca en los desechos (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta	%	0,5	IPCC 2006 – Cuadro 2.4	Industrial	Residuos industriales
CF_i	Fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total)	%	50	IPCC 2006 – Cuadro 5.2	Industrial	Residuos industriales
FCF_i	Fracción de carbono fósil en el carbono total	%	90	IPCC 2006 – Cuadro 5.2	Industrial	Residuos industriales
OF_i	Factor de oxidación	%	100	IPCC 2006 – Cuadro 5.2	Industrial	Residuos industriales

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

Residuos industriales: Se cuenta con la información de cantidad de hornos de incineración inscriptos, de acuerdo con la nómina de operadores según la ley n° 24.051[412], de las provincias de Buenos Aires, Santa Cruz, La Pampa, Entre Ríos, Jujuy, Mendoza, Jujuy, Córdoba, Neuquén, Entre Ríos, y Santa Fe, en el año 2014. La capacidad de cada horno se asume 550 kg/hora[413] y a partir de dicho dato se calcula el volumen incinerado asumiendo que se encuentra funcionando 240 días por año y 10 horas por día. La sumatoria del volumen incinerado de todas las provincias para 2014 da por resultado la cantidad de residuos industriales de dicho año.

Al no contar con la cantidad de toneladas de residuos industriales incinerados para toda la serie temporal, ésta se estimó a partir del valor de residuos industriales de 2014 por jurisdicción utilizando la siguiente ecuación.

Ecuación 54. Estimación de los residuos industriales en el año de inventario

$$Residuos\ industriales_x = \frac{residuos\ industriales\ 2014}{PIB\ 2014} * PIB_x$$

$\text{Residuos industriales}_x$: Cantidad de residuos industriales en el año de inventario [tonelada];

$\text{Residuos industriales 2014}$: Cantidad de residuos industriales en el año 2014 [tonelada];

PIB 2014: Producto Interno Bruto en el año 2014 [millones de pesos];

PIB_x: Producto Interno Bruto en el año de inventario [millones de pesos];

x: año de inventario

Residuos hospitalarios: No se cuenta con el dato de residuos hospitalarios incinerados. Para estimar la serie temporal, se calcula en primera instancia la tasa de generación de residuos hospitalarios por habitante. Se utilizaron los datos de generación de residuos hospitalarios del partido de Olavarría para el año 2010 (5 toneladas/mes anualizado). Luego se dividió por la población de Olavarría del año 2010 (valor correspondiente al censo nacional del año 2010: 111.320 habitantes). La tasa de generación de residuos hospitalarios es de 0,539 kg/habitante/año. Luego se la multiplica por la cantidad de habitantes por jurisdicción y año para obtener la cantidad de residuos hospitalarios para la serie temporal.

[412] https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/450/texact.htm.
[413] Memorado 69/2014 de la Dirección de Residuos Peligrosos. El valor es un promedio simple entre el valor máximo y el mínimo informado.

Análisis de incertidumbre

Tabla 908. Incertidumbre de la categoría 5C – Incineración e incineración abierta de residuos (2022)

Código Categoría	Incertidumbre DA	Incertidumbre FE CO_2	Incertidumbre combinada CO_2	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia
5C1	50%	40%	64%	3,21E-09%	0,01%	1,38E-08%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida por las Directrices del IPCC de 2006 aplicando el método de PLE. Para cada una de las fuentes de emisión se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en el IPCC.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[414], se realizaron los controles de calidad de los DA, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

Con respecto a la categoría 5C1– Incineración de residuos, se actualizaron los valores del PBI para los años 2020 y 2021 en base a la fuente de INDEC. De esa manera, se ajustaron los datos de actividad de los residuos industriales para dichos años respecto de las jurisdicciones de Buenos Aires , Entre Ríos, Neuquén, Santa Cruz y Santa Fe.

A su vez, se ajustaron los valores de los GWP acorde al AR5 para la estimación de emisiones de la categoría 5C-Incineración de residuos.

Tratamiento y eliminación de aguas residuales (5D)

Documentación de respaldo (sistema de archivo)

La documentación asociada al sistema de archivo para la categoría “5D – Tratamiento y eliminación de aguas residuales” se detalla a continuación.

[414] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Tabla 909. Documentación categoría 5D – Tratamiento y eliminación de aguas residuales

Sistema de archivo	
Procedimiento	4D1_P_00 4D2_P_00
Ruta de acceso	01_INGEI/4_Residuos
Hojas de trabajo	4D1_HT_1990-2022_00 4D2_HT_1990-2022_00
Incertidumbres	4D1_IN_2022_00 4D2_IN_2022_00
DA	4D1_DA_1990-2022_00 4D2_DA_1990-2022_00

Fuente: Elaboración propia

Descripción

Se produce el metano por la descomposición anaeróbica bacterial de materia orgánica en instalaciones de aguas servidas y del procesamiento de alimentos y otras instalaciones industriales durante el tratamiento de las aguas residuales. El N_2O también es producido por bacterias (desnitrificación y nitrificación) en el tratamiento y la eliminación de aguas residuales.

Metodología

Se calculan las emisiones de CH_4 y N_2O empleando el método de cálculo Nivel 1. Las estimaciones de la categoría se realizaron utilizando de la ecuación 6.1 a la 6.8 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 910. Información sectorial para la categoría 5D

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GEI	DATOS DE ACTIVIDAD E INFORMACIÓN RELACIONADA			FACTORES DE EMISIÓN IMPLÍCITOS		EMISIONES			RECUPERACIÓN	
				CH_4	N_2O	CH_4	N_2O		CH_4	
	Total de materia orgánica	Remoción de lodos	N en efluentes				Plantas	Efluente	Cantidad de CH_4 quemado	Cantidad de CH_4 para recuperación energética
	(kt MO/año)		(kt N/año)	(kg/kg MO)	kg N_2O-N/kg N	(kt)				
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	670.027,36	NE	439.896,41	0,0002	0,000005	162,15	NE	3,46	NE	NE
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	4.940,10	NE	NE	0,03	NE	123,50	NE	NE	NE	NE
5.D.3. Otros (sírvase especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia en base a *ETF GHG Inventory Reporting Tool*

Factores de emisión

Para la estimación de las emisiones se utiliza un FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Datos de actividad

Se han utilizado las siguientes fuentes de información oficiales:

INDEC: es un organismo público desconcentrado de carácter técnico, dentro de la órbita del Ministerio de Economía de la Nación, que ejerce la dirección superior de todas las actividades estadísticas oficiales que se realizan en la República Argentina. El organismo publica el siguiente informe:

- **EPI:** Estas estadísticas contienen series de producción local de bienes industriales seleccionados que se presentan con periodicidad mensual, a excepción de aquellos productos donde sólo se dispone de datos trimestrales o anuales. En ciertos casos, se consignan cifras de despachos de productos nacionales, consumo aparente, patentamientos de acoplados y semirremolques e inscripción de embarcaciones. De esta fuente se obtiene la producción de jabones y detergentes, gaseosas, licores dulces, vinos, whisky, amargos, bitters y fernets.

SE: es la autoridad de aplicación en materia energética. El organismo publica los siguientes informes:

- **Estadísticas Biocombustibles:** Estas estadísticas detallan los cupos, producción y ventas mensuales al mercado interno por empresa. Son publicadas por la Subsecretaría de Transición y Planeamiento Energético de la Dirección Nacional de Escenarios y Evaluación de Proyectos de la Dirección de Información Energética. La estadística comienza a partir del año 2010 cuando entró en vigor el corte obligatorio de biocombustibles. De esta fuente se obtienen datos de producción de etanol de caña y etanol de maíz.
- **BEN:** es el principal instrumento estadístico utilizado para el análisis del sector energético y la definición de políticas públicas a mediano y largo plazo. La decisión administrativa 761/2016, encuadrada en el decreto nº 231 del año 2015, establece la conformación de la Dirección de Información Energética dentro de la Dirección Nacional de Escenarios y Evaluación de Proyectos de la Subsecretaria de Transición y Planeamiento Energético, estableciendo como su principal objetivo “desarrollar e instrumentar un sistema integrado de información energética, constituyéndose en la fuente central e integrada de información estadística sobre el sector energético de la República Argentina, brindando datos consistentes y de calidad bajo los principios de imparcialidad, apertura, transparencia y accesibilidad”. Dentro de sus principales acciones se destaca la de “confeccionar el balance energético del país”. De esta fuente se obtienen datos de la producción de coque y petróleo.

SAGyP: es el organismo gubernamental responsable de diseñar y ejecutar planes de producción, comercialización y sanitarios en el ámbito agropecuario, pesquero, forestal y agroindustrial. También es encargado de la intervención en la definición de estructuras arancelarias y políticas comerciales en el ámbito de su competencia, el otorgamiento de certificados de origen y calidad de productos, elaboración de los regímenes de las actividades agropecuarias, entender en la fiscalización sanitaria de la producción y comercialización de los productos primarios de origen

agropecuario, entre otras funciones. De los informes de esta fuente se obtienen datos de producción pesquera, de producción de leche a productos y leche fluida, de producción de carne porcina, de producción de carne ovina, y de producción de carne aviar.

SENASA: es un organismo descentralizado de la SAGyP, encargado de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad, calidad animal y vegetal e inocuidad de los alimentos de su competencia; así como de verificar el cumplimiento de la normativa vigente en la materia. También es de su competencia el control del tráfico federal, de las importaciones y exportaciones de productos, subproductos y derivados de origen animal y vegetal, fármaco-veterinarios y agroquímicos, productos agroalimentarios, fertilizantes y enmiendas. De esta fuente se obtienen los valores de cabeza de ganado ovino.

FAO: lidera el esfuerzo internacional en pos de lograr la seguridad alimentaria, el fin al hambre, y el acceso regular a alimentos suficientes y de buena calidad. En especial, FAOSTAT proporciona acceso libre a datos sobre alimentación y agricultura de más de 245 países y 35 regiones, desde 1961 hasta el año más reciente disponible. De los informes de esta fuente se obtienen datos de consumo anual per cápita de proteínas.

Centro Azucarero Argentino: es una asociación gremial de empresarios que agrupa casi a la totalidad de la industria productora y comercializadora de azúcar de caña, mayoritariamente concentrada en el NOA. Se encarga de defender y promocionar los intereses de la industria sucroalcoholera nacional y aportar a la mejora en términos de las condiciones laborales y la sustentabilidad medioambiental de los procesos productivos. El CAA publica anualmente las estadísticas de la zafra desagregado por ingenio, de las cuales se obtiene el dato de producción de azúcar.

Federcitrus: La Federación Argentina del Citrus es una cámara gremial de empresas y organizaciones relacionadas con la citricultura, que busca soluciones y alternativas que mejoren las perspectivas de la actividad citrícola en la República Argentina. Federcitrus publica las estadísticas de la actividad citrícola de la República Argentina. De los informes de esta fuente se obtienen datos de producción de limón, mandarina, naranja y pomelo.

IPA: es una asociación civil sin fines de lucro, fundada en 1976 por iniciativa de la Asociación Argentina de Ingenieros Químicos, la Asociación Química Argentina y el Instituto Argentino del Petróleo y del Gas. De los informes de esta fuente se obtienen datos de producción de plásticos y resinas, y de químicos orgánicos.

CAA: reúne a todas las empresas siderúrgicas que producen acero en el país, velando por los intereses de las empresas miembro y asesorándolas en todos los asuntos inherentes a su naturaleza específica. A su vez, estudia los problemas de toda índole que planteen las necesidades del país en materia siderúrgica, y lleva las estadísticas de la producción siderúrgica por tipo de producto. De los informes de esta fuente se obtienen datos de producción de acero crudo.

Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 911. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
5D1	Aguas residuales domésticas	Emisiones provenientes del tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas. Se deben restar las emisiones correspondientes al lodo separado y al CH_4 recuperado.		Nivel 1	Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

Es categoría principal por nivel para el año 2022 para CH_4 (1,1%).

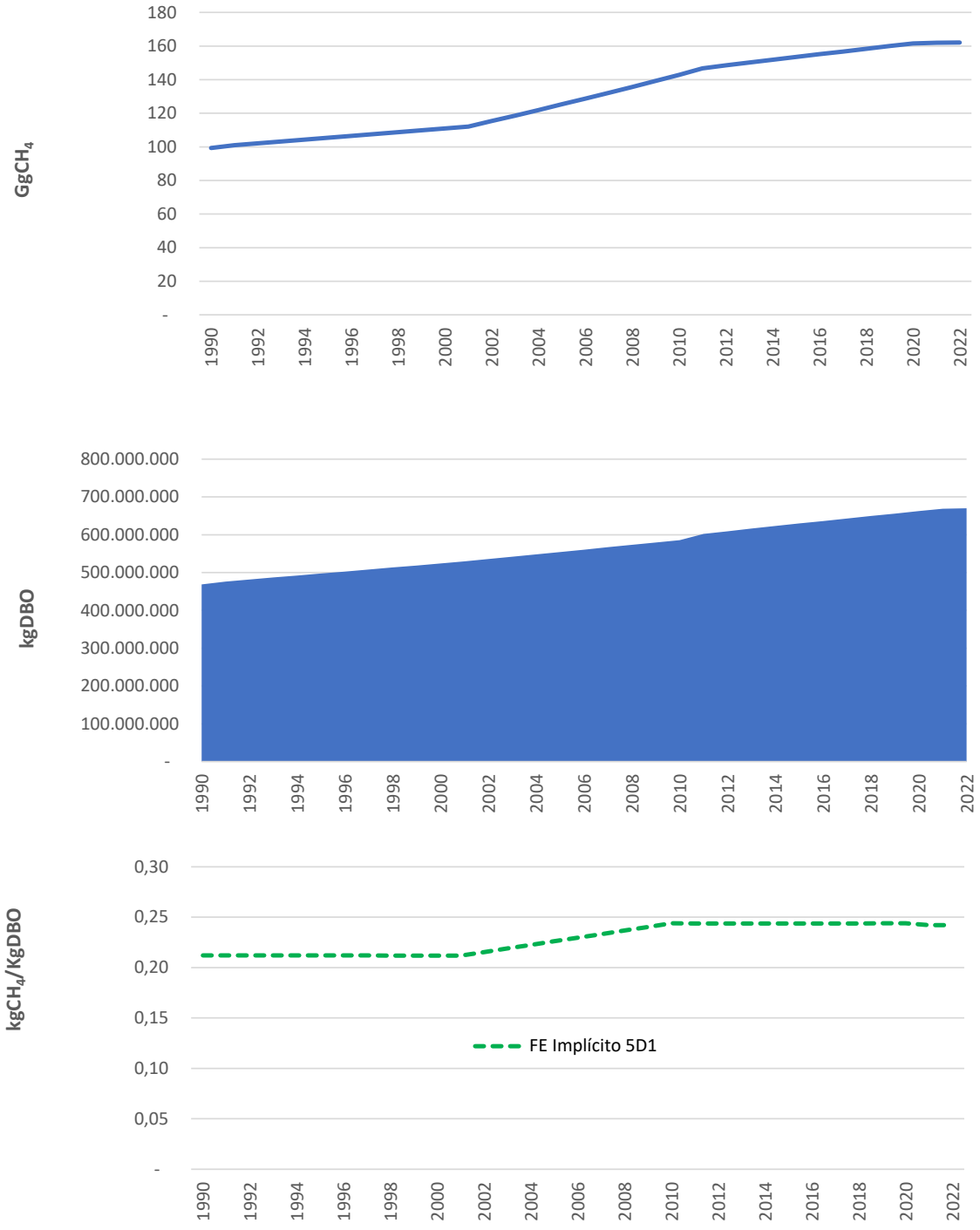
Es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

Las emisiones de CH_4 mantienen una tendencia creciente que acompaña el crecimiento de la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales domésticas, la cual es el principal DA empleado en la estimación. La tendencia del FE implícito, por su parte, se ve afectada por el aumento de la cantidad de habitantes con desagüe a red pública (cloaca).

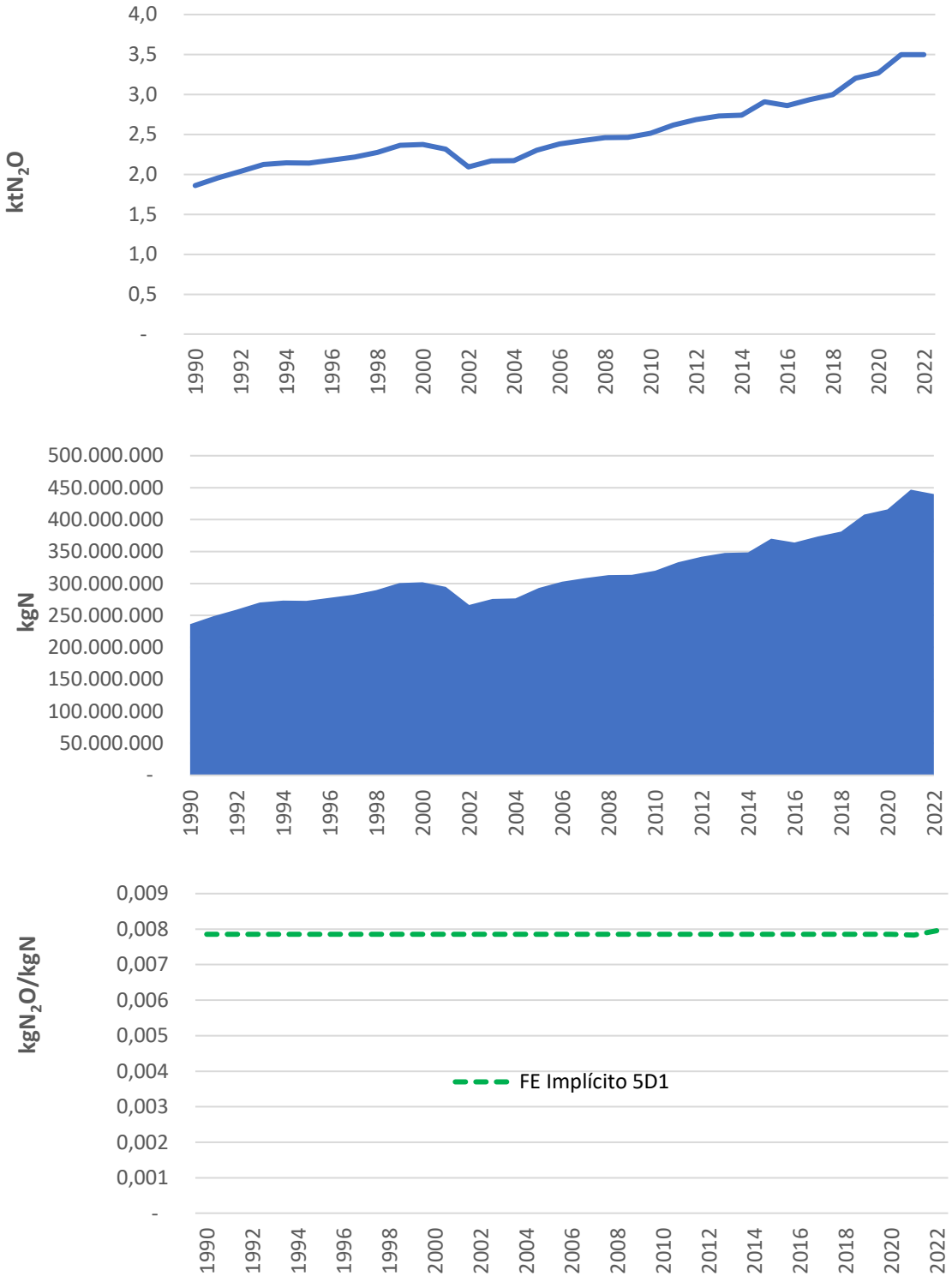
La tendencia de las emisiones de N_2O responde directamente a la cantidad de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales, la cual es el DA empleado en la estimación de emisiones.

Figura 450. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5D1 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Figura 451. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 5D1 (1990-2022)

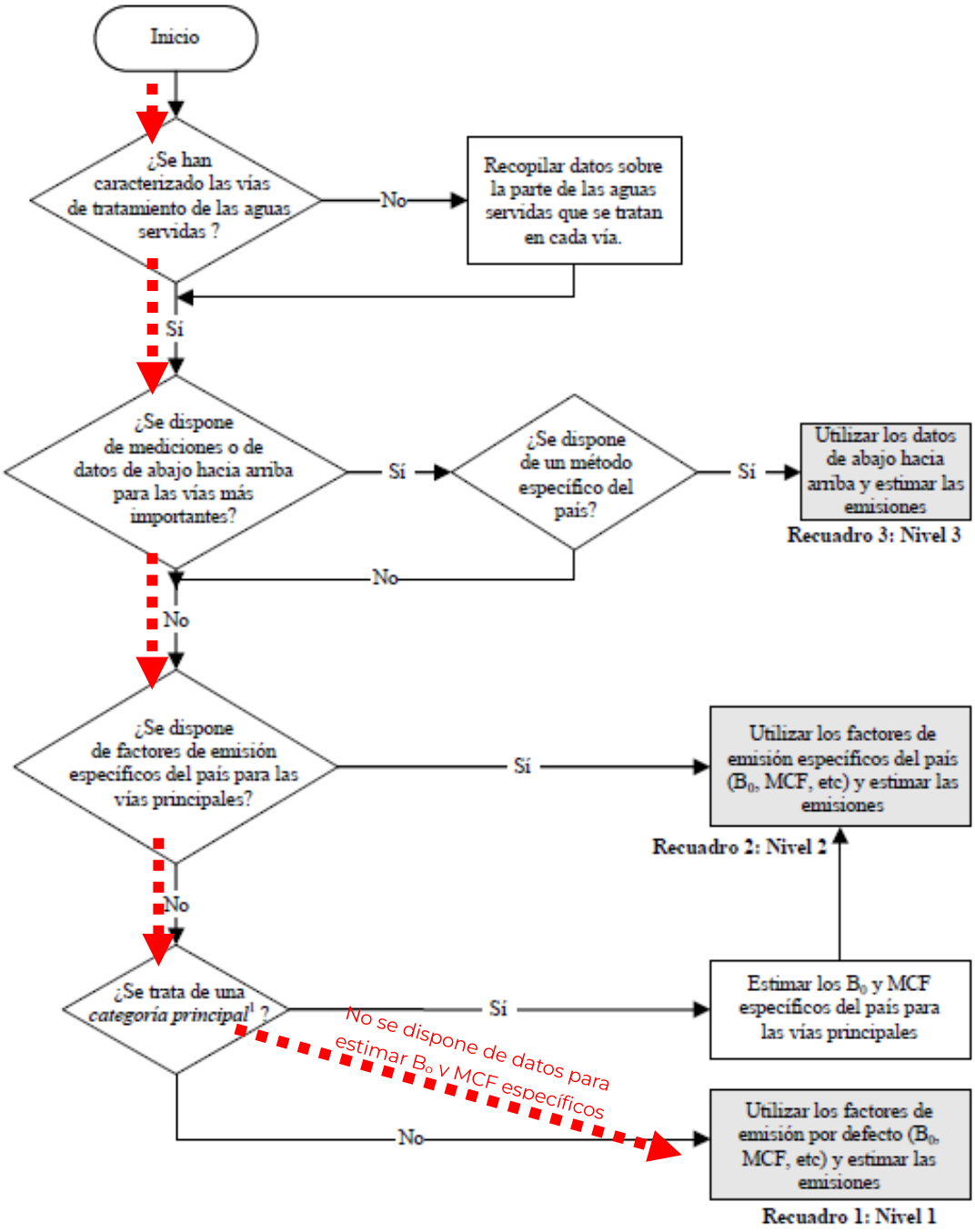


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 116. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH_4 procedentes de las aguas residuales domésticas



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

El cálculo de emisiones de CH_4 y N_2O provenientes del tratamiento y la eliminación de aguas residuales domésticas se realiza con el método de cálculo Nivel 1 debido a que no se dispone de mediciones o de datos de las plantas de tratamiento. Tampoco se cuenta con FE específicos del país.

Las estimaciones de las emisiones de CH_4 de la categoría se realizaron utilizando las ecuaciones 6.1 (adaptada, ver Ecuación 66), 6.2 y 6.3, mientras que para las emisiones de N_2O se emplean las ecuaciones 6.7 y 6.8 de las Directrices del IPCC de 2006.

Ecuación 55. Adaptación de la ecuación 6.1 de las Directrices 2006 del IPCC

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[\sum_i \left(\%\ descarga_j \times FE\right)\right] \times (TOW - S) - R$$

Emisiones de CH_4: emisiones de CH_4 provenientes del tratamiento y la eliminación de aguas residuales domésticas [kg CH_4/año];

% $descarga_j$: fracción de descarga de materia orgánica al tipo de tratamiento j [adimensional];

FE_j: FE de CH_4 para el tipo de tratamiento j [kg CH_4/kg DBO];

TOW: total de materia orgánica en las aguas residuales domésticas [kg DBO/año];

S: cantidad de materia orgánica separada como lodo [kg DBO/año];

R: cantidad de CH_4 recuperado [kg CH_4/año].

Las emisiones de CH_4 provenientes del tratamiento y la eliminación de aguas residuales domésticas se calculan a partir de los datos de población, que se multiplican por la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) per cápita y por el factor de corrección industrial, obteniéndose el total de materia orgánica en las aguas residuales domésticas, el cual es el DA principal empleado en la estimación de emisiones. A este total se le resta la materia orgánica separada como lodo, que se trata aparte. Luego, se multiplica la cantidad de materia orgánica resultante por la sumatoria del producto entre la fracción de materia orgánica descargada a los distintos tipos de tratamiento y los FE correspondientes a cada tipo de tratamiento. Estos FE se obtienen multiplicando la capacidad máxima de generación de CH_4 por los factores de corrección de CH_4 para cada tipo de tratamiento. Finalmente, a las emisiones resultantes se les descuenta la cantidad de CH_4 recuperado.

De acuerdo con datos locales se consideran cuatro tipos de tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas:

- Red pública, cloacas a planta de tratamiento.
- Cámara séptica y pozo ciego.
- Pozo ciego.
- Hoyo o excavación en la tierra, hogares sin baño.

Por falta de datos locales se realizan los siguientes supuestos:

- Las plantas públicas de tratamiento de efluentes domésticos se encuentran mal operadas o sobrecargadas.
- Las letrinas son de uso múltiple.

- No existe lodo separado y tratado aparte.
- No existe recuperación de CH_4.

Factor de emisión

Los FE de CH_4 correspondientes a cada tipo de tratamiento se obtienen multiplicando la capacidad máxima de generación de CH_4 por los factores de corrección de CH_4 para cada tipo de tratamiento.

Las descargas de materia orgánica se clasifican de acuerdo con el tipo de tratamiento, de la siguiente manera:

- Descarga tipo A: planta de tratamiento centralizado aeróbico, mal operada, sobrecargada.
- Descarga tipo B: sistema séptico, la mitad de la DBO se decanta en tanques anaeróbicos.
- Descarga tipo C: letrina. Este tipo de tratamiento distingue dos FE según: clima seco, capa freática más baja que la letrina, uso comunitario (muchos usuarios) y clima húmedo/descarga por agua, capa freática más alta que la letrina. Se tuvo en consideración el criterio de regiones climáticas IPCC.
- Descarga tipo D: letrina, extracción frecuente de sedimentos para abono.

Por su parte, las emisiones de N_2O provenientes del tratamiento y la eliminación de aguas residuales domésticas se calculan a partir de los datos de población, que se multiplican por el consumo per cápita de proteínas, por la fracción de nitrógeno en las proteínas, por el factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales y por el factor para las proteínas industriales y comerciales coeliminadas en los sistemas de alcantarillado. Al resultado obtenido, luego se le resta el nitrógeno separado con el lodo residual para así obtener la cantidad total de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales domésticas, el cual es el DA empleado en la estimación de emisiones. Finalmente, a esta cantidad de nitrógeno se la multiplica por el FE para las emisiones de N_2O provenientes de la eliminación en aguas residuales domésticas y por el factor 44/28, que corresponde a la conversión de masa de N_2O-N en masa de N_2O. Para este cálculo se emplean las ecuaciones 6.7 y 6.8 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 912. Parámetros y factores de emisión para la categoría 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
B_o	Capacidad máxima de producción de CH_4	kg CH_4/kg DBO	0,60	IPCC 2006 – Página 6.12	Único
FE_A	Factor de emisión de CH_4 para descarga tipo A	kg CH_4/kg DBO	0,18	IPCC 2006 – Ecuación 6.2	Calculado
MCF_A	Factor de corrección de CH_4 para descarga tipo A	adimensional	0,3	IPCC 2006 – Cuadro 6.3	Valor medio
FE_B	Factor de emisión de CH_4 para descarga tipo B	kg CH_4/kg DBO	0,3	IPCC 2006 – Ecuación 6.2	Calculado
MCF_B	Factor de corrección de CH_4 para descarga tipo B	adimensional	0,5	IPCC 2006 – Cuadro 6.3	Único
FE_{Cs}	Factor de emisión de CH_4 para descarga tipo C con clima seco	kg CH_4/kg DBO	0,3	IPCC 2006 – Ecuación 6.2	Calculado
FE_{Ch}	Factor de emisión de CH_4 para descarga tipo C con clima húmedo	kg CH_4/kg DBO	0,42	IPCC 2006 – Ecuación 6.2	Calculado
MCF_{Cs}	Factor de corrección de CH_4 para descarga tipo C, clima seco	adimensional	0,5	IPCC 2006 – Cuadro 6.3	Valor medio
MCF_{Ch}	Factor de corrección de CH_4 para descarga tipo C, clima húmedo	adimensional	0,7	IPCC 2006 – Cuadro 6.3	Valor medio
FE_D	Factor de emisión de CH_4 para descarga tipo D	kg CH_4/kg DBO	0,06	IPCC 2006 – Ecuación 6.2	Calculado
MCF_D	Factor de corrección de CH_4 para descarga tipo D	adimensional	0,1	IPCC 2006 – Cuadro 6.3	Único
$FE_{EFLUENTE}$	Factor de emisión para las emisiones de N_2O provenientes de la eliminación en aguas servidas	kg N_2O-N/kg N	0,005	IPCC 2006 – Página 6.28	Único

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

En las tablas a continuación se encuentran los parámetros utilizados para la estimación del DA.

Tabla 913. Ecuaciones y parámetros para el cálculo de datos de actividad de la categoría 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas

Parámetro	Definición	Ecuación / Fuente	Unidades
TOW	Total de materia orgánica en las aguas residuales domésticas	IPCC 2006 – ecuación 6.3	kg DBO/año
P	Población del país	INDEC	habitantes
$N_{EFLUENTE}$	Cantidad total de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales	IPCC 2006 – ecuación 6.8	kg N/año
Proteína	Consumo per cápita de proteínas	FAO	kg proteína/habitante/año

Fuente: Elaboración propia

Tabla 914. Parámetros para el cálculo de datos de actividad de la categoría 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno per cápita	g DBO/persona/día	40	IPCC 2006 – Cuadro 6.4	América Latina – Valor medio
I	Factor de corrección para BOD industrial adicional eliminado en las cloacas	Adimensional	1	IPCC 2006 – Página 6.14	No es recolectado
F_{NPR}	Fracción de nitrógeno en las proteínas	kg N/kg proteína	0,16	IPCC 2006 – Página 6.28	Único
$F_{NON-CON}$	Factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales	Adimensional	1,10	IPCC 2006 – Cuadro 6.11	Países sin eliminación de basuras
$F_{IND-COM}$	Factor para las proteínas industriales y comerciales coeliminadas en los sistemas de alcantarillado	Adimensional	1,25	IPCC 2006 – Cuadro 6.11	Único
N_{LODO}	Nitrógeno separado con el lodo residual	kg N/año	0	IPCC 2006 – Página 6.28	-

Fuente: Elaboración propia

Total de materia orgánica en las aguas residuales domésticas: Se calcula a partir de los datos de población, la demanda bioquímica de oxígeno per cápita y el factor de corrección para DBO industrial adicional eliminado en las cloacas. Para el

período 1990-2022, la serie temporal de datos de población se construye sobre la base de los censos nacionales de población para los años 1991, 2001, 2010 y 2022, realizados por el INDEC.

Para completar la serie temporal, se realiza una extrapolación para el año 1990, e interpolaciones lineales en los períodos 1992-2000 y 2002-2009. Para el periodo 2011-2021 se utilizaron datos de proyecciones de población realizadas por el INDEC.

Porcentaje de descarga de materia orgánica por tipo de tratamiento: La serie temporal de datos de porcentaje de descarga por tipo de tratamiento se construye sobre la base de los censos nacionales de población para los años 2001, 2010 y 2022, realizados por el INDEC, en los cuales se informan las cantidades de viviendas que poseen cada tipo de descarga. Para el periodo 1990-2001 se utilizaron los datos del año 2001. Para el periodo 2002-2009 se realizó una interpolación lineal de los datos de los años 2001 y 2010. Para el periodo 2011-2021, se realizó una interpolación lineal de los datos de los años 2010 y 2022.

Cantidad de materia orgánica separada como lodo: Se considera nula a lo largo de toda la serie temporal debido a que se asume que no existe lodo separado y tratado aparte.

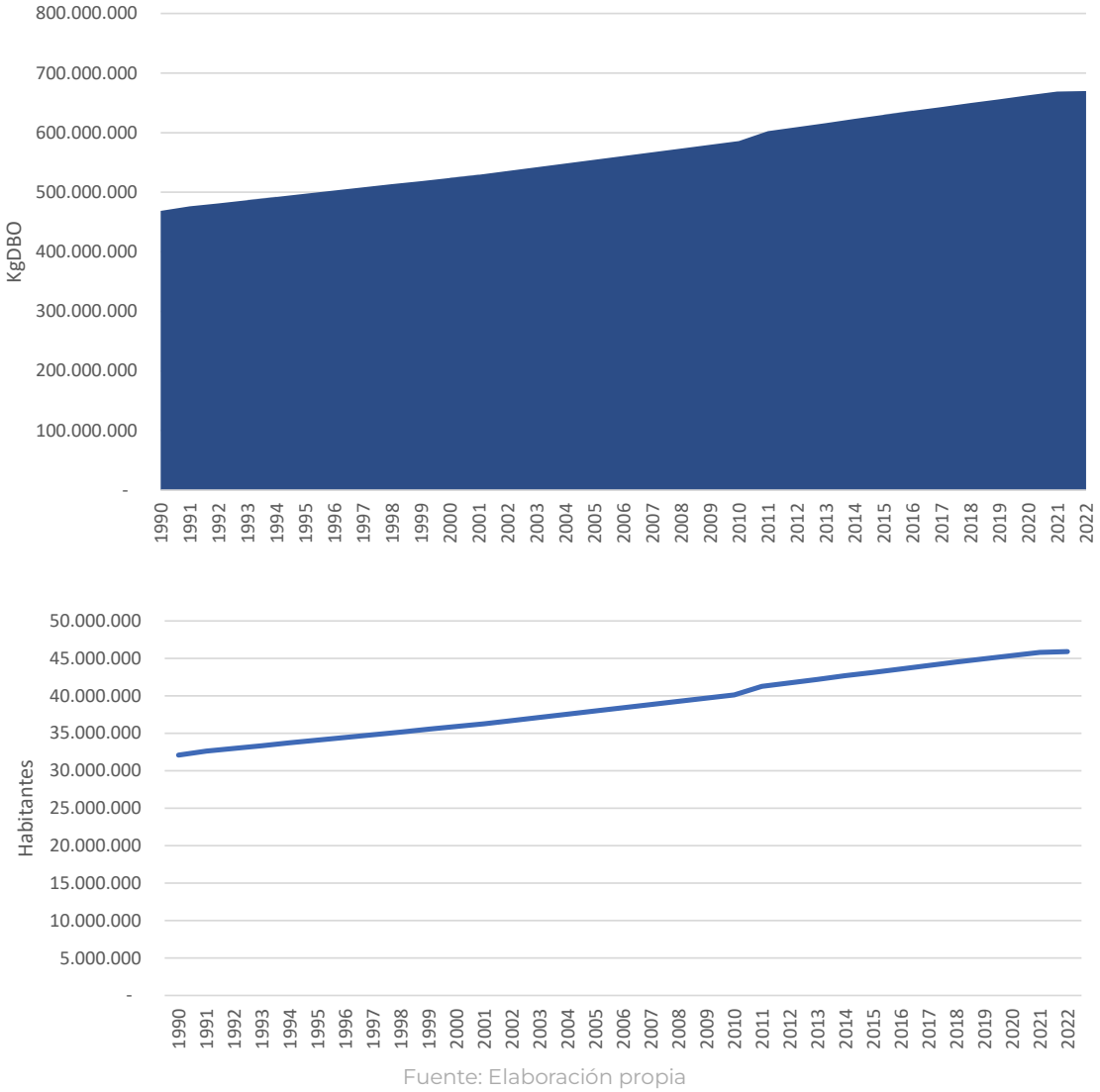
Cantidad de CH_4 recuperado: Se considera nula a lo largo de toda la serie temporal debido a que se asume que no existe recuperación de CH_4.

Cantidad total de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales: Se calcula a partir de los datos de población, de consumo per cápita de proteínas, la fracción de nitrógeno en las proteínas, el factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales, el factor de las proteínas industriales y comerciales coeliminadas en los sistemas de alcantarillado, y el nitrógeno separado con el lodo residual. La serie temporal de datos de población se construye tal como se explica en “total de materia orgánica en las aguas residuales domésticas”. La serie temporal de datos de consumo per cápita de proteínas se construye sobre la base de las estadísticas publicadas en el Balance Alimenticio de la FAO para el periodo 1990-2022. Los últimos datos disponibles en la fuente de información mencionada abarcan únicamente el período 2010-2021. Para el año 2022 se replicaron los datos del 2021.

Cantidad de nitrógeno separado con el lodo residual: Se toma el valor por defecto provisto en las Directrices del IPCC de 2006 (igual a 0) a lo largo de toda la serie temporal debido a que se asume que no existe lodo separado ni tratado.

Los resultados de evolución de la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales domésticas en kilogramos de DBO entre los años 1990 y 2022 se muestran en los gráficos a continuación. En ellos se observa que la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales domésticas sigue el crecimiento de la población del país.

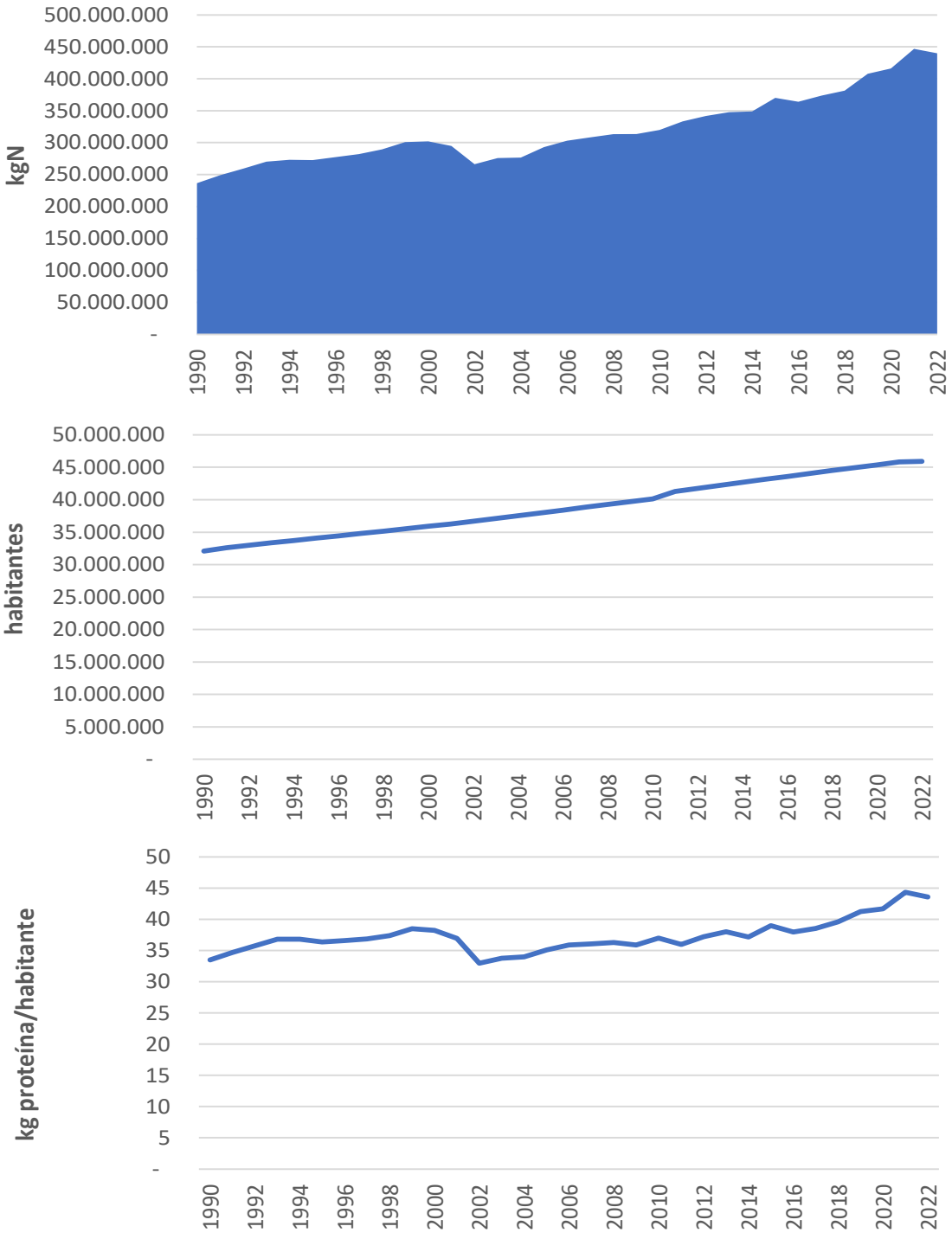
Figura 452. Evolución de la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales domésticas 5D1 (1990-2022)



Fuente: Elaboración propia

Por su parte, la cantidad de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales sigue el crecimiento poblacional del país y el comportamiento del consumo per cápita de proteínas, el cual decae en el año 2002 debido a una crisis económica que modificó la estructura de la alimentación de la población continuando con una tendencia creciente en los años subsiguientes.

Figura 453. Evolución de la cantidad de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales – 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los porcentajes de descarga de materia orgánica correspondientes a cada tipo de tratamiento, estos varían a lo largo de la serie temporal. Los resultados de los censos nacionales de población para los años 2001 y 2010 muestran un crecimiento del porcentaje de descarga de materia orgánica tipo A y C, y una disminución del tipo D. Con respecto a los resultados del censo de población del

año 2022, se observa un aumento del porcentaje de descarga de materia orgánica del tipo A con la consecuente disminución de los demás tipos de descarga.

Tabla 915. Porcentajes de descarga de materia orgánica por tipo de tratamiento

Año	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo A	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo B	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo C	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo D
2001	43%	25%	12%	20%
2010	52%	25%	18%	5%
2022	60%	22%	16%	2%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 916. Datos de actividad de la categoría 5D1 (2022)

Provincia	Materia orgánica en aguas residuales domésticas (kg DBO)	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo A	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo B	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo C	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo D
CABA	45.576.922	99%	1%	0%	0%
Buenos Aires	255.850.342	59%	22%	18%	1%
Catamarca	6.271.605	52%	32%	14%	3%
Chaco	16.492.248	32%	34%	28%	5%
Chubut	8.652.267	81%	11%	7%	1%
Córdoba	56.077.213	45%	44%	9%	2%
Corrientes	17.705.362	61%	18%	18%	3%
Entre Ríos	20.813.439	78%	10%	10%	1%
Formosa	8.868.317	41%	31%	22%	5%
Jujuy	11.849.521	66%	13%	17%	3%
La Pampa	5.283.141	67%	22%	10%	0%
La Rioja	5.604.429	59%	28%	12%	1%
Mendoza	29.835.684	67%	19%	12%	2%
Misiones	18.671.546	25%	40%	26%	9%
Neuquén	10.377.884	76%	14%	9%	1%
Río Negro	10.961.213	67%	19%	12%	2%
Salta	21.043.725	69%	13%	13%	5%
San Juan	12.013.654	47%	30%	20%	3%
San Luis	7.914.207	74%	16%	9%	1%
Santa Cruz	4.923.500	80%	12%	8%	1%

Provincia	Materia orgánica en aguas residuales domésticas (kg DBO)	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo A	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo B	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo C	Porcentaje de descarga de materia orgánica tipo D
Santa Fe	51.755.657	59%	19%	21%	1%
Santiago del Estero	15.489.228	27%	34%	32%	6%
Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur	2.711.687	90%	5%	3%	2%
Tucumán	25.284.572	53%	22%	23%	3%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 917. Datos de actividad de la categoría 5D1 (2022) (cont.)

Provincia	Materia orgánica separada como lodo (kg DBO)	CH_4 recuperado (kg CH_4)	Nitrógeno en efluentes de aguas residuales (kg N)	Nitrógeno separado con el lodo residual (kg N)
CABA	-	-	29.922.845	-
Buenos Aires	-	-	167.974.704	-
Catamarca	-	-	4.117.528	-
Chaco	-	-	10.827.738	-
Chubut	-	-	5.680.516	-
Córdoba	-	-	36.816.653	-
Corrientes	-	-	11.624.190	-
Entre Ríos	-	-	13.664.751	-
Formosa	-	-	5.822.361	-
Jujuy	-	-	7.779.625	-
La Pampa	-	-	3.468.567	-
La Rioja	-	-	3.679.504	-
Mendoza	-	-	19.588.171	-
Misiones	-	-	12.258.523	-
Neuquén	-	-	6.813.444	-
Río Negro	-	-	7.196.420	-
Salta	-	-	13.815.942	-
San Juan	-	-	7.887.384	-
San Luis	-	-	5.195.954	-

Provincia	Materia orgánica separada como lodo (kg DBO)	CH_4 recuperado (kg CH_4)	Nitrógeno en efluentes de aguas residuales (kg N)	Nitrógeno separado con el lodo residual (kg N)
Santa Cruz	-	-	3.232.450	-
Santa Fe	-	-	33.979.400	-
Santiago del Estero	-	-	10.169.220	-
Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur	-	-	1.780.318	-
Tucumán	-	-	16.600.206	-

Fuente: Elaboración propia

Los valores de población y de consumo per cápita de proteínas empleados en el cálculo de emisiones del año 2022 son presentados en el Anexo Población y consumo de proteína per cápita.

Análisis de incertidumbre

Tabla 918. Incertidumbre de la categoría 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (2022)

Código Categoría	Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia CO_2
	CH_4	N_2O			
5D1	16,5%	43,8%	4,49E-06%	2%	0,02%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices 2006 del IPCC, aplicando el método de PLE.

Para cada una de las fuentes de emisión de CH_4 y N_2O se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[415], se realizaron los controles de calidad de los DA, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

- Controlar que el total de la población de cada distrito sea igual al total reportado en la fuente original del mismo año.
- Controlar que el total de los porcentajes de cada tipo de descarga para cada distrito sea igual a 100%.

[415] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

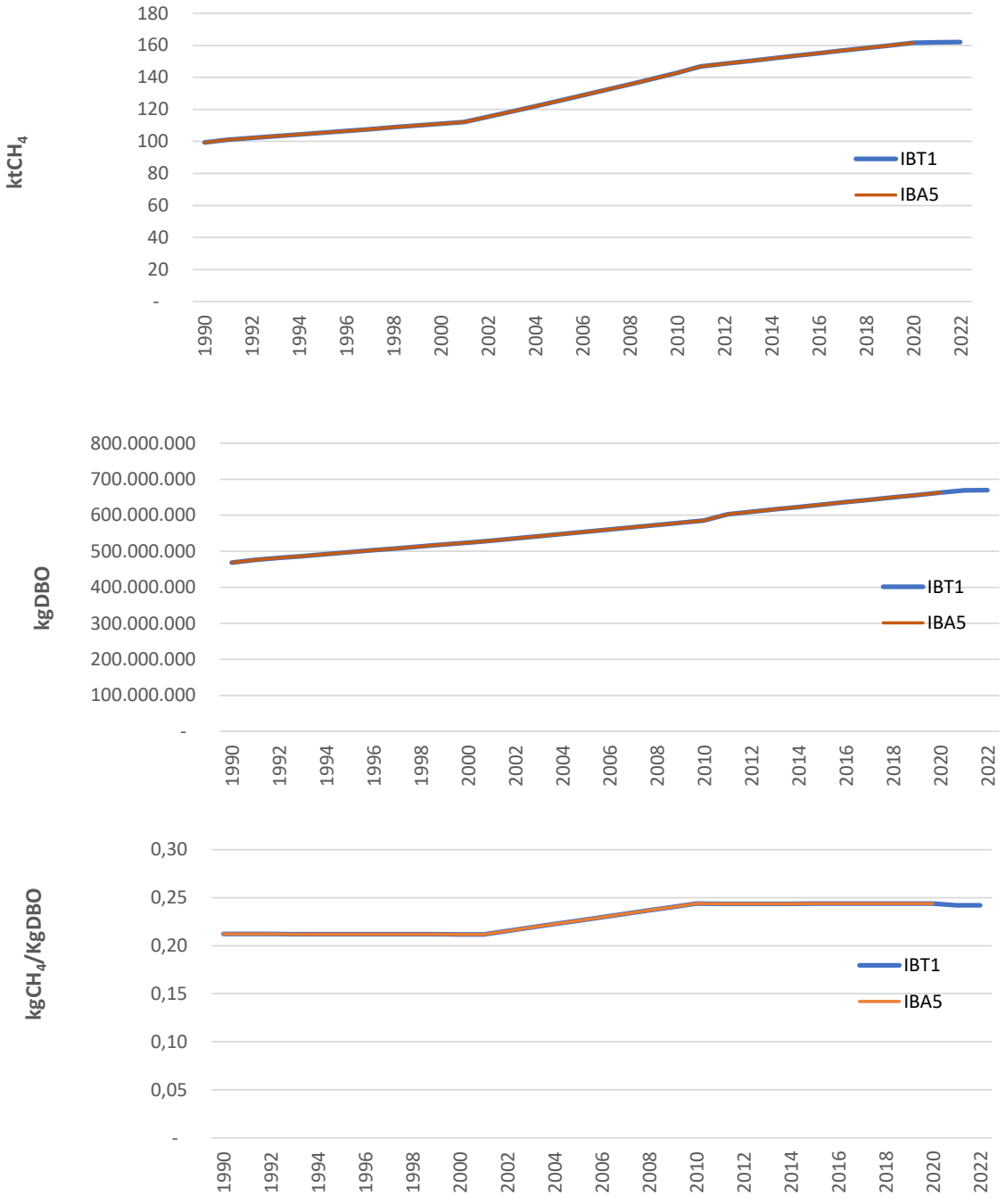
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

Se mejoraron los porcentajes de descarga por materia orgánica para la serie temporal 2011 a 2021 donde se realizó una interpolación lineal a partir de los datos obtenidos en el censo 2022 reportados por el INDEC.

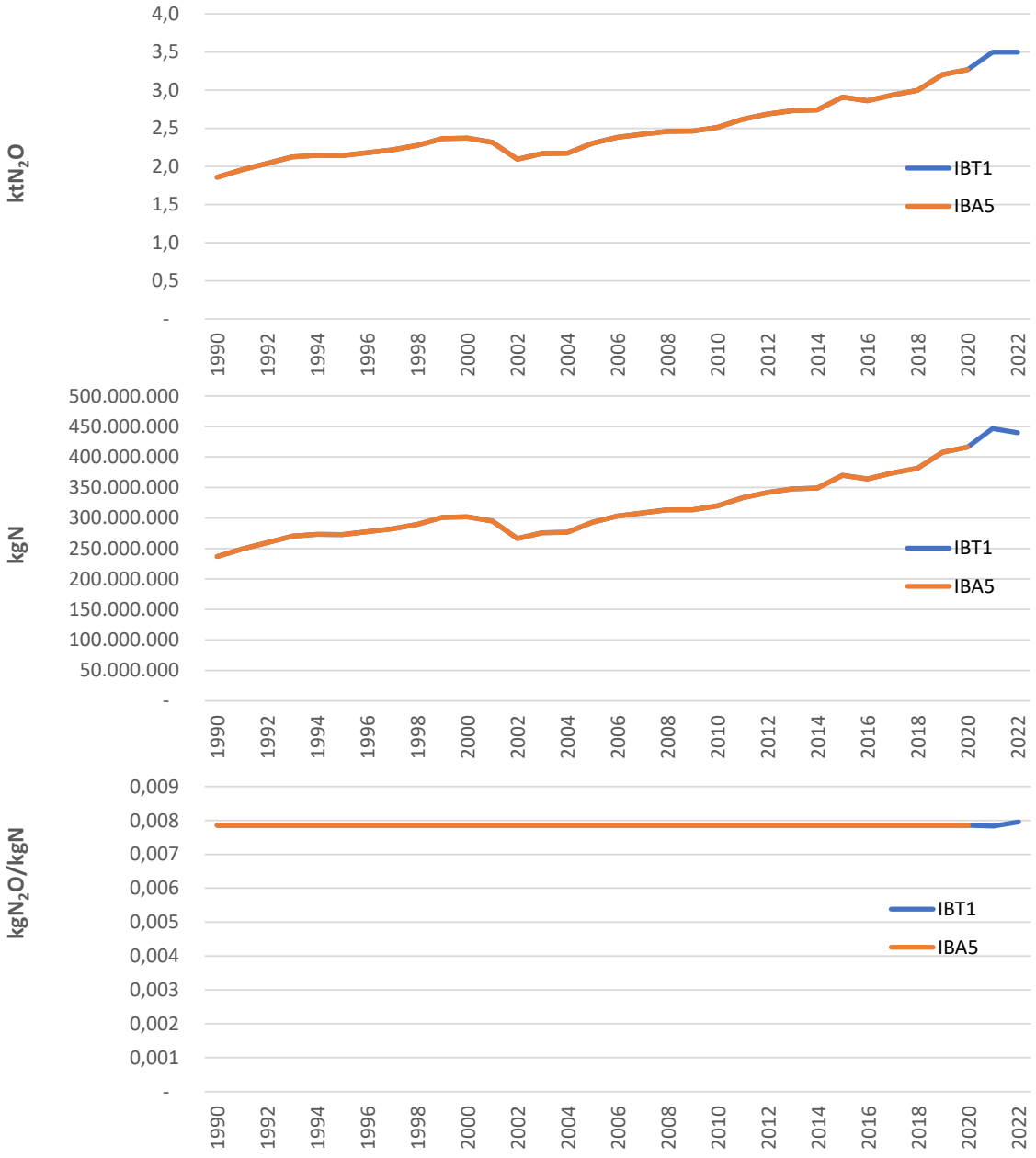
Se ajustaron los valores de GWP según el AR5.

Figura 454. Comparativa tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5D1 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 455. Comparativa tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 5D1 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

Anexo Población y consumo de proteína per cápita

En la tabla a continuación se encuentran los parámetros utilizados para la estimación del DA de la categoría 5D1.

Tabla 919. Valores de población y de consumo per cápita de proteínas (2022)

Provincia	Población (habitantes)	Consumo per cápita de proteínas (kg proteína/habitante)
CABA	3.121.707	43,57
Buenos Aires	17.523.996	43,57
Catamarca	429.562	43,57
Chaco	1.129.606	43,57
Chubut	592.621	43,57
Córdoba	3.840.905	43,57
Corrientes	1.212.696	43,57
Entre Ríos	1.425.578	43,57
Formosa	607.419	43,57
Jujuy	811.611	43,57
La Pampa	361.859	43,57
La Rioja	383.865	43,57
Mendoza	2.043.540	43,57
Misiones	1.278.873	43,57
Neuquén	710.814	43,57
Río Negro	750.768	43,57
Salta	1.441.351	43,57
San Juan	822.853	43,57
San Luis	542,069	43,57
Santa Cruz	337.226	43,57
Santa Fe	3.544.908	43,57
Santiago del Estero	1.060.906	43,57
Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur	185.732	43,57
Tucumán	1.731.820	43,57

Fuente: Elaboración propia

Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 920. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
5D2	Aguas residuales industriales	Emisiones provenientes del tratamiento *in situ* de aguas residuales industriales correspondientes a los sectores de: refinación de petróleo, hierro y acero, productos químicos, celulosa y papel y alimentos y bebidas. Se deben restar las emisiones correspondientes al lodo separado y al CH_4 recuperado.		Nivel 1	NE

Fuente: Elaboración propia

Se calculan emisiones de CH_4 provenientes del tratamiento *in situ* de aguas residuales industriales. No se estiman las emisiones de N_2O ya que no se dispone de FE por defecto.

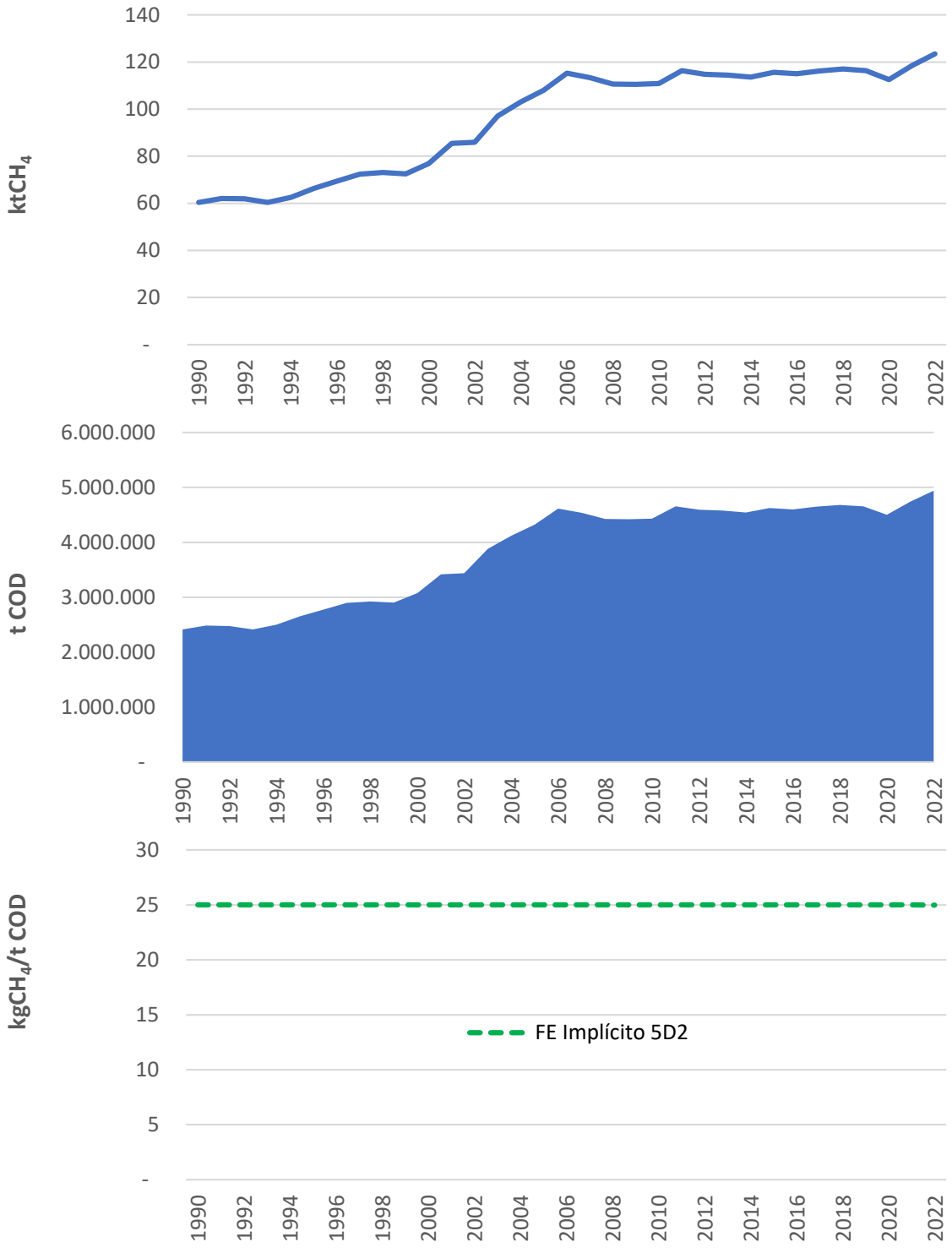
No es categoría principal por nivel para el año 2022.

No es categoría principal por tendencia para el año 2022.

Tendencia de las emisiones de GEI

La tendencia de las emisiones de CH_4 responde directamente al total de materia orgánica en las aguas residuales industriales, la cual es el principal DA empleado en la estimación de emisiones. Por este motivo, el FE implícito se mantiene constante a lo largo de toda la serie temporal.

Figura 456. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5D2 (1990-2022)

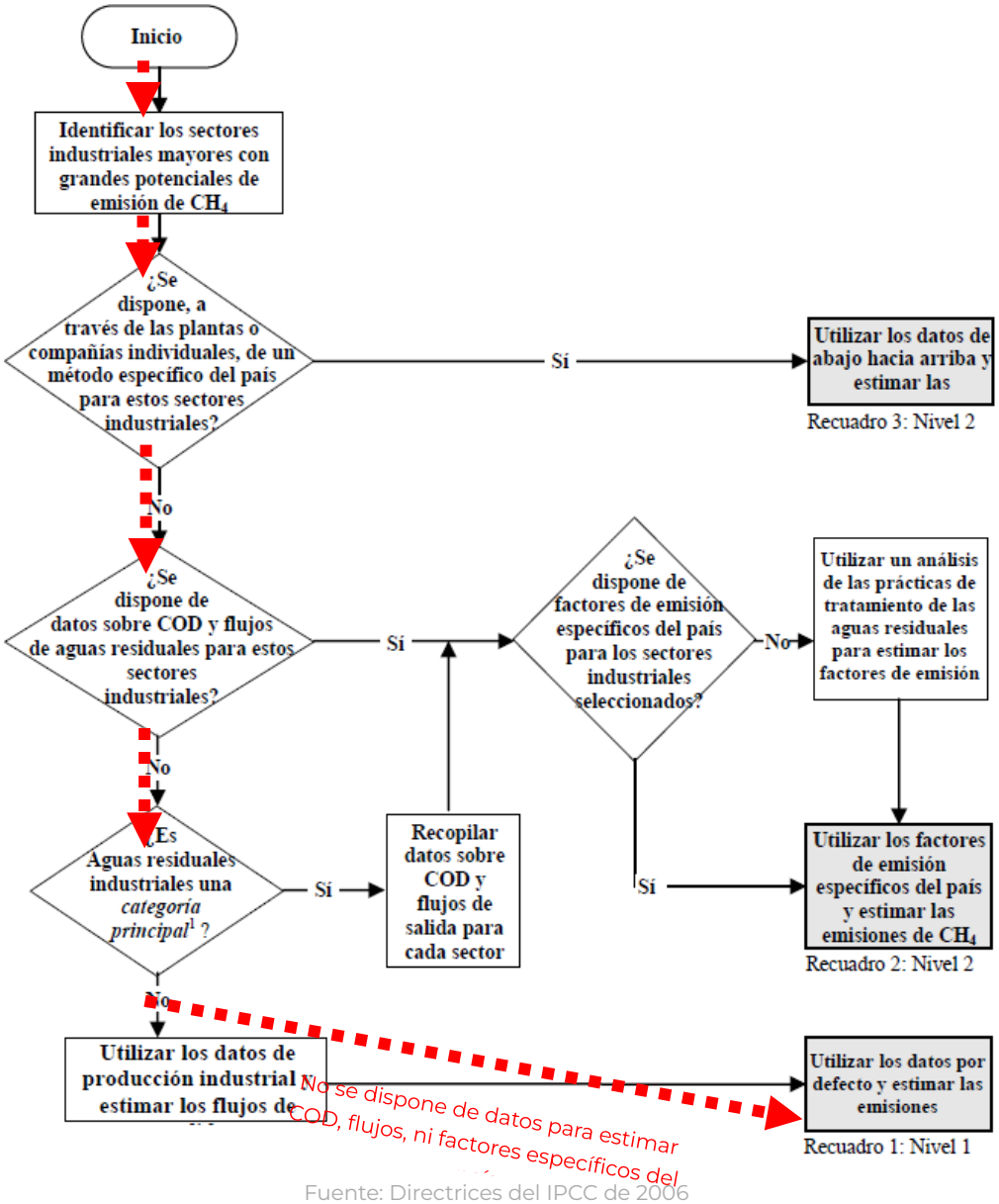


Fuente: Elaboración propia

Metodología

Método de cálculo

Ilustración 117. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH_4 procedentes de las aguas residuales industriales



Fuente: Directrices del IPCC de 2006

El cálculo de emisiones de CH_4 provenientes del tratamiento *in situ* de aguas residuales industriales se realiza con el método de cálculo Nivel 1 debido a que no se dispone de DA y FE específicos del país. Los únicos datos locales disponibles son los siguientes:

- La cantidad de aguas residuales generadas por unidad de producto y la demanda química de oxígeno (DQO) por metro cúbico de agua residual correspondiente a la producción de carne aviar, producción primaria de leche, y a la producción pesquera.

- La cantidad de aguas residuales generadas por unidad de producto por la producción de carne vacuna.
- La DQO por metro cúbico de agua residual correspondiente a la producción de acero crudo.

Las estimaciones de las emisiones se realizaron utilizando las ecuaciones 6.4, 6.5 y 6.6 de las Directrices del IPCC de 2006.

Factor de emisión

Los FE de cada sector industrial se calculan como el promedio ponderado de los FE correspondientes a los distintos tipos de tratamiento empleados en dicho sector. Estos FE se obtienen multiplicando la capacidad máxima de generación de CH_4 por los factores de corrección de CH_4 para cada tipo de tratamiento.

Por falta de datos locales se realizaron las siguientes suposiciones:

- Todas las aguas residuales industriales son descargadas al mar, río o lago.
- No existe lodo separado y tratado aparte.
- No existe recuperación de CH_4.

Tabla 921. Parámetros y factores de emisión para la categoría 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
FE	Factor de emisión de CH_4 para descarga al mar, río o lago	kg CH_4/kg DQO	0,025	IPCC 2006 – ecuación 6.5	Calculado
B_o	Capacidad máxima de producción de CH_4	kg CH_4/kg DQO	0,25	IPCC 2006 – página 6.23	Único
MCF	Factor de corrección de CH_4 para descarga al mar, río o lago	Adimensional	0,1	IPCC 2006 – cuadro 6.8	Valor medio

Fuente: Elaboración propia

Datos de actividad

El DA es el total de materia orgánica en las aguas residuales industriales el cual se calcula a partir de los datos de producción de cada sector que se multiplican por la cantidad de aguas residuales generadas por unidad de producto y la DQO por metro cúbico de agua residual correspondientes.

Sólo se disponen de DA desagregados por provincia para la producción de azúcar. Para el resto de las producciones, los DA se proporcionan a nivel nacional.

Tabla 922. Parámetros para el cálculo de datos de actividad de la categoría 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Parámetro	Definición	Ecuación / Fuente	Unidades
TOW_i	Total de materia orgánica en las aguas residuales del sector industrial i	IPCC 2006 – ecuación 6.6	kg DQO/año
P_i	Producción del sector industrial i	Dato local	tonelada producto/año
W_i	Cantidad de aguas residuales generadas por el sector industrial i	Dato local IPCC 2006 – cuadro 6.9 GBP IPCC 2000 – cuadro 5.4 Manual de referencia IPCC 1996 – tabla 6.6	m^3/tonelada producto
DQO_i	Demanda química de oxígeno de las aguas residuales generadas por el sector industrial i	Dato local IPCC 2006 – cuadro 6.9 GBP IPCC 2000 – Cuadro 5.4	kg DQO/m^3

Fuente: Elaboración propia

Los valores de los parámetros empleados para el cálculo de DA son presentados en el Anexo Parámetros y DA por industria.

Total de materia orgánica en las aguas residuales de refinerías de petróleo: Se calcula a partir de datos de producción de coque y petróleo. Para el período 1990-2022 se toman los valores de producción de coque y petróleo informados en los BEN. Éstos reportan la producción en unidades de energía (ktep), la cual se convierten a unidades de masa (toneladas) empleando los PCI correspondientes (6.800 kcal/kg para el coque y 10.000 kcal/kg para el petróleo, respectivamente), informados en el Documento Metodológico del BEN 2015.

Total de materia orgánica en las aguas residuales de la industria de hierro y acero: Se calcula a partir de los datos de producción de acero crudo. Para el período 1990-2022 se toman los valores de producción de acero crudo publicados por la CAA.

Total de materia orgánica en las aguas residuales de la industria de productos químicos: Se calcula a partir de los datos de producción de jabones y detergentes, plásticos y resinas, y químicos orgánicos.

Se utilizan los datos de producción de jabones y detergentes reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC para el periodo 1996-2022. Para el período 1990-1995 se utiliza el valor del año 1996. Los DA se construyen a partir de la suma de las siguientes producciones:

- Jabones: que incluye jabones de tocador (líquido y en panes) y jabones de lavar.
- Detergentes y limpiadores: que incluye detergentes en polvo, líquidos y de uso industrial; limpiadores abrasivos y no abrasivos, limpiadores líquidos y lavavajillas; y lavandinas.
- Otros artículos: que incluye suavizantes, aprestos y glicerina.

Se utilizan los datos de producción de resinas y plásticos de los reportes "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina" para el periodo 1993-2022. Para el período 1990-1992 se utiliza el valor del año 1993. Los DA se construyen a partir de la sumatoria de la producción de ABS, Acetato de n-butilo, Acetato de etilo, Acetato de vinilo, Butadieno, Caucho Acrilonitrilo-butadieno, Caucho Estireno Butadieno, Caucho Etileno-Propileno, Caucho Polibutadieno, Caucho Policloropreno, Caucho Poliisopreno, Copolímero EVA, Nylon 6, Nylon 66, Policloruro de Vinilo, Poliestireno C y A I, Poliestireno Expandible, Polietileno Alta Densidad, Polietileno B.D.Conv., Polietileno B. D. Lineal, Poliisobuteno, Polipropileno, Polietileno tereftalato (PET) - Uso Envase, PET - Uso Textil, Resinas Acetal, Resinas Policarbonato, Estireno Acrilo-Nitrilo (SAN, por sus siglas en inglés) y Caucho natural.

Se utilizan los datos de producción de químicos orgánicos de los reportes "Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina" para el periodo 1991-2022. Para el año 1990 se utiliza el valor del año 1991. Los DA se construyen a partir de la sumatoria de la producción de Acetaldehído, Acetona, Ácido acético, Ácido acrílico y sus ésteres, Ácido adípico, Ácido benzoico, Ácido cítrico, Ácido 2-etilhexanoico, Ácido fórmico, Ácido fumárico, Ácido nítrico, Ácido oxálico, Ácido salicílico, Ácido tereftálico, Acrilonitrilo, Alcoholes C7 a C13, Alcohol polivinílico, Alquilbenceno lineal, Amoníaco, Anhídrido acético, Anhídrido ftálico, Anhídrido maleico, Benceno, Bisfenol A, i-Butanol, n-Butanol, Butanol Secundario, Buteno-1, Butil Hidroxi Tolueno, Caprolactama, Caucho Butilo, Cianuro de Sodio, Ciclohexano, Ciclohexanona, Cloroformo, Cloruro de Amonio, Cloruro de Metileno, Cloruro de Vinilo, Concentrado Urea-Formol, Dicloruro de Etileno, Dietilenglicol, Di-Isocianato de Difenilmetano, Di-Isocianato de Tolueno, N, N-Dimetilformamida, Epiclorhidrina, Estireno, Etanolaminas, Eteres Glicólicos, Etilbenceno, Etilenglicol, Etileno, Fenol, Formaldehído 37%, Fosfato Diamónico, Fosfato Monoamónico, Glutamato Monosódico, Hexametilendiamina, Hexametilentetramina, Hexeno, Hexilenglicol, Isopropanol, Melamina, Metacrilato de Metilo, Metanol, Metilato de Sodio, Metil Etil Cetona, Metil Isobutil Carbinol, Metil Isobutil Cetona, Metionina, Monoisopropilamina, MTBE, Naftaleno, Negro de Humo, Nitrato de Amonio, Nonilfenol, Octeno, Óxido de Etileno, Óxido de Propileno, Paraformaldehído (92%), Pentaeritritol, Polietilenglicoles, Polioxi Propilenglicoles, Propilenglicol, Resorcina, Solvente Aromático Pesado, Sulfato de Amonio, Sulfuro de Carbono, Tetracloroetileno, Tetracloruro de Carbono, Tiosulfato de amonio, Tolueno, 1,1,1-Tricloroetano, Tricloroetileno, Trietilenglicol, Urea-Nitrato de Amonio (UAN, por sus siglas en inglés), Urea, o-Xileno, p-Xileno, Xilenos Mezcla, Carburo de Calcio, Ácido sulfúrico 98%, Ácido tartárico, Agua oxigenada, Borax 10, Carbonato de sodio, Cloro, Dióxido de Titanio, Furfural, Gelatina, Hidróxido de sodio, Parafina y Ácido Nítrico.

Total de materia orgánica en las aguas residuales de la industria de celulosa y papel: Se calcula a partir de los datos de producción de papel. Para el periodo 1990-2022 se utilizan los datos de producción de papel reportados en la Estadística de

Productos Industriales del INDEC. Los DA se construyen a partir de la suma de las siguientes producciones:

- Papel para embalaje.
- Papel para uso sanitario y otros usos.
- Papel para diarios e impresión.

Total de materia orgánica en las aguas residuales de alimentos y bebidas: Se calcula a partir de los datos de producción de aceites oleaginosos, amargos, bitters y fernets, aperitivos vermouths y quinados, azúcar, carne aviar, porcina, ovina y vacuna, cerveza, etanol de caña y de maíz, gaseosas, producción primaria de leche, licores dulces, limón, mandarina, naranja y pomelo, otras bebidas espirituosas, vino y whisky, y de producción pesquera.

Se utilizan los datos de producción de aceites oleaginosos reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC para el periodo 1990-2022. Los DA se construyen a partir de la suma de las siguientes producciones:

- Aceite de soja.
- Aceite de girasol.
- Otros aceites.

Se utilizan los datos de producción de:

- Amargos, bitters y fernets reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC para el periodo 1996-2022. Para el período 1990-1995 se utiliza el valor del año 1996.
- Aperitivos vermouths y quinados reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC para el periodo 1996-2022. Para el período 1990-1995 se utiliza el valor del año 1996.
- Azúcar informados por el Centro Azucarero Argentino para el periodo 1990-2022.
- Carne aviar y carne porcina informados por la SAGyP para el periodo 1990-2022.
- Carne ovina informados por la Coordinación de Análisis Pecuario de la SAGyP para el periodo 2009-2022. Para el período 1990-2008 la producción de carne ovina fue calculada a partir de las existencias de ganado ovino. Para ello, se consideró la relación faena/ cabezas de ganado ovino entre los años 2009 y 2022, años para los que sí hay datos de faena. Esta relación se la multiplicó por los datos de cabeza de ganado ovino para cada uno de los años del periodo 1990 – 2008 con el objetivo de estimar la faena. Los valores de cabeza de ganado son provistos por la SAGyP para el período 1990-2007 y por el SENASA para el período 2008-2022.
- Carne vacuna brindados por la SAGyP para el período 1990-2022.
- Cerveza reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC para el periodo 1990-2009. Se realiza una regresión lineal de la producción histórica para estimar los valores de producción del período 2010-2022.
- No se cuenta con datos de producción de etanol de caña de azúcar para el período 1990-2008. Para el periodo 2009-2022 se utilizan los datos de producción de etanol de caña de azúcar reportados en las Estadísticas de Biocombustibles de la SE. Para el caso de etanol de maíz se utiliza la misma fuente a partir del año 2012 dado que no se cuenta con datos anteriores.
- Gaseosas, reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC para el periodo 1990-2022.

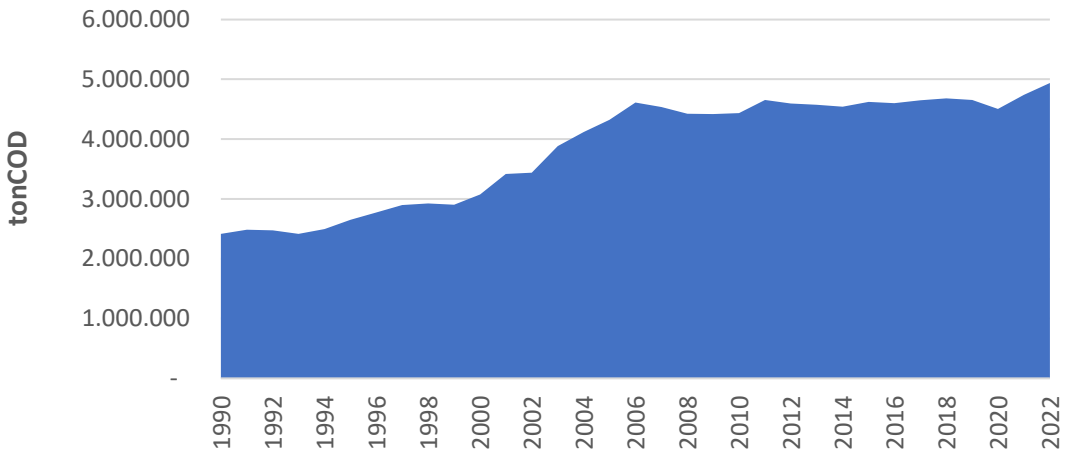
- Producción primaria de leche que reporta SAGyP para el periodo 1990-2022.
- Licores dulces reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC para el periodo 1996-2022. Para el período 1990-1995 se utiliza el valor del año 1996.
- Limón, mandarina, naranja y pomelo que reporta la Federcitrus para el periodo 1990-2022.
- Otras bebidas espirituosas reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC para el periodo 1996-2014. Para el período 1990-1995 se utiliza el valor del año 1996. Para el período 2015-2022, la producción de otras bebidas espirituosas se reporta de manera agregada con la producción de whisky.
- Whisky reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC para el periodo 1996-2022. Para el período 1990-1995 se utiliza el valor del año 1996.
- Producción pesquera que reportan las Estadísticas Pesqueras respecto de los desembarques de la SAGyP para el periodo 1990-2022.
- Vino reportados en la Estadística de Productos Industriales del INDEC para el periodo 1990-2022.

Cantidad de materia orgánica separada como lodo: Se considera nula a lo largo de toda la serie temporal ya que no se cuenta con estadística.

Cantidad de CH_4 recuperado: Se considera nulo a lo largo de toda la serie temporal ya que no se cuenta con estadística.

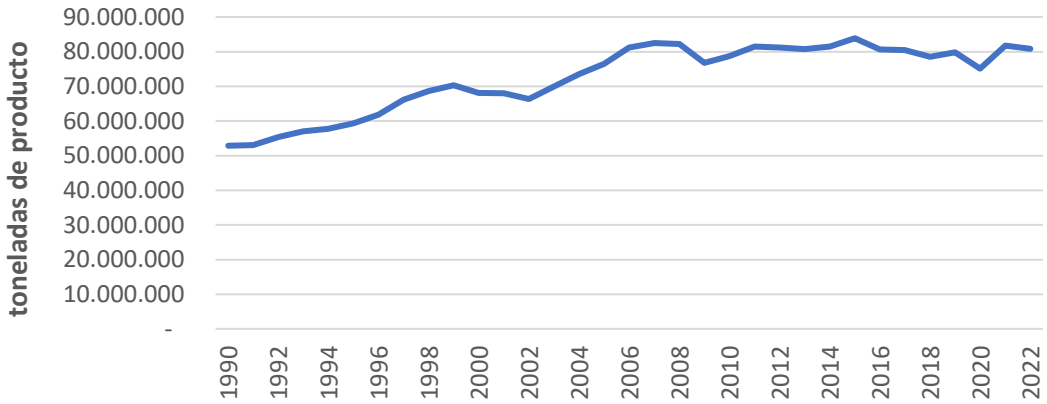
La cantidad de materia orgánica en las aguas residuales industriales sigue la tendencia del nivel de producción de las industrias del país.

Figura 457. Evolución de la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales industriales 5D2



Fuente: Elaboración propia

Figura 458. Evolución de toneladas de producto para el cálculo de aguas residuales industriales 5D2



Fuente: Elaboración propia

Tabla 923. Datos de actividad de la categoría 5D2 (2022)

Categoría	Materia orgánica en aguas residuales industriales (tonelada DQO)	Materia orgánica separada como lodo (tonelada DQO)	CH_4 recuperado (tonelada CH_4)
Aguas residuales industriales: Refinerías de Petróleo	14.986	-	-
Aguas residuales industriales: Hierro y Acero	28	-	-
Aguas residuales industriales: Productos Químicos	1.041.739	-	-
Aguas residuales industriales: Celulosa y Papel	2.681.670	-	-
Aguas residuales industriales: Alimentos y Bebidas.	1.201.676	-	-

Fuente: Elaboración propia

La desagregación por sector industrial de los DA empleados en el cálculo de emisiones del año 2022 se presenta en el Anexo Parámetros y DA por industria. En este mismo anexo se incluyen también los valores de producción empleados para calcular la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales de cada sector.

Análisis de incertidumbre

Tabla 924. Incertidumbre de la categoría 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (2022)

Código Categoría	Incertidumbre combinada CH_4	Contribución a la varianza por categoría 2022	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia CO_2
5D2	75,7%	4,26E-05%	1,3%	0,02%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de incertidumbre se realizó utilizando la metodología establecida en las Directrices 2006 del IPCC, aplicando el método de PLE.

Para cada una de las fuentes de emisión de CH_4 y N_2O se aplicaron las incertidumbres por defecto establecidas en las Directrices del IPCC de 2006.

Control de calidad

Si bien se aplica flexibilidad para la presentación e implementación de planes de aseguramiento y control de calidad[416], se realizaron los controles de calidad de los DA, de los factores y parámetros por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 utilizados en el cálculo.

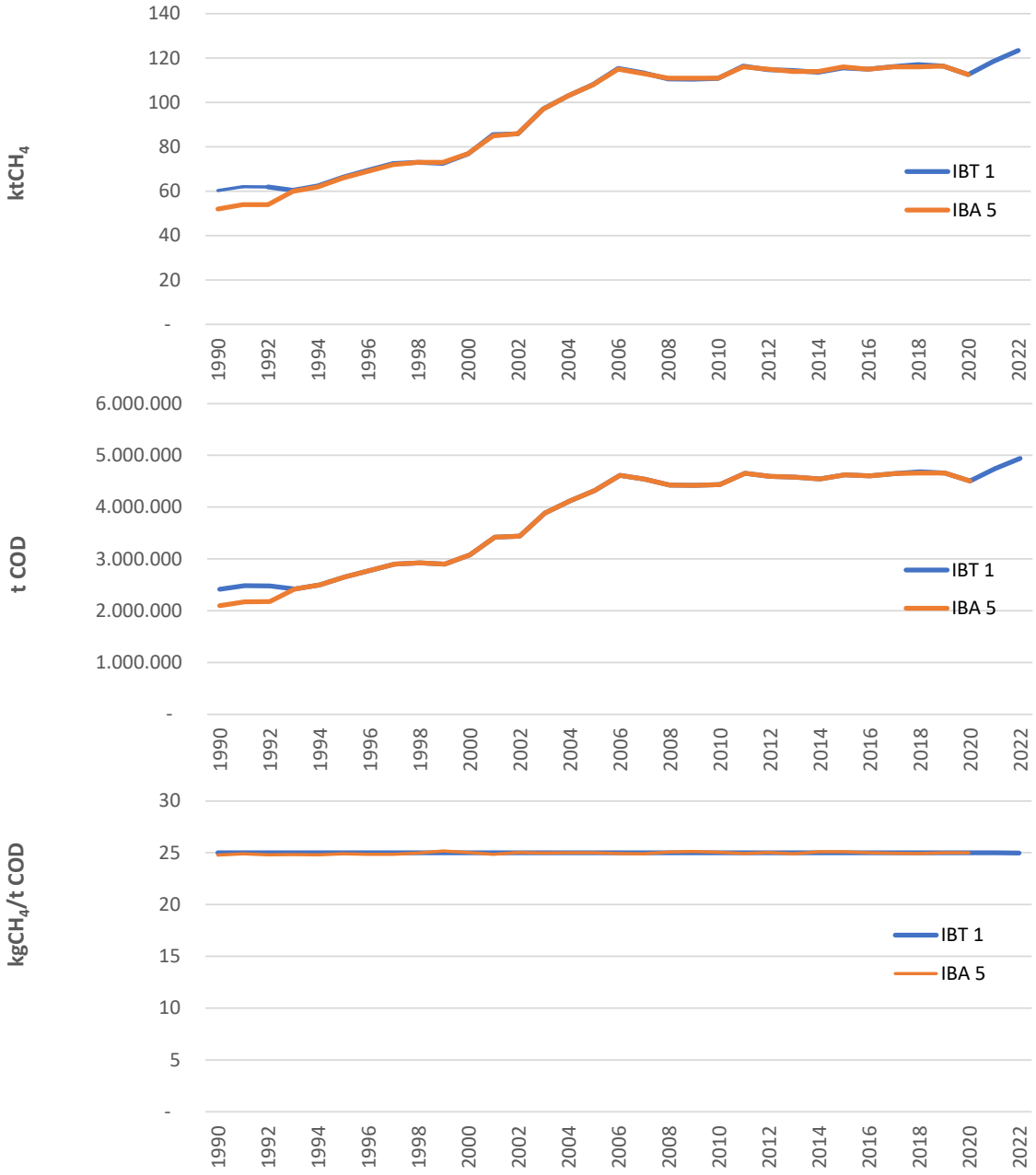
- Controlar que el total de la producción de cada tipo de producto sea igual al total reportado en la fuente original del mismo año.
- Verificar que los datos originales, supuestos y resultados sean consistentes con la realidad (ej. orden de magnitud, cambios estructurales y coyunturales) y la serie temporal.
- En el caso de inconsistencias en el dato original o en la carga de datos, reportar dichas inconsistencias y la forma en que el problema se resuelve.

Recálculo y mejoras

Se actualizaron los valores de GWP según el AR5.

[416] Ver sección Aspectos metodológicos al comienzo del capítulo.

Figura 459. Comparativa tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5D2 (IBA5 – IBT1)



Fuente: Elaboración propia

La diferencia de resultados entre IBT1 e IBA5 se debe principalmente a actualizaciones de los potenciales globales de calentamiento (AR5).

Anexo Parámetros y datos de actividad por industria

En la tabla a continuación se encuentran los parámetros utilizados para la estimación del DA de la categoría 5D2.

Tabla 925. Parámetros para el cálculo de datos de actividad de la categoría 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
W_{coque}	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de coque	m^3/ton producto	1,5	IPCC GBP 2000- Cuadro 5.4	
$W_{petróleo}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de petróleo	m^3/ton producto	0,6	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	
$W_{acero\ crudo}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de acero crudo	m^3/ton producto	0,1	Manual de referencia IPCC 1996 - Tabla 6.6	
$W_{jabones\ y\ detergentes}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de jabones y detergentes	m^3/ton producto	3	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Valor medio de rango
$W_{plásticos\ y\ resinas}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de plásticos y resinas	m^3/ton producto	0,6	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	
$W_{químicos\ orgánicos}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de químicos orgánicos	m^3/ton producto	67	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	
W_{papel}	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de papel	m^3/ton producto	162	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Pulpa y papel
$W_{aceite\ y\ oleaginosas}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de aceites y oleaginosas	m^3/ton producto	3,1	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Aceites vegetales
$W_{amargos,\ bitters,\ y\ fernets}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de amargos, bitters y fernets	m^3/ton producto	24	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de alcohol
$W_{aperitivos,\ vermouths\ y\ quinados}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de aperitivos, vermouths y quinados	m^3/ton producto	24	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de alcohol
$W_{azúcar}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de azúcar	m^3/ton producto	11	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Valor medio de rango

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$W_{carne\ ovina}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de carne ovina	m^3/ton producto	13	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Carnes y Aves
$W_{carne\ porcina}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de carne porcina	m^3/ton producto	13	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Carnes y Aves
$W_{cerveza}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de cerveza	m^3/ton producto	6,3	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	
$W_{etanol\ de\ caña}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de etanol de caña	m^3/ton producto	24	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de alcohol
$W_{etanol\ de\ maíz}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de etanol de maíz	m^3/ton producto	24	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de alcohol
$W_{gaseosas}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de gaseosas	m^3/ton producto	2	GBP IPCC 2000 - Cuadro 5.4 – GBP IPCC 2000	Refrescos
$W_{licores\ dulces}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de licores dulces	m^3/ton producto	24	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de alcohol
$W_{limón}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de limón	m^3/ton producto	20	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Verduras, frutas y zumos
$W_{mandarina}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de mandarina	m^3/ton producto	20	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Verduras, frutas y zumos
$W_{naranja}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de naranja	m^3/ton producto	20	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Verduras, frutas y zumos
$W_{otras\ bebidas\ espirituosas}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de otras bebidas espirituosas	m^3/ton producto	24	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de alcohol
W_{pomelo}	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de pomelo	m^3/ton producto	20	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Verduras, frutas y zumos
W_{vino}	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de vino	m^3/ton producto	23	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Vino y vinagre
W_{whisky}	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de whisky	m^3/ton producto	24	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de alcohol
$W_{carne\ aviar}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de carne aviar	m^3/ton producto	6	PDD Proyecto Las Camelias	

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$W_{carne\ vacuna}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de carne vacuna	m^3/ton producto	6,76	Informe Aspectos Ambientales, Sociales y Económicos Industria Frigorífica. Lobo Poblet María Silvina, Leca Natalia. Unidad de Medio Ambiente (UMA), Secretaría de Industria, Comercio y PyME. 2009	
$W_{producción\ primaria\ de\ leche}$	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de producción primaria de leche	m^3/ton producto	4	Caracterización y tratamiento de efluentes líquidos en la industria láctea. Área Efluentes líquidos y sólidos. Ruth Rodríguez. INTI. - Ingeniería Ambiental. 2011	
W_{pesca}	Cantidad de aguas residuales generadas de la industria de la pesca	m^3/ton producto	11	Composition of fish filleting wastewater. González J.F., Civit E.M. y Lupin H.M. Centro de Investigaciones de Tecnología Pesquera. INTI. Publicado en Water SA. Vol. 9, No. 2, 49-56. 1983	
DQO_{coque}	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de coque	kg DQO/m^3	0,10	GBP IPCC 2000 - Cuadro 5.4	
$DQO_{petróleo}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de petróleo	kg DQO/m^3	1	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	
$DQO_{jabones\ y\ detergentes}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de jabones y detergentes	kg DQO/m^3	0,85	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Valor medio de rango
$DQO_{plásticos\ y\ resinas}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de plásticos y resinas	kg DQO/m^3	3,7	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$DQO_{químicos\ orgánicos}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de químicos orgánicos	kg DQO/m^3	3	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	
DQO_{papel}	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de papel	kg DQO/m^3	9	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Pulpa y papel
$DQO_{aceite\ y\ oleaginosas}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de aceite y oleaginosas	kg DQO/m^3	0,85	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Aceites vegetales – Valor medio de rango
$DQO_{amargos,\ bitters,\ y\ fernets}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de amargos, bitters, y fernets	kg DQO/m^3	11	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de Alcohol
$DQO_{aperitivos,\ vermouths\ y\ quinados}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de aperitivos, vermouths y quinados	kg DQO/m^3	11	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de Alcohol
$DQO_{azúcar}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de azúcar	kg DQO/m^3	3,2	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	
$DQO_{carne\ ovina}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de carne ovina	kg DQO/m^3	4,1	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Carnes y Aves
$DQO_{carne\ porcina}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de carne porcina	kg DQO/m^3	4,1	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Carnes y Aves
$DQO_{carne\ vacuna}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de carne vacuna	kg DQO/m^3	4,1	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Carnes y Aves
$DQO_{cerveza}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de cerveza	kg DQO/m^3	2,9	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	
$DQO_{etanol\ de\ caña}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de etanol de caña	kg DQO/m^3	11	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de Alcohol

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$DQO_{etanol\ de\ maíz}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de etanol de maíz	kg DQO/m^3	11	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de Alcohol
$DQO_{gaseosas}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de gaseosas	kg DQO/m^3	2	GBP IPCC 2000 - Cuadro 5.4	Refrescos
$DQO_{licores\ dulces}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de licores dulces	kg DQO/m^3	11	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de Alcohol
$DQO_{limón}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de limón	kg DQO/m^3	5	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Verduras, frutas y zumos
$DQO_{mandarina}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de mandarina	kg DQO/m^3	5	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Verduras, frutas y zumos
$DQO_{naranja}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de naranja	kg DQO/m^3	5	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Verduras, frutas y zumos
$DQO_{otras\ bebidas\ espirituosas}$	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de otras bebidas espirituosas	kg DQO/m^3	11	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de Alcohol
DQO_{pomelo}	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de pomelo	kg DQO/m^3	5	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Verduras, frutas y zumos
DQO_{vino}	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de vino	kg DQO/m^3	1,5	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Vino y vinagre
DQO_{whisky}	Demanda química de oxígeno en las aguas residuales de la producción de whisky	kg DQO/m^3	11	IPCC 2006 - Cuadro 6.9	Refinado de Alcohol
$DQO_{acero\ crudo}$	Requerimiento químico de oxígeno en las aguas residuales de la producción de acero crudo	kg DQO/m^3	0,1	SCN	

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Criterio
$DQO_{carne\ aviar}$	Requerimiento químico de oxígeno en las aguas residuales de la producción de carne aviar	kg DQO/m^3	3,3	PDD Proyecto Las Camelias	
$DQO_{producción\ primaria\ de\ leche}$	Requerimiento químico de oxígeno en las aguas residuales de la producción primaria de leche	kg DQO/m^3	3	Caracterización y tratamiento de efluentes líquidos en la industria láctea. Área Efluentes líquidos y sólidos. Ruth Rodríguez. INTI. - Ingeniería Ambiental. 2011	
DQO_{pesca}	Requerimiento químico de oxígeno en las aguas residuales de la producción de la pesca	kg DQO/m^3	1	Composition of fish filleting wastewater. Gonzales J.F., Civit E.M. y Lupin H.M. INTI Mar del Plata. Water SA	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 926. Datos de actividad y producción por sector industrial (2022) – 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

Sector industrial	Materia orgánica en aguas residuales industriales (tonelada DQO)	Materia orgánica separada como lodo (tonelada DQO)	CH_4 recuperado (tonelada CH_4)	Producción	Unidad de producción
Aceites oleaginosos	23.846	-	-	9.049.868	toneladas
Acero Crudo	28	-	-	2.817.100	toneladas
Amargos, bitters, y fernets	17.943	-	-	67.965	m^3
Aperitivos vermouths y quinados	11.264	-	-	42.667	m^3
Azúcar	42.594	-	-	1.210.115	Toneladas
Carne aviar	45.916	-	-	2.319.000	Toneladas
Carne Ovina	586	-	-	11.001	tReqH
Carne Porcina	38.730	-	-	726.651	tReqH
Carne vacuna	87.287	-	-	3.150.850	tReqH
Cerveza	40.514	-	-	2.217.512	m^3
Coque	356	-	-	2.375.013	toneladas

Sector industrial	Materia orgánica en aguas residuales industriales (tonelada DQO)	Materia orgánica separada como lodo (tonelada DQO)	CH_4 recuperado (tonelada CH_4)	Producción	Unidad de producción
Etanol de Caña	120.381	-	-	455.988	m^3
Etanol de Maíz	185.553	-	-	702.853	m^3
Gaseosas	20.052	-	-	5.013.034	m^3
Jabones y detergentes	2.355	-	-	923.495	Toneladas
Licores dulces	2.570	-	-	9.733	m^3
Limón	214.137	-	-	2.141.365	Toneladas
Mandarina	36.961	-	-	369.608	Toneladas
Naranja	100.856	-	-	1.008.563	Toneladas
Pomelos	9.458	-	-	94.581	Toneladas
Papel	2.681.670	-	-	1.839.280	Toneladas
Petróleo	14.630	-	-	24.383.633	Toneladas
Pesca	8.777	-	-	797.894	Toneladas
Plásticos y Resinas	3.266	-	-	1.471.008	Toneladas
Producción primaria de leche	135.912	-	-	11.326.000	m^3
Químicos Orgánicos	1.036.118	-	-	5.154.817	Toneladas
Vino	37.746	-	-	1.094.100	m^3
Whisky	20.590	-	-	77.991	m^3

Fuente: Elaboración propia

Otras (5D3)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 927. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5D3 – Otras

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
5D3	Otras	Otras emisiones provenientes de tratamientos *in situ* de aguas residuales diferentes a las mencionadas en las categorías 5D1 y 5D2.	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O no se estiman por no contar con FE por defecto para la estimación.

Otros (5E)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 928. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5E – Otras

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
5E	Otros	Emisiones provenientes de otros tratamientos *in situ* de aguas residuales diferentes a las mencionadas en las categorías 5D1, 5D2 y 5D3.	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O no se estiman por no contar con FE por defecto para la estimación.

Almacenamiento de CO_2 de largo plazo (5F)

La siguiente tabla detalla la categoría, la explicación de la fuente de emisión y el método de cálculo (Nivel) por tipo de gas.

Tabla 929. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5F – Almacenamiento de CO_2 de largo plazo

Código Categoría	Categoría	Definición	CO_2	CH_4	N_2O
5F1	Almacenamiento de CO_2 de largo plazo en sitios de eliminación	Carbono almacenado en los sitios de eliminación de residuos sólidos.	NA		
5F2	Cambio anual en el total del almacenamiento de CO_2 de largo plazo	Cambio en las existencias de carbono almacenado.	NA		
5F3	Cambio anual en el total del almacenamiento de CO_2 de largo plazo en residuos de PMR	Cambio en las existencias de carbono de los PMR debido al consumo doméstico eliminado en los sitios de eliminación de residuos sólidos.	NA		

Fuente: Elaboración propia

Las emisiones de CO_2 no se estiman por no contar con FE por defecto para la estimación.

Capítulo 8:
Recálculo y mejoras

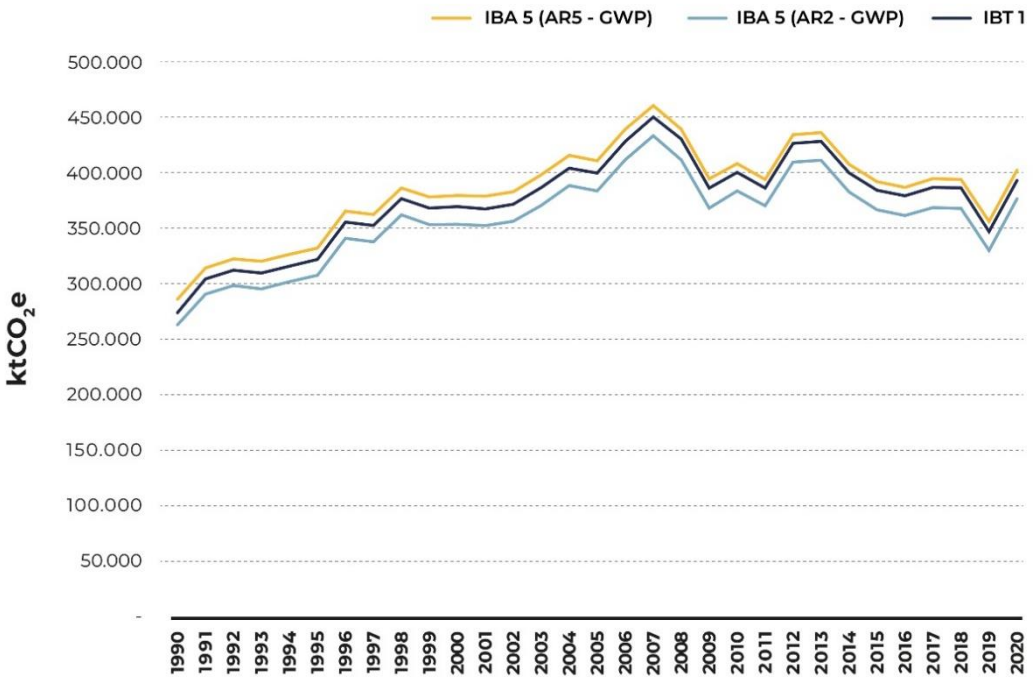
Análisis comparativo entre el IBA5 y el IBT1

En el presente capítulo se presenta la comparación de las series temporales del último ciclo de reporte y del ciclo actual, hasta el último año estimado en el IBA5 (2020). El objetivo de esta comparación es detectar y explicar las diferencias que hayan surgido del recálculo del INGEI en el ciclo del IBT1.

Es importante señalar que en el IBT1 se emplearon los Potenciales de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés) del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5, por sus siglas en inglés), mientras que en reportes anteriores se usaron los GWP del Segundo Informe de Evaluación del IPCC (AR2, por sus siglas en inglés). Con el fin de comparar adecuadamente los resultados entre el IBT1 y el IBA5, se realizó una corrección de los valores del IBA5 utilizando los GWP del AR5. Esto permite identificar si las diferencias observadas en los resultados son atribuibles al cambio en las métricas o a modificaciones metodológicas en los cálculos.

En la figura siguiente, se pueden apreciar los resultados totales del IBA5 (con y sin corrección a los GWP del AR5) y del IBT1 para el periodo 1990-2020. La figura muestra que los efectos de los cambios en las métricas y metodologías se evidencian a lo largo de toda la serie temporal, generando variaciones en las emisiones reportadas en cada año.

Figura 460. Emisiones netas serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Para el año 2020, en el IBT1 se observa un aumento de 16.521 $ktCO_2e$ comparado con el valor del IBA5, lo que representa un 4,38% del INGEI correspondiente al IBA5. Dicho aumento se da como resultado del impacto neto de dos ajustes: el cambio

de métricas (aumentando 25.863 $ktCO_2e$) y los cambios metodológicos (disminuyendo 9.342 $ktCO_2e$). Estos impactos se dan a lo largo de toda la serie temporal.

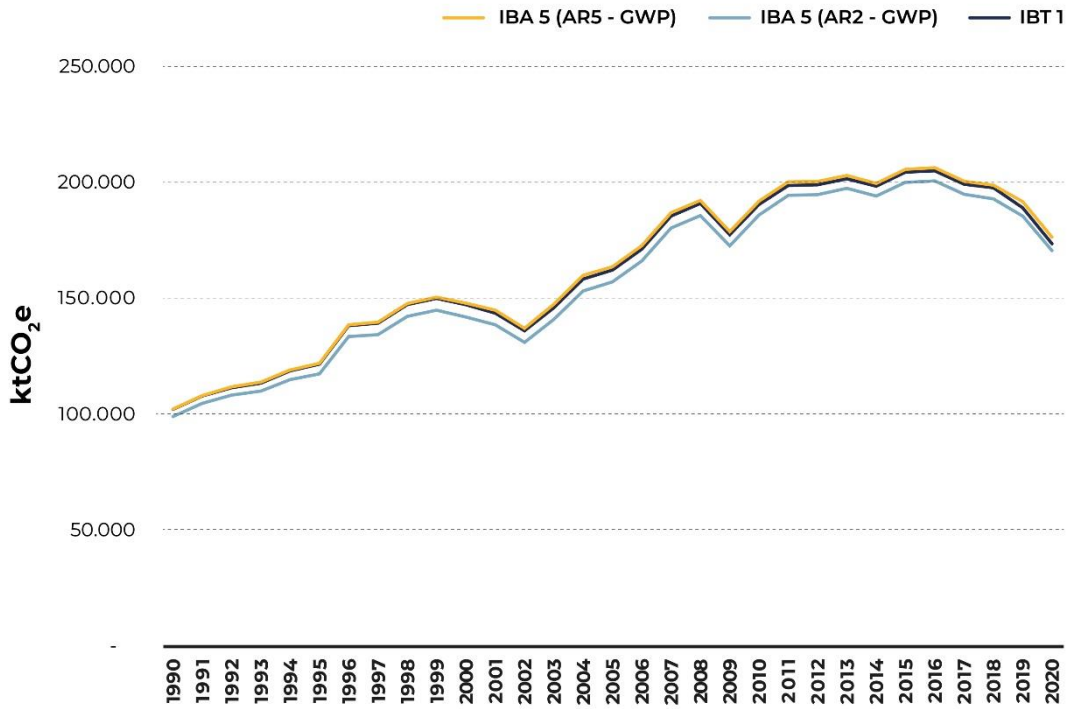
Los principales cambios metodológicos implementados en el presente ciclo fueron: ajuste de metodología conforme al Refinamiento del IPCC de 2019 de ciertas categorías; corrección de parámetros locales de cálculo en el sector Agricultura y ganadería; descuento de emisiones entre los Sectores Energía y PIUP, donde se identificó doble conteo; utilización de FE de CO_2 específicos para el país de los combustibles líquidos; inclusión de emisiones de CO_2 y de CH_4 de la producción de coque metalúrgico; ajuste de la serie temporal de DA (en el caso de residuos) y actualización del FE de CO_2 respecto del uso de etileno como combustible; ajustes en los valores de extracción de Bosque nativo; actualización de los DA de la producción de arcilla y calcita; ajuste de la tasa de utilización de papel recuperado y corrección de DA en el caso de otras ganaderías.

A continuación, se detalla la comparación entre ciclos de inventario y las mejoras realizadas para cada sector del INGEI.

Sector Energía

En la siguiente figura se pueden observar las emisiones correspondientes al IBT1, el IBA5 y el IBA5 corregido para el sector Energía.

Figura 461. Emisiones sector Energía serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Para el año 2020 se observa un aumento de 2.909,39 $ktCO_2e$, que representa un 1,7% de las emisiones del sector, correspondientes al IBA5. Dicho aumento se relaciona principalmente con el cambio de métricas (aumentando 5.719,58 $ktCO_2e$) que al

cambio metodológico (que implicó una disminución 2.810,19 ktCO_2e). En cuanto a los ajustes metodológicos, se pueden mencionar:

- selección de nuevos FE en categoría 1B2 (para la tecnología identificada en Argentina) del Refinamiento de 2019;
- descuento de emisiones entre los Sectores Energía y PIUP en la producción de metanol y amoníaco (1A2c) en donde se identificó que existía doble conteo en reportes anteriores;
- utilización de FE de CO_2 específicos para el país de los combustibles líquidos gasoil y nafta grado 2 y 3 (1A);
- inclusión de emisiones de CO_2 y de CH_4 de la producción de coque metalúrgico (1A1c);
- actualización de FE y metodología de cálculo en la categoría e inclusión de una nueva categoría de cálculo de las emisiones fugitivas de la producción de coque metalúrgico, acorde al Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 (1B1).

En la tabla siguiente se detallan las categorías que han tenido cambios.

Tabla 930. Comparación entre el IBA5 e IBT1 para el sector Energía (año 2020)

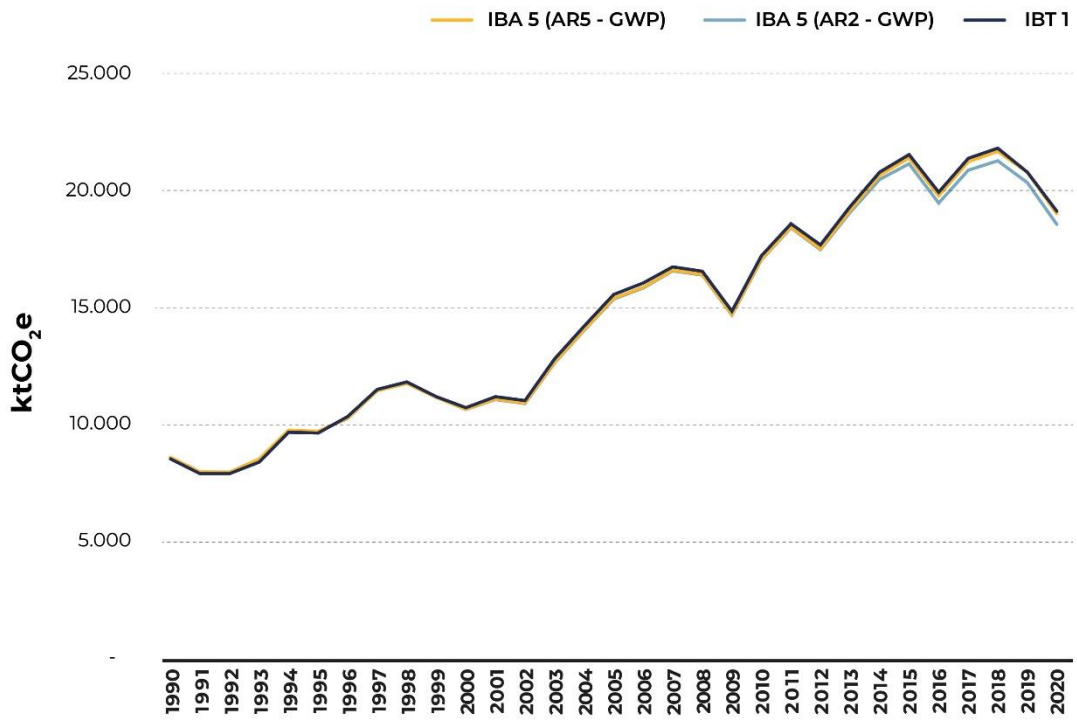
Sector - Categoría	Subcategoría 1er Orden	INGEI 2020 (IBA5) ($ktCO_2eq$)	% sobre INGEI	INGEI 2020 (IBT1) ($ktCO_2eq$)	% sobre INGEI	Impacto de recálculo	% diferencia	Explicación diferencias
1A - Actividades de quema de combustible	1A1 Industrias de la energía	54541,49	14,50%	54855,6	14,00%	314,1	0,60%	La diferencia en el recálculo se debe al cambio de los FE de CO_2 específicos para el país de los combustibles líquidos Gasoil y Nafta Grado 2 y 3. También al descuento en la categoría 1A2c del doble conteo de emisiones entre los Sectores Energía y PIUP en la producción de metanol y amoníaco. Se incluyeron las emisiones de CO_2 y de CH_4 de la producción de coque metalúrgico (1A1c)
	1A2 Industrias manufactureras y de la construcción	25673,03	6,80%	24723,28	6,30%	-949,75	-3,70%	
	1A3 Transporte	40099,41	10,70%	39720,86	10,10%	-378,55	-0,90%	
	1A4 Otros sectores	31586,12	8,40%	31430,58	8,00%	-155,54	-0,50%	
1B - Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	1B1 Combustibles sólidos	251,5	0,10%	333,68	0,10%	82,18	32,70%	La diferencia en el recálculo se debe a la actualización de métricas y a la actualización de FE y metodología de cálculo del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006. También se incluyo una nueva categoría de cálculo de las emisiones fugitivas de la producción de coque metalúrgico utilizando los factores de emisión del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.
	1B2 Petróleo y gas natural	18641,97	5,00%	22638,93	5,80%	3996,96	21,40%	La diferencia en el recálculo se debe a la actualización de métricas y también a la selección de nuevos FE (para la tecnología identificada en Argentina) del Refinamiento de 2019.

Fuente: Elaboración propia

Sector PIUP

En la siguiente figura se pueden observar las emisiones correspondientes el IBT1, el IBA5 y el IBA5 corregido para el sector PIUP.

Figura 462. Emisiones sector PIUP serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Para el año 2020 se observa un aumento de 558,77 $ktCO_2e$ con respecto al valor obtenido en el IBA5, que representa un 3% de las emisiones del sector, correspondientes al IBA5. La mayor parte de este aumento (448,02 $ktCO_2e$) se debió al cambio de métricas. En cuanto a los ajustes metodológicos (110, 76 $ktCO_2e$) se pueden mencionar, en orden de importancia:

- actualización del FE de CO_2 respecto del uso de etileno como combustible (2B8);
- actualización de los DA de la producción de cerámicas y de otros usos de carbonatos, específicamente la producción de arcilla y calcita (2A4).

En la tabla siguiente se detallan las categorías que han tenido cambios.

Tabla 931. Comparación entre el IBT1 e IBA5 para el sector PIUP (año 2020)

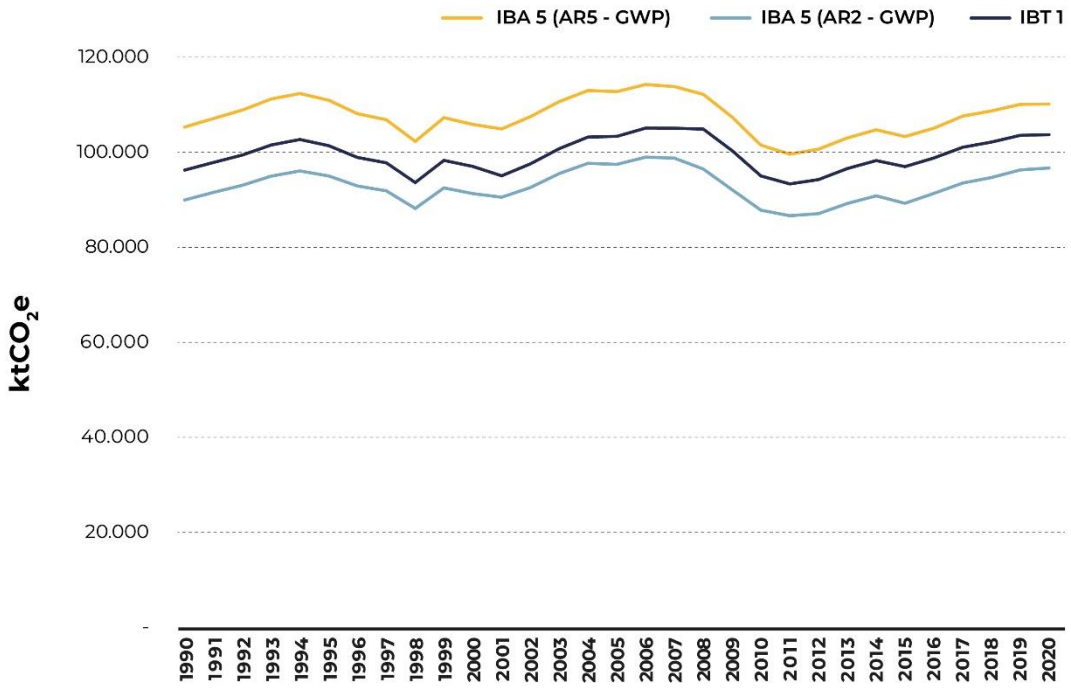
Sector - Categoría	Subcategoría 1er Orden	INGEI 2020 (IBA5) ($ktCO_2eq$)	% sobre INGEI	INGEI 2020 (IBT1) ($ktCO_2eq$)	% sobre INGEI	Impacto de recálculo	% diferencia	Explicación diferencias
2A - Industria de los minerales	2A1 Producción de cemento	3641,66	1,00%	3641,66	0,90%	0	0,00%	
	2A2 Producción de cal	1955,84	0,50%	1955,84	0,50%	0	0,00%	
	2A4 Usos de los carbonatos en los procesos	528,78	0,10%	530,36	0,10%	1,58	0,30%	La diferencia en el recálculo se debe a una actualización de los datos de actividad a nivel nacional de la producción de cerámicas y de otros usos de carbonatos, específicamente la producción de arcilla y calcita.
2B - Industria química	2B1 Producción de amoníaco	696,06	0,20%	696,06	0,20%	0	0,00%	
	2B2 Producción de ácido nítrico	55,58	0,00%	47,51	0,00%	-8,07	-14,50%	La diferencia en el recálculo se debe a la actualización de métricas.
	2B5 Producción de carburo	72,27	0,00%	72,27	0,00%	0	0,00%	
	2B7 Producción de Carbonato de Sodio	58,98	0,00%	58,98	0,00%	0	0,00%	
	2B8 Producción petroquímica y de negro de humo	1026,07	0,30%	1200,66	0,30%	174,58	17,00%	Si bien se realizó un tratamiento de los datos de actividad asignando la producción de amoníaco y metanol por provincia de acuerdo con la capacidad instalada de cada planta, esto no afectó el cálculo de las emisiones. La diferencia en el recálculo se debe a la actualización del factor de emisión de CO_2 respecto del uso de etileno como combustible.
	2B9 Producción fluoroquímica	423,18	0,10%	448,49	0,10%	25,32	6,00%	La diferencia en el recálculo se debe a la actualización de métricas.
2C - Industria de los metales	2C1 Producción de hierro y acero	4313,54	1,10%	4314,25	1,10%	0,71	0,00%	
	2C2 Producción de Ferroaleaciones	45,96	0,00%	46,06	0,00%	0,10	0,20%	La diferencia en el recálculo se debe a la actualización de métricas.
	2C3 Producción de aluminio	504,33	0,10%	504,73	0,10%	0,40	0,10%	La diferencia en el recálculo se debe a la actualización de métricas.
	2C6 Producción de zinc	50,09	0,00%	50,09	0,00%	0	0,00%	
2D - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	2D1 Uso de lubricante	96,49	0,00%	96,49	0,00%	0	0,00%	
	2D2 Uso de la cera de parafina	5,36	0,00%	5,36	0,00%	0	0,00%	
2F - Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	2F1 Refrigeración y aire acondicionado	4599,41	1,20%	4977,06	1,30%	377,65	8,20%	La diferencia en el recálculo se debe a la actualización de métricas.
	2F2 Agentes espumantes	1,09	0,00%	1,73	0,00%	0,64	59,00%	La diferencia en el recálculo se debe a la actualización de métricas.
	2F3 Productos contra incendios	37,67	0,00%	42,71	0,00%	5,04	13,40%	La diferencia en el recálculo se debe a la actualización de métricas.
	2F4 Aerosoles	438,63	0,10%	419,43	0,10%	-19,2	-4,40%	La diferencia en el recálculo se debe a la actualización de métricas.

Fuente: Elaboración propia

Sector Agricultura y ganadería

En la siguiente figura se pueden observar las emisiones correspondientes al IBT1, el IBA5 y el IBA5 corregido para el sector Agricultura y ganadería.

Figura 463. Emisiones sector Agricultura y ganadería serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Para el año 2020 se observa un aumento neto de 7.036,65 $ktCO_2e$ con respecto al valor obtenido en el IBA5, que representa un 7,28% de las emisiones del sector, correspondientes al IBA5. Esto resulta de la actualización de métricas que generó un aumento de 13.477,63 $ktCO_2e$ y el ajuste metodológico que generó una disminución de 6.440,98 $ktCO_2e$. Los principales cambios metodológicos fueron:

- actualización de la metodología conforme al Refinamiento del IPCC de 2019 para las subcategorías asociadas a bovinos y,
- corrección de parámetros locales de cálculo para bovinos de carne.

Se detallan las categorías que han tenido cambios en la tabla siguiente.

Tabla 932. Comparación entre el IBT1 e IBA5 para el sector Agricultura y ganadería (año 2020)

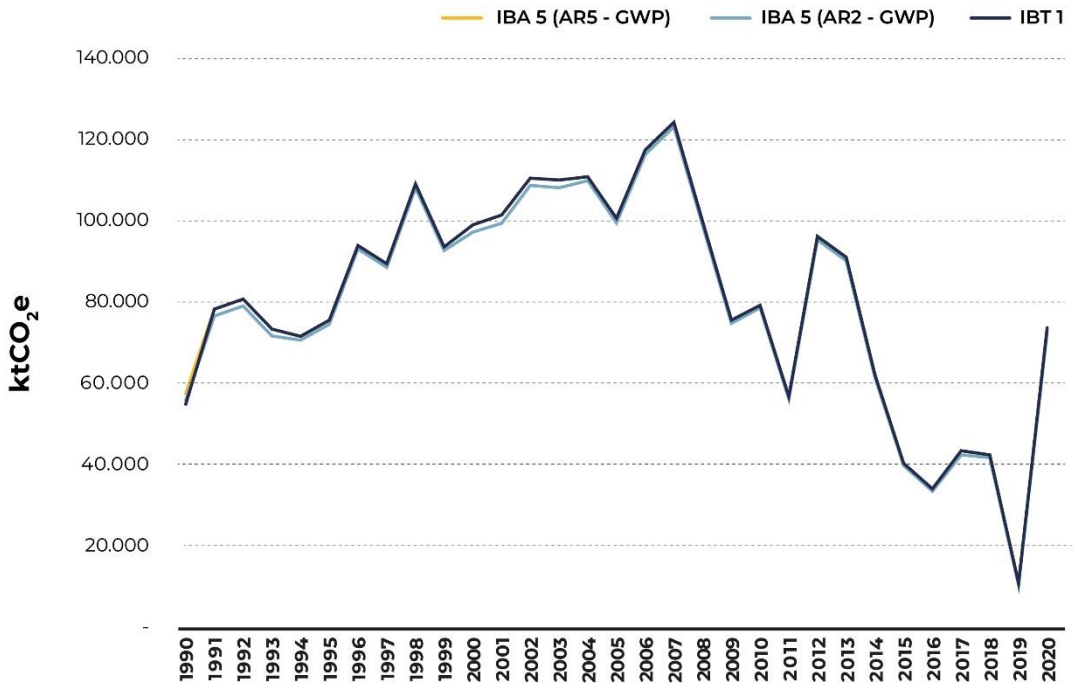
Sector - Categoría	Subcategoría 1er Orden		INGEI 2020 (IBA5) ($ktCO_2eq$)	% sobre INGEI	INGEI 2020 (IBT1) ($ktCO_2eq$)	% sobre INGEI	Impacto de recálculo	% diferencia	Explicación diferencias
3A - Fermentación entérica	3A1	Fermentación entérica bovinos	51528,51	13,70%	72561,22	18,50%	21032,71	40,80%	Se actualizó la metodología de cálculo conforme al Refinamiento del IPCC de 2019. La mayor parte de la diferencia en el recálculo se debe igualmente a la actualización de métricas.
	3A2	Fermentación entérica ovinos	1530,04	0,40%	2040,05	0,50%	510,01	33,30%	La diferencia en el recálculo se debe únicamente a la actualización de métricas.
	3A3	Fermentación entérica porcinos	112,92	0,00%	150,56	0,00%	37,64	33,30%	
	3A4	Fermentación entérica otros	1737,98	0,50%	2318,99	0,60%	581,01	33,40%	
3B - Gestión del estiércol	3B1	Directas gestión del estiércol bovinos	1644,62	0,40%	1897,83	0,50%	253,22	15,40%	Se actualizó la metodología conforme al Refinamiento del IPCC de 2019. Adicionalmente se corrigieron parámetros locales de cálculo para bovinos de carne. Parte del impacto en el recálculo se debe también a la actualización de métricas.
	3B2	Directas gestión del estiércol ovinos	17,19	0,00%	22,93	0,00%	5,73	33,30%	La diferencia en el recálculo se debe únicamente a la actualización de métricas. En el caso de otras ganaderías también se realizó una corrección de dato de actividad.
	3B3	Directas gestión del estiércol porcinos	423,31	0,10%	412,76	0,10%	-10,55	-2,50%	
	3B4	Directas gestión del estiércol otros	112,83	0,00%	132,29	0,00%	19,46	17,20%	
	3B5	Indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol	359,72	0,10%	267,92	0,10%	-91,79	-25,50%	Se actualizó la metodología conforme al Refinamiento del IPCC de 2019 para bovinos. Adicionalmente se corrigieron parámetros locales de cálculo para bovinos de carne. Parte del impacto en el recálculo se debe también a la actualización de métricas.
3C - Cultivo de arroz	3C1	Cultivo de arroz en tierras permanentemente inundadas	439,83	0,10%	586,44	0,10%	146,61	33,30%	La diferencia en el recálculo se debe únicamente a la actualización de métricas.
3D - Emisiones directas e indirectas de N_2O de los suelos gestionados	3D1	Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados	29985,81	8,00%	15146,41	3,90%	-14839,4	-49,50%	Se actualizó la metodología conforme al Refinamiento del IPCC de 2019 para las subcategorías asociadas a bovinos. Adicionalmente se corrigieron parámetros locales de cálculo para bovinos de carne. Parte del impacto en el recálculo se debe también a la actualización de métricas.
	3D2	Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados	7020,76	1,90%	6400,27	1,60%	-620,48	-8,80%	
3F - Quema a campo de residuos agrícolas	3F4	Quema en cultivos de caña de azúcar	62,13	0,00%	74,61	0,00%	12,48	20,10%	La diferencia en el recálculo se debe únicamente a la actualización de métricas.
3H - Aplicación de Urea	3H	Aplicación de urea	1687,12	0,40%	1687,12	0,40%	0	0,00%	

Fuente: Elaboración propia

Sector UTCUTS

En la siguiente figura se pueden observar las emisiones correspondientes al IBT1, el IBA5 y el IBA5 corregido para el sector UTCUTS.

Figura 464. Emisiones sector UTCUTS serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Para el año 2020, se observa un aumento de 918,59 $ktCO_2e$ con respecto al valor obtenido en el IBA5, que representa un 1,26% de las emisiones del sector, correspondientes al IBA5. La diferencia observada se debe al ajuste de métricas que impacta únicamente sobre la categoría 4(IV) Quema de biomasa (aumento de 884 $ktCO_2$) y a los ajustes metodológicos, realizado sobre las categorías Bosque nativo (4A1) y Productos de Madera Recolectada (4G). Se detallan los ajustes realizados en la tabla siguiente.

Tabla 933. Comparación entre el IBA5 e IBT1 sector UTCUTS (año 2020)

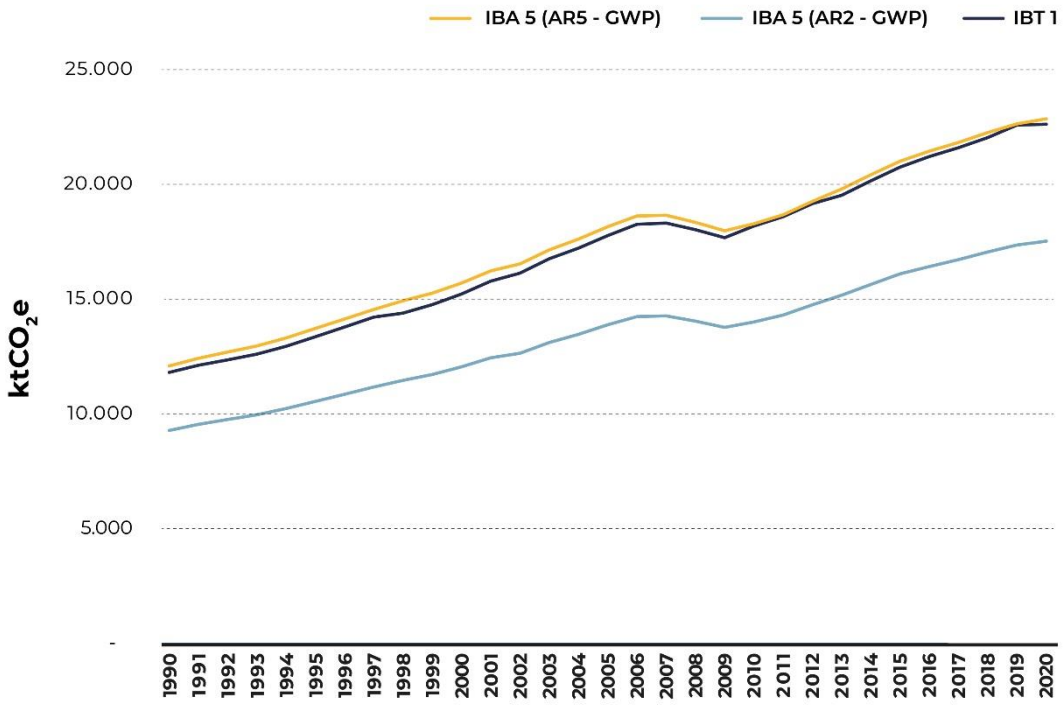
Sector - Categoría	Subcategoría 1er Orden		INGEI 2020 (IBA5) ($ktCO_2eq$)	% sobre INGEI	INGEI 2020 (IBT1) ($ktCO_2eq$)	% sobre INGEI	Impacto de recálculo	% diferencia	Explicación diferencias
4 - Cambios de existencias de carbono	4A1	Tierras forestales que permanecen como tales	-10801,07	-2,90%	-10767,2	-2,70%	33,85	-0,30%	La diferencia se debe a ajustes en los valores de extracción de Bosque nativo.
	4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-2963,73	-0,80%	-2963,74	-0,80%	0	0,00%	La variación de materia orgánica en el suelo (carbono) de todas las categorías de uso de la tierra se reportan en esta categoría.
	4B2	Tierras convertidas en Tierras de cultivo	16059,7	4,30%	16059,7	4,10%	0	0,00%	
	4C2	Tierras convertidas en Pastizales	67188,97	17,80%	67188,97	17,10%	0	0,00%	
4(IV) - Quema de biomasa	4(IV)	Emisiones de la quema de biomasa	5055,12	1,30%	5939,17	1,50%	884,05	17,50%	La diferencia en el recálculo se debe únicamente a la actualización de métricas.
4G - Productos de Madera Recolectada	4G	Productos de madera recolectada	-1633,95	-0,40%	-1633,26	-0,40%	0,69	0,00%	La diferencia se debe al ajuste la tasa de utilización de papel recuperado (q).

Fuente: Elaboración propia

Sector Residuos

En la siguiente figura se pueden observar las emisiones correspondientes al IBT1, el IBA5 y el IBA5 corregido para el sector Residuos.

Figura 465. Emisiones sector Residuos serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Para el año 2020, se observa un aumento de 5.097,14 $ktCO_2e$ con respecto al valor obtenido en el IBA5, lo que representa un 29% de las emisiones del sector, correspondientes al IBA5. El ajuste de métricas implicó un aumento de 5.333,45 $ktCO_2e$ para el año 2020, mientras que el cambio de DA en las categorías 5A y 5D generó una disminución de -236,31 $ktCO_2e$. Se detallan las categorías que han tenido cambios en la tabla siguiente.

Tabla 934. Comparación entre el IBT1 e IBA5 sector Residuos (año 2020)

Sector - Categoría	Subcategoría 1er Orden		INGEI 2020 (IBA5) ($ktCO_2eq$)	% sobre INGEI	INGEI 2020 (IBT1) ($ktCO_2eq$)	% sobre INGEI	Impacto de recálculo	% diferencia	Explicación diferencias
5A - Eliminación de residuos sólidos / 5B - Tratamiento biológico de los Residuos sólidos /5C - Incineración de residuos	5A1	Sitios de eliminación de Residuos Solidos gestionados	5787,36	1,50%	7726,1	2,00%	1938,74	33,50%	Las diferencias en el recálculo se deben a la actualización de métricas y al ajuste de la serie histórica de datos de actividad.
	5A3	Sitios de eliminación de Residuos Solidos no categorizados	4884,45	1,30%	6229,58	1,60%	1345,14	27,50%	
	5B	Tratamiento biológico de los Residuos sólidos	54,89	0,00%	57,47	0,00%	2,58	4,70%	
	5C1	Incineración de Residuos	32,25	0,00%	32,26	0,00%	0,01	0,00%	
5D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	5D1	Aguas residuales domésticas	4405,6	1,20%	5428,17	1,40%	1022,58	23,20%	Las diferencias en el recálculo se deben a la actualización de métricas y al ajuste de la serie histórica de datos de actividad.
	5D2	Aguas residuales Industriales	2364,28	0,60%	3152,37	0,80%	788,09	33,30%	

Fuente: Elaboración propia

Mejoras realizadas entre el IBA5 y el IBT1

A continuación, se detallan las principales mejoras realizadas respecto a la elaboración del INGEI, entre el IBA5 y el IBT1. Éstas se dividen en mejoras transversales, relacionadas con la transparencia, y mejoras de cálculo.

Mejoras relacionadas con la transparencia del INGEI

Adaptación del INGEI conforme a los requisitos de reporte de las MPG

A partir de la entrada en vigencia del AP, se realizaron los ajustes necesarios en el SNI-GEI-AR a fin de reportar la información de emisiones y absorciones de GEI de manera consistente con las tablas comunes de reporte establecidas en las MPG. Este proceso de adaptación incluyó las siguientes líneas de trabajo:

- Diseño del plan de trabajo conforme a los requisitos establecidos en las MPG, incluyendo la evaluación de la factibilidad de cumplimiento de las provisiones establecidas en las MPG, el análisis de flexibilidades aplicables y la incorporación de cambios en la estructura de sectores y categorías conforme a las CRT.
- Adaptación de los procesos de estimación de emisiones, análisis de resultados y compilación para incorporar la información necesaria conforme a los nuevos requisitos de reporte.
- Utilización de la "*ETF GHG Inventory Reporting Tool*", plataforma de reporte provista por la CMNUCC, que implicó el entrenamiento del equipo de elaboración del inventario, la adaptación del sistema de archivo para el levantamiento automático de DA y parámetros en los archivos de cálculo de las estimaciones (HT) y el desarrollo de procedimientos de control de calidad adicionales.
- Adaptación de la información presentada en el IBT y el INI, incluyendo la elaboración de las CRT en español para su inclusión en los reportes.

Sistema de archivo

Durante la elaboración del presente IBT se utilizó y se continuó mejorando el sistema de archivo desarrollado en el marco del IBA3, creado con el objetivo de registrar la totalidad de la información relacionada con los cálculos de las emisiones del INGEI para la serie temporal. El sistema contiene una biblioteca virtual con la información de base utilizada (reportes, estadísticas, envíos de información, entre otros); los archivos de procesamiento para la sistematización de los DA (agrupamiento, sumatorias, homologación de nombres, etc.); los archivos de cálculo de emisiones (incluyendo el detalle de los FE utilizados y, en caso de los métodos de Nivel 2 y 3, los cálculos correspondientes); los procedimientos de cálculo y los archivos de compilación del INGEI y la redacción de reportes actualizados. Al momento, el sistema de archivo del IBT1, incluyendo el INGEI 2022, cuenta con un total 488 archivos: 53 archivos de procesamiento de datos de base, 215 archivos de cálculo, 33 de procedimientos (32 de cálculo y un manual de uso de variables explicativas), 118 archivos de redacción de INI e IBT, 40 archivos de compilación y 5 archivos de seguimiento. Además, cuenta con 24 archivos dentro

del sistema de monitoreo de medidas de mitigación, entre hojas de cálculo y archivos de redacción de texto.

La planificación, distribución de tareas, y seguimiento del trabajo realizado se lleva adelante mediante planillas específicas donde se establecen las personas responsables de cada documento o actividad, y el estado en que se encuentran los documentos.

El sistema de archivo se encuentra alojado dentro de una plataforma colaborativa, que incluye herramientas para la comunicación, la edición de documentos de texto y de cálculo, agilizando el trabajo conjunto, mejorando la trazabilidad de la documentación y facilitando la asignación de roles y el seguimiento de tareas dentro del equipo de trabajo. Además, con el objetivo de detectar posibles mejoras, se encuentra activa una herramienta de análisis y reporte de desempeño, que permite estimar carga horaria y plazos de trabajo para cada tarea en el proceso de elaboración del INGEI y los reportes asociados.

Por otra parte, el sistema permite también compartir la información referida al INGEI en forma organizada y sistemática, tanto a los organismos de aplicación como a otras instituciones interesadas.

Se realizan procesos de resguardo de la información, mediante la generación periódica y automatizada de copias de seguridad en los servidores físicos de la SSAmb. De esta manera, se asegura el mantenimiento de la calidad, la trazabilidad y la seguridad de la información, aspectos que resultan clave para garantizar la operatividad de un sistema integral de datos oficial.

Validación de datos y criterios metodológicos con organismos de aplicación y proveedores de datos

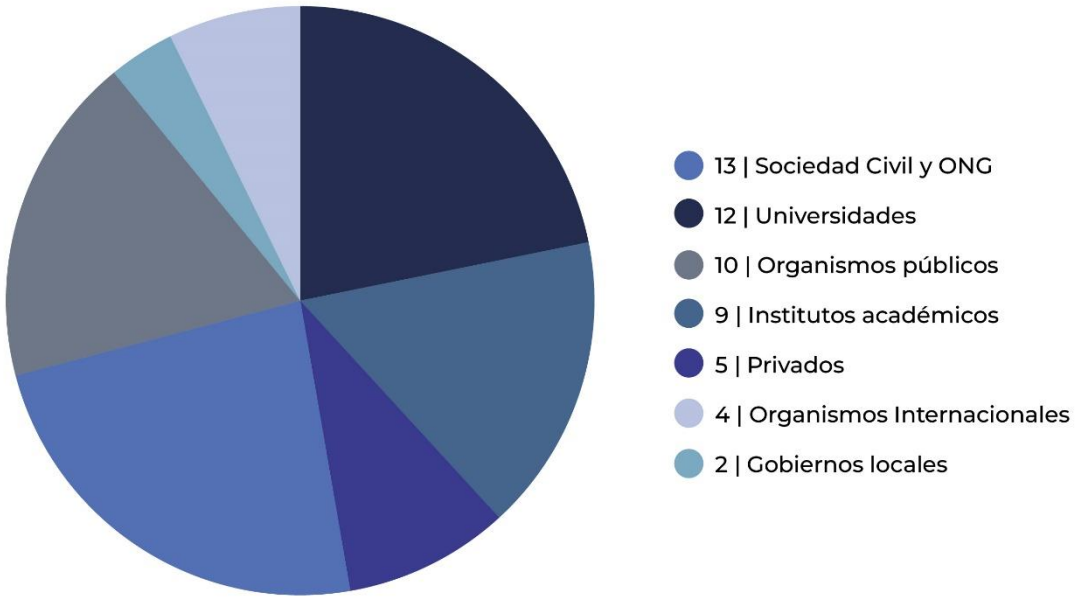
En el marco del GNCC, se trabajó en conjunto con los organismos de aplicación correspondientes para la provisión de DA, la definición de criterios metodológicos y el establecimiento de FE, entre otros. Por ejemplo, con relación a la RCT, se trabajó con el IGN como proveedor externo de DA, lo que permitió incorporar información geográfica sobre las categorías de humedales y otras tierras. También se trabajó en conjunto con la CAA, considerando posibles mejoras en el método de cálculo y mejorando los DA. En todos los casos se compartieron las hipótesis y cálculos que se realizan en el INGEI con el organismo competente.

Acceso a la información

Durante la elaboración del IBT1, y en el marco de la elaboración del INGEI, se continuó con el mecanismo de acceso a la información de los cálculos de emisiones, establecido en el ciclo de elaboración del IBA3 y replicado en ciclos posteriores. A través de dicho mecanismo, se comparten tanto las planillas de cálculo y los procedimientos de los diferentes sectores del inventario, así como también otra información relacionada con el INGEI, a solicitud de los interesados. Este intercambio es parte del proceso de mejora continua del SNI-GEI-AR, y de la validación de los esquemas de cálculo en base a las observaciones que puedan aportar las instituciones solicitantes a partir de su análisis. Los intercambios de información se gestionan mediante el sistema oficial de Gestión Documental Electrónica (GDE), y a través de una planilla de seguimiento se cuenta con un registro de las notas de solicitud y las notas de respuesta con los documentos

compartidos. El sistema de acceso a la información se comenzó a utilizar en abril del 2018, contando a septiembre de 2024 con 55 organismos solicitantes. En la siguiente figura se observa la distribución por tipo de institución que ha solicitado y recibido información del INGEI a través de GDE en el período mencionado.

Figura 466. Organismos solicitantes por tipo de institución



Fuente: Elaboración propia

La estadística reportada no incluye los intercambios realizados con las provincias ni ministerios, que se realizan en el marco del funcionamiento del GNCC. Sin embargo, cabe destacar que en el período mencionado se realizaron 5 solicitudes de información por parte de las provincias.

Mejoras de cálculo del INGEI

Una de las principales características en el cálculo del INGEI es la utilización de un enfoque *bottom-up*[417] en la estimación, que se inició en el IBA3 y se continuó hasta el IBT1. Este enfoque se basa en la utilización de la información de base con el máximo nivel de desagregación disponible y manteniendo dicho nivel de detalle durante todo el cálculo de las emisiones, realizándose la sumatoria recién en la etapa de compilación. Cabe aclarar que se trabaja con diferentes niveles de desagregación, desde nivel departamental o provincial hasta nivel nacional para algunas categorías, según la disponibilidad de información. También se trabaja con niveles de desagregación según otros criterios cruzados como regionalización geográfica (ej. región forestal y cobertura por departamento, tipo de combustible y

[417] Enfoque "De abajo hacia arriba".

provincia, etc.). Esta característica permite el abordaje de mejoras teniendo en cuenta las características regionales y sectoriales.

Las principales mejoras en el presente ciclo estuvieron asociadas a:

- Actualización de GWP del AR5 y reasignación de categorías de fuentes según nuevos requerimientos de reporte.
- Ajustes de metodologías de cálculo acorde al Refinamiento del IPCC de 2019.
- Mejora de métodos de cálculo (migrar a Nivel 2, mejoras en la selección de DA y FE y corrección de parámetros de cálculo).
- Descuento de emisiones doblemente contabilizadas.
- Revisión y corrección de series históricas de DA.
- Incorporación de nuevas categorías en sector Energía.
- Aumento de la superficie representada coherentemente.

Para el año 2020 (último año de la serie temporal del IBA5), en el IBT1 se observa una diferencia que resulta en un incremento de 16.521 $ktCO_2e$, representando un 4,38% del INGEI respecto al IBA5. Esta diferencia es resultado del impacto neto de dos ajustes: el cambio de métricas (aumentando 25.863 $ktCO_2e$) y los cambios metodológicos (disminuyendo 9.342 $ktCO_2e$). Estos impactos se registran a lo largo de toda la serie temporal.

A continuación, se detallan algunas mejoras planificadas que se encuentran en desarrollo, y que presentaron avances en el ciclo del IBT1:

- Mejoras en la RCT: Se trabajó en la generación de capas geográficas anuales de uso de la tierra en entorno SIG, a escala nacional y con información espacialmente explícita de diversos organismos generadores, como base para el análisis espacial futuro de cambios y persistencias en el uso de la tierra.
- Estimación de carbono orgánico en suelos: Durante el ciclo del IBA5 se realizó, junto con la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), una evaluación y validación de modelos que consideran diferentes factores como el tipo de suelo, las condiciones de manejo y el cultivo realizado para estimar las variaciones del carbono orgánico en el suelo (COS). Durante el presente ciclo se continuó avanzando en el desarrollo de la herramienta de cálculo en base a estos modelos, con el fin de ampliar el alcance de las pruebas realizadas y avanzar hacia la estimación con un nivel de cálculo superior.

En las siguientes tablas se detallan las principales mejoras planificadas y cumplidas en el IBT1, referidas por sector y categoría.

Tabla 935. Mejoras realizadas entre el IBA5 e IBT1 por sector y categoría

Sector	Categoría	Mejora
1 - ENERGIA	1A - Actividades de quema de combustible	Se obtuvieron factores de emisión de CO_2 específicos para el país para los combustibles líquidos Gasoil Grado 2 y 3 (Común y Ultra), Nafta Grado 2 y 3 (Súper y Ultra)
		Se aplicó el método de cálculo Nivel 2 y se ajustó la incertidumbre asociada.
		Se incluyeron las emisiones de CO_2 y de CH_4 de la producción de coque metalúrgico, aplicando la metodología de cálculo Nivel 1.
		Se identificó un doble conteo de emisiones entre los sectores Energía y PIUP en la producción de metanol y amoníaco. Dichas emisiones se descontaron del sector Energía, ya que se reportan en el Sector PIUP.
	1B - Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	Se identificaron las tecnologías y prácticas de menor y mayor emisión por cuenca productora de petróleo y gas en el país, en función de lo cual se seleccionaron los factores de emisión por defecto del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.
		Se actualizaron los factores de emisión y la metodología de cálculo de las emisiones fugitivas de "Minería" y "Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería" utilizando el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.
		Se incluyo una nueva categoría de cálculo de las emisiones fugitivas de la producción de coque metalúrgico utilizando los factores de emisión del Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.
2 - PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	2A - Industria de los minerales	Se actualizaron los datos de actividad a nivel nacional para la serie histórica 1990-2022 de la producción de cerámicas y de otros usos de carbonatos, específicamente la producción de arcilla y calcita.
	2B - Industria química	Se identificaron dos casos de doble conteo de emisiones en el sector PIUP en el IBA5. Dichas emisiones de CO_2 se deducen de la categoría 1A2c (sector Energía). Para ello se realizó un tratamiento de los datos de actividad, asignando la producción de amoníaco y metanol por provincia de acuerdo con la capacidad instalada de cada planta.
		Se identificó un caso de omisión de emisiones en el IBA5. Dichas emisiones de CO_2 (originadas de la combustión del etileno asociadas al uso de combustible para la alimentación energética) fueron estimadas en el IBT1 siguiendo las Directrices del IPCC de 2006, y reportadas en la categoría “2B8b – Producción de Etileno”.
	2H - Otras industrias	Se actualizaron los datos de actividad para los productos: vino, carne aviar y carne vacuna según nueva fuente de datos con la cual se actualizó toda la serie histórica.
3 - AGRICULTURA Y GANADERÍA	3A - Fermentación entérica	Se actualizaron los parámetros de cálculo según el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para bovinos de carne y de leche.
	3B - Gestión del estiércol	Se actualizaron los parámetros de cálculo según el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para bovinos de carne y de leche.
		Se corrigieron parámetros locales de cálculo para bovinos de carne para directas gestión del estiércol bovinos y emisiones indirectas de N_2O resultantes de la gestión del estiércol.
		Se corrigieron los datos de actividad de otras ganaderías.
		Se ajustaron parámetros locales de cálculo para bovinos de carne.
	3D - Emisiones directas e indirectas de N_2O de los suelos stionados	Se actualizaron los parámetros de cálculo según el Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC del 2006 para bovinos de carne y de leche.
		Se ajustaron parámetros locales de cálculo para bovinos de carne.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 936. Mejoras realizadas entre el IBA5 e IBT1 por sector y categoría (cont.)

Sector	Categoría	Mejora
4 -USOS DE LA TIERRA, CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA	4A1-Cambios de existencias de carbono	Bosque nativo: Se ajustó la serie histórica de extracciones forestales para las provincias de La Rioja, Rio Negro y Chubut con valores promedio.
		Bosque cultivado: Se incorporaron datos de superficie de cortinas forestales en algunas provincias.
	4D1-Humedales que permaneces como tales y 4F1-Otras tierras que permanecen como tales	Se aumento la superficie representada en 21,5 Mha pasando de representar 190,5 Mha (IBA5) a 212,1 Mha; incorporando por primera vez superficie de salinas (Humedales no gestionados), afloramientos rocosos y médanos/dunas (ambos de Otras tierras).
5 - RESIDUOS	5A - Eliminación de residuos sólidos	Se corrigió y actualizó la serie histórica 1970-2022 de los valores de GPC, específicamente para la jurisdicción del Gran Buenos Aires donde se consideraron los mismos valores de GPC que para la jurisdicción de CABA.
		Se actualizaron los valores de GPC para las jurisdicciones de Entre Ríos para el año 2021 y Misiones para los años 2020 y 2021.
		Se actualizaron los valores del PBI para los años 2020 y 2021 en base a la fuente de INDEC.
		Para algunos sitios se obtuvieron datos de neumáticos fuera de uso, residuos destinados a compost, residuos para uso energético como combustibles sustitutos, residuos de plantas sociales (materiales recuperados), áridos, residuos destinados a tratamiento mecánico biológico y fardos (materiales recuperados) y otros materiales recuperados.
		Se obtuvieron datos específicos para el AMBA por parte de CEAMSE respecto de las toneladas de residuos ingresados a sitios categorizados entre los años 2001 y 2022, para los sitios Norte III, Norte IIIA, Norte IIIB, Norte IIIC, Norte IIID, González Catán, Ensenada y entre los años 2017 y 2022 para el sitio Ezeiza. También se obtuvieron dichos datos para el sitio Villa Domínico, específicamente para los años 2001-2004. A su vez, se actualizó la información de dichos residuos para el resto de las jurisdicciones del país.
	5B - Tratamiento biológico de los Residuos sólidos	Se actualizaron los datos de toneladas de residuos destinados a tratamiento mecánico biológico y a compost por parte de CEAMSE.
	5C - Incineración de residuos	Se actualizaron los valores del PBI para los años 2020 y 2021 en base a la fuente de INDEC. De esa manera, se ajustaron los datos de actividad de los residuos industriales para dichos años respecto de las jurisdicciones de Buenos Aires (GBA), Entre Ríos, Neuquén, Santa Cruz y Santa Fe.
	5D - Tratamiento y eliminación de aguas residuales	Se mejoraron los porcentajes de descarga por materia orgánica para la serie temporal 2011 a 2021 donde se realizó una interpolación lineal a partir de los datos obtenidos en el censo 2022 reportados por el INDEC.
		Se revisaron y actualizaron los datos de actividad vinculados al tratamiento y eliminación de aguas industriales de los siguientes productos: producción de azúcar, producción de etanol de caña, producción de etanol de maíz, producción de carne aviar, producción de carne ovina, producción de carne porcina, producción de limón, producción de mandarina, producción de naranja, producción de pomelos y producción de Whisky.

Fuente: Elaboración propia

Anexo Control de calidad en la compilación

La evaluación comparativa se realizó a nivel de subactividad para los últimos tres informes bienales (IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1). En la siguiente tabla se detalla la estructura de los cálculos del SNI-GEI-AR y el documento asociado al control de calidad realizado en la compilación. La ruta de acceso a los archivos de control es: SNI-GEI-AR/02_INGEI_2022/Sector/Control.

La identificación de las actividades y subactividades dentro del SNI-GEI-AR aún mantienen los códigos utilizados y reportados en los anteriores IBA[418]. La carga de DA, confección de HT y los controles de calidad se realizan a nivel de estas categorías (como se reporta en la columna Código nacional en tabla), sin embargo, los nombres han cambiado ajustándose a las nuevas decisiones de reporte (codificación en columna "Actividad" en tabla).

Tabla 937. Actividades y subactividades del SNI-GEI-AR

Sector	Actividad	Subactividad	Código nacional
Energía	1 - Energía	Quema de combustible	1A
		Fugitivas carbón mineral	1B1a
		Fugitivas transformación de combustibles sólidos	1B1c
		Fugitivas petróleo	1B2a
		Fugitivas gas natural	1B2b
Procesos industriales y uso de productos (PIUP)	2 - Procesos industriales y uso de productos	Industria de los minerales	2A
		Industria química	2B
		Industria de los metales	2C
		Uso de productos no energéticos	2D
		Uso de sustitutos de SAO	2F
		Otras industrias	2H
Agricultura y ganadería	3A-3B-3D Ganadería	Bovinos de leche	3ACai
		Bovinos de carne	3ACaii
		Bubalinos	3ACb
		Ovinos	3ACc
		Caprinos	3ACd
		Camélidos	3ACe
		Equinos	3ACf
		Mulares y asnales	3ACg

[418] Este control de calidad no incluye elementos recordatorios (1D) ya que no se consideran para el total de las estimaciones del país.

Sector	Actividad	Subactividad	Código nacional
		Porcinos	3ACh
		Aves	3ACi
	3C-3D-3F-3H Agricultura	Fertilizantes sintéticos	3C345
		Producción agrícola	3C45
Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)	4A - Tierras forestales	Bosque nativo	3B1ai
		Bosque cultivado	3B1aii
	4B - Tierras de cultivo	Cultivos	3B2/3B7
	4C - Pastizales	Pastizales	3B3
	4G - Productos de madera recolectada	Productos de la madera recolectada	3D1
	4(IV) Quema de biomasa	Quema de biomasa	3C1
Residuos	5 - Residuos	Residuos sólidos	4ABC
		Aguas residuales domésticas	4D1
		Aguas residuales industriales	4D2

Fuente: Elaboración propia

Se detalla a continuación las comparativas por cada subactividad para las emisiones en $MtCO_2e$ y los DA en unidades físicas.

Quema de combustible

Dentro de la subactividad “Quema de combustible” (1A) se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 938. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Quema de combustibles (1A)

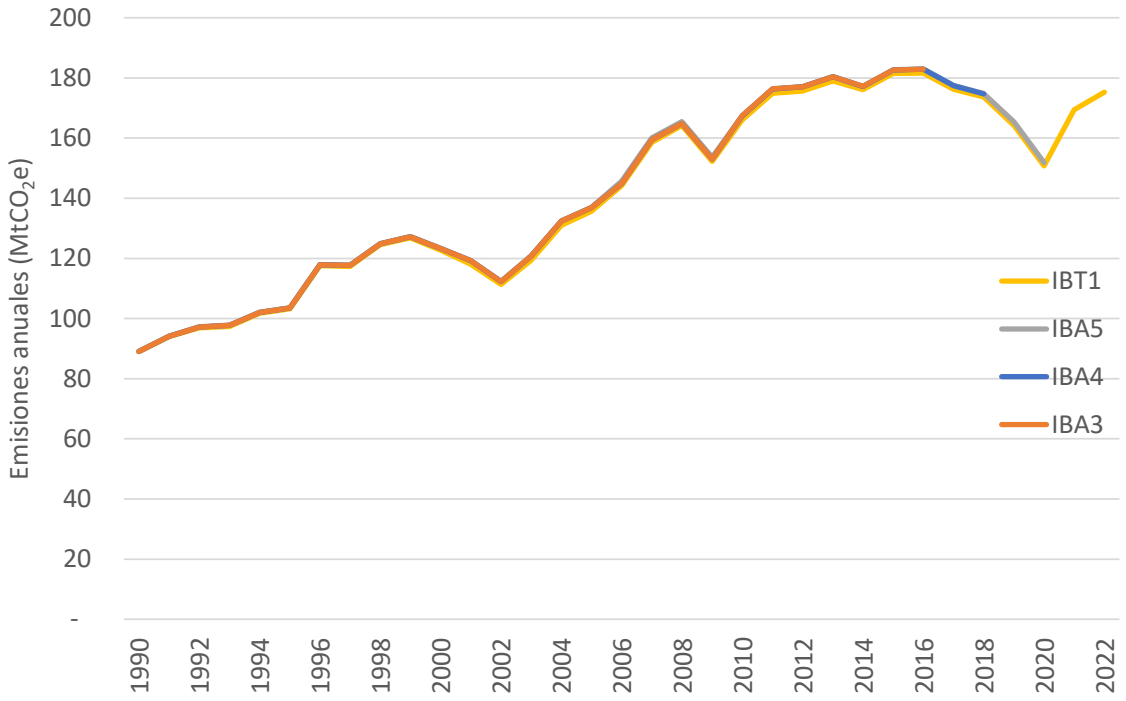
Código	Descripción
1A1a	Producción pública de electricidad y calor
1A1b	Refinación del petróleo
1A1c	Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas
1A2a	Hierro y acero
1A2b	Metales no ferrosos
1A2c	Productos químicos
1A2d	Pulpa, papel e imprenta
1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco
1A2f	Minerales no metálicos
1Ag	Otros
1A3a	Aviación de cabotaje
1A3b	Transporte terrestre
1A3c	Ferrocarriles
1A3d	Navegación marítima y fluvial nacional
1A3e	Otro tipo de transporte
1A4a	Comercial/Institucional
1A4b	Residencial
1A4c	Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron correcciones en la serie temporal asociadas fundamentalmente a los DA y FE, entre IBA5 e IBT1. También se incluyó una nueva categoría de cálculo: producción de coque metalúrgico en 1A1ci - Manufactura de combustibles sólidos (Nivel 1).

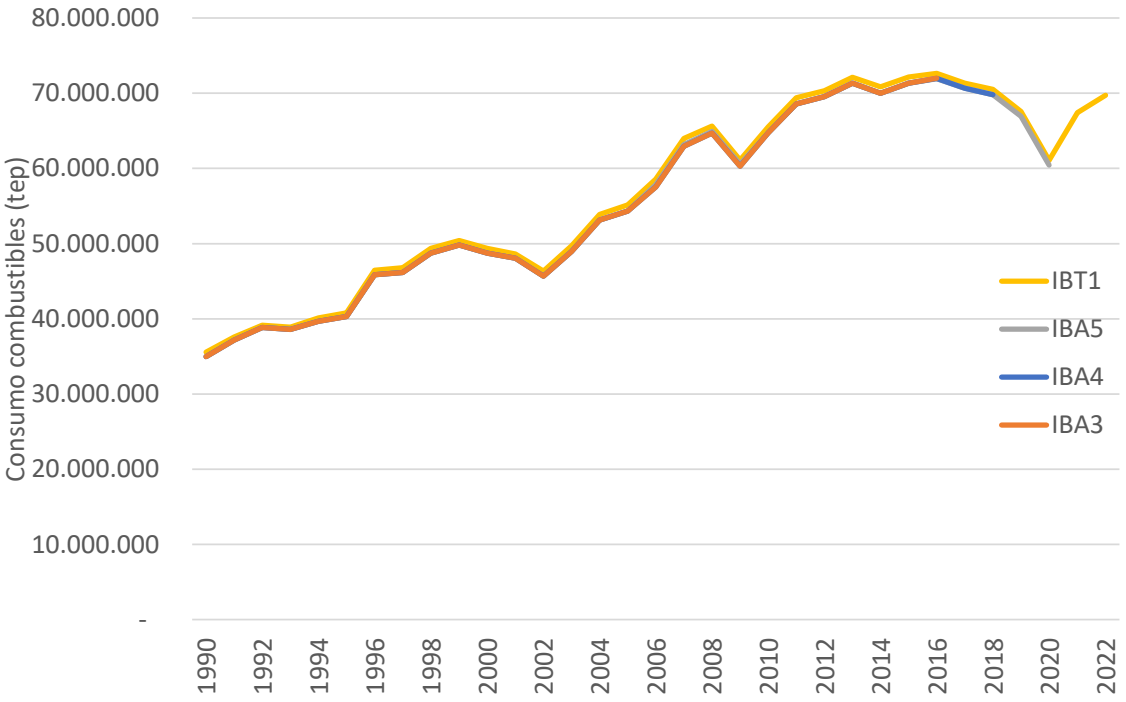
Se realizó la comparativa entre los resultados provistos por las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1. Las figuras a continuación representan los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Figura 467. Emisiones subactividad Quema de Combustibles (1A) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 468. Consumo de combustibles subactividad Quema de Combustibles (1A) IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Fugitivas minería carbonífera y manejo del carbón

Dentro de la subactividad "Fugitivas minería carbonífera y manejo del carbón (1B1a)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 939. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Fugitivas minería carbonífera y manejo del carbón (1B1a)

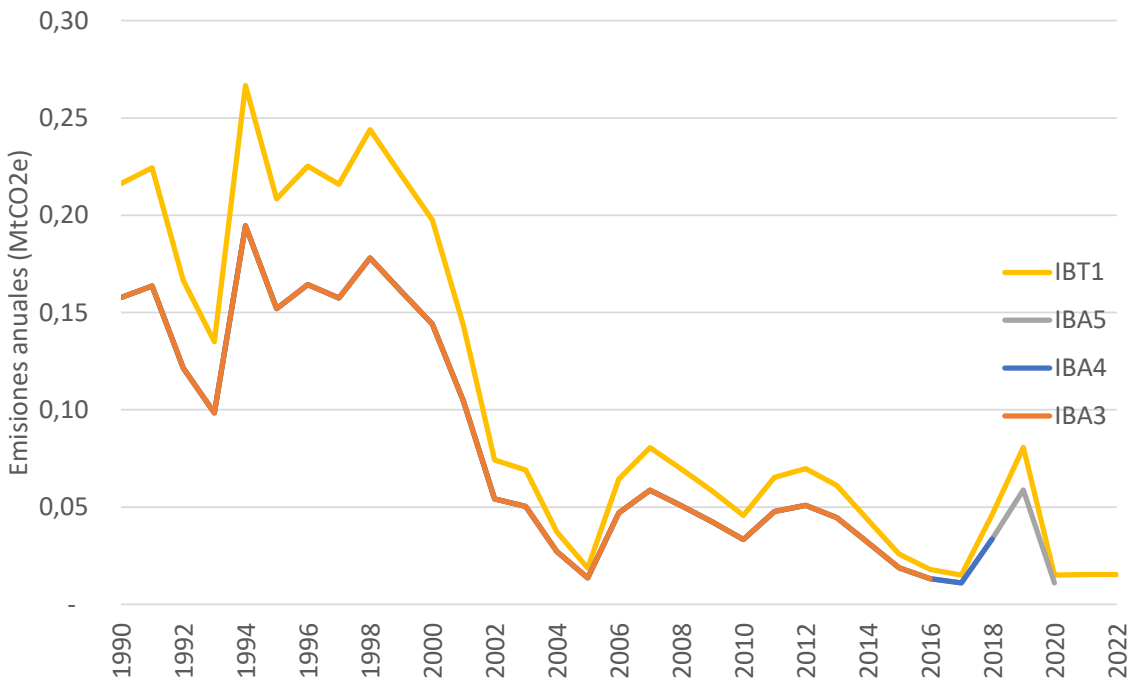
Código	Descripción
1B1ai1	Emisiones extracción de carbón mineral
1B1ai2	Emisiones post-extracción de carbón mineral

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

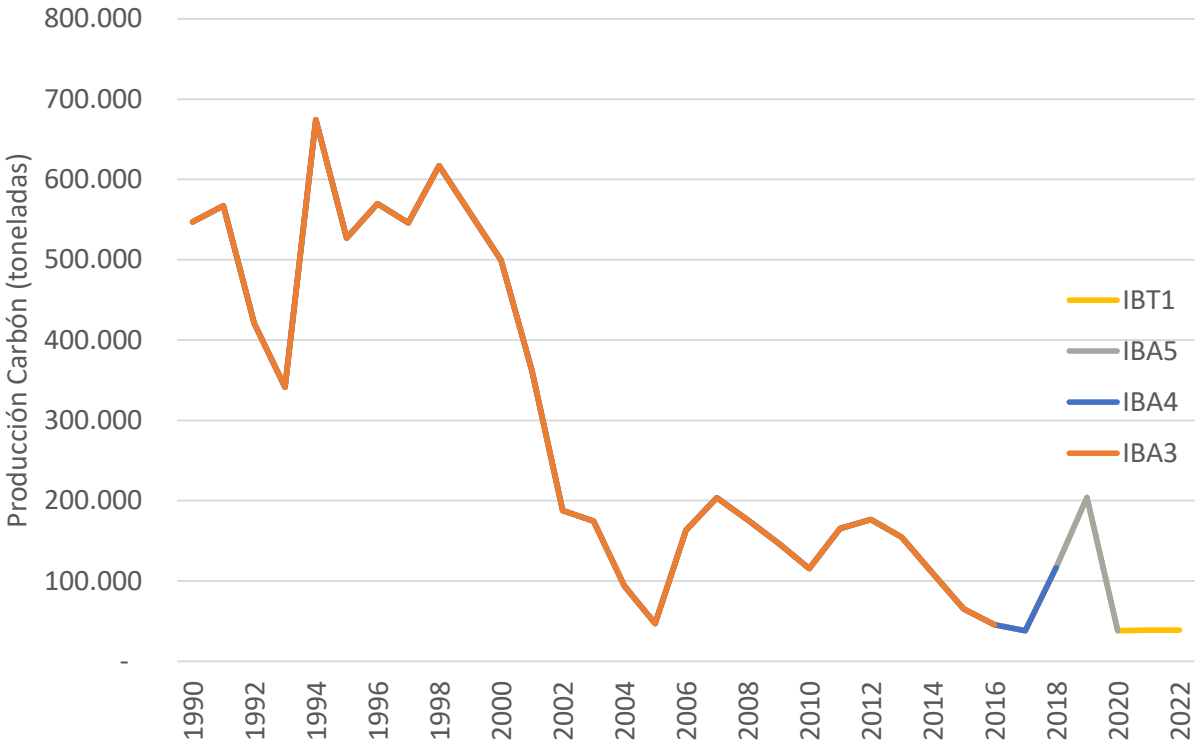
No se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE.

Figura 469. Emisiones subactividad Fugitivas minería carbonífera y manejo del carbón (1B1a) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 470. Producción Fugitivas minería carbonífera y manejo del carbón (1B1a) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Fugitivas transformación de combustibles sólidos

Dentro de la subactividad "Fugitivas transformación de combustibles sólidos (1B1b)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 940. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Fugitivas transformación de combustibles sólidos (1B1b)

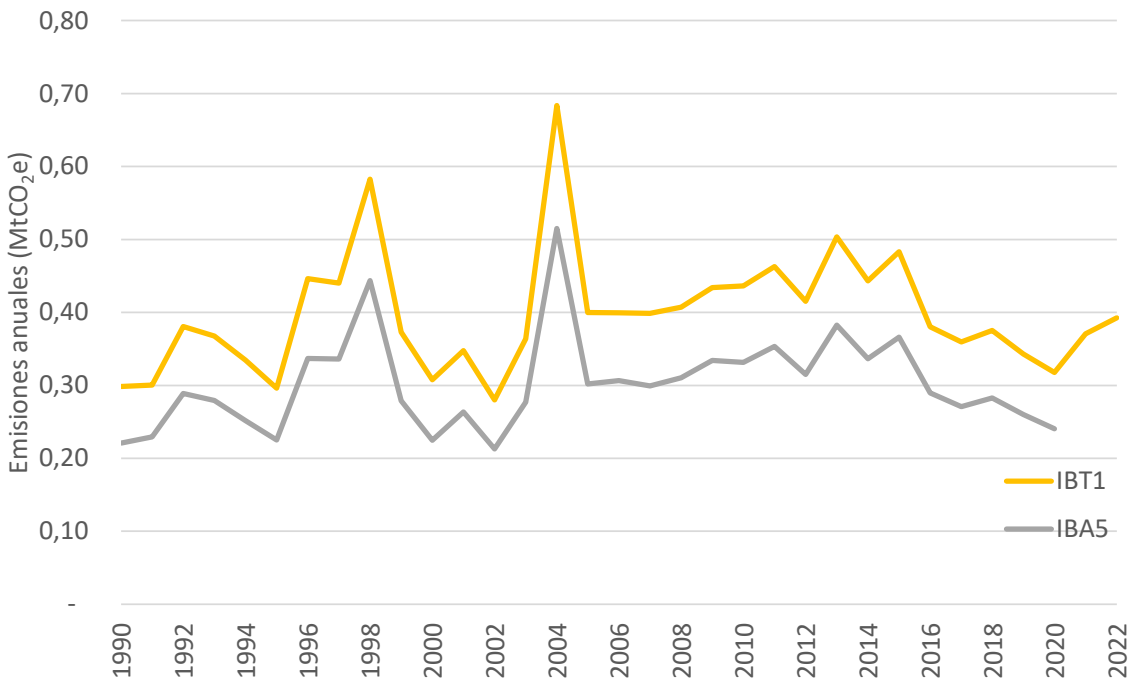
Código	Descripción
1B1bi	Emisiones fugitivas de la producción de carbón vegetal
1B1bii	Emisiones fugitivas de la producción de coque metalúrgico

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA5 e IBT1 de la categoría 1B1bi - Emisiones fugitivas de la producción de carbón vegetal, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados. Ya que la categoría 1B1bii - Emisiones fugitivas de la producción de coque metalúrgico se calculó por primera vez en el IBT1.

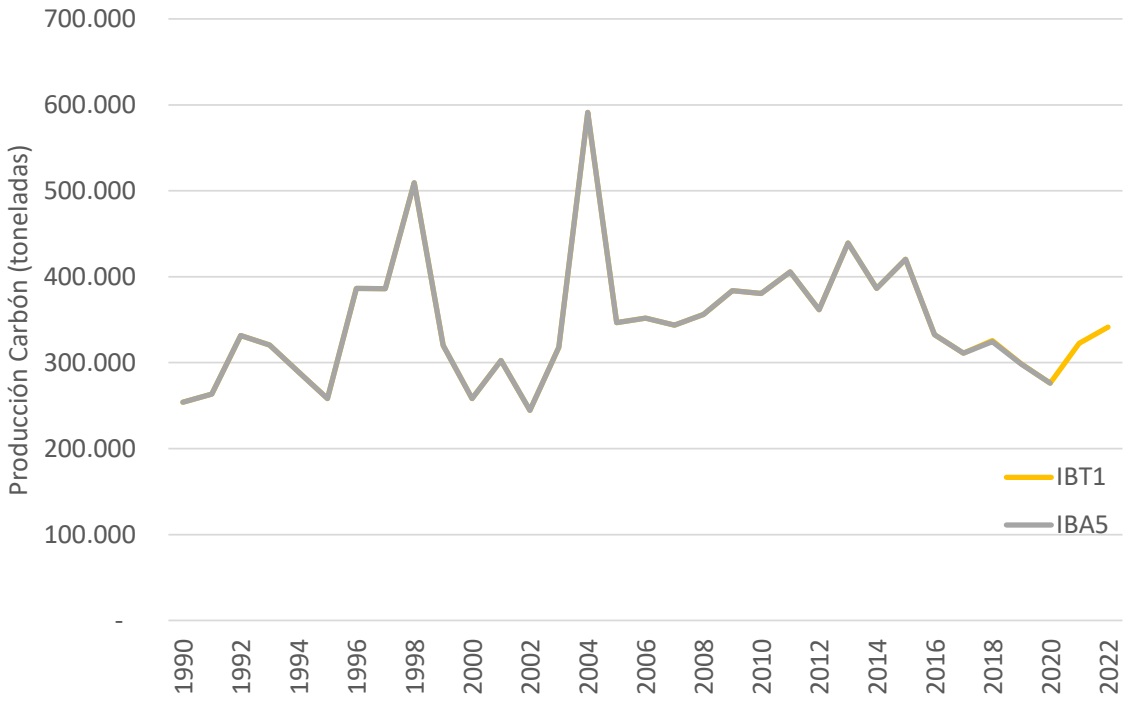
No se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE.

Figura 471. Emisiones subactividad Fugitivas transformación de combustibles sólidos (1B1b) – IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 472. Producción de carbón vegetal (1B1bi) – IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Fugitivas petróleo

Dentro de la subactividad “Fugitivas petróleo (1B2a)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 941. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Fugitivas petróleo (1B2a)

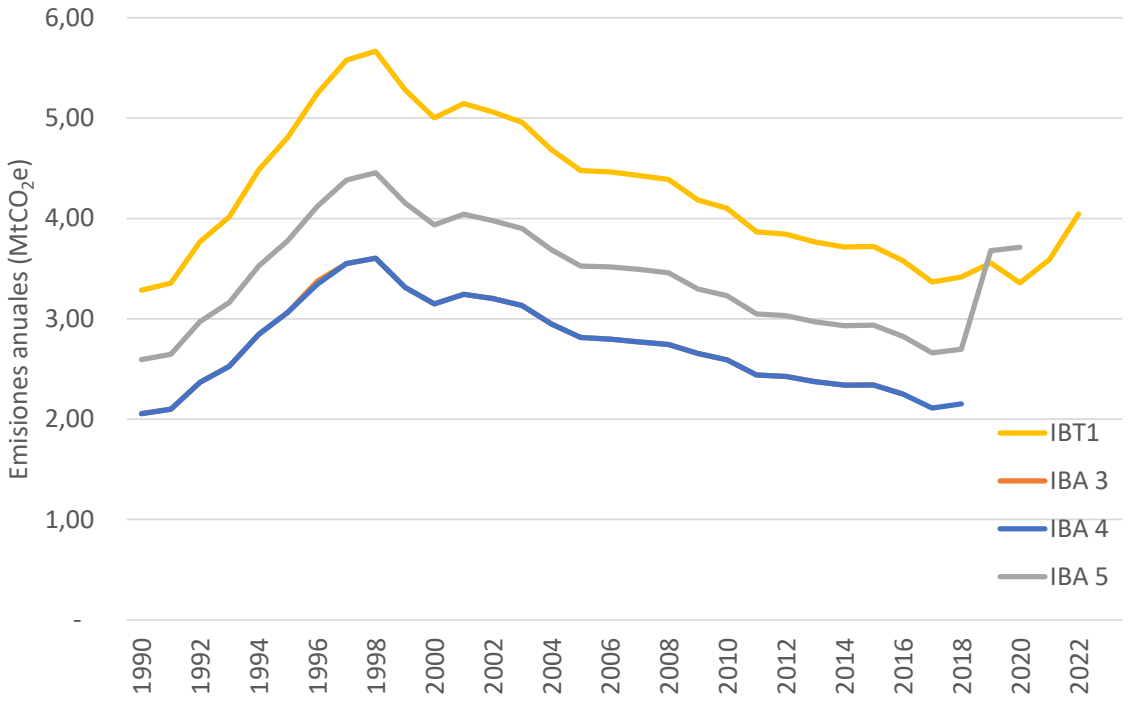
Código	Descripción
1B2ai	Fugitivas Exploración de Petróleo
1B2aii	Fugitivas Producción y mejoras de Petróleo
1B2aiii	Fugitivas Transporte de Petróleo
1B2aiv	Fugitivas Refinación/Almacenamiento de Petróleo
1B2av	Distribución de productos de Petróleo

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

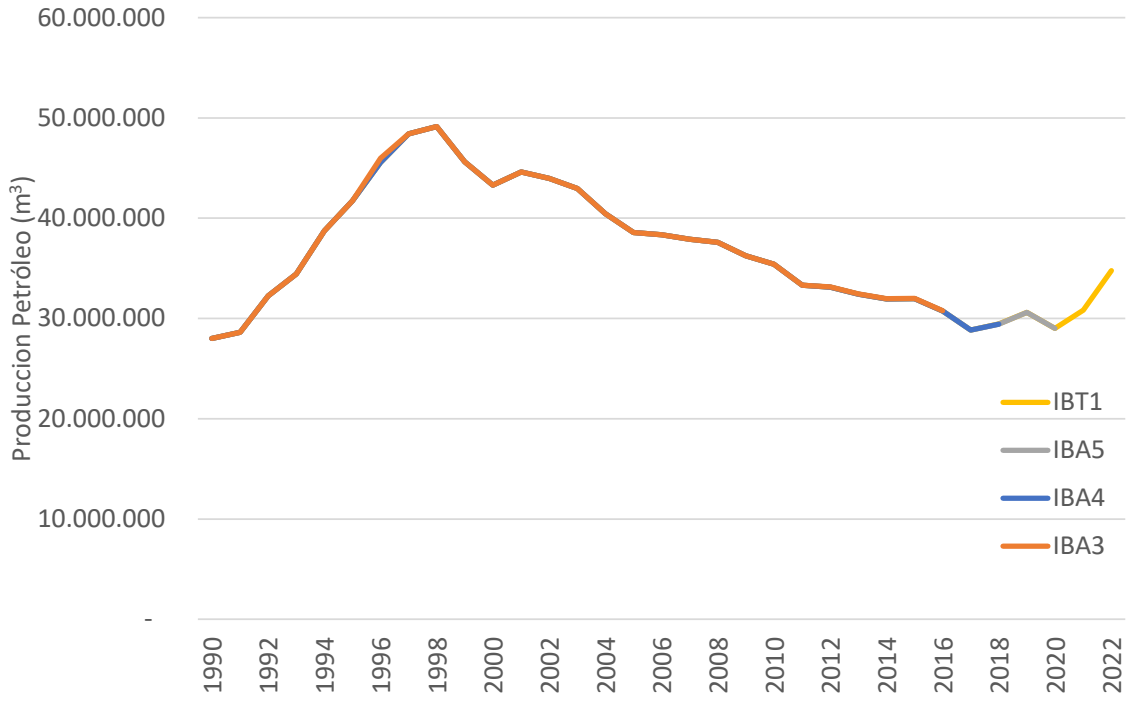
Se realizaron correcciones en la serie temporal asociadas con los DA entre IBA3 e IBA4. A partir del IBA5, el cálculo de las emisiones se realiza utilizando los FE por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019, que están diferenciados por producción convencional y no convencional. Por dicho motivo, las emisiones aumentan proporcionalmente a la producción de petróleo. No hay cambios en la serie temporal de DA entre IBA5 e IBT1. En el IBT1 se identificaron y seleccionaron las tecnologías y prácticas de menor y mayor emisión de las actividades que ocurren en cada cuenca para la producción de petróleo, en función de lo cual se modificaron los FE seleccionados del Refinamiento de 2019 para los segmentos de exploración, producción y mejoras de petróleo.

Figura 473. Emisiones subactividad Fugitivas petróleo (1B2a) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 474. Producción de petróleo subactividad Fugitivas petróleo (1B2a) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Fugitivas gas natural

Dentro de la subactividad “Fugitivas gas natural (1B2b)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 942. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Fugitivas gas natural (1B2b)

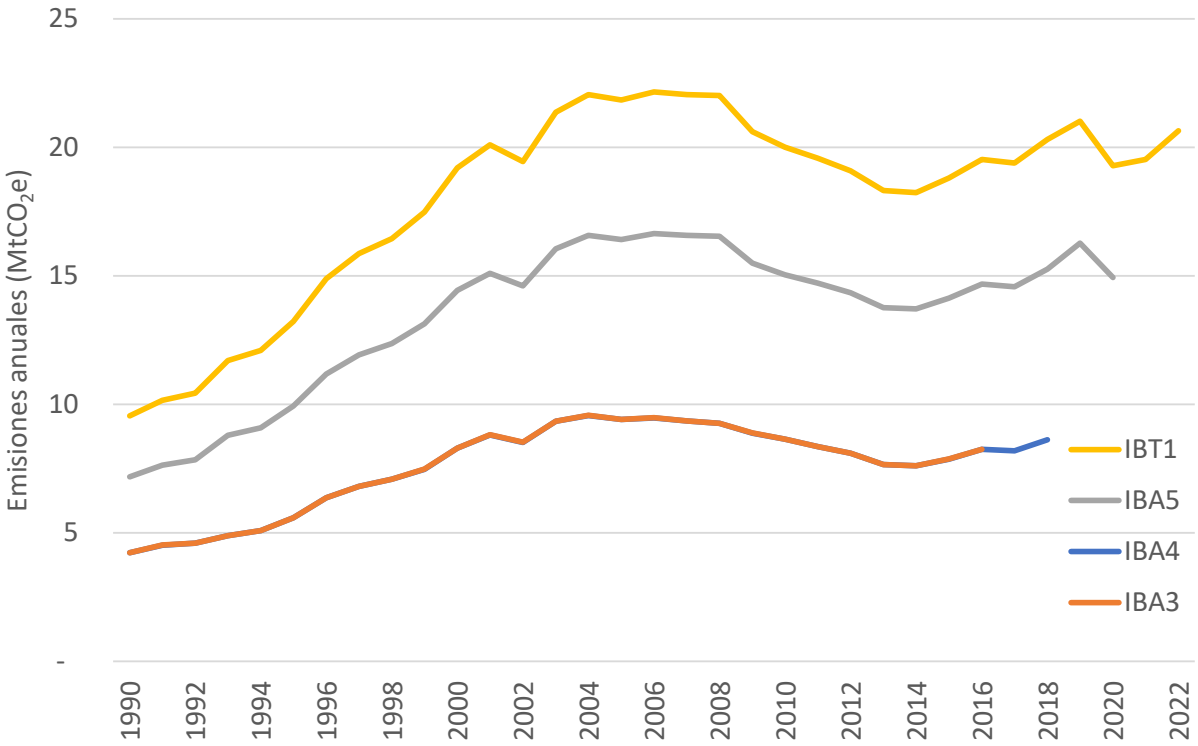
Código	Descripción
1B2bi	Exploración de Gas
1B2bii	Fugitivas Producción y recolección de Gas Natural
1B2biiii	Procesamiento de Gas
1B2biv	Transporte y Almacenamiento
1B2bv	Distribución de Gas
1B2bvi1	Emisiones posteriores a la medición

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

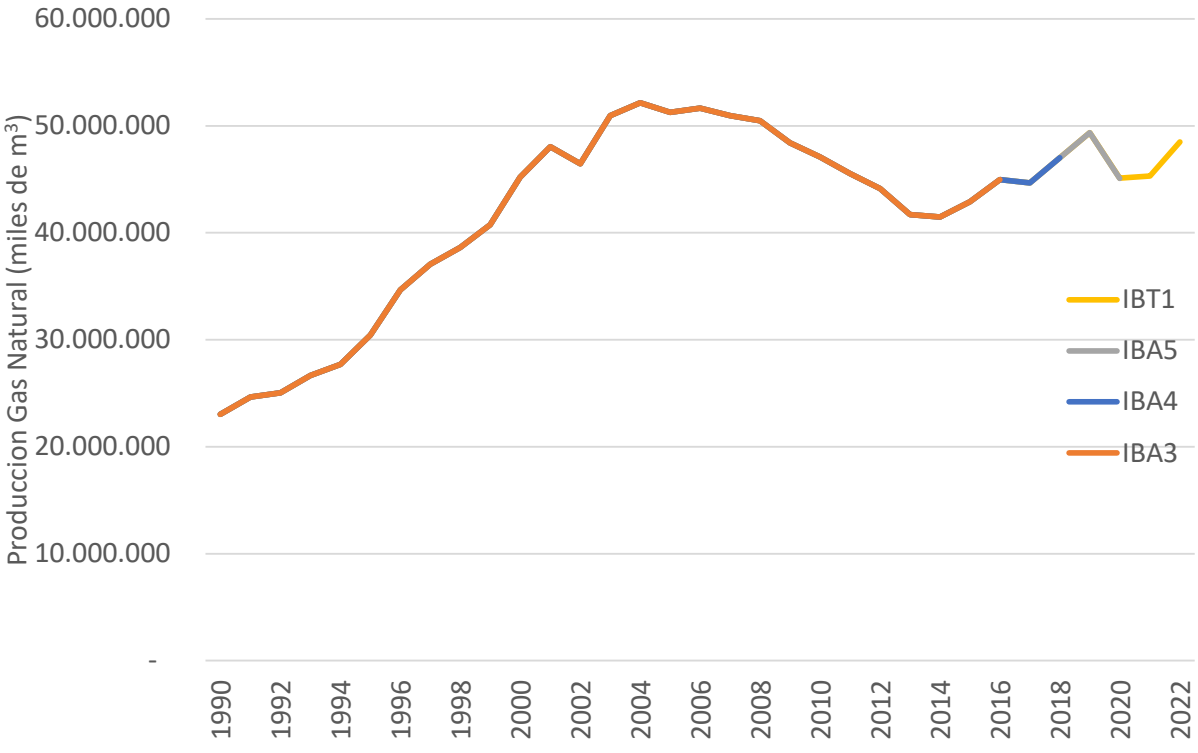
A partir del IBA5 el cálculo de las emisiones se realiza utilizando los FE por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019, que están diferenciados por producción convencional y no convencional. Por dicho motivo, las emisiones aumentan proporcionalmente a la producción de gas natural. En el IBT1 se identificaron y seleccionaron las tecnologías y prácticas de menor y mayor emisión de las actividades que ocurren en cada cuenca para la producción de gas natural, en función de lo cual se modificaron los FE seleccionados del Refinamiento de 2019 para los segmentos de exploración, producción y recolección de gas natural.

Figura 475. Emisiones subactividad Fugitivas gas natural (1B2b) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 476. Producción de gas natural subactividad Fugitivas gas natural (1B2b) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Industria de los minerales

Dentro de la subactividad "Industria de los minerales (2A)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 943. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Industria de los minerales (2A)

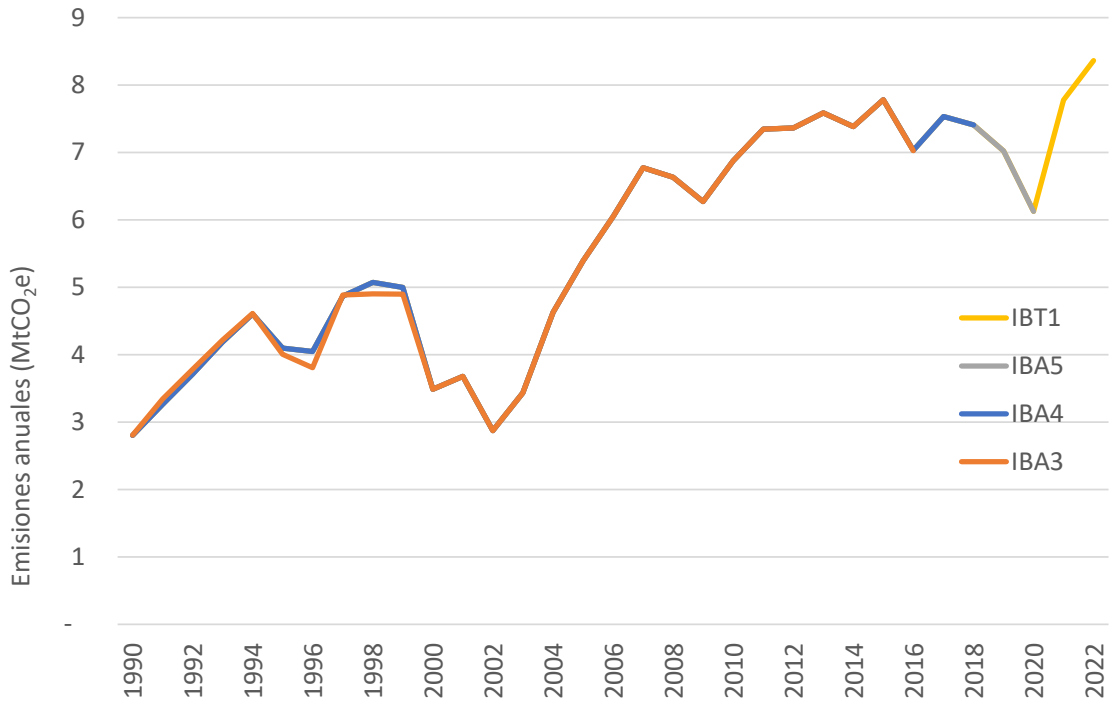
Código	Descripción
2A1	Producción de cemento
2A2	Producción de cal
2A4a	Producción de cerámicas
2A4b	Otros usos de la ceniza de sosa
2A4d	Otros usos de carbonatos

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de DA utilizados.

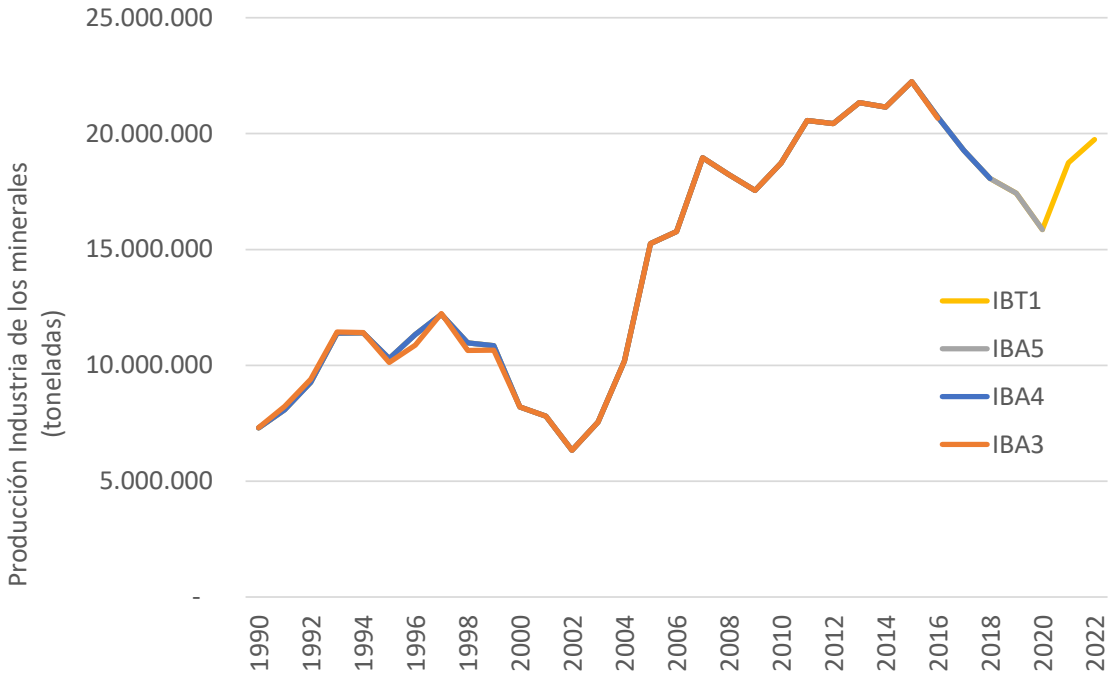
Se actualizaron los DA a nivel nacional para la serie temporal 1990-2022 de la producción de calcita y arcilla.

Figura 477. Emisiones subactividad Industria de los minerales (2A) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 478. Producción subactividad Industria de los minerales (2A) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Industria química

Dentro de la subactividad “Industria química (2B)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 944. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Industria química (2B)

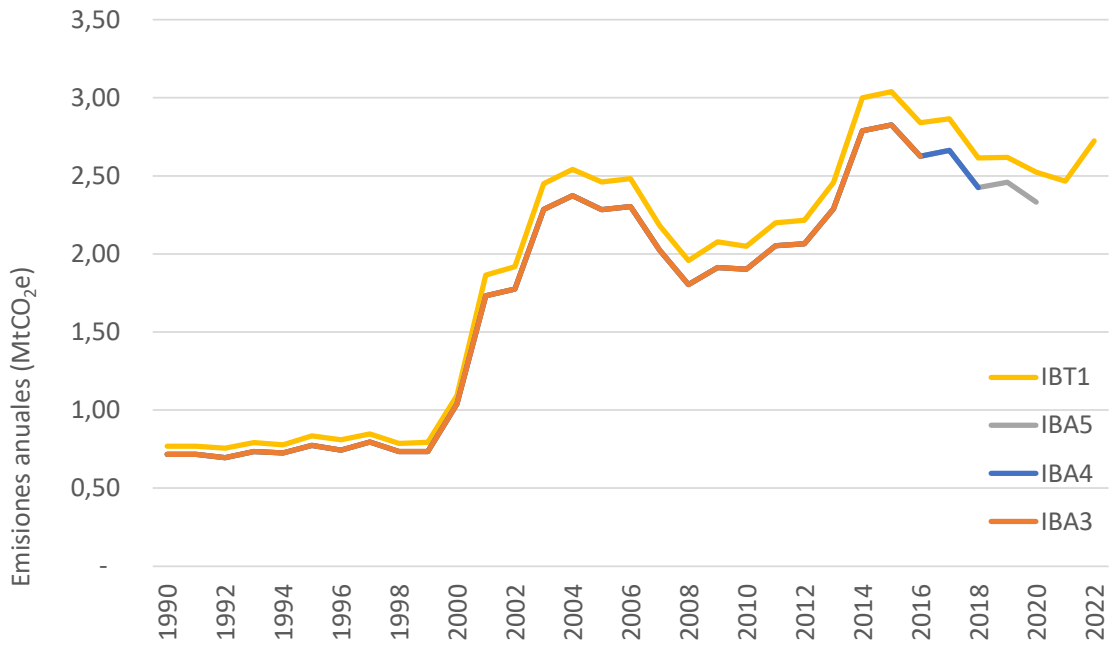
Código	Descripción
2B1	Producción de amoníaco
2B2	Producción de ácido nítrico
2B5	Producción de carburo
2B7	Producción de Carbonato de Sodio
2B8a	Producción Metanol
2B8b	Producción Etileno
2B8c	Producción Dicloruro de etileno y monómero de cloruro de vinilo
2B8f	Producción de negro de humo
2B9a	Producción fluoroquímica
2B10	Otros

Fuente: Elaboración propia

Se corrigió la serie temporal de la producción de HCFC-22 entre IBA3 e IBA4. No hay cambios entre IBA4 e IBA5. En el IBT1 se realizaron los siguientes ajustes: en las categorías 2B1-Producción de amoníaco y 2B8a-Metanol, las emisiones de CO_2 se deducen de la categoría 1A2c (sector Energía). Para ello se realizó un tratamiento de los DA asignando la producción de amoníaco por provincia de acuerdo con la capacidad instalada de cada planta. Y en la categoría 2B8b-Etileno, se identificó un caso de omisión de emisiones en el IBA5. Dichas emisiones de CO_2 (originadas de la combustión del etileno asociadas al uso de combustible para la alimentación energética) fueron estimadas en el IBT1 siguiendo las Directrices del IPCC de 2006. Se le agrega al FE de CO_2, el FE de CO_2 por uso del etileno como combustible para la alimentación energética. Respecto a cambios en los GWP, se realizaron los siguientes ajustes: en 2B2-Producción de ácido nítrico, cambio en GWP N_2O de IPCC - SAR 2 - 1995 a IPCC – AR5 y en 2B8a-Metanol, 2B8b-Etileno, 2B8c-Dicloruro de etileno y monómero de cloruro de vinilo y 2B8f-Óxido de etileno se efectuó un cambio en GWP CH_4 de IPCC - SAR 2 - 1995 a IPCC - AR5.

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, la figura a continuación representa gráficamente el resultado agregado de emisiones.

Figura 479. Emisiones subactividad Industria química (2B) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Industria de los metales

Dentro de la subactividad "Industria de los metales (2C)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 945. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Industria de los metales (2C)

Código	Descripción
2C1	Producción de hierro y acero
2C2	Producción de ferroaleaciones
2C3	Producción de aluminio
2C6	Producción de zinc

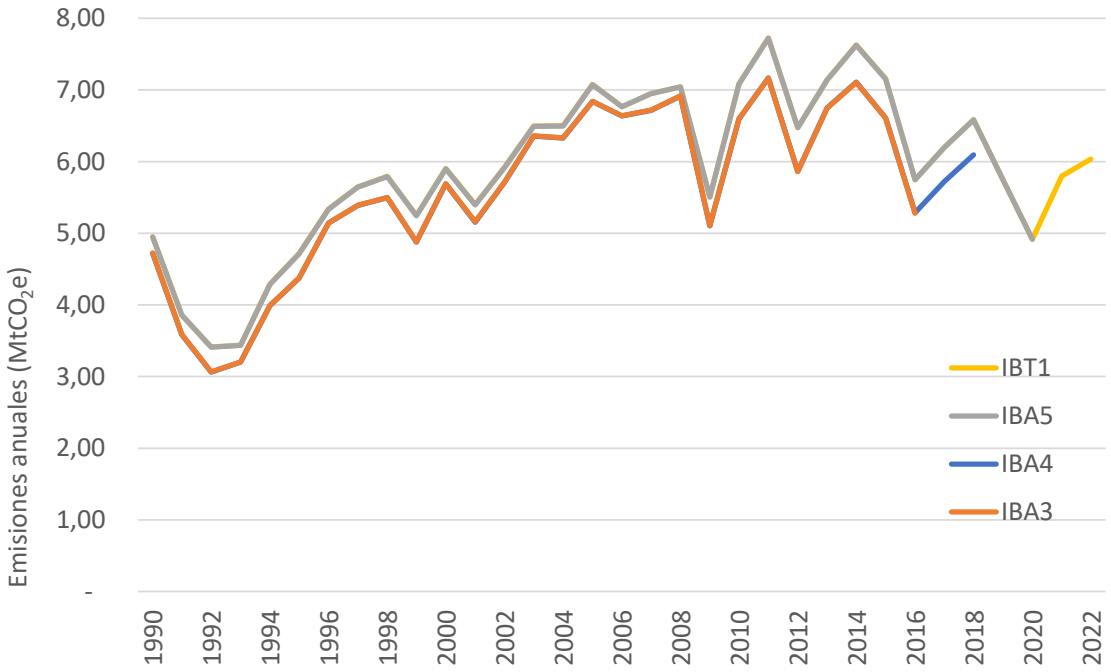
Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 se corrigió la serie temporal de la producción de aluminio en base a los datos actualizados provistos por CAIAMA y se ajustó el FE del Ferrocromo. Entre IBA4 e IBA5 se actualizaron los FE y la metodología de cálculo de las emisiones de la producción de hierro y acero utilizando el Refinamiento del IPCC de 2019. Además, se ajustó la serie temporal de los DA a partir de los datos provistos por la CAA por tipo de tecnología. En el IBT1 se realizaron los siguientes ajustes: en las categorías 2C1-Producción de hierro y acero y 2C2-Producción de ferroaleaciones se cambió el GWP del CH_4 de IPCC - SAR 2 - 1995 a IPCC - AR5. Mientras que en la

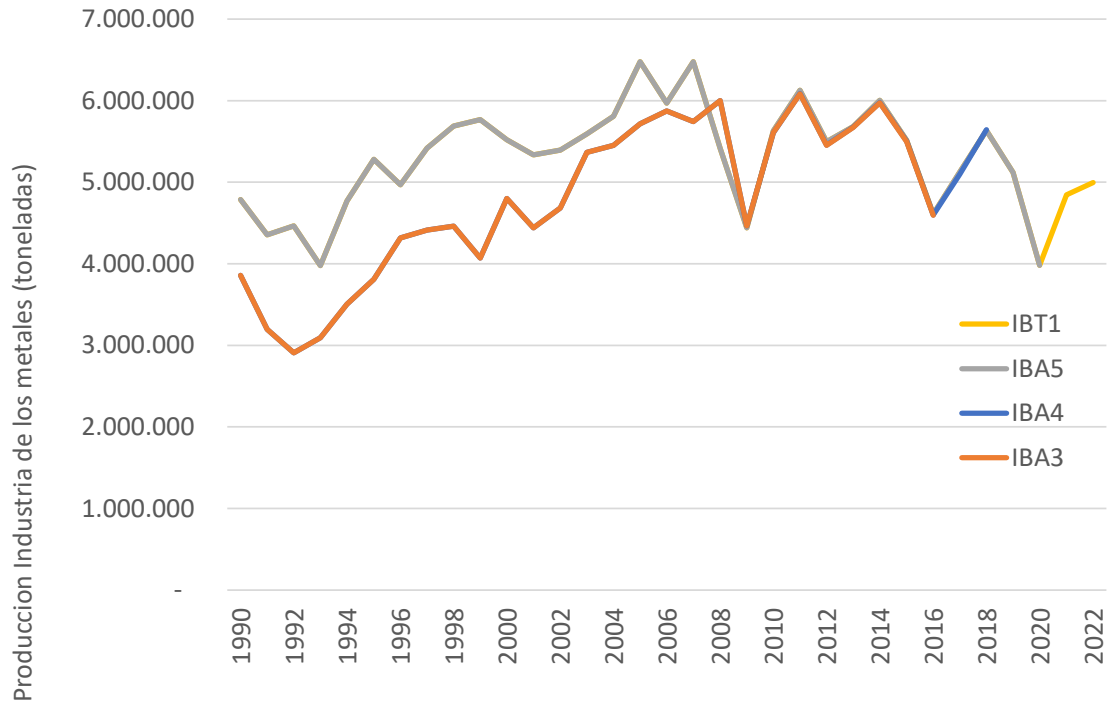
categoría 2C3-Producción de aluminio, se produjo un cambio en GWP de PFC de IPCC - SAR 2 - 1995 a IPCC - AR5.

Figura 480. Emisiones subactividad Industria de los metales (2C) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 481. Producción subactividad Industria de los metales (2C) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Uso de productos no energéticos

Dentro de la subactividad "Uso de productos no energéticos (2D)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 946. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Uso de productos no energéticos (2D)

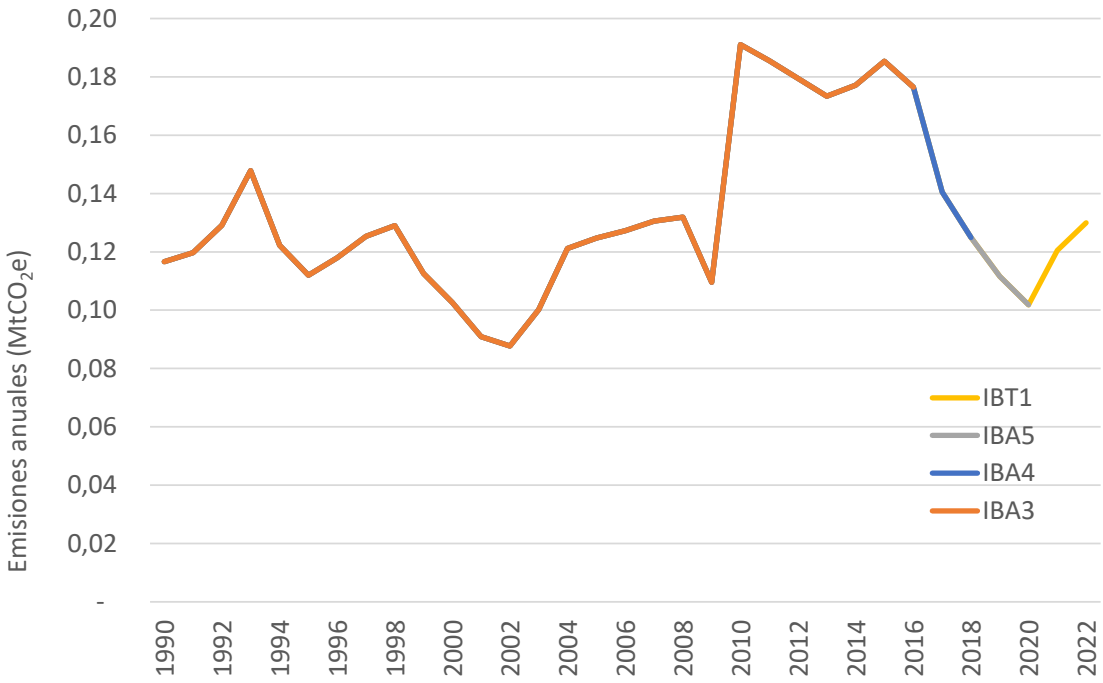
Código	Descripción
2D1	Uso de lubricante
2D2	Uso de la cera de parafina
2D3	Uso no energético de otros productos
2D3a	Uso de solvente

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, la figura a continuación representa gráficamente el resultado agregado de emisiones.

No se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE.

Figura 482. Emisiones subactividad Uso de productos no energéticos (2D) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Uso de sustitutos de SAO

Dentro de la subactividad "Uso de sustitutos de SAO (2F)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 947. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Uso de sustitutos de SAO (2F)

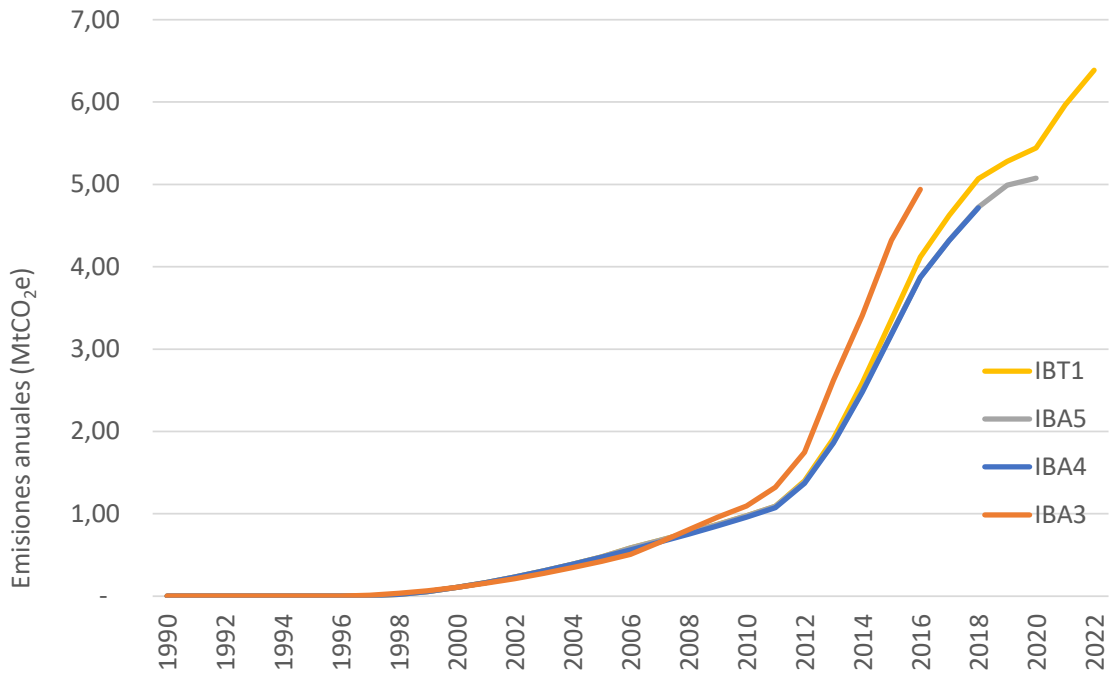
Código	Descripción
2F1e	Aire acondicionado móvil
2F1f	Refrigeración y aire acondicionado estacionario
2F2	Agentes espumantes
2F3	Productos contra incendios
2F4	Aerosoles

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

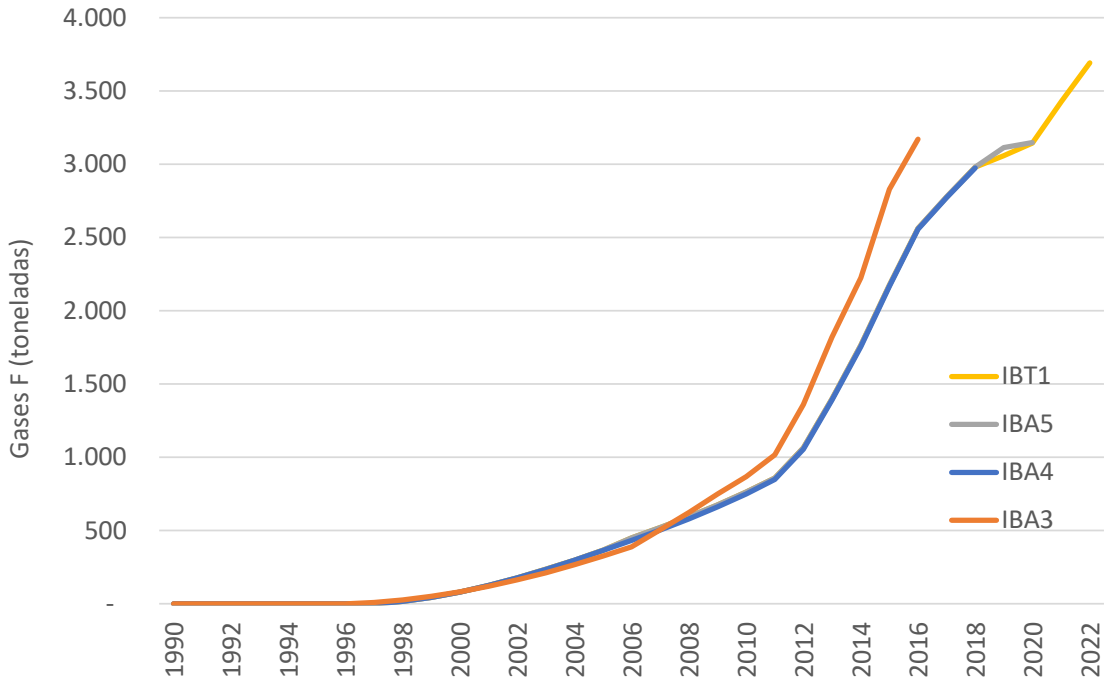
Entre IBA3 e IBA4 se actualizó la serie temporal en base a los datos de la OPROZ y se utilizó la plantilla del Refinamiento del IPCC de 2019 para la categoría 2F1 pasando del método de cálculo de Nivel 1 al Nivel 2a. No hay cambios entre IBA4 e IBA5. En el presente IBT1 se realizaron los siguientes ajustes para todas las categorías mencionadas: cambio en GWP de los HFCs de IPCC - SAR 2 - 1995 a IPCC - AR5.

Figura 483. Emisiones subactividad Uso de sustitutos de SAO (2F) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 484. Consumo subactividad Uso de sustitutos de SAO (2F) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Otras industrias

Dentro de la subactividad "Otras industrias (2H)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 948. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Otras industrias (2H)

Código	Descripción
2H1	Industria de la pulpa y del papel
2H2	Industria de la alimentación y la bebida

Fuente: Elaboración propia

Dado que no se reportan emisiones de GEI en la subactividad (solamente se reportan gases precursores), no se realizó una comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1.

Entre IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, se ajustó la serie temporal de DA por modificaciones en las bases de datos.

Bovinos de leche

Dentro de la subactividad "Bovinos de leche (3ACai)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 949. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Bovinos de leche (3ACai)

Código	Descripción
3A1a	Fermentación Entérica Bovinos Lecheros
3B1a	Directas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros
3D1c1a	Directas Excretas En pasturas Bovinos Lecheros
3D1bi1a	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Bovinos Lecheros
D2aiii1a	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Bovinos Lecheros
3D2aii1a	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Bovinos Lecheros
3D2bii1a	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Bovinos Lecheros
3B5ai1	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Bovinos Lecheros
3B5ai2	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Bovinos Lecheros

Fuente: Elaboración propia

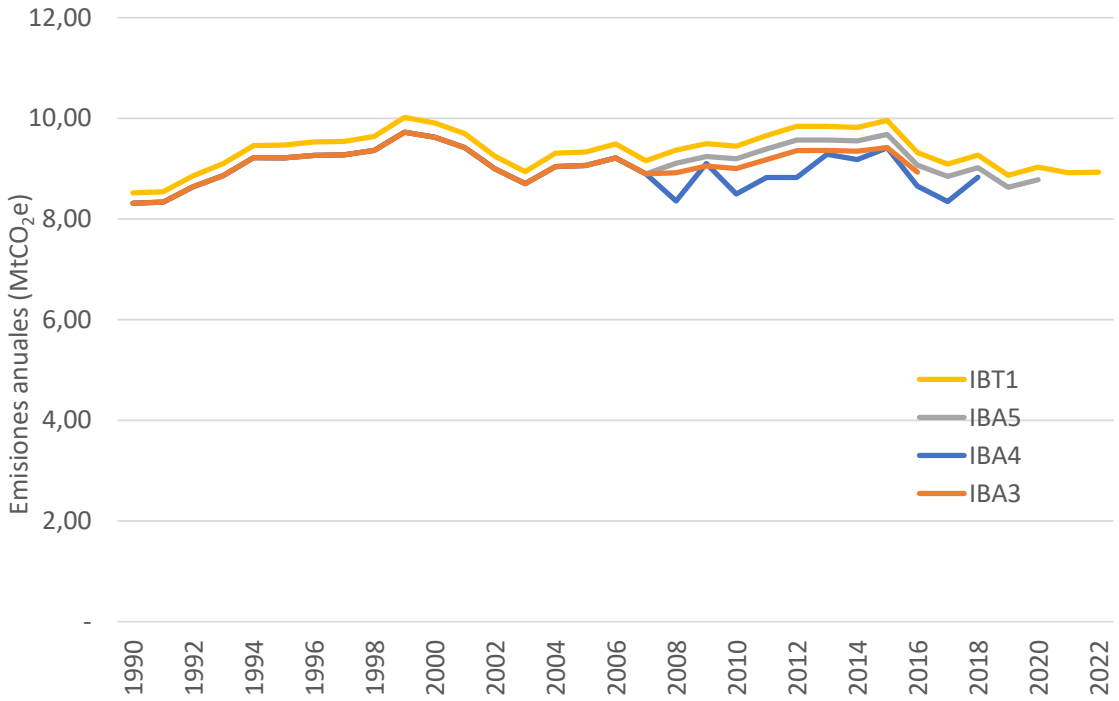
Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados. Adicionalmente, se han evaluado indicadores auxiliares, tales como el coeficiente de ajuste de los modelos lecheros y las emisiones por cabeza de ganado y por litro de leche, los cuales se representan a continuación.

Entre IBA3, IBA4 e IBA5 se ajustaron las proporciones de ganado bovino de carne y de leche en base a las definiciones del organismo de aplicación. Si bien se observa una variación de las existencias de bovinos de leche, cuando se analizan las existencias totales (suma de la ganadería bovina de carne y leche), estas tienen pequeñas variaciones en toda la serie temporal, por lo que la variación en las existencias de bovinos de leche se debe a la asignación entre ganadería de carne y leche.

Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA; la variación en la serie temporal de emisiones que se observa en el gráfico se debe la actualización de metodologías conforme al Refinamiento del IPCC de 2019 y a la actualización de métricas (aumento de GWP del CH_4 y disminución para el N_2O).

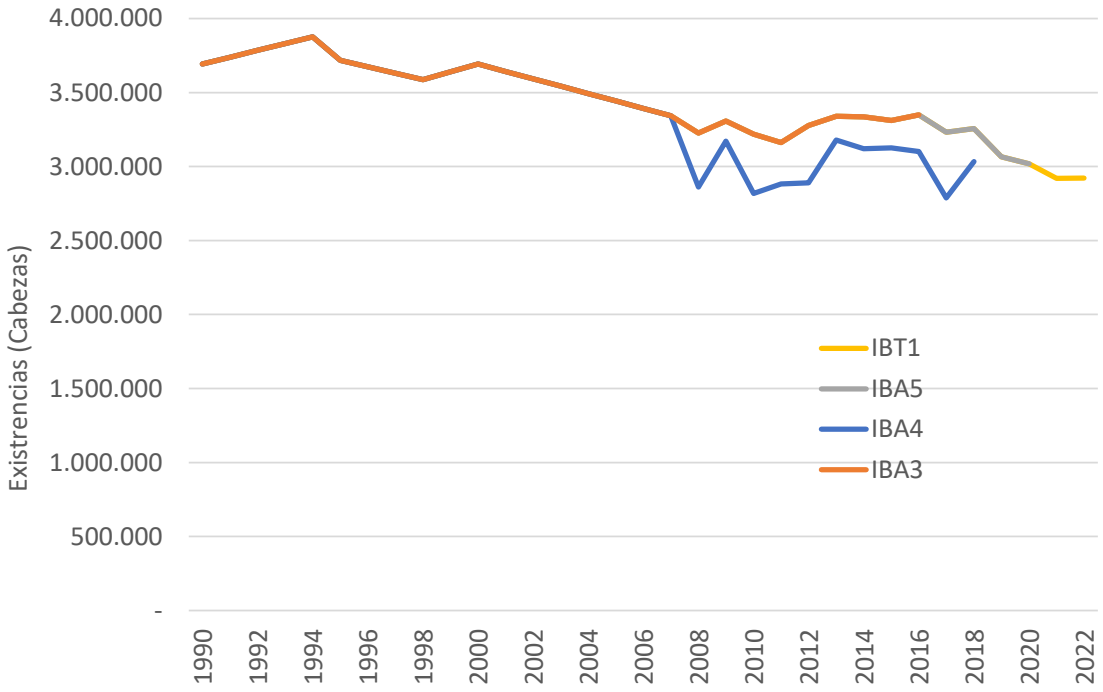
La variación en los indicadores por cabeza y por litro de leche se debe al cambio de asignación entre los sistemas de leche y carne.

Figura 485. Emisiones subactividad Bovinos de leche (3ACai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



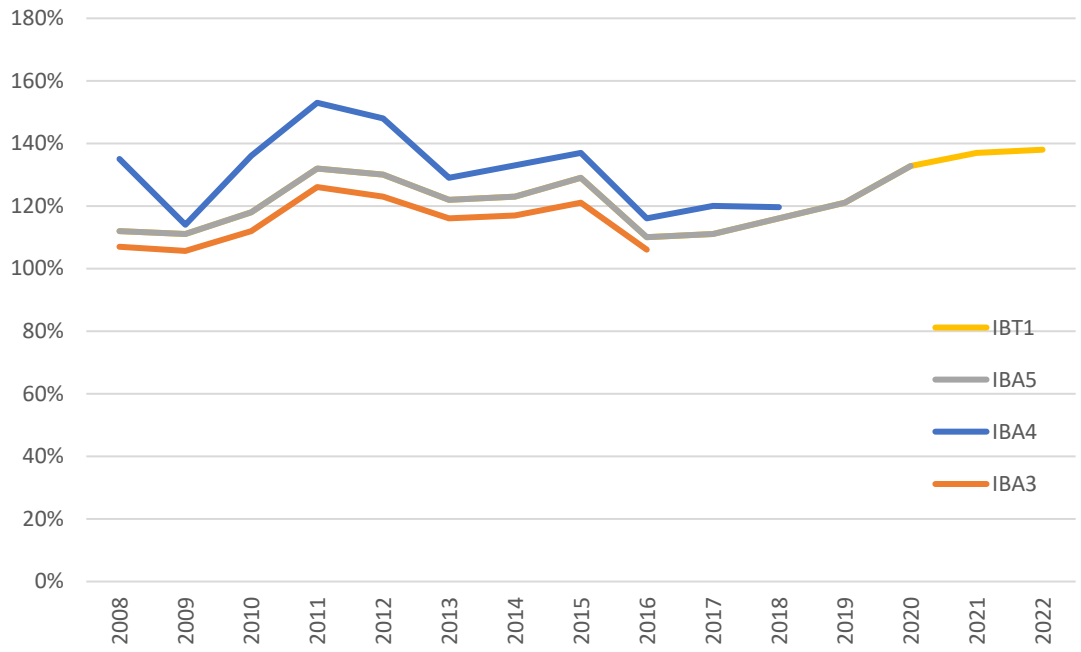
Fuente: Elaboración propia

Figura 486. Existencias subactividad Bovinos de leche (3ACai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



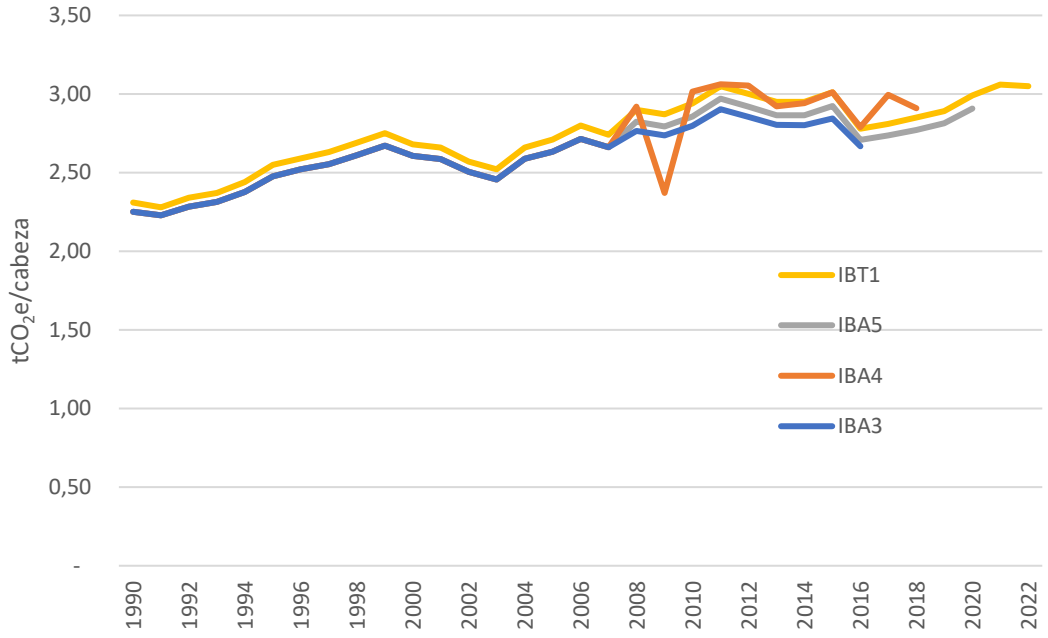
Fuente: Elaboración propia

Figura 487. Coeficiente de ajuste modelos Bovinos de leche (3ACai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



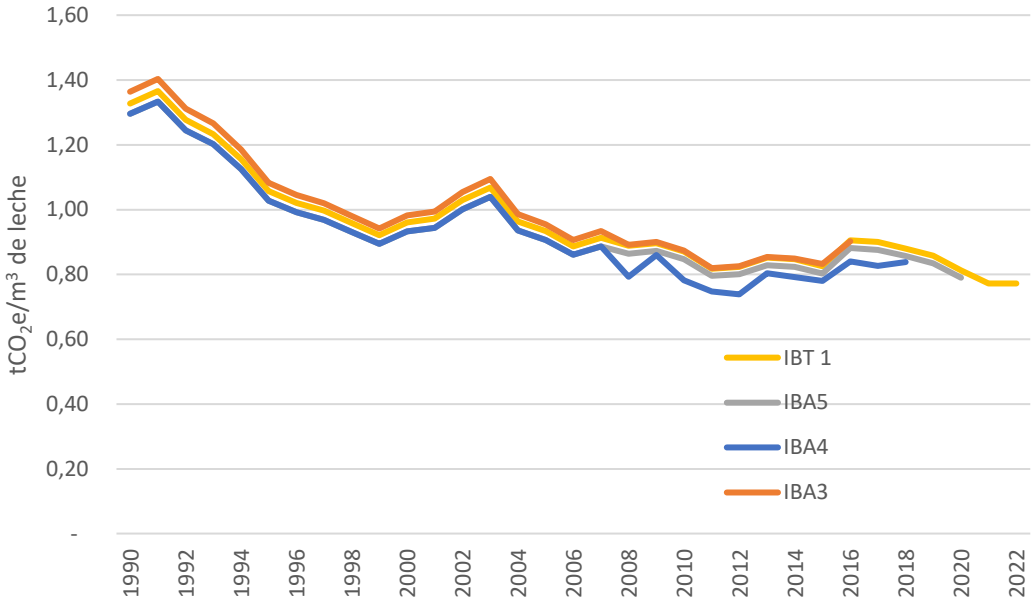
Fuente: Elaboración propia

Figura 488. Emisiones por cabeza Bovinos de leche (3ACai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 489. Emisiones por litro de leche Bovinos de leche (3ACai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Bovinos de carne

Dentro de la subactividad "Bovinos de carne (3ACaii)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 950. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Bovinos de carne (3ACaii)

Código	Descripción
3A1b	Fermentación Entérica Bovinos de Carne
3B1b	Directas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne
3D1c1b	Directas Excretas En pasturas Bovinos de Carne
3D1bi1b	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Bovinos de Carne
D2aiii1b	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Bovinos de Carne
D2biii1b	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Bovinos de Carne
3D2aii1b	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Bovinos de Carne
3D2bii1b	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Bovinos de Carne
3B5aii1	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Bovinos de Carne
3B5aii2	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Bovinos de Carne

Fuente: Elaboración propia

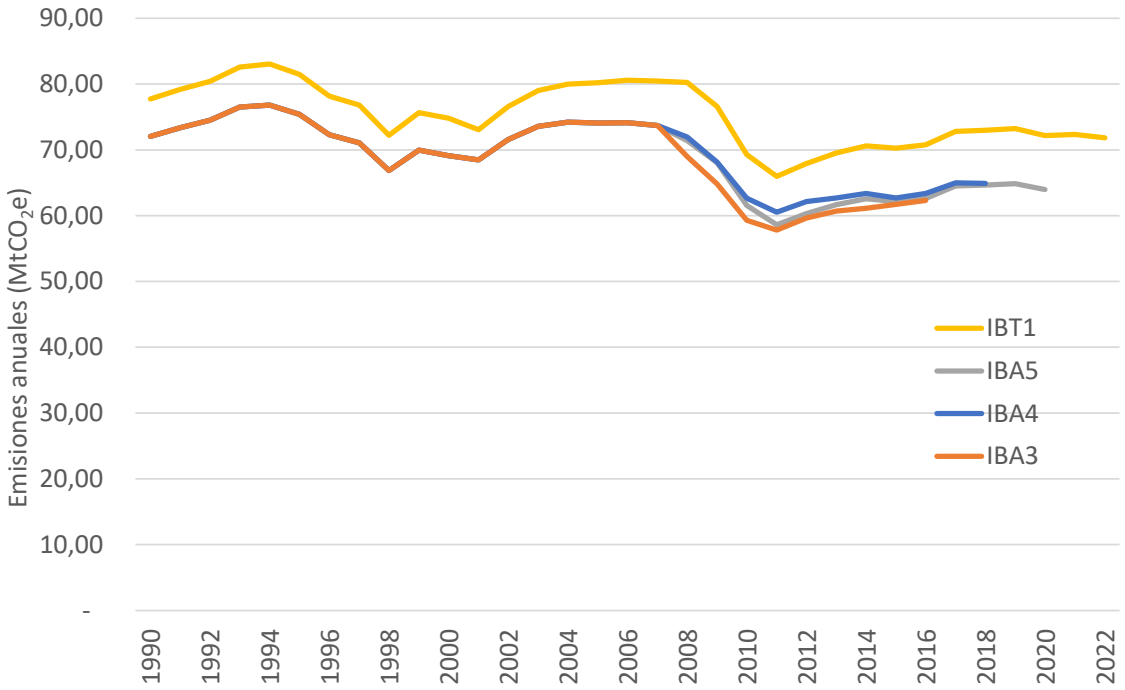
Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados. Adicionalmente, se han

evaluado indicadores auxiliares, tales como el coeficiente de ajuste de destete, diferencia en pesos de faena en machos y en hembras, y emisiones por cabeza y por tonelada de carne, los cuales se representan a continuación.

Entre IBA3, IBA4, IBA5 se ajustaron las proporciones de ganado bovino de carne y de leche en base a las definiciones del organismo de aplicación. Se ajustaron los porcentajes de asignación de existencias de los sistemas modales en función de los pesos de faena, los cuales se ven reflejados en los indicadores correspondientes tanto de destete como de diferencia entre peso de faena y peso promedio por sistemas modales teórico. Los indicadores por cabeza y por tonelada de carne reflejan los cambios de DA y FE asociado a los cambios en los porcentajes de asignación entre sistemas modales.

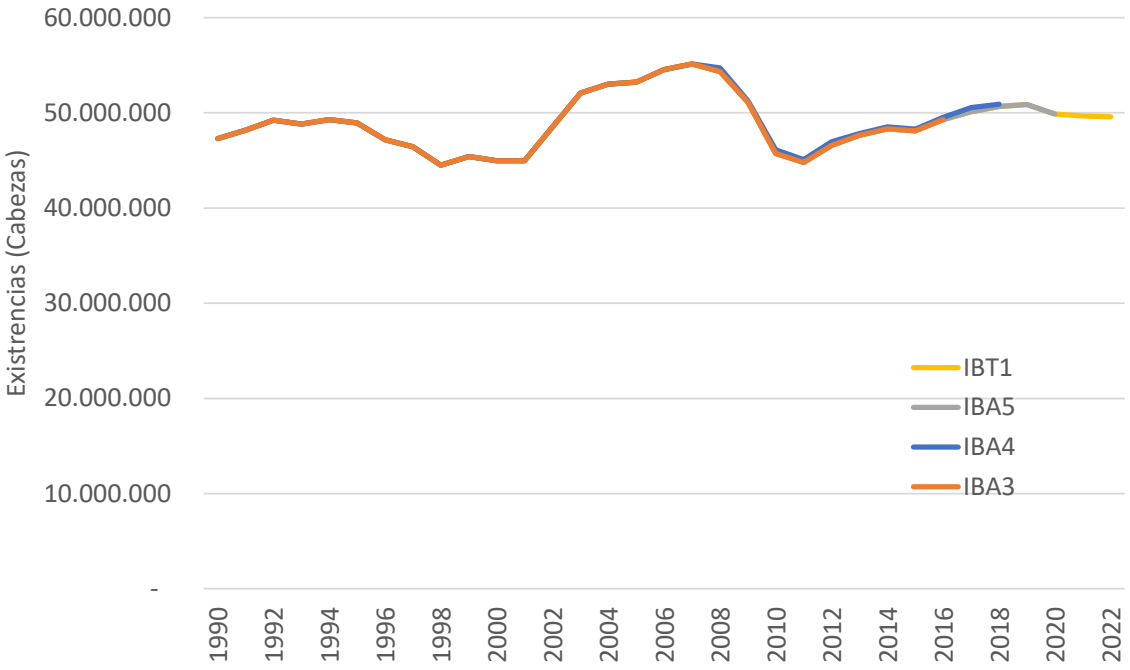
Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA; la variación en la serie temporal de emisiones que se observa en el gráfico se debe la actualización de metodologías conforme al Refinamiento del IPCC de 2019 y a la actualización de métricas (aumento de GWP del CH_4 y disminución para el N_2O).

Figura 490. Emisiones subactividad Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



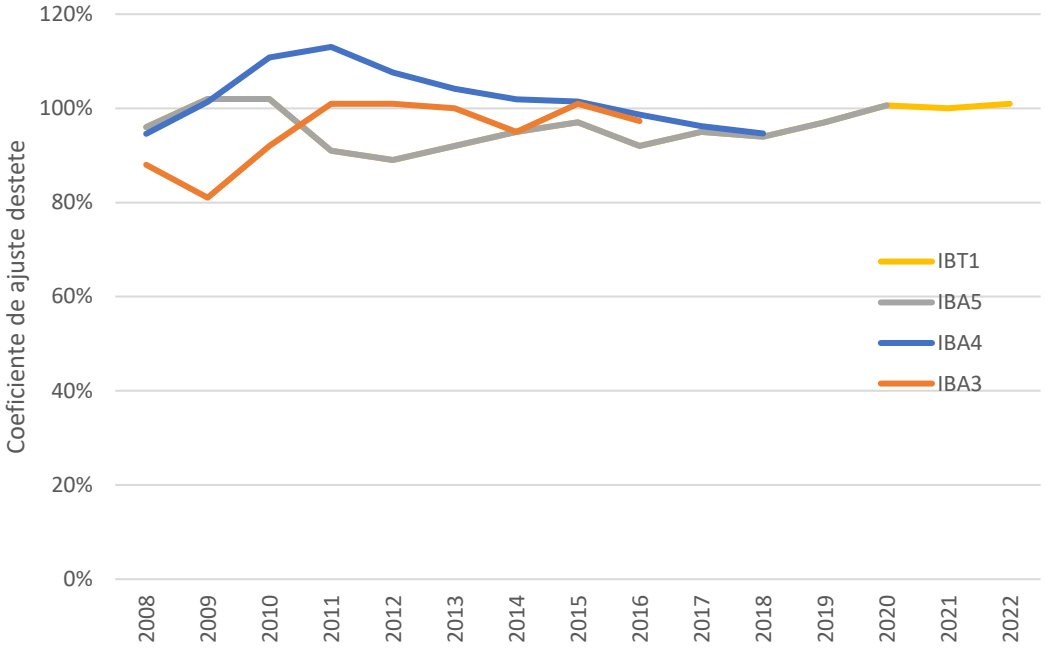
Fuente: Elaboración propia

Figura 491. Existencias subactividad Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



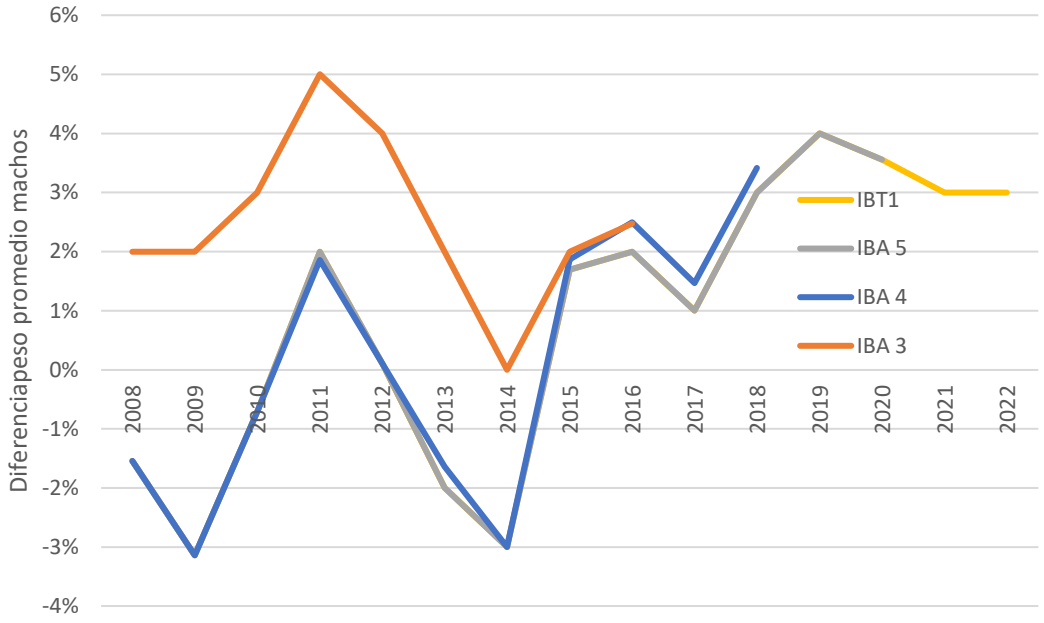
Fuente: Elaboración propia

Figura 492. Coeficiente de ajuste destete modelos Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



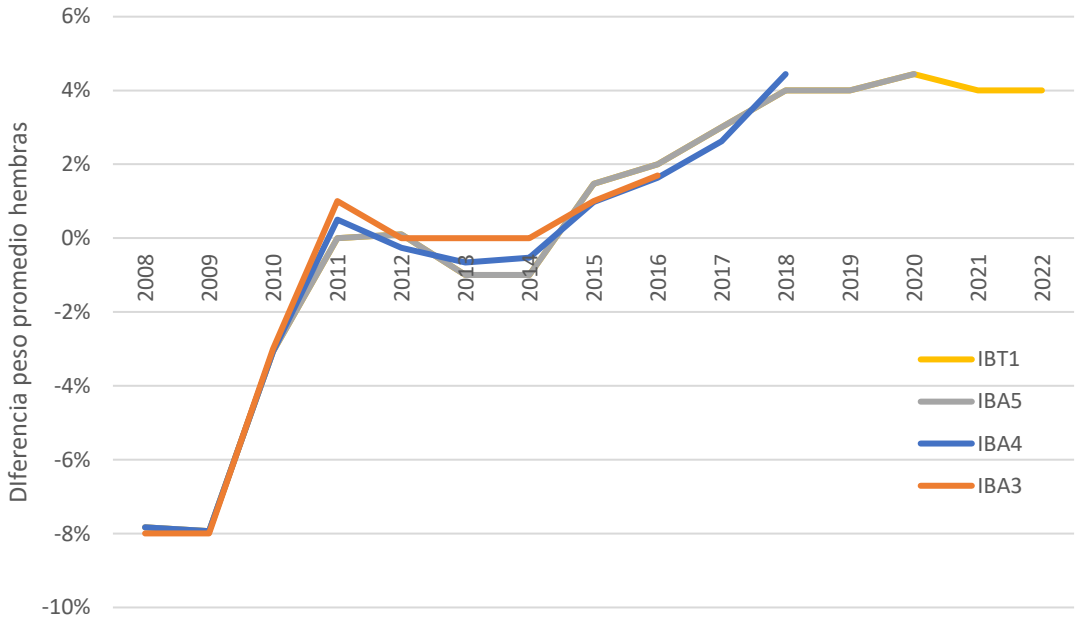
Fuente: Elaboración propia

Figura 493. Diferencia de peso faena machos Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



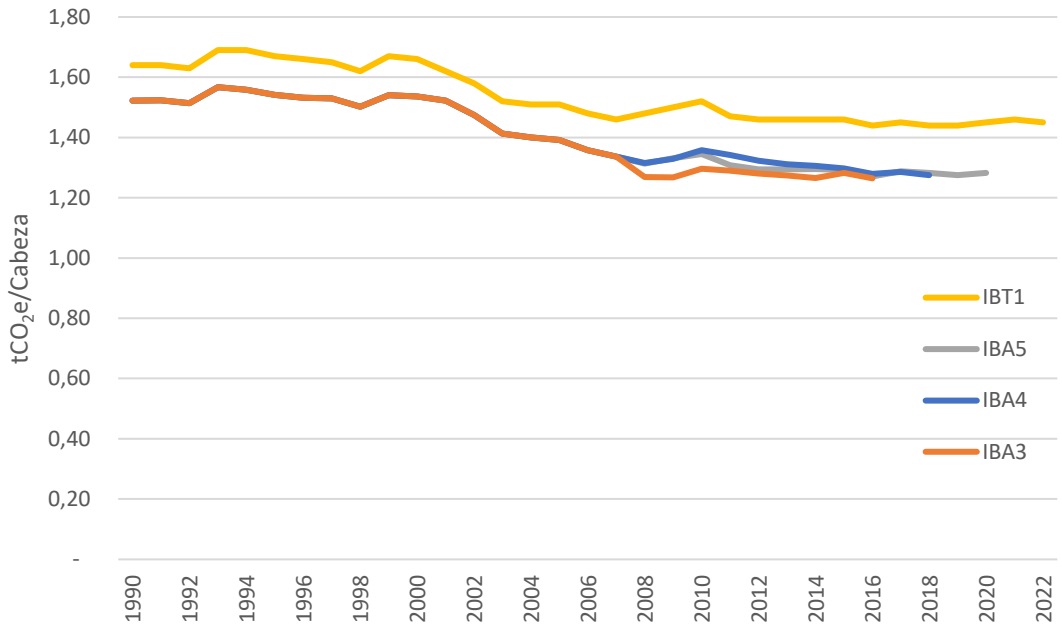
Fuente: Elaboración propia

Figura 494. Diferencia de peso faena hembras Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



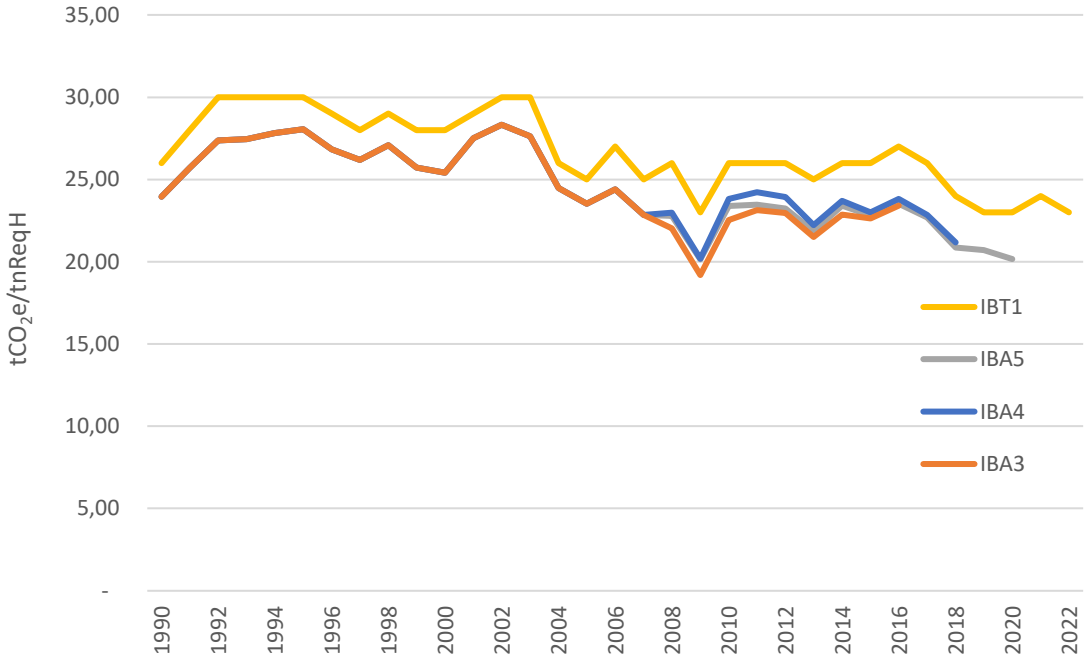
Fuente: Elaboración propia

Figura 495. Emisiones por cabeza Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 496. Emisiones por tonelada de carne Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



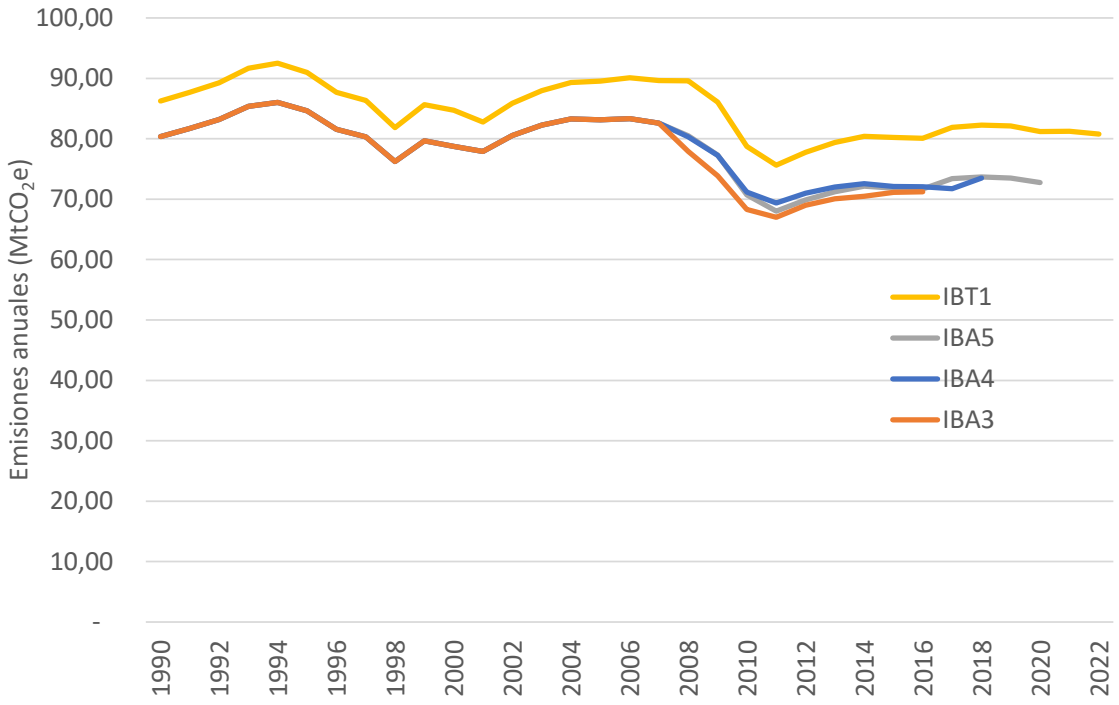
Fuente: Elaboración propia

Ganadería bovina

En el caso particular de la ganadería bovina, adicionalmente al análisis por tipo de producción (leche y carne) se analizan y representan las series agregadas de existencias y emisiones.

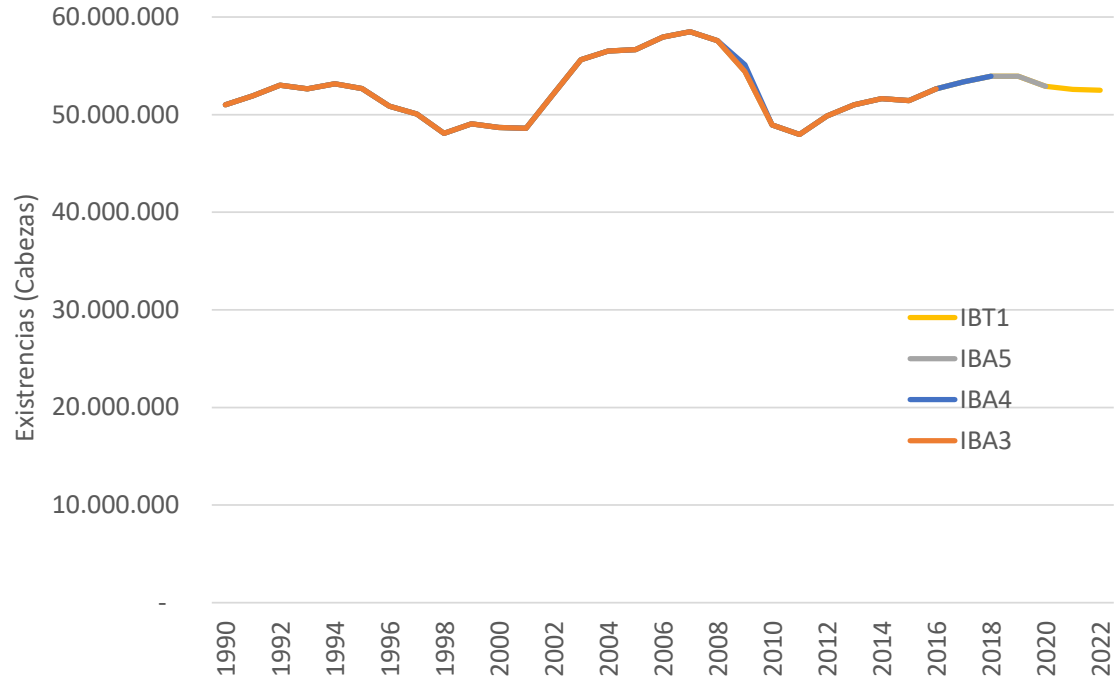
Si bien se ajustaron las proporciones de ganado bovino de carne y de leche en base a las definiciones del organismo de aplicación, las existencias totales (leche más carne) entre IBA5 e IBT1 tienen un orden de magnitud similar.

Figura 497. Emisiones Ganadería bovina (3ACa) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 498. Existencias Ganadería bovina (3ACa) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Bubalinos

Dentro de la subactividad “Bubalinos (3ACb)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 951. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Bubalinos (3ACb)

Código	Descripción
3A4a	Fermentación Entérica Bubalinos
3B4a	Directas Gestión de Estiércol Bubalinos
3D1c4a	Directas Excretas En pasturas Bubalinos
3D1bi4a	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Bubalinos
3D2aiii4a	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Bubalinos
3D2biii4a	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Bubalinos
3D2aii4a	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Bubalinos
3D2bii4a	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Bubalinos
3B5bi	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Bubalinos
3B5bii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Bubalinos

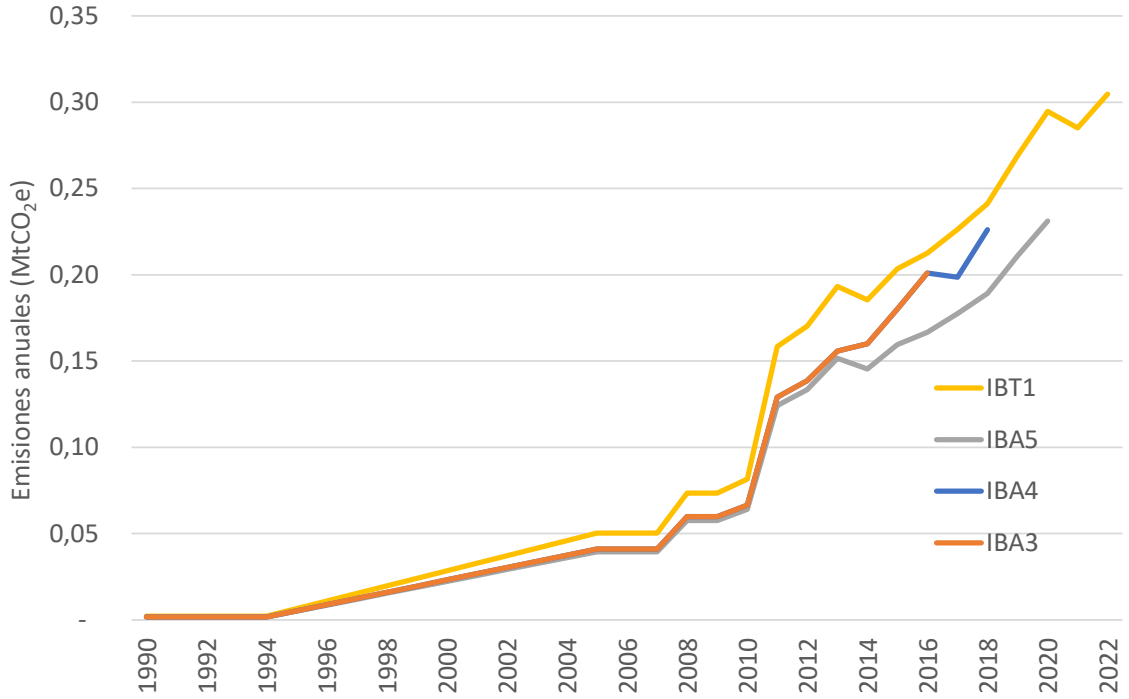
Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA4 e IBA5, se realizaron ajustes en la serie de temporal de datos por cambios en la información de base de acuerdo con las definiciones del organismo de aplicación. A partir del IBA5, el cálculo de las emisiones se realiza utilizando los factores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019.

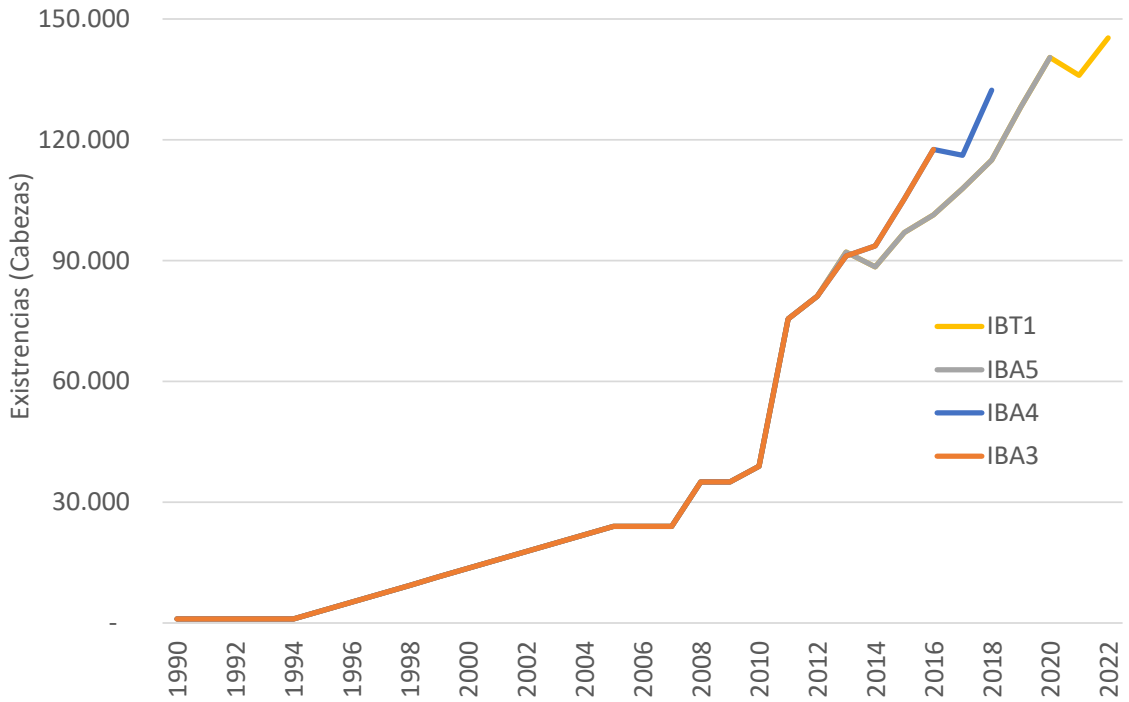
Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA ni ajustes metodológicos; la diferencia observada en la serie temporal se debe únicamente al impacto de la actualización de métricas (aumento del CH_4 y disminución del N_2O)

Figura 499. Emisiones subactividad Bubalinos (3ACb) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 500. Existencias subactividad Bubalinos (3ACb) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Ovinos

Dentro de la subactividad “Ovinos (3ACc)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 952. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Ovinos (3ACc)

Código	Descripción
3A2	Fermentación Entérica Ovinos
3B2	Directas Gestión de Estiércol Ovinos
3D1c2	Directas Excretas En pasturas Ovinos
3D1bi2	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Ovinos
3D2aiii2	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Ovinos
3D2biii2	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Ovinos
3D2aii2	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Ovinos
3D2bii2	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Ovinos
3B5ii	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Ovinos
3B5iii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Ovinos

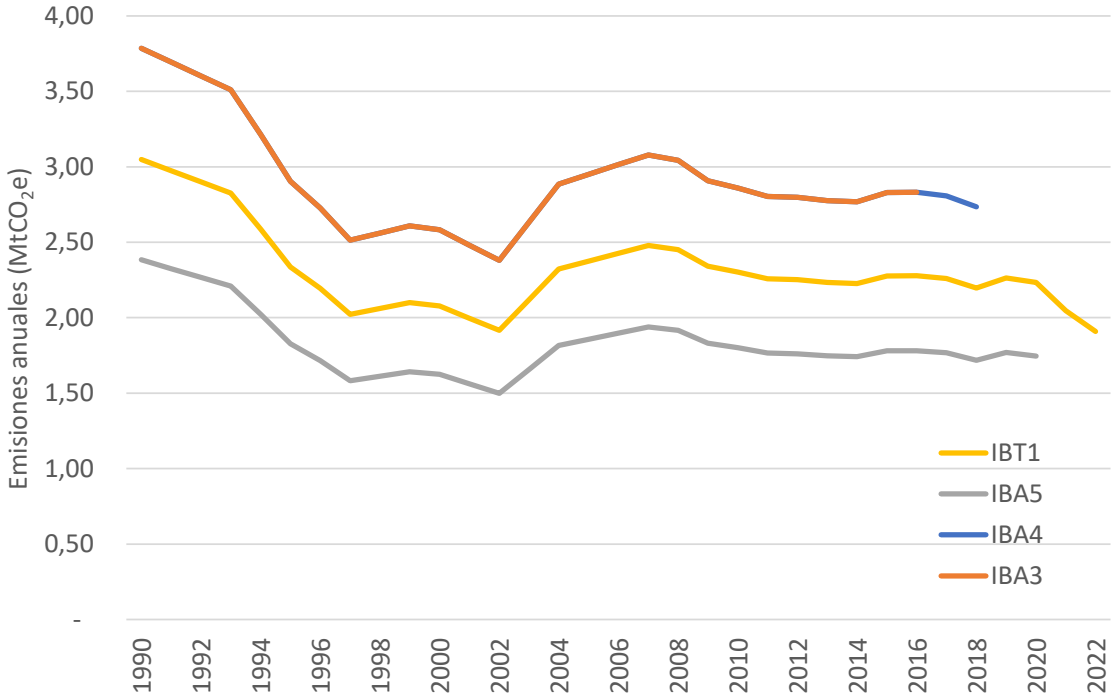
Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 no se han realizado correcciones de la serie temporal tanto de DA como de FE. A partir del IBA5, el cálculo de las emisiones se realiza utilizando los FE por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Por dicho motivo, las emisiones disminuyen proporcionalmente a las existencias de ganado.

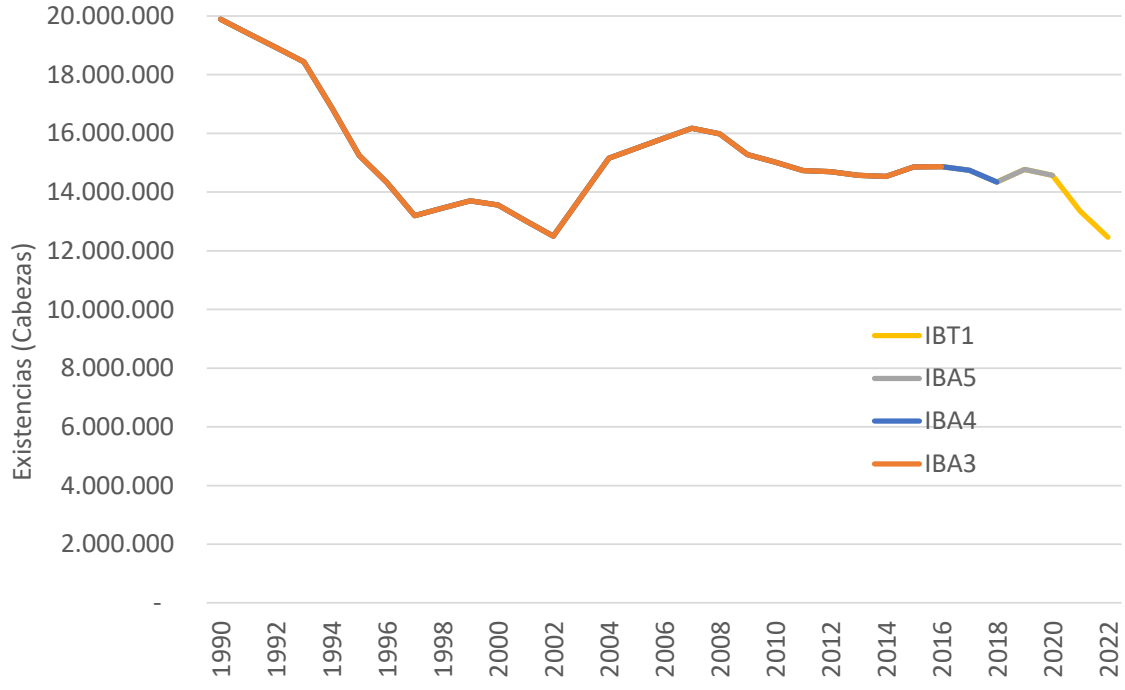
Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA ni ajustes metodológicos; la diferencia observada en la serie temporal se debe únicamente al impacto de la actualización de métricas (aumento del CH_4 y disminución del N_2O).

Figura 501. Emisiones subactividad Ovinos (3ACc) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 502. Existencias subactividad Ovinos (3ACc) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Caprinos

Dentro de la subactividad “Caprinos (3ACd)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 953. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Caprinos (3ACd)

Código	Descripción
3A4d	Fermentación Entérica Caprinos
3B4d	Directas Gestión de Estiércol Caprinos
3D1c2	Directas Excretas En pasturas Caprinos
3D1bi4d	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Caprinos
3D2aiii4d	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Caprinos
3D2biii4d	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Caprinos
3D2aii4d	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Caprinos
3D2bii4d	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Caprinos
3B5di	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Caprinos
3B5dii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Caprinos

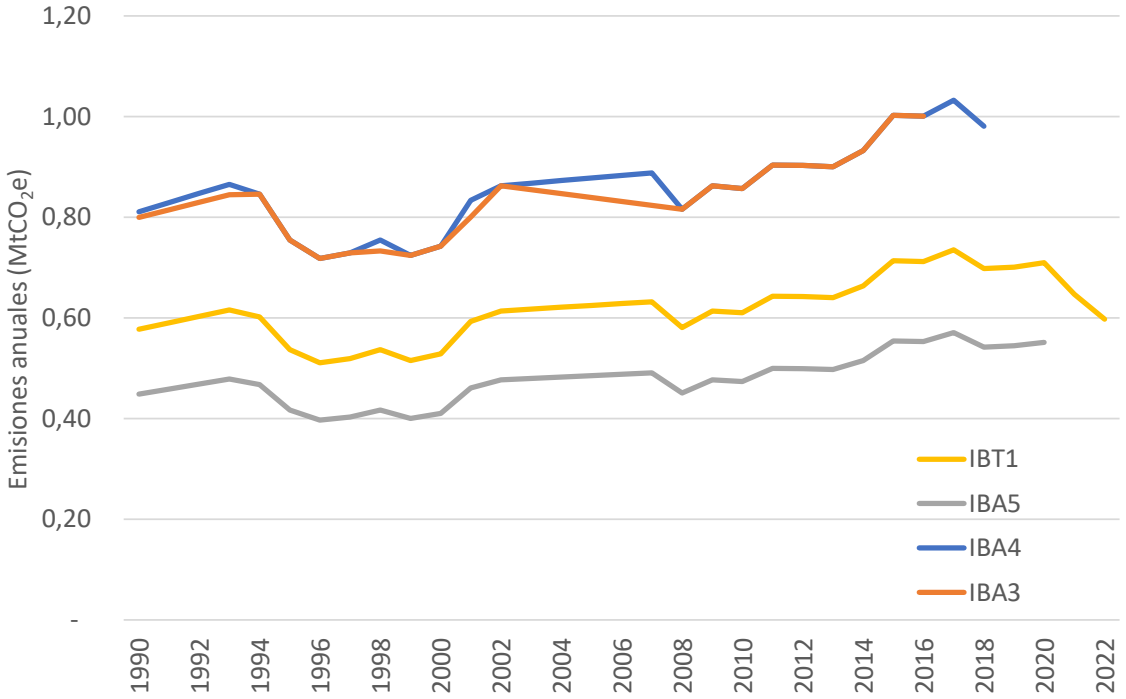
Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 se realizaron correcciones de la serie temporal de DA de acuerdo con la información suministrada por el organismo de aplicación. A partir del IBA5, el cálculo de las emisiones se realiza utilizando los factores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Por dicho motivo, las emisiones disminuyen proporcionalmente a las existencias de ganado.

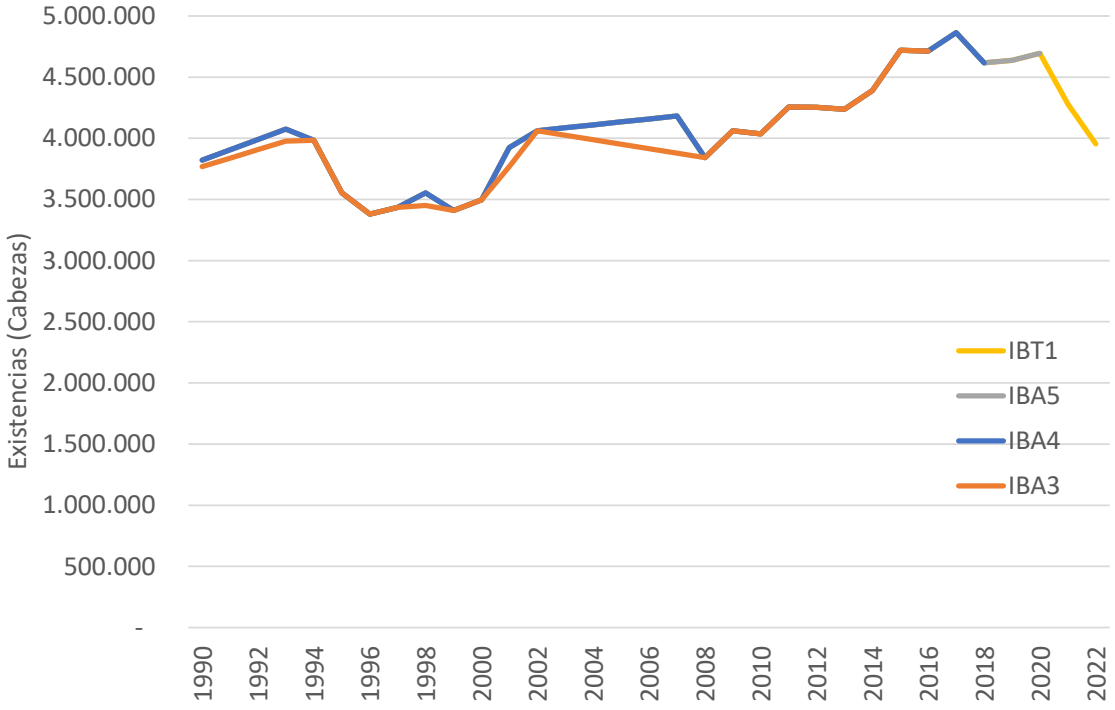
Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA ni ajustes metodológicos; la diferencia observada en la serie temporal se debe únicamente al impacto de la actualización de métricas (aumento del CH_4 y disminución del N_2O)

Figura 503. Emisiones subactividad Caprinos (3ACd) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 504. Existencias subactividad Caprinos (3ACd) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Camélidos

Dentro de la subactividad “Camélidos (3ACe)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 954. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Camélidos (3ACe)

Código	Descripción
3A4b	Fermentación Entérica Camélidos
3B4b	Directas Gestión de Estiércol Camélidos
3D1c4b	Directas Excretas En pasturas Camélidos
3D1bi4b	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Camélidos
3D2aiii4b	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Camélidos
3D2biii4b	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Camélidos
3D2aii4c	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Camélidos
3D2bii4b	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Camélidos
3B5di	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Camélidos
3B5dii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Camélidos

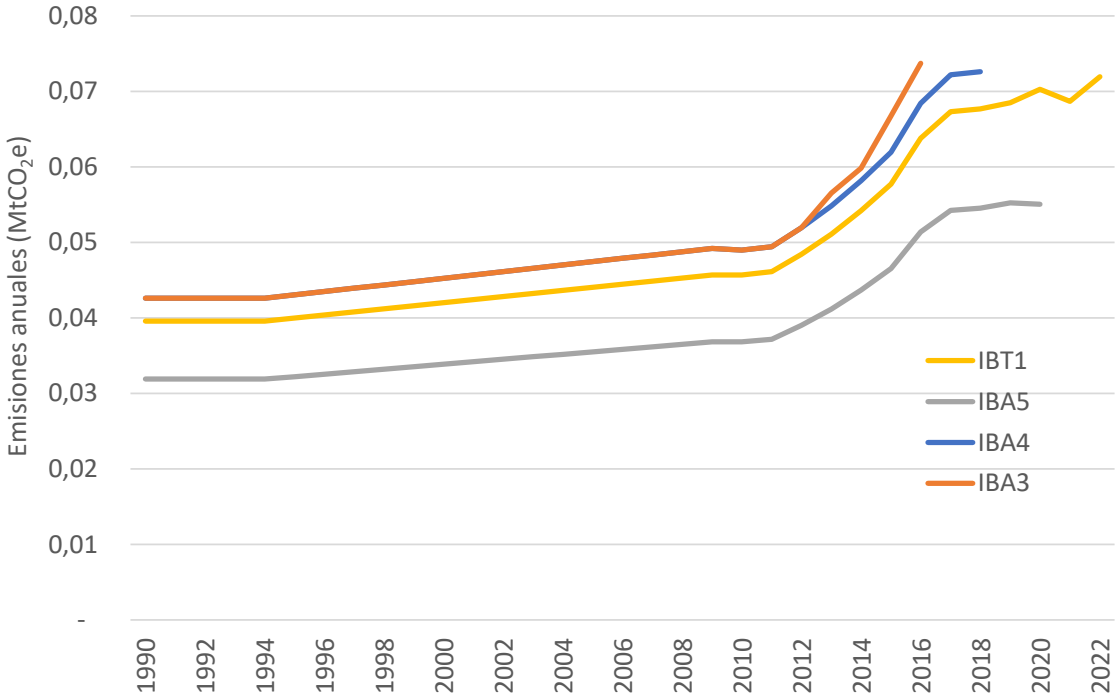
Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4, se realizaron correcciones de la serie temporal de DA de acuerdo con la información suministrada por el organismo de aplicación. A partir del IBA5, el cálculo de las emisiones se realiza utilizando los factores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Por dicho motivo, las emisiones disminuyen proporcionalmente a las existencias de ganado.

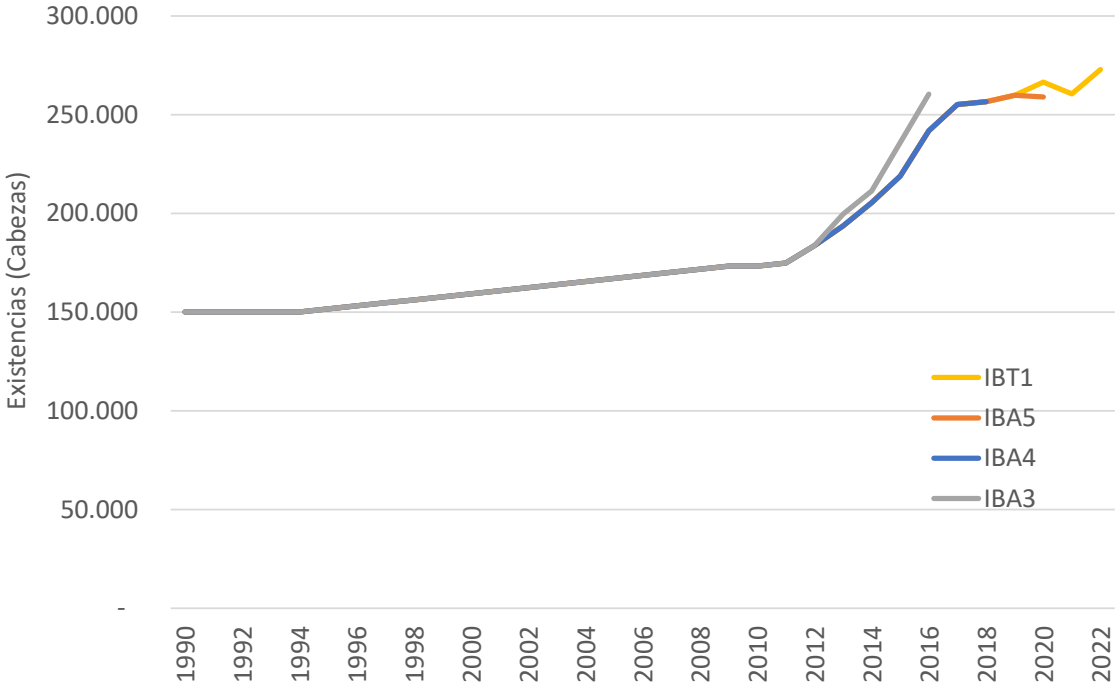
Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA ni ajustes metodológicos; la diferencia observada en la serie temporal se debe únicamente al impacto de la actualización de métricas (aumento del CH_4 y disminución del N_2O).

Figura 505. Emisiones subactividad Camélidos (3ACe) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 506. Existencias subactividad Camélidos (3ACe) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Equinos

Dentro de la subactividad “Equinos (3ACf)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 955. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Equinos (3ACf)

Código	Descripción
3A4e	Fermentación Entérica Equinos
3B4e	Directas Gestión de Estiércol Equinos
3D1c4e	Directas Excretas En pasturas Equinos
3D1bi4e	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Equinos
3D2aiii4e	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Equinos
3D2biii4e	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Equinos
3D2aii4e	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Equinos
3D2bii4e	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Equinos
3B5fi	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Equinos
3B5fii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Equinos

Fuente: Elaboración propia

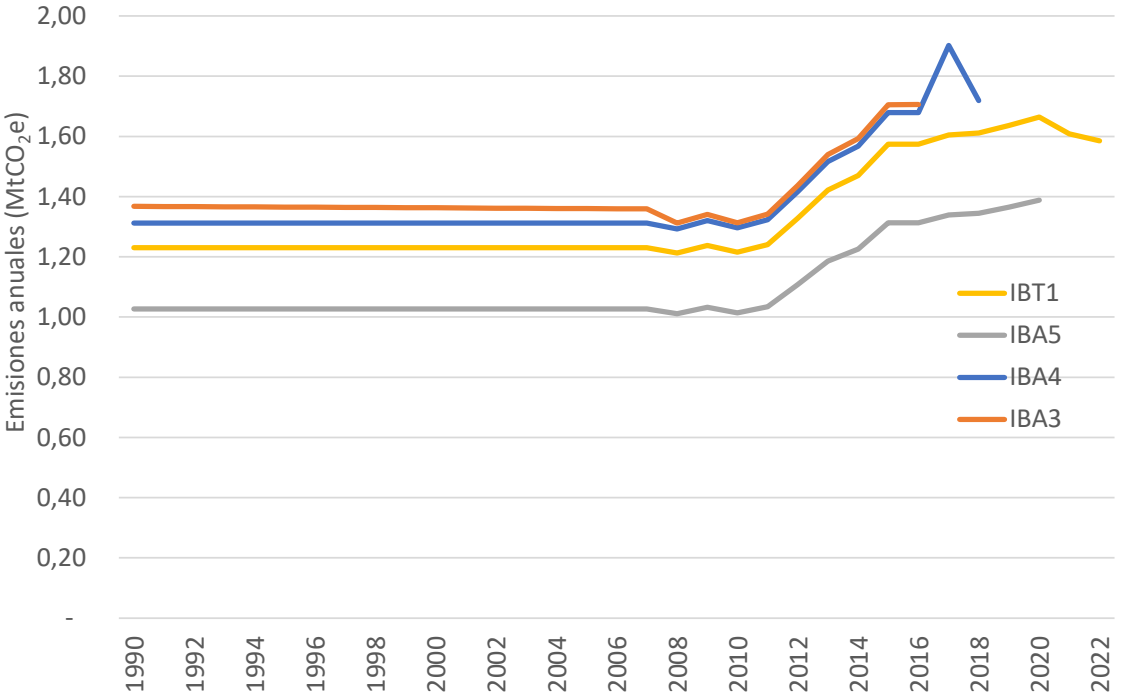
Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 se ajustó la serie temporal de DA asignando la clasificación “burro” a la subactividad Mulares y asnales.

Entre el IBA4 y el IBA5 se corrigió el DA para el año 2017. A partir del IBA5 el cálculo de las emisiones se realiza utilizando los factores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Por dicho motivo, las emisiones disminuyen proporcionalmente a las existencias de ganado.

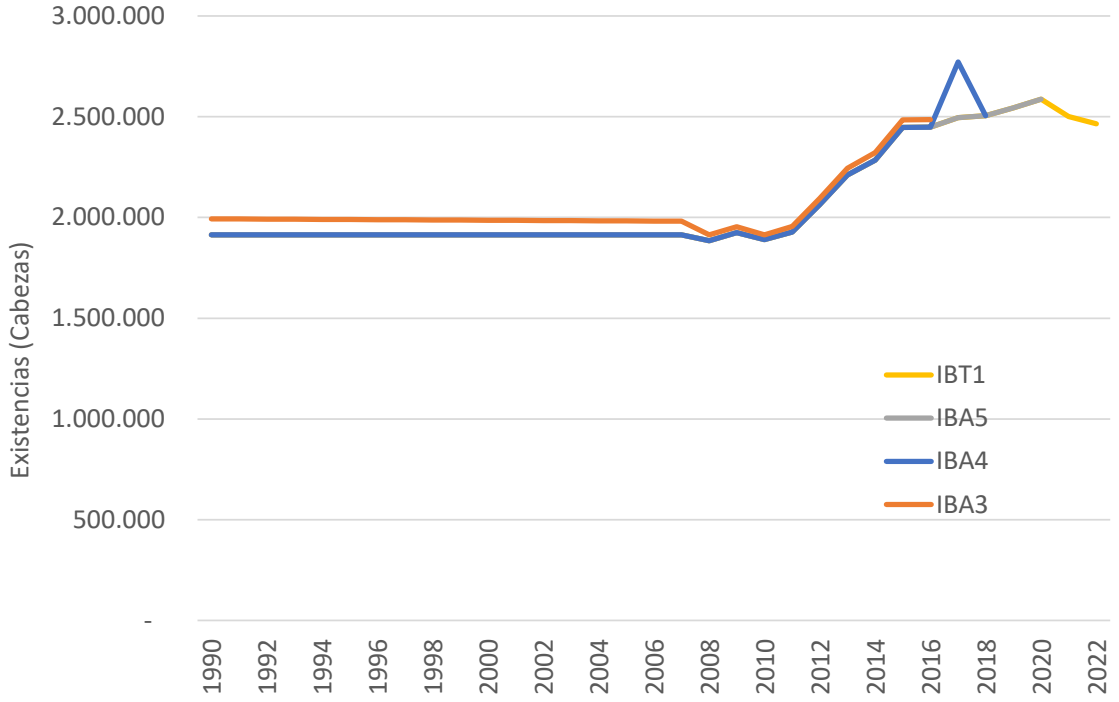
Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA ni ajustes metodológicos; la diferencia observada en la serie temporal se debe únicamente al impacto de la actualización de métricas (aumento del CH_4 y disminución del N_2O).

Figura 507. Emisiones subactividad Equinos (3ACf) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 508. Existencias subactividad Equinos (3ACf) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Mulares y asnales

Dentro de la subactividad “Mulares y asnales (3ACg)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 956. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Mulares y asnales (3ACg)

Código	Descripción
3A4f	Fermentación Entérica Mulares y Asnales
3B4f	Directas Gestión de Estiércol Mulares y Asnales
3D1c4f	Directas Excretas En pasturas Mulares y Asnales
3D1bi4f	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Mulares y Asnales
3D2aiii4f	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Mulares y Asnales
3D2biii4f	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Mulares y Asnales
3D2aii4f	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Mulares y Asnales
3D2bii4f	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Mulares y Asnales
3B5gi	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Mulares y Asnales
3B5gii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Mulares y Asnales

Fuente: Elaboración propia

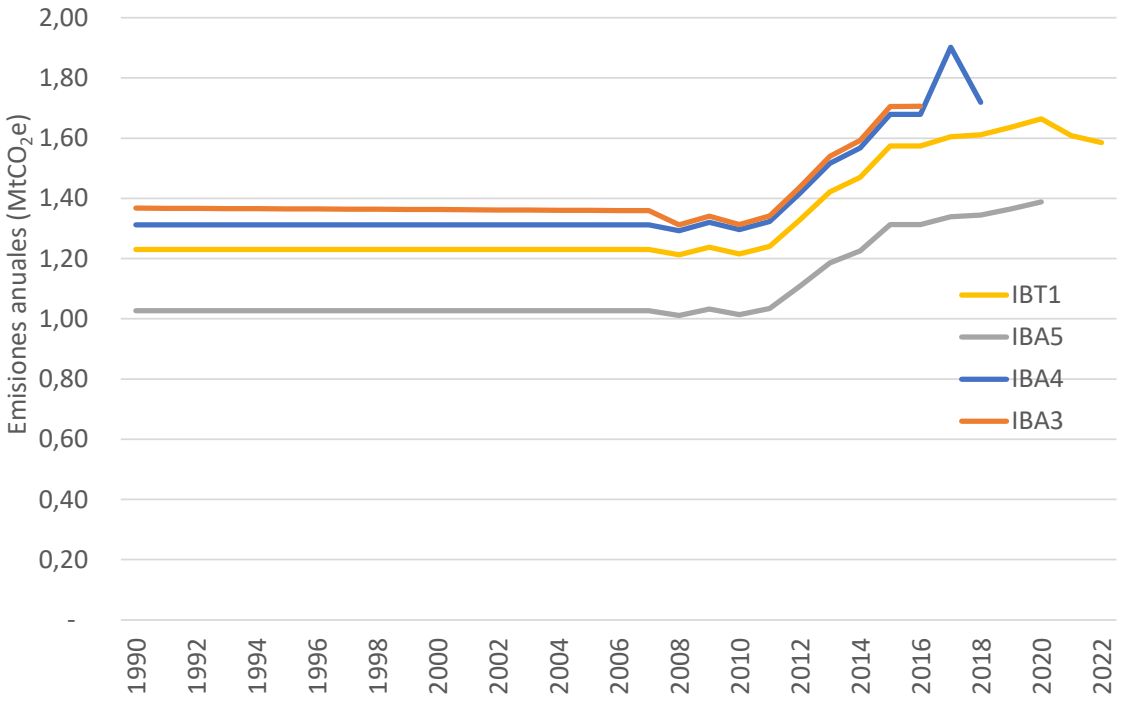
Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 se ajustó la serie temporal de DA asignando la clasificación “burro” a la subactividad Mulares y asnales, incluida previamente en la subactividad Equinos. Se corrige un error en la serie temporal.

A partir del IBA5 el cálculo de las emisiones se realiza utilizando los factores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Por dicho motivo, las emisiones disminuyen proporcionalmente a las existencias de ganado.

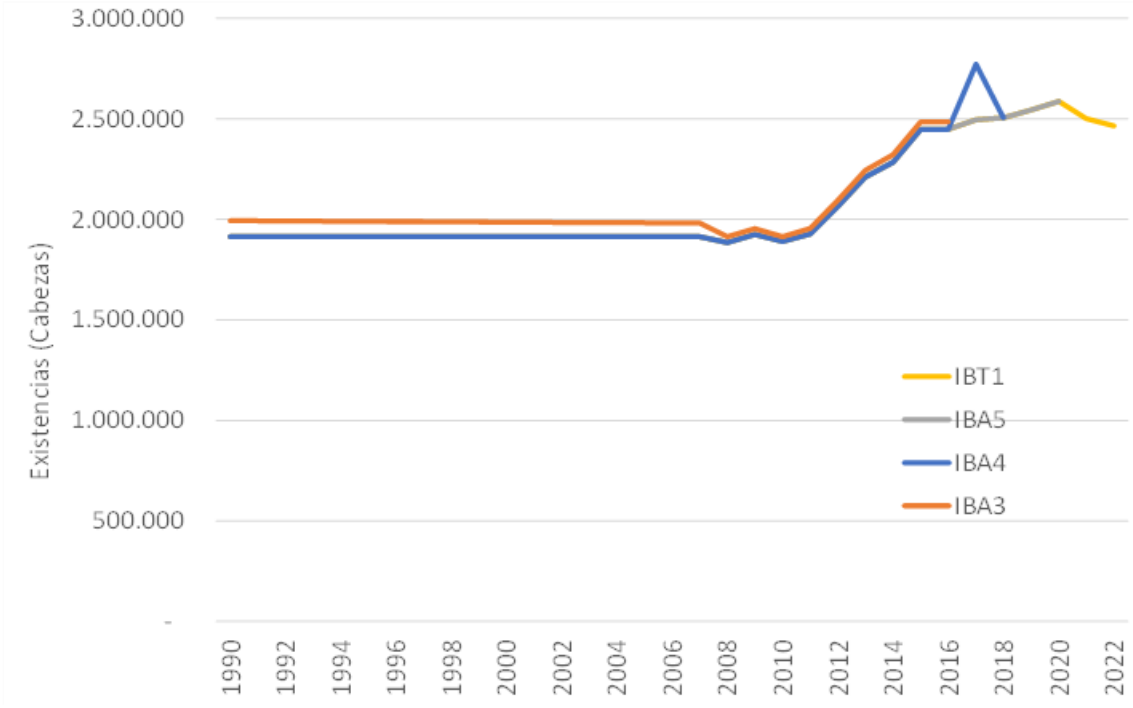
Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA ni ajustes metodológicos; la diferencia observada en la serie temporal se debe únicamente al impacto de la actualización de métricas (aumento del CH_4 y disminución del N_2O).

Figura 509. Emisiones subactividad Mulares y asnales (3ACg) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 510. Existencias subactividad Mulares y asnales (3ACg) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Porcinos

Dentro de la subactividad “Porcinos (3ACh)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 957. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Porcinos (3ACh)

Código	Descripción
3A3	Fermentación Entérica Porcinos
3B3	Directas Gestión de Estiércol Porcinos
3D1c3	Directas Excretas En pasturas Porcinos
3D1bi3	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Porcinos
3D2aiii3	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Porcinos
3D2biii3	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Porcinos
3D2aii3	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Porcinos
3D2bii3	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Porcinos
3B5hi	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Porcinos
3B5hii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Porcinos

Fuente: Elaboración propia

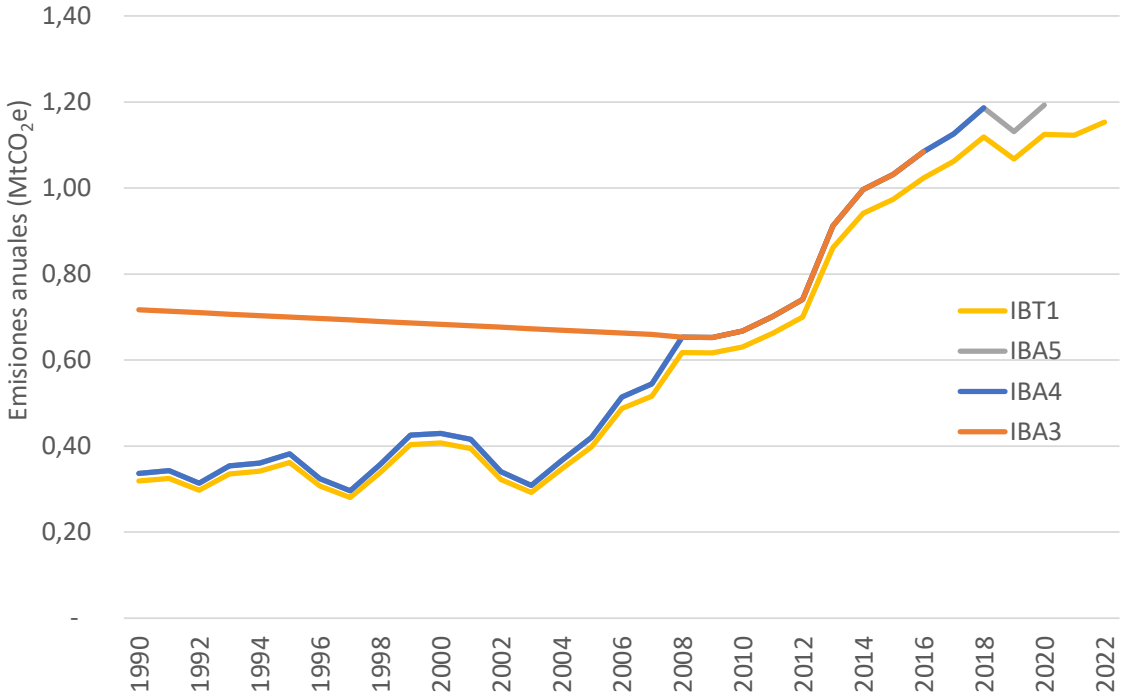
Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 se corrigió la serie temporal de DA previa al 2008 en base a los criterios del organismo de aplicación.

Entre IBA4 e IBA5, no se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE.

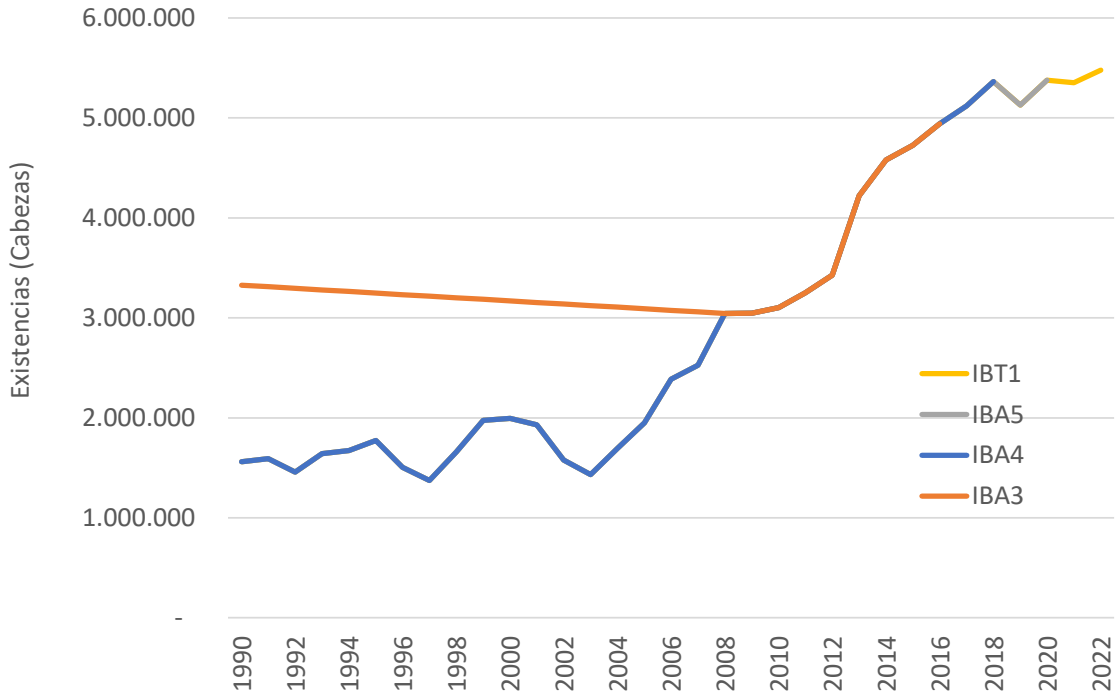
Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA ni ajustes metodológicos; la diferencia observada en la serie temporal se debe únicamente al impacto de la actualización de métricas (aumento del CH_4 y disminución del N_2O).

Figura 511. Emisiones subactividad Porcinos (3ACh) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 512. Existencias subactividad Porcinos (3ACh) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Aves

Dentro de la subactividad “Aves (3ACi)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 958. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Aves (3ACi)

Código	Descripción
3B4g	Directas Gestión de Estiércol Aves
3D1c4g	Directas Excretas En pasturas Aves
3D1bi4g	Directas Aplicación Abono orgánico a campo Aves
3D2aiii4g	Indirectas Excretas En pasturas (Volatilización) Aves
3D2biii4g	Indirectas Excretas En pasturas (Lixiviación) Aves
3D2aii4g	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Volatilización) Aves
3D2bii4g	Indirectas Aplicación Abono orgánico a campo (Lixiviación) Aves
3B5i	Indirectas Gestión de Estiércol (Volatilización) Aves
3B5iii	Indirectas Gestión de Estiércol (Lixiviación) Aves

Fuente: Elaboración propia

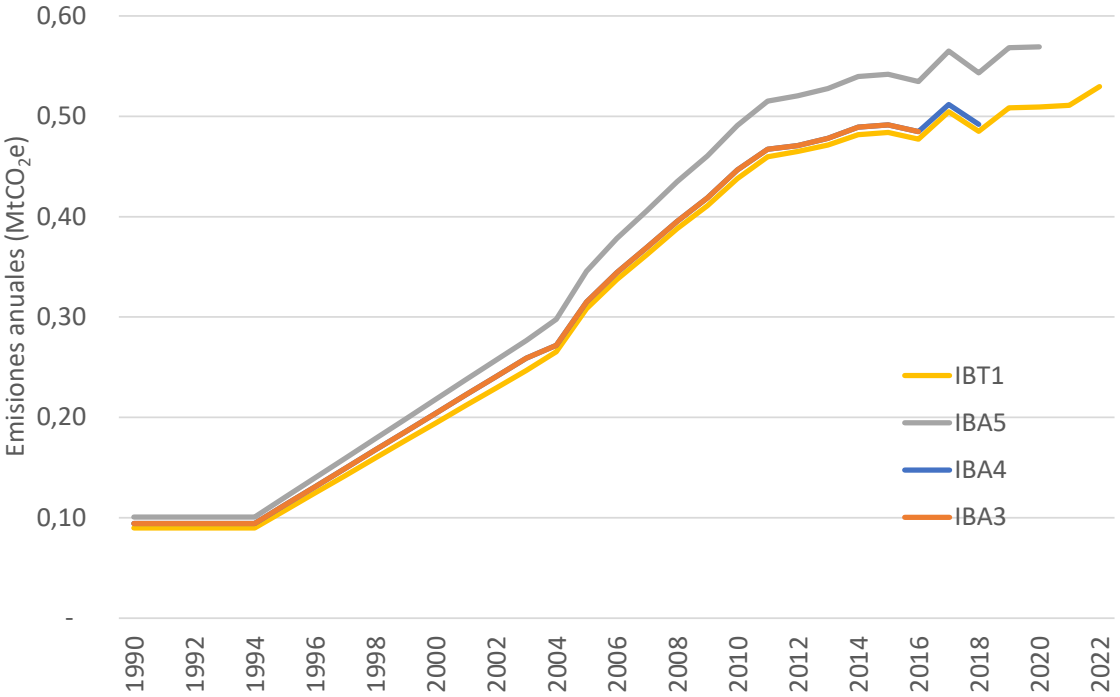
Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 no se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE.

A partir del IBA5, el cálculo de las emisiones se realiza utilizando los factores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Por dicho motivo, las emisiones aumentan proporcionalmente acordes a las existencias de aves.

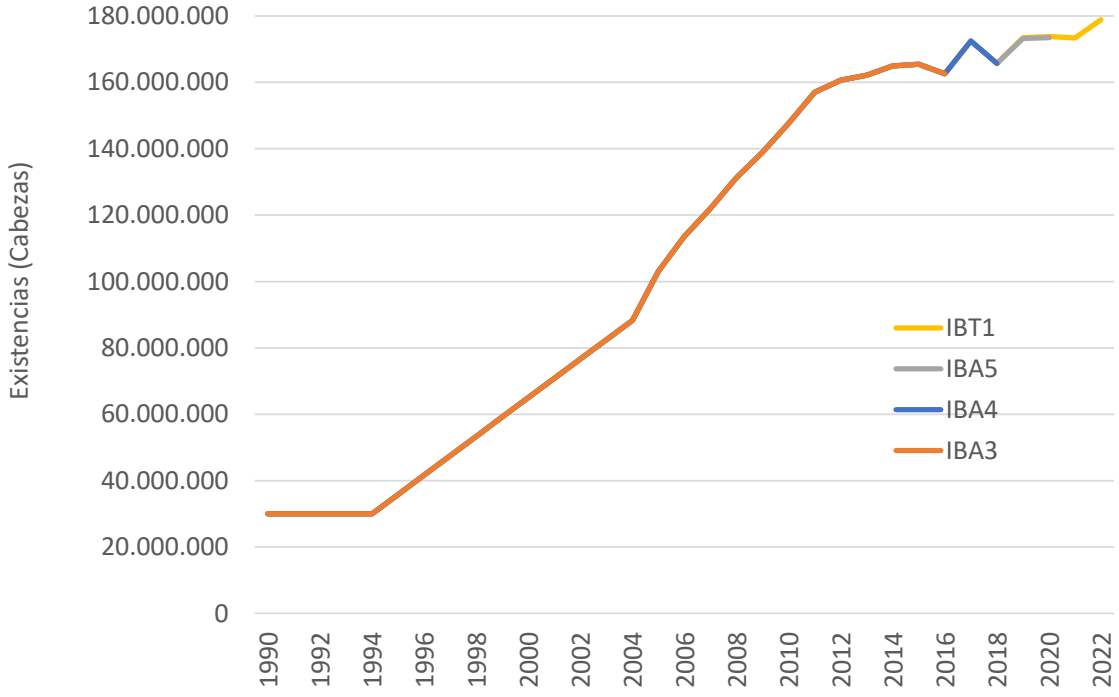
Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA ni ajustes metodológicos; la diferencia observada en la serie temporal se debe únicamente al impacto de la actualización de métricas (aumento del CH_4 y disminución del N_2O).

Figura 513. Emisiones subactividad Aves (3ACi) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 514. Existencias subactividad Aves (3ACi) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Representación Coherente de Tierras

En la siguiente tabla se detallan las superficies totales por jurisdicción y las superficies representadas en IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1. Adicionalmente, se realizó la comparativa de forma gráfica para la superficie total representada y para cada categoría de uso de la tierra. No se incluye información relativa a las Islas Malvinas, Georgias del Sur y Sándwich del Sur, que junto con los espacios marítimos circundantes son parte integrante del territorio nacional de la República Argentina. Encontrándose ilegalmente ocupadas por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, son objeto de una disputa de soberanía entre ambos países, reconocida por la Asamblea General de las Naciones Unidas, su Comité Especial de Descolonización y otras organizaciones internacionales.

Entre IBA3 e IBA4 se aumentó la superficie representada en 7,5 millones de hectáreas, debido a la incorporación de la región Bosque Andino Patagónico, al ajuste de los DA de Pastizales y a la corrección de superficie de bosque cultivado.

Entre IBA4 e IBA5 se aumentó la superficie representada en 6,4 millones de hectáreas, debido a la incorporación de las categorías de uso de la tierra de Humedales, Otras Tierras, y Asentamientos y al ajuste de los DA de Pastizales.

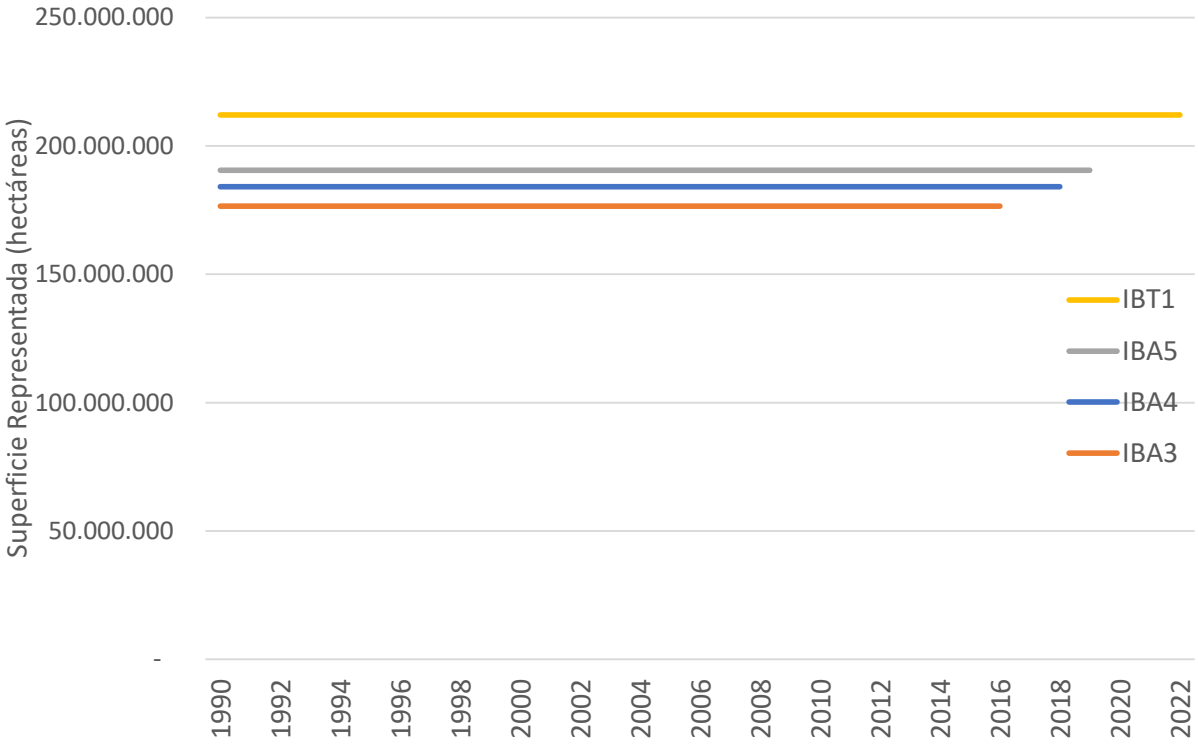
Entre IBA5 e IBT1 se aumentó la superficie representada en 21,6 millones de hectáreas debido la incorporación de DA de superficie de salinas (humedales no gestionados), afloramientos rocosos y arenas (ambos de otras tierras).

Tabla 959. Superficies representadas por jurisdicción – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1

COD	Jurisdicción	Superficie Total (ha)	Superficie IBT1 (ha)	% RCT IBT1	Superficie IBA 5 (ha)	% RCT IBA5	Superficie IBA 4 (ha)	% RCT IBA4
02	CABA	20.602	20.721	101%	20.721	101%	-	0%
06	BUENOS AIRES	30.834.878	24.347.509	79%	24.042.860	78%	22.738.910	74%
10	CATAMARCA	10.354.890	6.397.085	62%	1.932.771	19%	1.858.804	18%
14	CORDOBA	16.504.663	14.833.644	90%	14.292.489	87%	13.342.045	81%
18	CORRIENTES	9.071.093	6.565.157	72%	6.565.157	72%	6.379.020	70%
22	CHACO	10.055.767	8.813.964	88%	8.810.856	88%	8.861.218	88%
26	CHUBUT	22.439.705	20.537.085	92%	18.855.758	84%	18.496.192	82%
30	ENTRE RIOS	7.921.385	6.232.369	79%	6.229.696	79%	6.061.475	77%
34	FORMOSA	7.631.867	8.173.500	107%	8.173.323	107%	7.972.402	104%
38	JUJUY	5.379.624	3.003.990	56%	1.795.610	33%	1.738.567	32%
42	LA PAMPA	14.321.767	10.303.113	72%	10.168.995	71%	10.032.539	70%
46	LA RIOJA	9.099.502	6.175.163	68%	4.369.309	48%	4.306.407	47%
50	MENDOZA	14.975.386	6.174.245	41%	4.230.427	28%	3.815.873	25%
54	MISIONES	3.066.861	2.549.195	83%	2.541.850	83%	2.479.425	81%
58	NEUQUEN	9.433.729	3.111.690	33%	2.712.697	29%	2.427.727	26%
62	RIO NEGRO	20.344.345	14.435.087	71%	14.199.114	70%	13.947.909	69%
66	SALTA	15.577.302	13.197.455	85%	9.798.803	63%	9.818.806	63%
70	SAN JUAN	8.951.678	4.835.352	54%	890.479	10%	732.570	8%
74	SAN LUIS	7.503.137	6.413.311	85%	6.371.749	85%	6.339.067	84%
78	SANTA CRUZ	24.508.873	20.362.276	83%	19.418.047	79%	18.369.057	75%
82	SANTA FE	13.404.396	11.166.139	83%	11.149.703	83%	10.722.479	80%
86	SANTIAGO DEL ESTERO	13.696.546	10.781.168	79%	10.467.053	76%	10.308.637	75%
90	TUCUMAN	2.292.374	2.068.198	90%	1.919.373	84%	1.915.965	84%
94	TIERRA DEL FUEGO	3.147.750	1.601.189	51%	1.528.562	49%	1.418.830	45%
	Total	**280.538.122**	**212.098.603**	**75,6%**	**190.485.404**	**67,9%**	**184.083.925**	**65,6%**

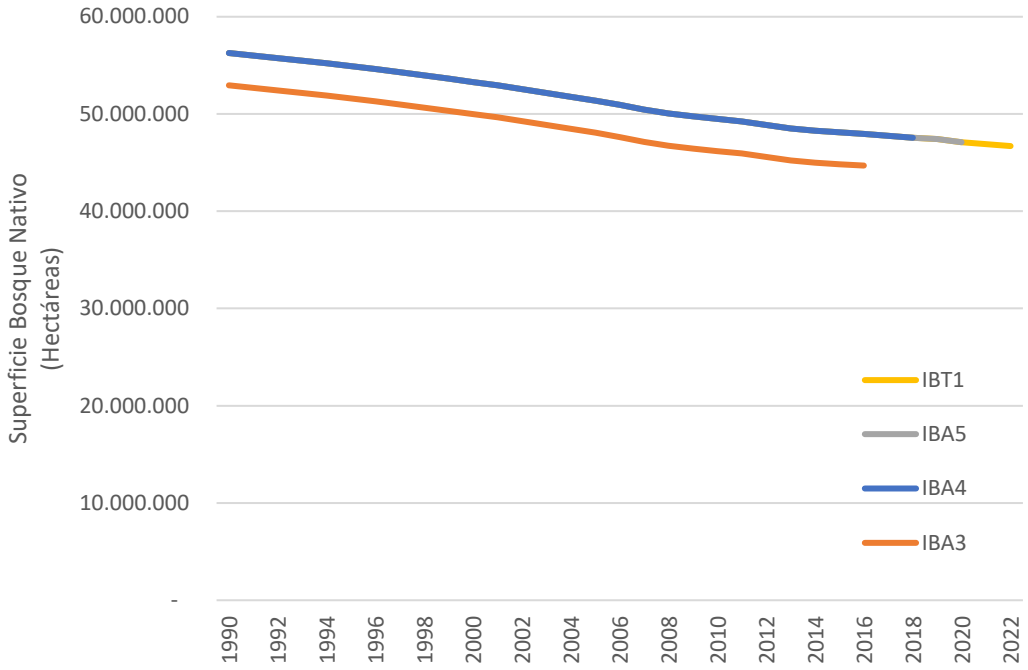
Fuente: Elaboración propia

Figura 515. Superficie representada – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



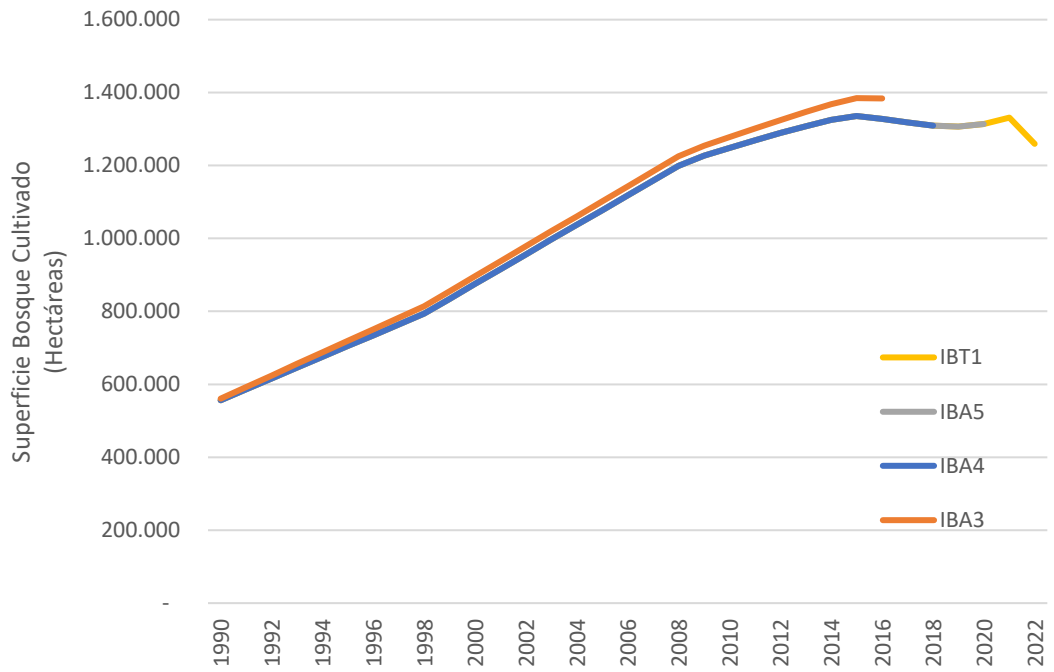
Fuente: Elaboración propia

Figura 516. Superficie Tierras Forestales – Bosque Nativo – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



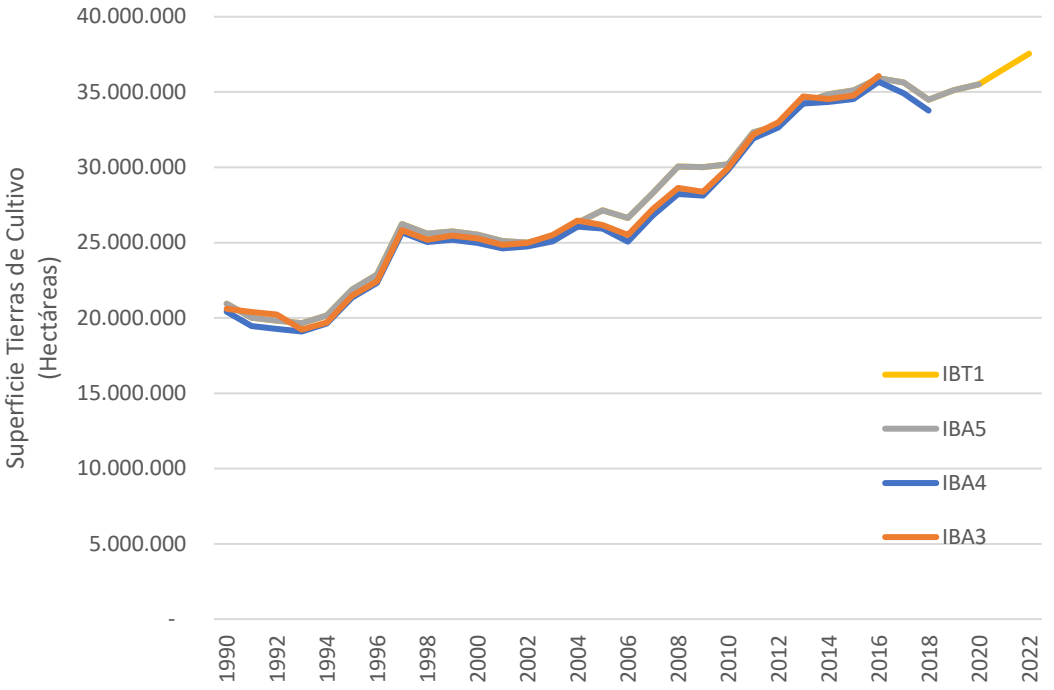
Fuente: Elaboración propia

Figura 517. Superficie Tierras Forestales – Bosque Cultivado – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



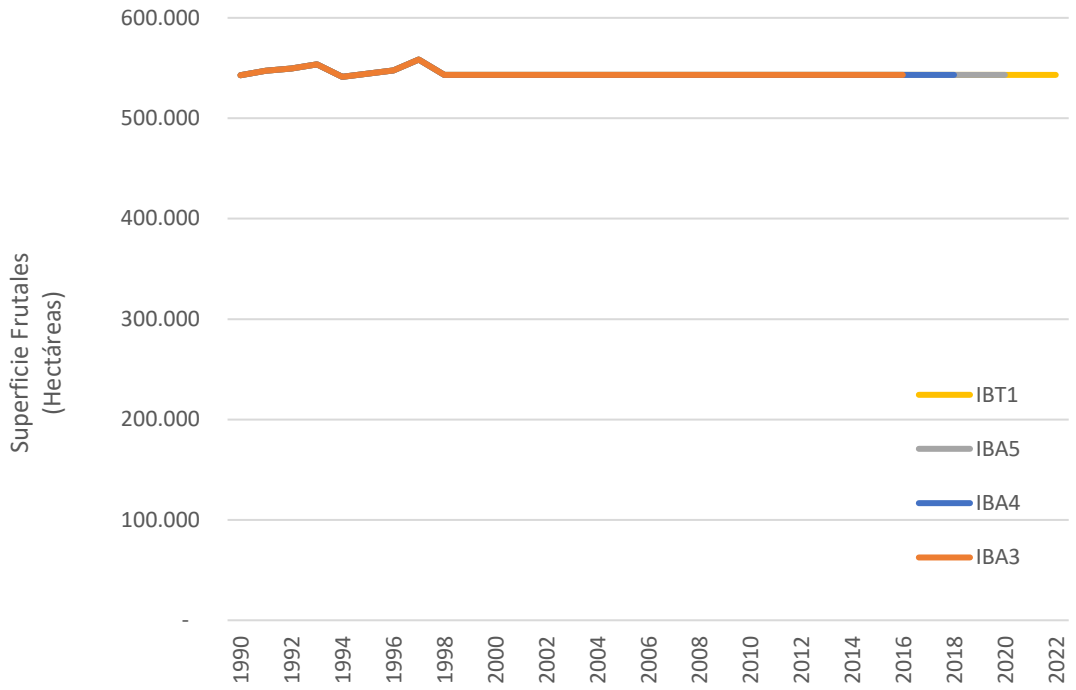
Fuente: Elaboración propia

Figura 518. Superficie Tierras de cultivo – Cultivos – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



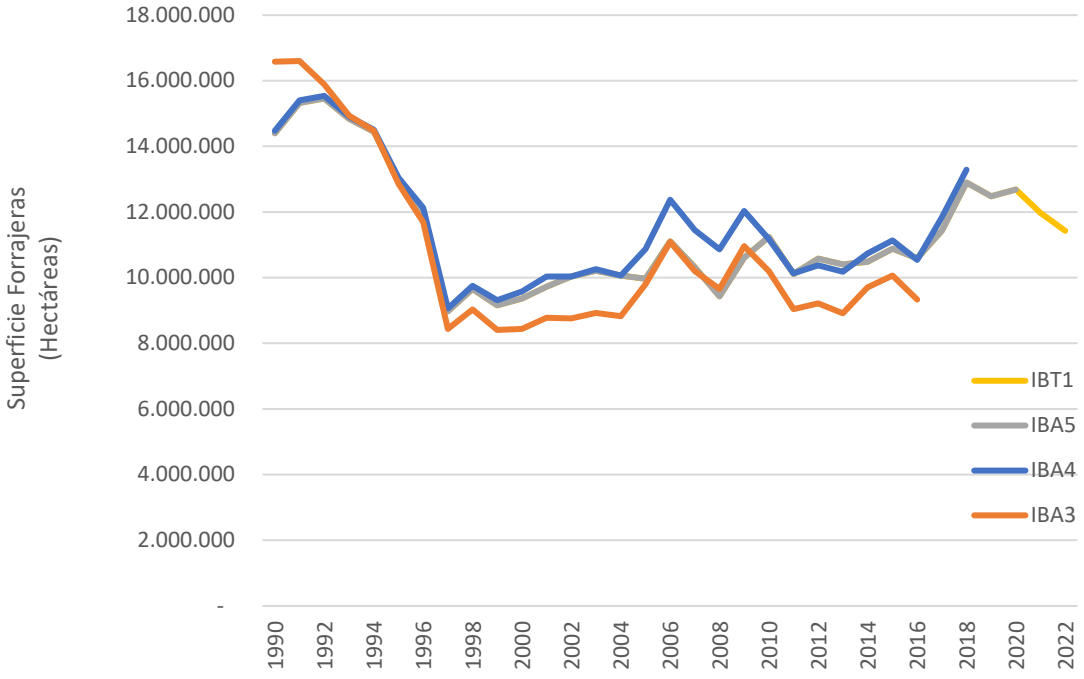
Fuente: Elaboración propia

Figura 519. Superficie Tierras de cultivo – Frutales – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



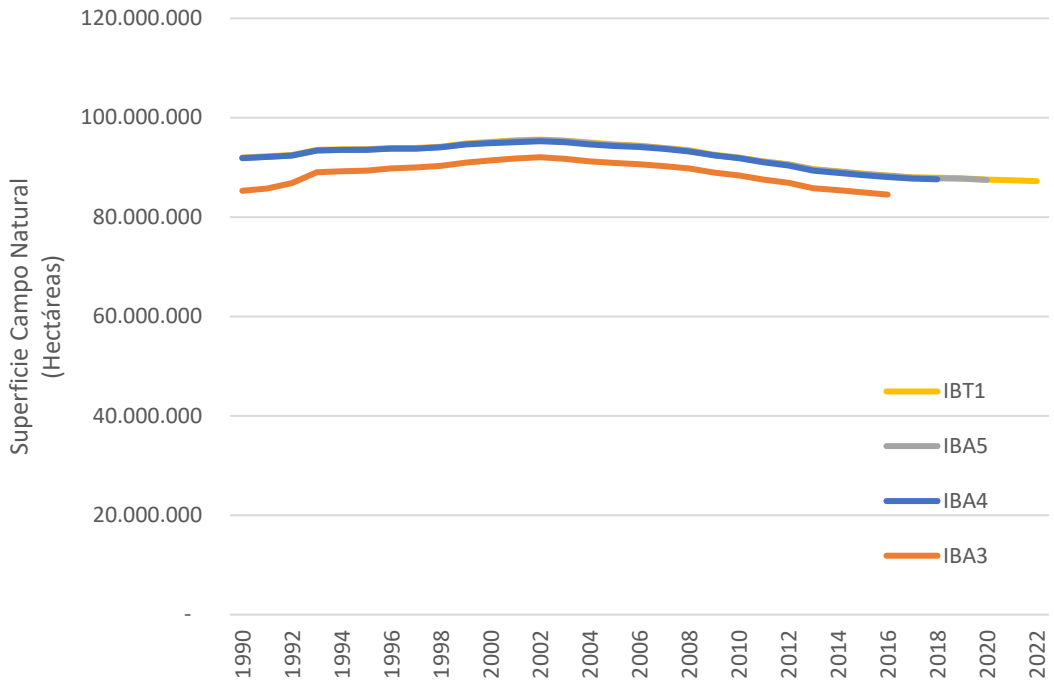
Fuente: Elaboración propia

Figura 520. Superficie Pastizales – Forrajeras – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 521. Superficie Pastizales – Campo Natural – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Tierras Forestales – Bosque nativo

Dentro de la subactividad "Bosque nativo (3B1ai)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 960. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Bosque nativo (3B1ai)

Código	Descripción
4A1ai	Tierras forestales que permanecen como tales (Emisión Bosque Nativo)
4A1aii	Tierras forestales que permanecen como tales (Captura Bosque Nativo)

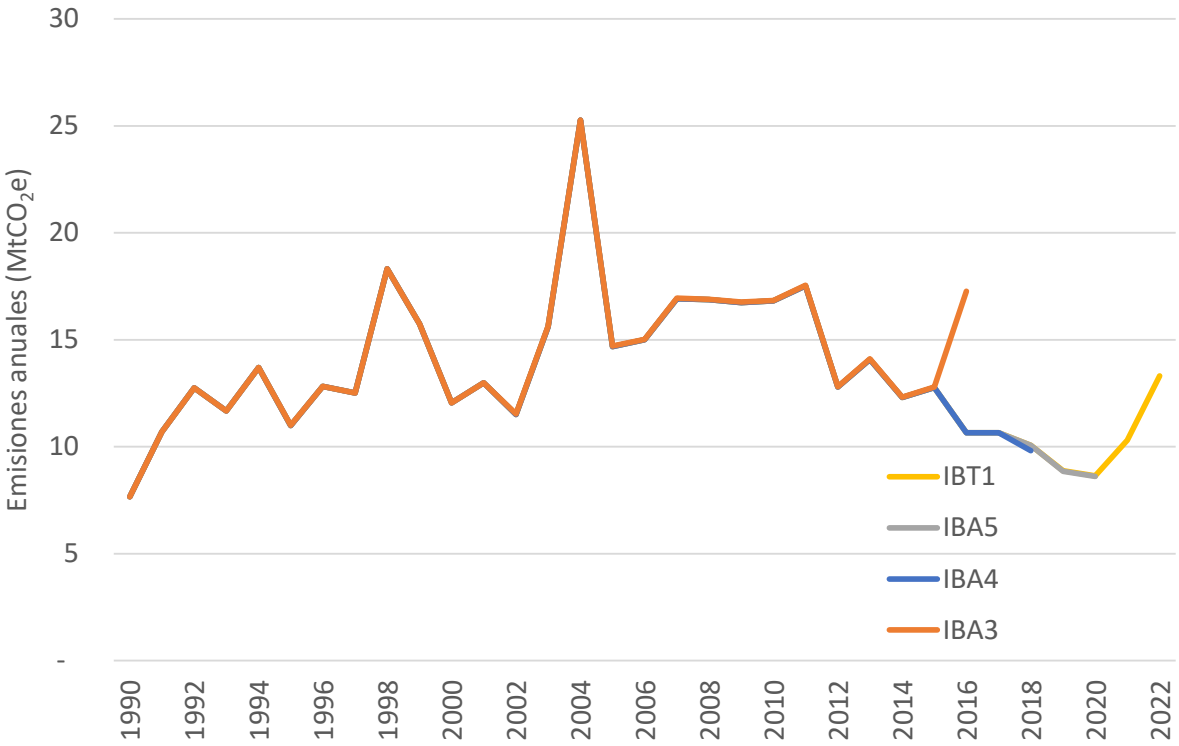
Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 se eliminó un doble conteo de madera recolectada proveniente de permisos de deforestación para el año 2016, que estaba siendo contabilizada también en las categorías 3B2bi – Tierras forestales convertidas en Tierras de cultivo y 3B3bi – Tierras forestales convertidas en pastizales.

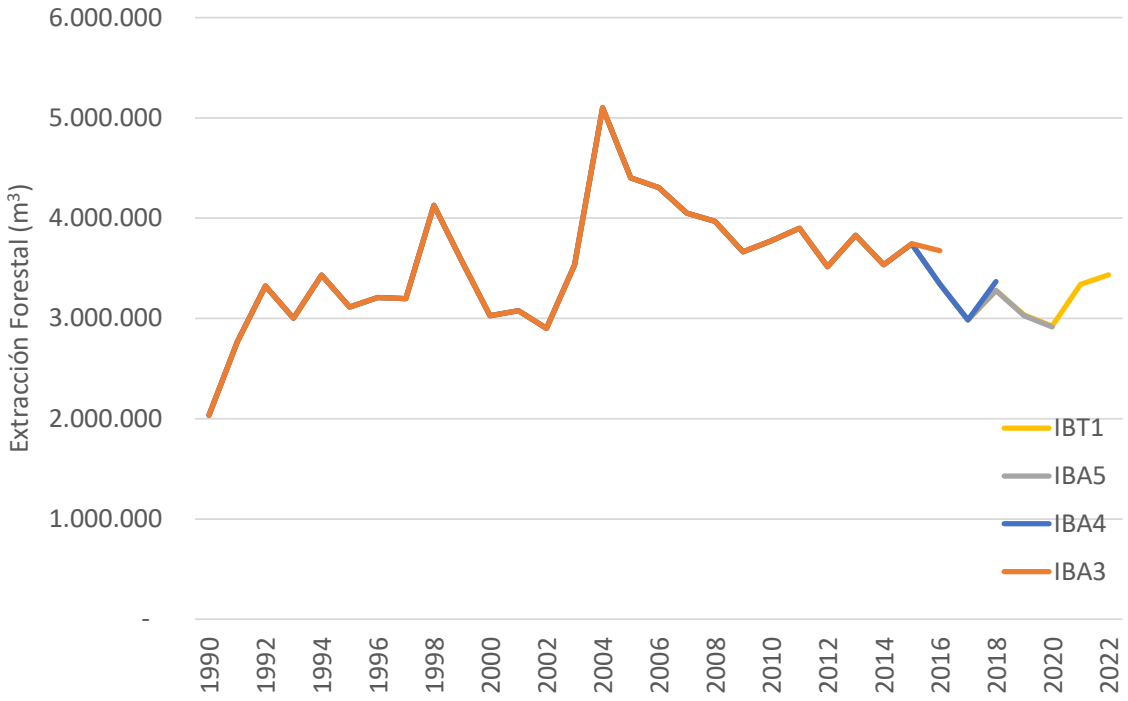
Entre IBA4 e IBA5 se hicieron ajustes en los DA (madera cosechada por jurisdicción) que habían sido estimado por la falta de información y fueron reemplazados por los valores reales. Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA ni en FE.

Figura 522. Emisiones y absorciones subactividad Bosque nativo (3B1ai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 523. Extracción forestal subactividad Bosque nativo (3B1ai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Tierras Forestales – Bosque cultivado

Dentro de la subactividad "Bosque cultivado (3B1aii)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 961. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Bosque cultivado (3B1aii)

Código	Descripción
4A1bi	Tierras forestales que permanecen como tales (Remoción Bosque Cultivado)
4A1bii	Tierras forestales que permanecen como tales (Crecimiento Bosque Cultivado)

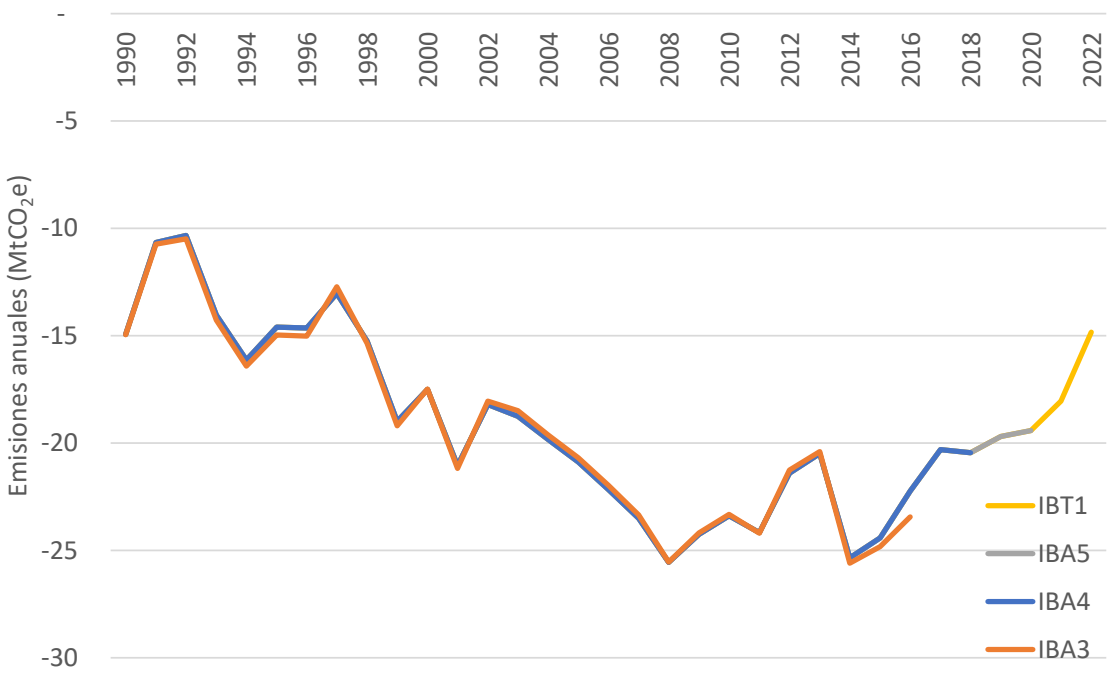
Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 se ajustaron las series temporales de superficie y de extracción forestal de bosque cultivado en función de los datos validados con el organismo de aplicación.

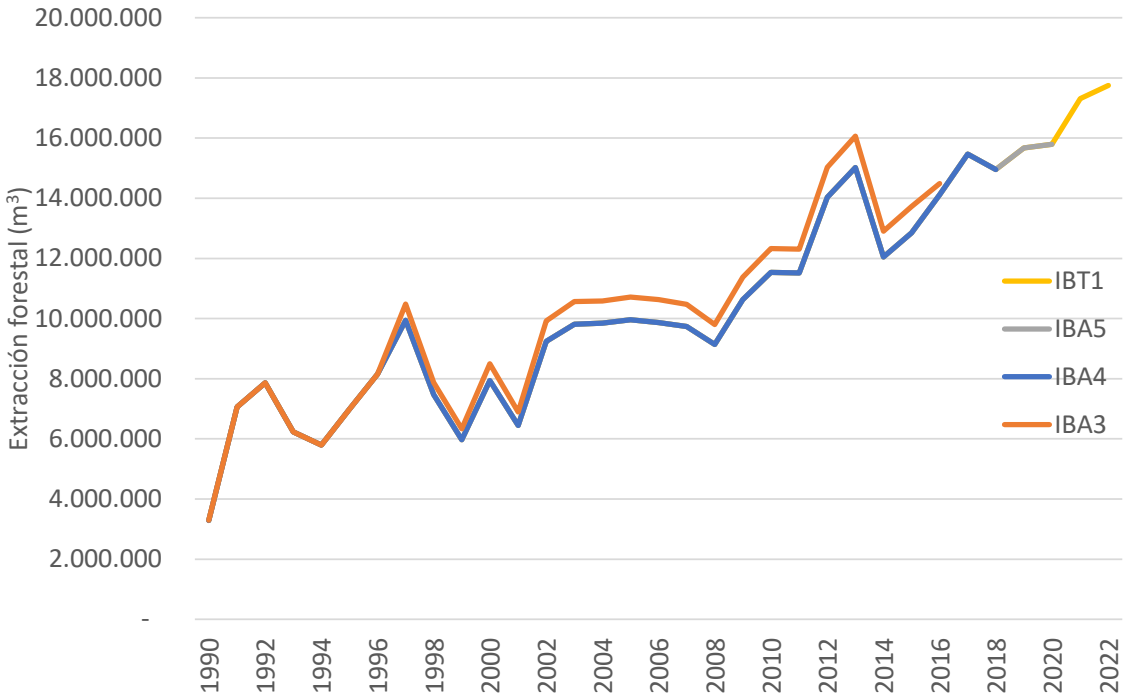
Entre IBA4 e IBT1 no se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE.

Figura 524. Emisiones y absorciones subactividad Bosque cultivado (3B1aii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 525. Extracción forestal subactividad Bosque cultivado (3B1aii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Tierras de Cultivos y Pastizales

Dentro de la subactividad "Cultivos/Pastizales (3B23)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 962. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Cultivos/Pastizales (3B23)

Código	Descripción
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales
4B2a	Tierras forestales convertidas en Tierras de cultivo
4B2b	Pastizales convertidos en Tierras de Cultivo
4C1	Pastizales que permanecen como tales
4C2a	Tierras forestales convertidas en pastizales
4C2b	Tierras de Cultivo convertidos en pastizales
4(IV)B2a	Quema de biomasa por conversión de tierras forestales en tierras de cultivos
4(IV)C2a	Quema de biomasa por conversión de tierras forestales en pastizales
4B1	Variación de materia orgánica del suelo (Carbono) – se reporta dentro de Tierras de cultivo que permanecen como tales
3D1	Directas Mineralización de N_2 por pérdida de materia orgánica de suelos

Fuente: Elaboración propia

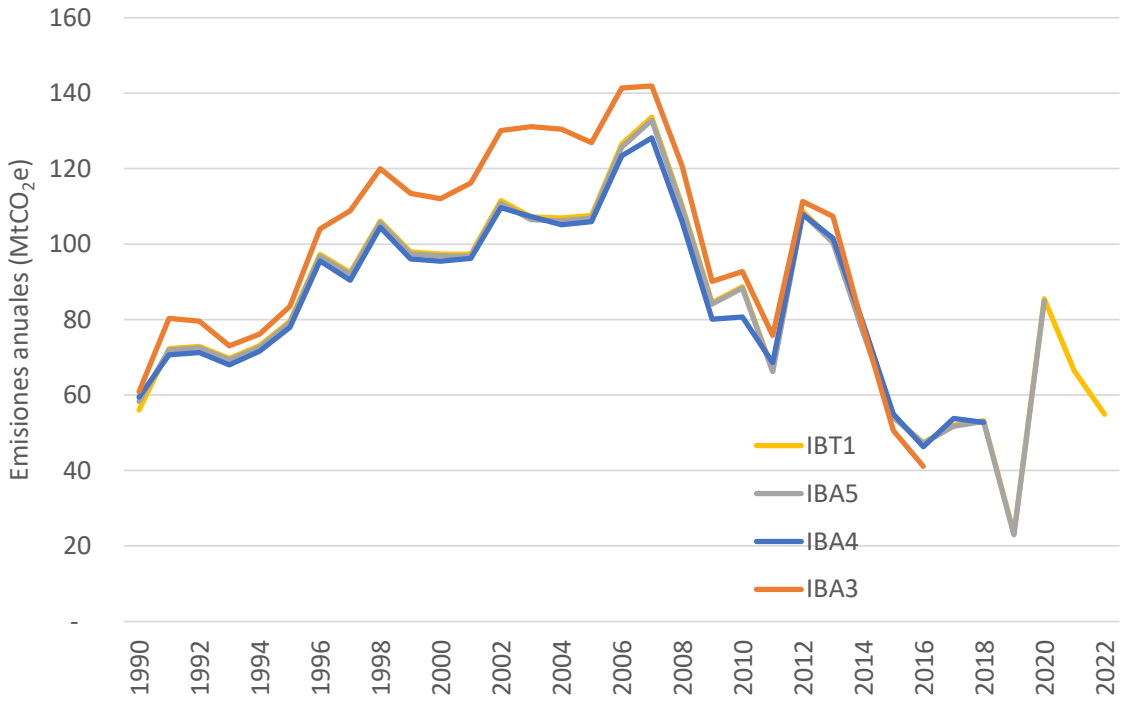
Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1; las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones totales para cambio de uso de suelos proveniente de Bosque Nativo y para la variación de COS.

Entre IBA3 e IBA4 se incorporó a la representación coherente de tierras la región forestal Bosque Andino Patagónico y al ajuste de los DA de Pastizales (Forrajeras y Campo natural). Adicionalmente, en la categoría "3D1 – Directas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos" se ajustó el FE de lixiviación de las regiones "secas" (igual a 0).

A su vez, se amplió la RCT hasta el año 1970 para tener una serie coherente de emisiones desde el año 1990 en adelante, dado que el modelo de suelos requiere contar con valores de 20 años anteriores al año de reporte.

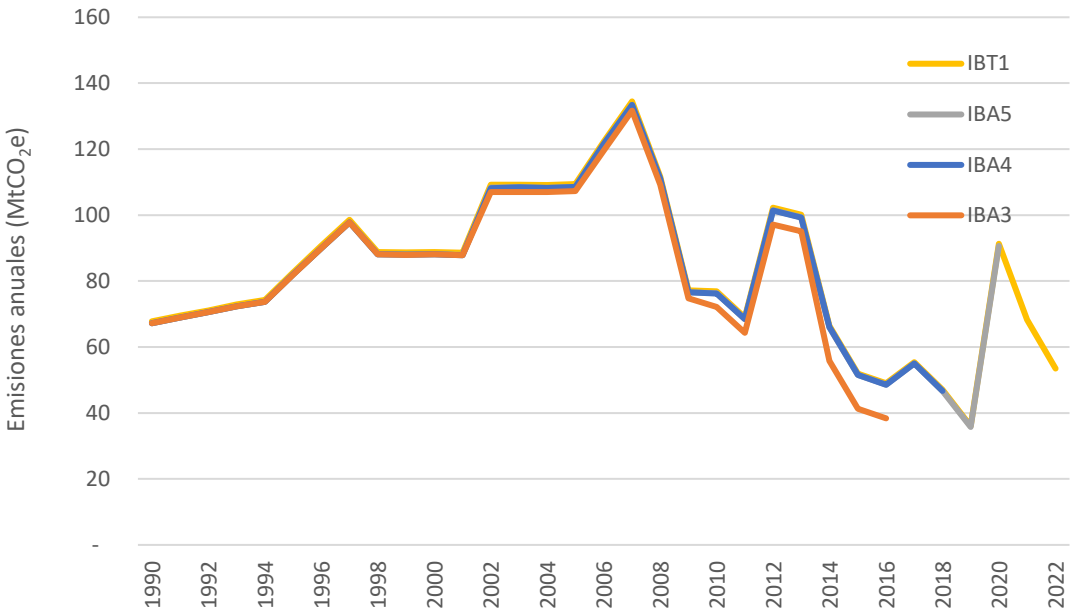
Entre IBA4 e IBA5 no se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE.

Figura 526. Emisiones subactividad Cultivos/Pastizales (3B23) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



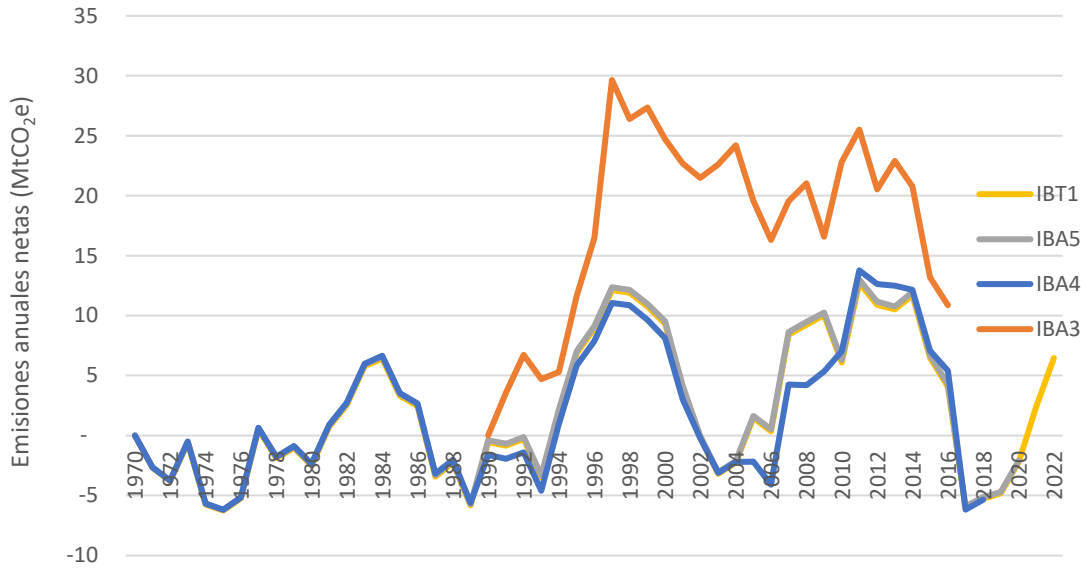
Fuente: Elaboración propia

Figura 527. Emisiones Cambio de Uso del Suelo de Bosque Nativo – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración Propia

Figura 528. Emisiones netas Carbono en Suelos – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración Propia

Quema de biomasa

Dentro de la subactividad “Quema de biomasa (3C1)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 963. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Quema de biomasa (3C1)

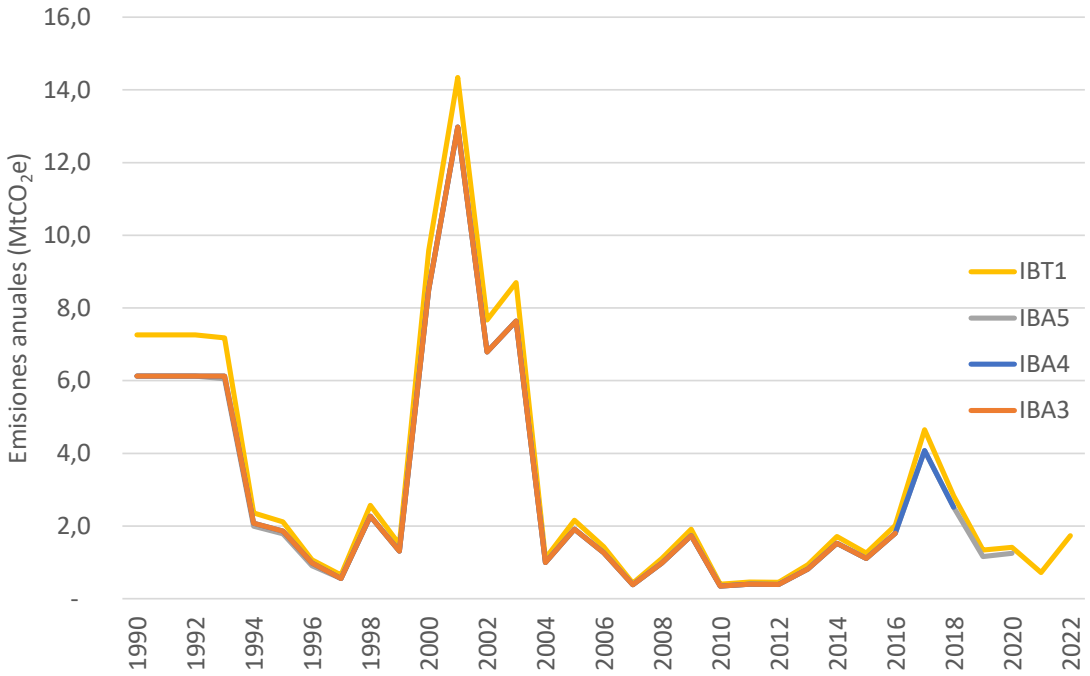
Código	Descripción
4(IV)A1ba	Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)
4(IV)A1bb	Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado)
4(IV)C1b	Quema de biomasa de pastizales

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

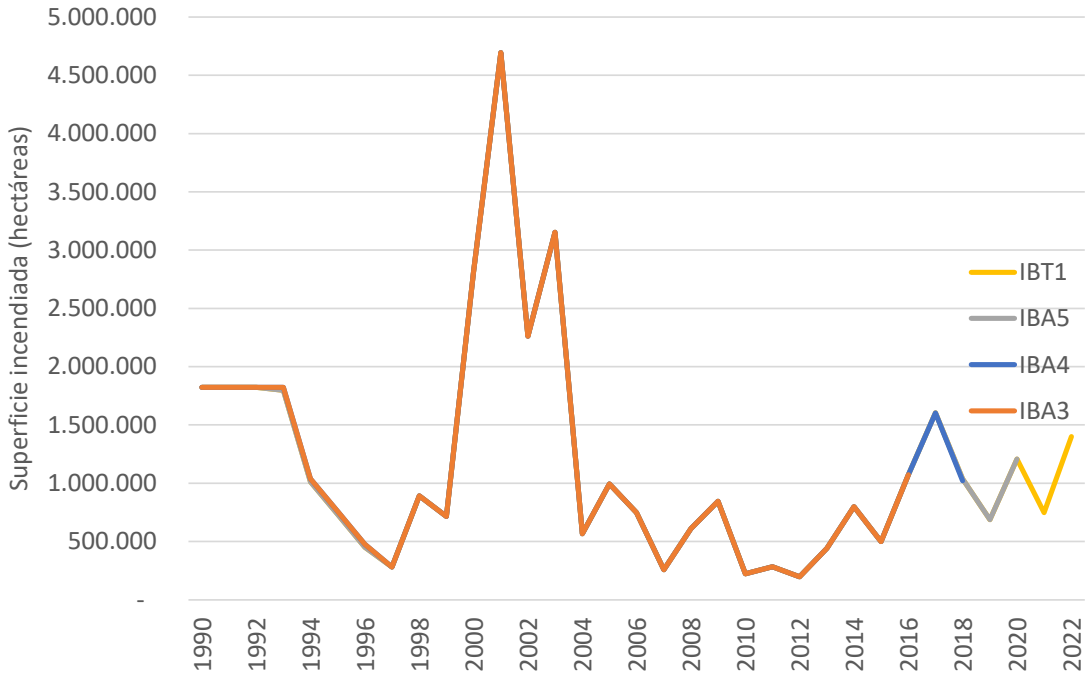
No se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE. En el IBT1 se realizaron los siguientes ajustes: para el caso de: "4(IV)A1ba Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)"; "4(IV)A1bb Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado) "; "4(IV)C1b Quema de biomasa de pastizales"; "4(IV)B2a Quema de biomasa por conversión de tierras forestales en tierras de cultivos "; "4(IV)C2a Quema de biomasa por conversión de tierras forestales en pastizales", cambio en GWP CH_4 de IPCC - SAR 2 - 1995 a IPCC - AR5. Para el caso de: "4(IV)A1ba Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Nativo)"; "4(IV)A1bb Quema de biomasa en tierras forestales (Bosque Cultivado)"; "4(IV)C1b Quema de biomasa de pastizales"; "4(IV)B2a Quema de biomasa por conversión de tierras forestales en tierras de cultivos "; "4(IV)C2a Quema de biomasa por conversión de tierras forestales en pastizales"; "3D1 Directas mineralización de N_2 por pérdida de materia orgánica de suelos"; "3D2 Indirectas mineralización de N_2 por pérdida de materia orgánica de suelos (lixiviación)", cambio en GWP N_2O de IPCC - SAR 2 - 1995 a IPCC - AR5.

Figura 529. Emisiones subactividad Quema de biomasa (3C1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 530. Superficie incendios subactividad Quema de biomasa (3C1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Fertilizantes sintéticos

Dentro de la subactividad "Fertilizantes sintéticos (3C345)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 964. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Fertilizantes sintéticos (3C345)

Código	Descripción
3D1a	Directas Fertilizantes sintéticos
3D2ai	Indirectas Fertilizantes Sintéticos (Volatilización)
3D2bi	Indirectas Fertilizantes Sintéticos (Lixiviación)
3H	Aplicación de urea

Fuente: Elaboración propia

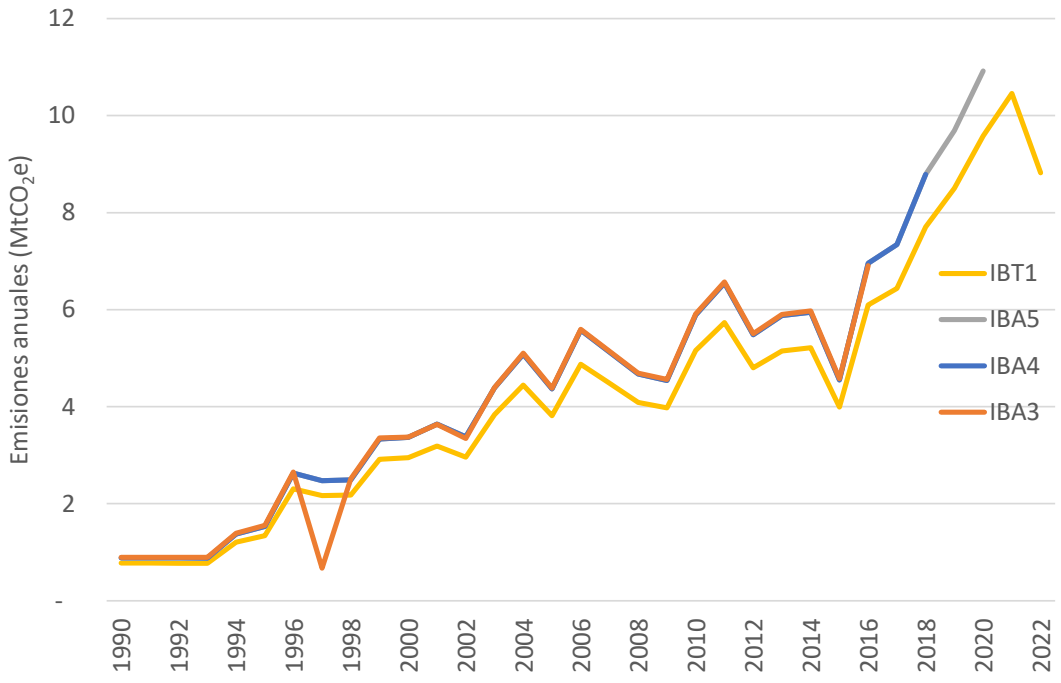
Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 se corrigió el dato de urea aplicada para el año 1997. Asimismo, se estimaron las aplicaciones de fertilizantes sintéticos en arrozales, para poder utilizar los FE correspondientes.

Entre IBA4 e IBA5 no se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE.

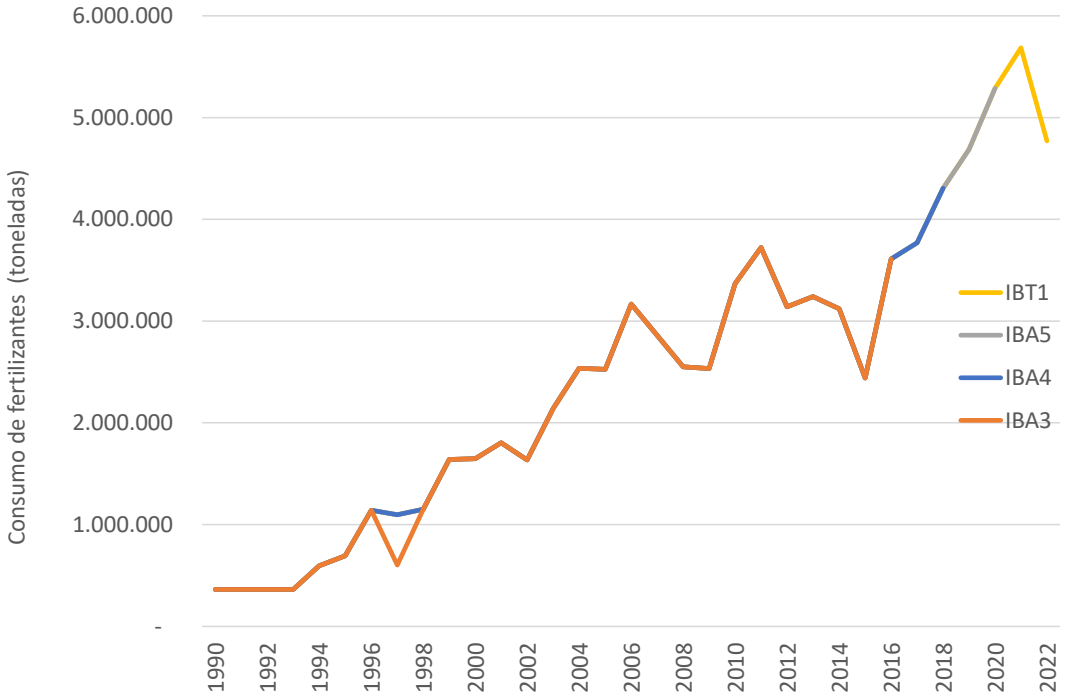
Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA ni ajustes metodológicos; la diferencia observada en la serie temporal se debe únicamente al impacto de la actualización de métricas (disminución del N_2O).

Figura 531. Emisiones subactividad Fertilizantes sintéticos (3C345) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 532. Consumo fertilizantes subactividad Fertilizantes sintéticos (3C345) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Producción agrícola

Dentro de la subactividad “Producción agrícola (3C45)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 965. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Producción agrícola (3C45)

Código	Descripción
3F	Quema de biomasa de residuos de cosecha
3D1d	Directas Residuos de Cosecha
3D2biv	Indirectas Residuos de Cosecha (Lixiviación)
3C	Cultivo de Arroz

Fuente: Elaboración propia

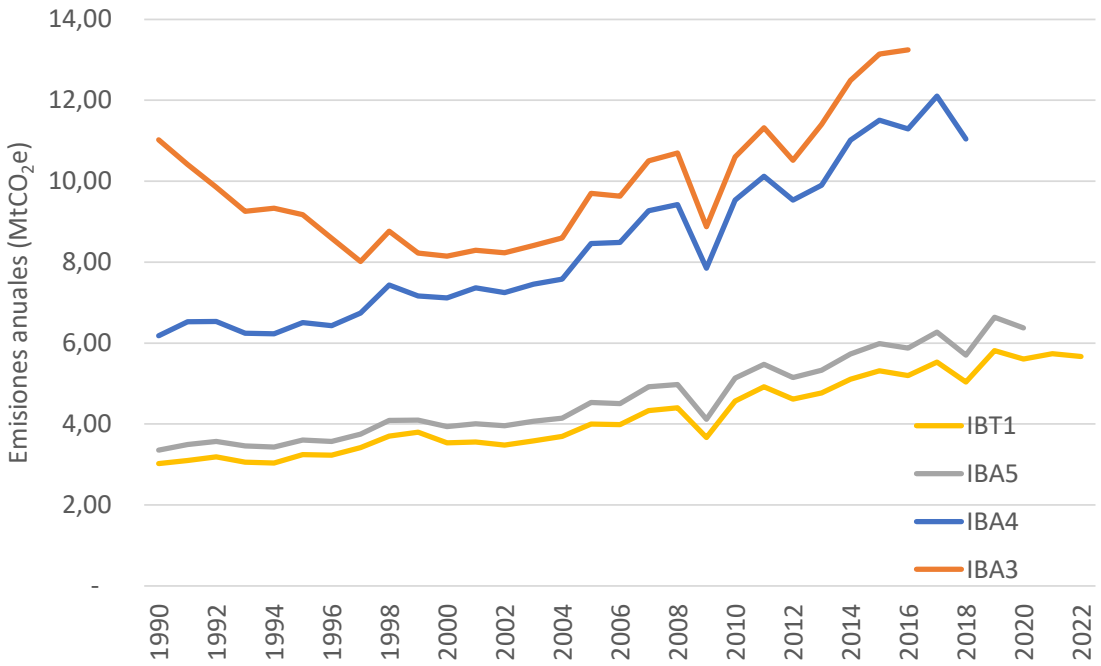
Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 se ajustó el FE de lixiviación de las regiones consideradas "secas" (igual a 0). Asimismo, se ajustaron los porcentajes de quema de caña de azúcar validados con el organismo de aplicación.

A partir del IBA5 el cálculo de las emisiones se realiza utilizando los factores por defecto del Refinamiento del IPCC de 2019. Por dicho motivo, las emisiones disminuyen proporcionalmente a la producción agrícola.

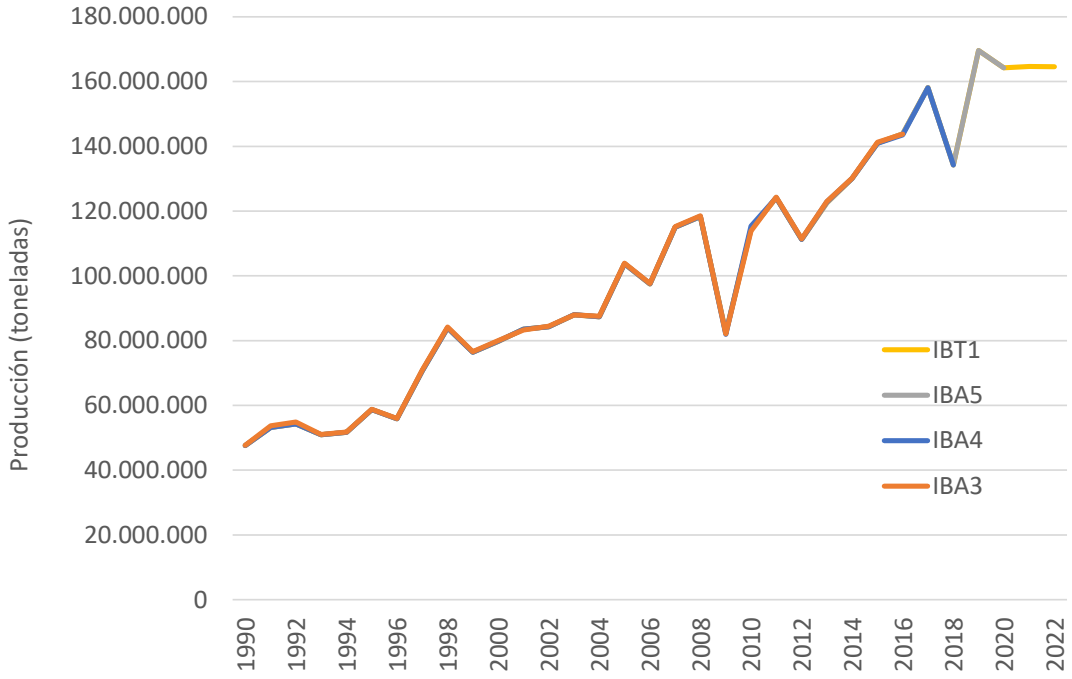
Para el IBT1 no se realizaron cambios de DA ni ajustes metodológicos; la diferencia observada en la serie temporal se debe únicamente al impacto de la actualización de métricas (disminución del N_2O y aumento del CH_4).

Figura 533. Emisiones subactividad Producción agrícola (3C45) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 534. Producción agrícola subactividad Producción agrícola (3C45) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Productos de la madera recolectada

Dentro de la subactividad “Productos de la madera recolectada (3D1)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 966. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Productos de la madera recolectada (3D1)

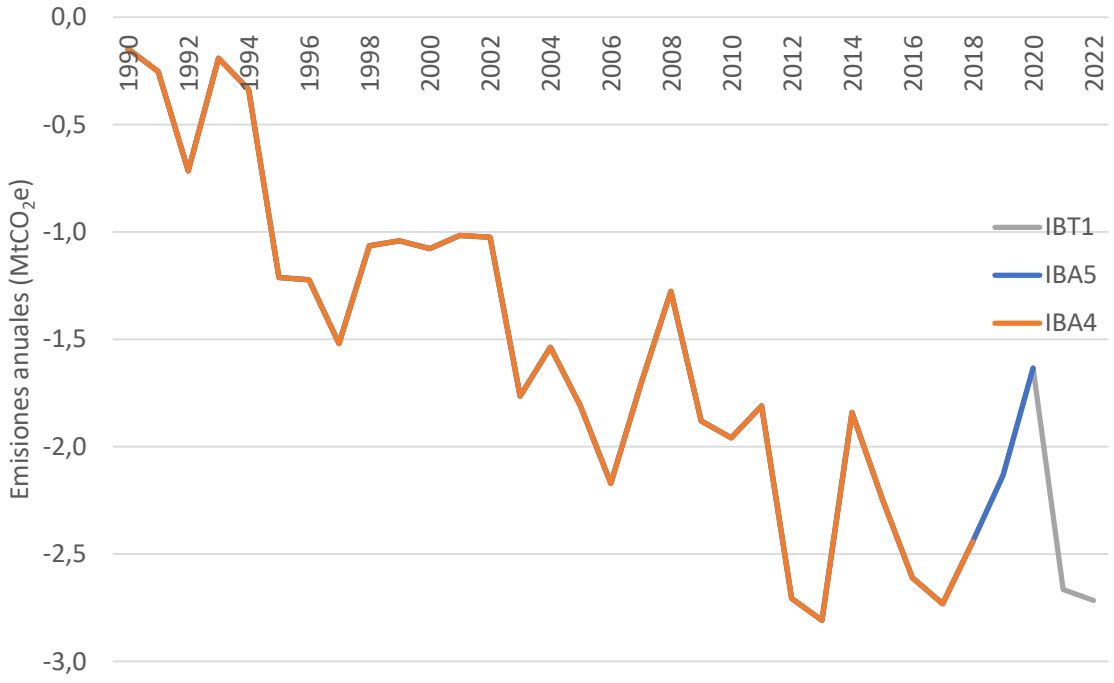
Código	Descripción
4G	Productos de madera recolectada

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el cálculo de la categoría se incorporó en el IBA4, solamente se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA4 e IBA5. Las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

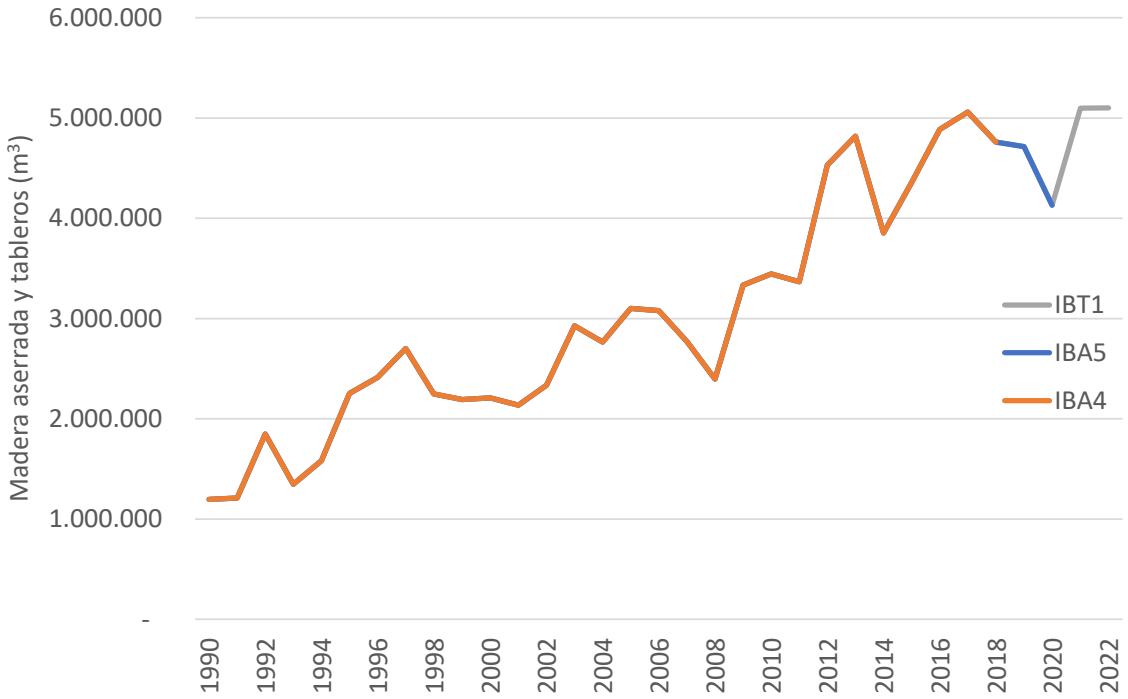
Entre IBA4 e IBAT1 no se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE.

Figura 535. Emisiones subactividad Productos de la madera recolectada (3D1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 536. Producción agrícola subactividad Productos de la madera recolectada (3D1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Residuos sólidos

Dentro de la subactividad "Residuos sólidos (4ABC)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 967. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Residuos sólidos (4ABC)

Código	Descripción
5A1	Sitios de eliminación de Residuos Sólidos gestionados
5A3	Sitios de eliminación de Residuos Sólidos no categorizados
5B	Tratamiento biológico de Residuos sólidos
5C1	Incineración de Residuos

Fuente: Elaboración propia

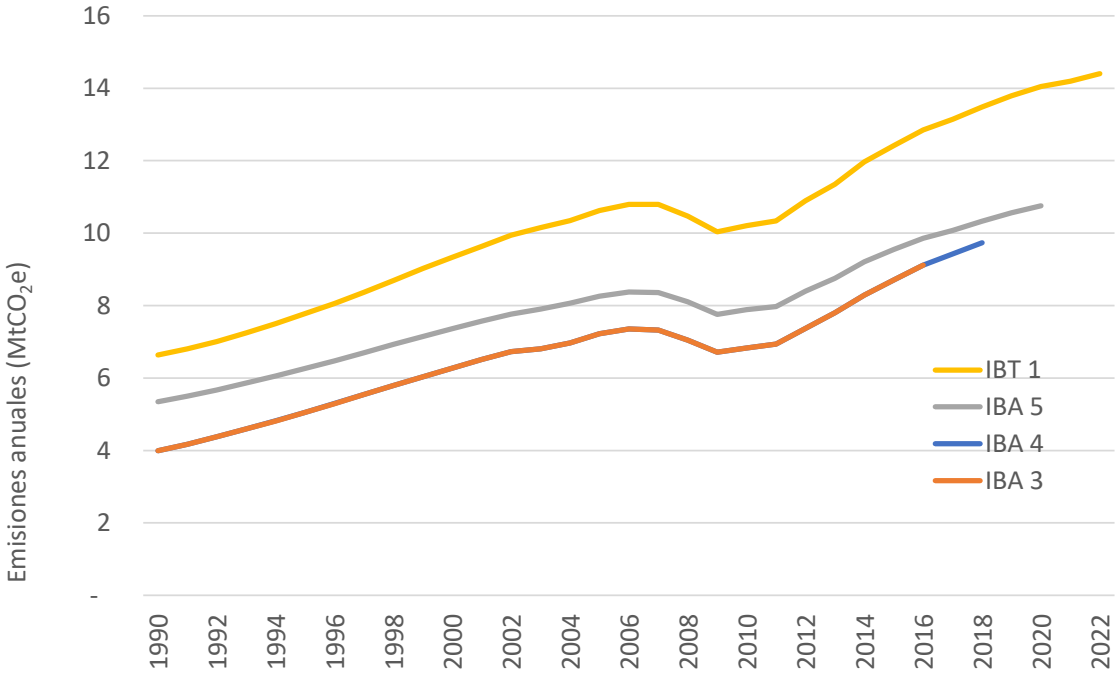
Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 no se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE.

A partir del IBA5 se corrigió el método de cálculo de la GPC utilizando las estadísticas nacionales (PIB en millones de pesos constantes del año 2004 – Fuente INDEC). Para el IBT1 se realizaron los siguientes cambios. para la categoría 5A–Eliminación de residuos sólidos, se corrigió y actualizó la serie temporal de DA 1970-2022. Para 5B-Tratamiento biológico de residuos sólidos se actualizó la serie

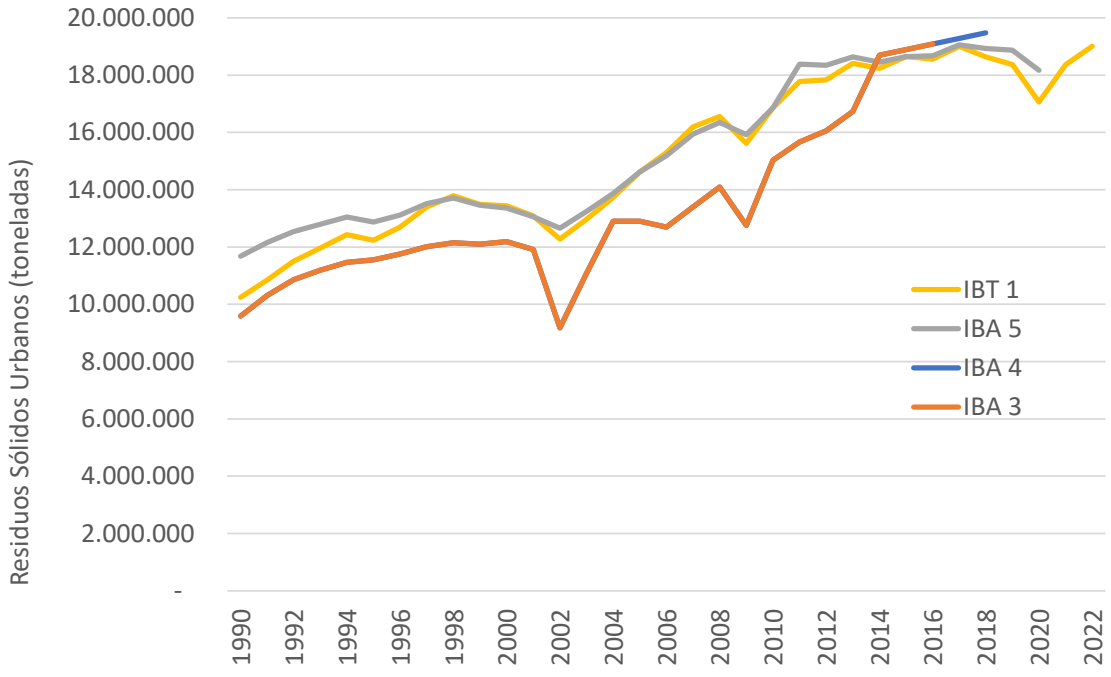
temporal de DA. Para la categoría 5C1- Incineración de Residuos se ajustaron los DA de los residuos industriales.

Figura 537. Emisiones subactividad Residuos sólidos (5ABC) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 538. Volumen de residuos sólidos urbanos subactividad Residuos sólidos (5ABC) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Aguas residuales domésticas

Dentro de la subactividad “Aguas residuales domésticas (4D1)” se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 968. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Aguas residuales domésticas (4D1)

Código	Descripción
5D1	Aguas residuales domésticas

Fuente: Elaboración propia

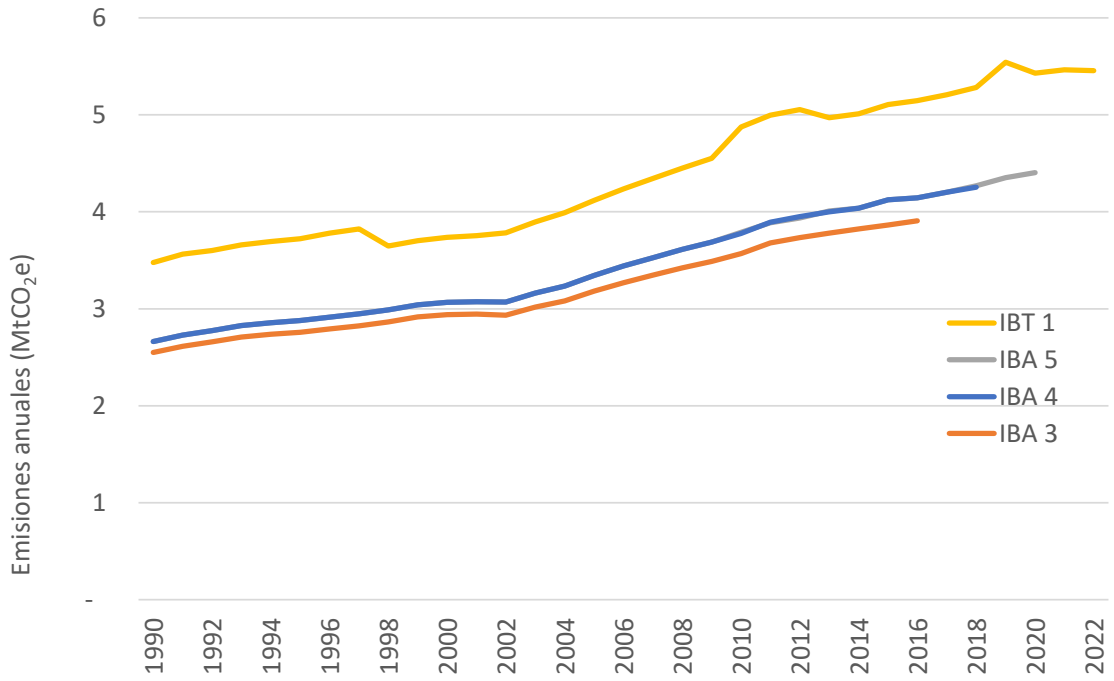
Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

Entre IBA3 e IBA4 se ajustó el FE para la categoría "Letrinas" en base a los parámetros climáticos por provincia.

Entre IBA4 e IBA5 no se realizaron cambios o correcciones en los DA ni los FE.

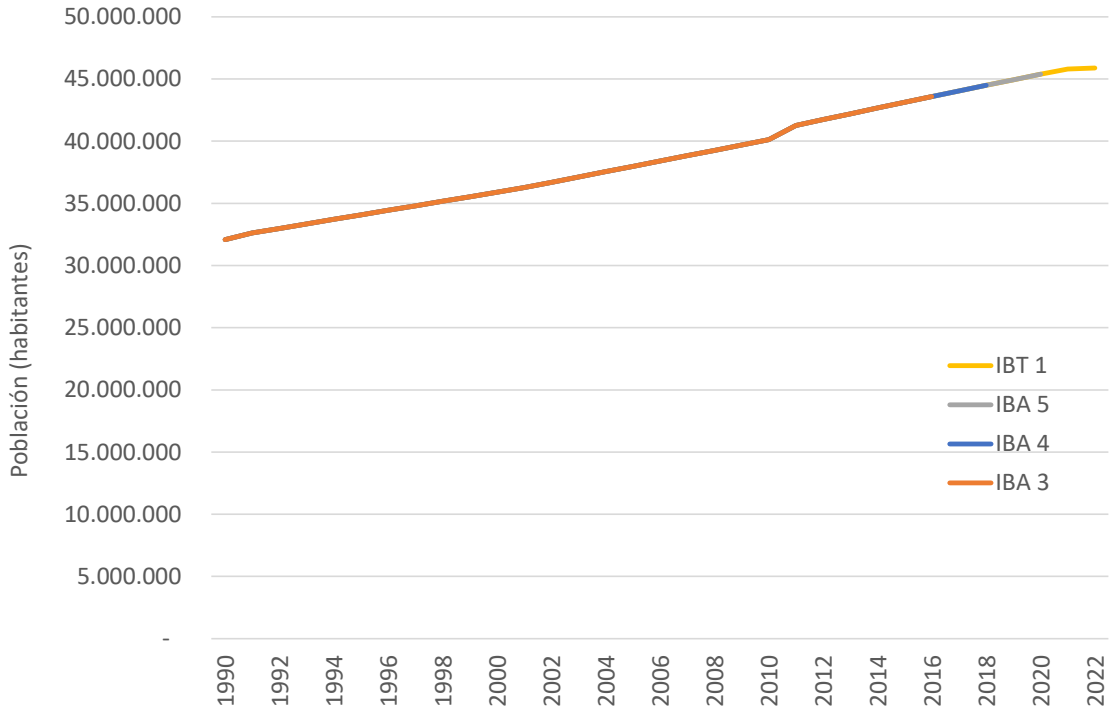
Para el IBT1 se mejoraron los porcentajes de descarga por materia orgánica para la serie temporal 2011 a 2021 donde se realizó una interpolación lineal a partir de los datos obtenidos en el censo 2022 reportados por el INDEC, además de los ajustes de GWP de CH_4 y N_2O en base al AR5.

Figura 539. Emisiones subactividad Aguas residuales domésticas (5D1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 540. Población subactividad Aguas residuales domésticas (5D1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Aguas residuales industriales

Dentro de la subactividad "Aguas residuales industriales (4D2)" se incluyen las siguientes categorías de fuentes de emisión.

Tabla 969. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Aguas residuales industriales (4D2)

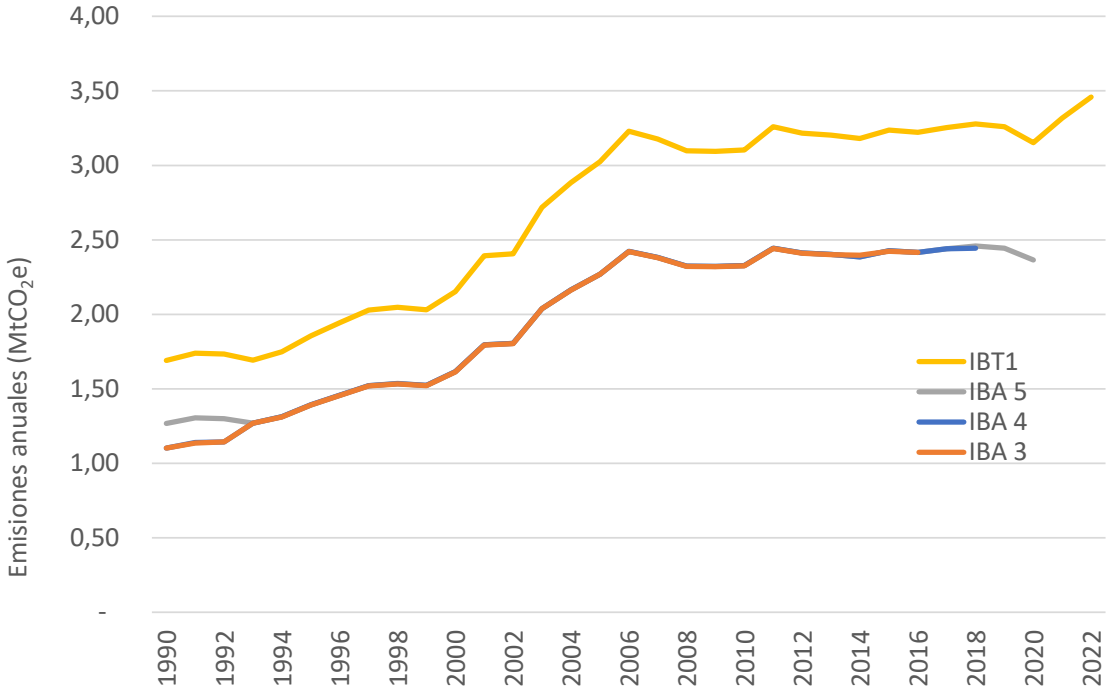
Código	Descripción
5D2	Aguas residuales Industriales

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la comparativa entre los resultados de las HT correspondientes a IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1, las figuras a continuación representan gráficamente los resultados agregados de emisiones y de los DA utilizados.

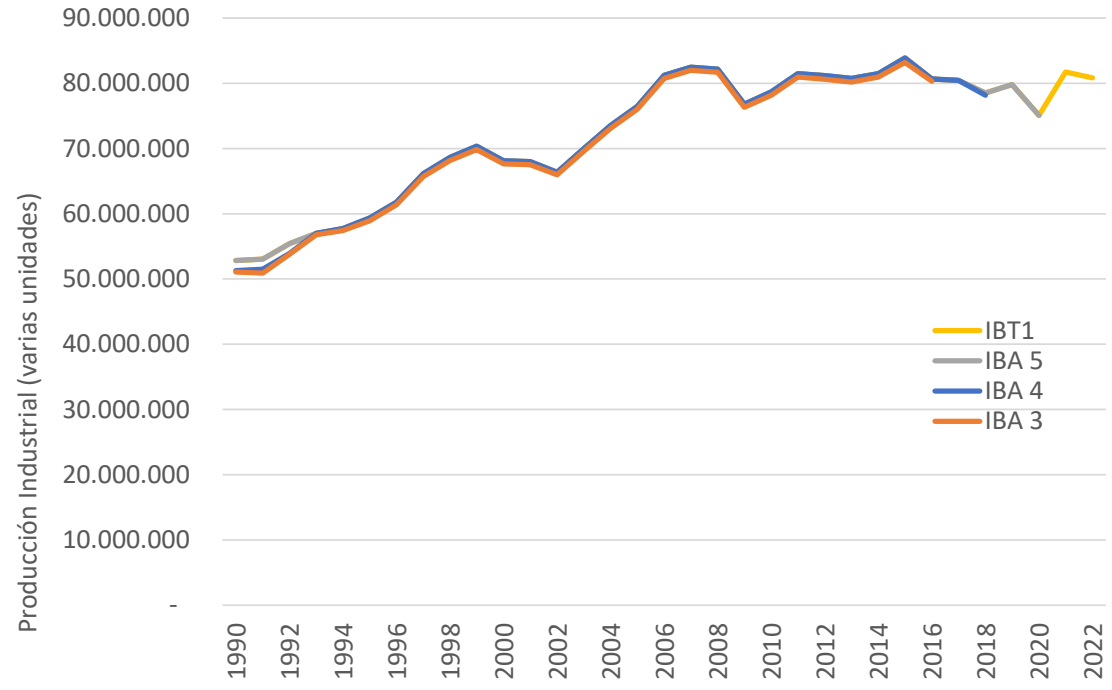
Entre IBA3, IBA4 e IBA5 se realizaron correcciones en la serie temporal de DA por correcciones en las fuentes de información de base. Para el IBT1 se actualizó la serie temporal de DA como también se realizaron los ajustes de GWP de CH_4 en base al AR5.

Figura 541. Emisiones subactividad Aguas residuales industriales (4D2) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Figura 542. Producción industrial subactividad Aguas residuales industriales (4D2) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1



Fuente: Elaboración propia

Acrónimos y siglas

Acrónimo	Definición
%EV	porcentaje de vacas en cada estadio
%MS	Fracción del estiércol manejado en cada sistema de gestión
°C	Grados centígrados
AACREA	Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola
AAPRESID	Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa
ADCOM	*Adaptation Communication* / Comunicación de Adaptación
ADEFA	Asociación de Fabricantes de Automotores
AEO	Sobretensión de efecto anódico
AFCP	Asociación de Fabricantes de Cemento Portland
AFOLU-INTA	Uso y cobertura del suelo de INTA
AMBA	Área Metropolitana de Buenos Aires
AP	Acuerdo de París
AR2	*Second Assessment Report of the IPCC* / Segundo Informe de Evaluación del IPCC
AR5	*Fifth Assessment Report of the IPCC* / Quinto Informe de Evaluación del IPCC
AT REDD+ 1	Anexo Técnico REDD+ 2014-2016
AT REDD+ 2	Anexo Técnico REDD+ 2017-2018
BAP	Bosque Andino Patagónico
BCEF	*Biomass Conversion and Expansion Factors* / Factor de conversión y expansión de la biomasa
BEN	Balance Energético Nacional
Bo	Capacidad de metano del estiércol
BOF	*Basic Oxygen Furnace* / Horno Básico de Oxígeno
BREF	Breve resumen
BUR	*Biennal Update Report*
BW	*Body Weight* / Peso Corporal
C	Carbono
C_2F_6	Perfluoroetano
CAA	Cámara Argentina del Acero
cab.	Cabeza
CABA	Ciudad Autónoma de Buenos Aires
$CaCO_3$	Carbonato de calcio
CAE	Consejo Asesor Externo

Acrónimo	Definición
CAIAMA	Cámara Argentina de la Industria del Aluminio y Metales Afines
CAMMESA	Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico
CaO	Óxido de calcio
CAPIA	Cámara Argentina de Productores Avícolas
CBIT	Capacity-building Initiative for Transparency
CE	Eficiencia del proceso de producción de aluminio
CEAMSE	Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado
CF	*Carbon Fraction* / Fracción de carbono
CF_4	Perfluorometano
CH_4	Metano
CIAFA	Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Estándar
CIIU	Clasificación Internacional Industrial Uniforme
CIMA	Centro de Información Minera de Argentina
CKD	Cement kiln dust / polvo de horno de cemento
CMA.1	Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes del Acuerdo de París
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CN	Comunicación Nacional
CNA	Censo Nacional Agropecuario
CNRT	Comisión Nacional de Regulación del Transporte
CO	Monóxido de Carbono
CO_2	Dióxido de Carbono
CO_2e	Dióxido de Carbono Equivalente
CORINAIR	*European Union emission inventory programme* / Programa de inventario de emisiones de la Unión Europea
COS	Carbono Orgánico en el Suelo
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos al Metano
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
COVID-19	Coronavirus
CP	Contenido de proteína bruta en dieta
CR	CORINAIR
CRT	Tablas comunes de reporte
CTF	Formatos Comunes Tabulares
CWPB	*Centre-Worked Prebake* / Ánodo Precocido Central
DA	Datos de Actividad

Acrónimo	Definición
dam^3	Decámetros cúbicos
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
$DDOC_{descompT}$	Carbono Orgánico Degradable disuelto descompuesto en el año de inventario
$DDOC_{maT}$	Carbono Orgánico Degradable disuelto acumulado
$DDOC_{mdT}$	Carbono Orgánico Degradable disuelto depositado al principio del periodo
DE	*Digestible Energy* / Energía Digestible
DL_t	Pérdidas durante el desmantelamiento en el año t
DNAyB	Dirección Nacional de Alimentos y Bebidas
DNDFI	Dirección Nacional de Foresto Industria
DNPMS	Dirección Nacional de Producción Minera Sustentable
DOC	Carbono Orgánico Degradable
DOC_i	Carbono Orgánico Degradable para cada tipo de residuo
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DRI	*Direct Reduced Iron* / Hierro de Reducción Directa / Hierro Reducido Directo
EAF	*Electric Arc Furnace* / Horno de Arco Eléctrico
EDC/VCM	1,2 etilen dicloruro/Cloruro de Vinilo Monómero
ELP	Emisiones a Largo Plazo
EMEP/EEA	*Air pollutant emission inventory guidebook - European Environment Agency* / Guías de Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos - Agencia Europea de Medio Ambiente
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria
ENARGAS	Ente Nacional Regulador del Gas
ENGIRSU	Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos
ENUMeC	Estrategia Nacional para el Uso de los Mercados de Carbono
EPA	*U.S. Environmental Protection Agency* / Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
EPI	Estadísticas de Productos Industriales
ESAPA	*European Soda Ash Producers Association*
ETF	Enhanced Transparency Framework / Marco de transparencia reforzado
F	Fracción de CH4 en gas de relleno
FAO	*Food and Agriculture Organization of the United Nations* / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Acrónimo	Definición
FAOSTAT	Base de datos estadísticos corporativos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación
FE	Factor de Emisión
FEDERCITRUS	Federación Argentina del Citrus
FeSi	Ferrosilicio
FIO - UNICEN	Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
FIUBA	Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires
F_{LA}	Fracción de laguna anaeróbica no cubierta
FOD	*First Order Decay* / Descomposición de Primer Orden
F_{ON}	Cantidad total anual de fertilizante de N orgánico aplicada a los suelos, excepto el de animales en pastoreo
FRA	*Global Forest Resources Assessment* / Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales
GDE	Gestión Documental Electrónica
GDE	Gestión Documental Electrónica
GDP	*Gross Domestic Product*
GE	*Gross Energy* / Energía Bruta
GEDO	Generador Electrónico de Documentos Oficiales
GEI	Gases de Efecto Invernadero
Gg	Gigagramo
$GgCO_2e$	Gigagramo de CO_2 equivalente
GHG	*Greenhouse Gases*
GJ	Gigajoule
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GNCC	Gabinete Nacional de Cambio Climático
GPC	Generación de RSU per cápita
GR	Gestión del rodeo
GTP	*Global Temperature Potential* / Potencial de Temperatura Global
GW	Gigawatts
GWh	Gigawatts-hora
GWP	*Global Warming Potential* / Potencial de Calentamiento Global
ha	Hectáreas
hab/km^2	Habitantes por kilómetro cuadrado
HAC	*High Activity Clay* / minerales arcillosos de alta actividad
HCFC	Hidroclorofluorocarbonos
HDF	*High Density Fiberboard* / tableros de alta densidad

Acrónimo	Definición
HFC	Hidrofluorocarbonos
Hl	Hectolitro
HT	Hoja de Trabajo
IANIGLA	Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales
IAPG	Instituto Argentino de Petróleo y Gas
IBA	Informe Bienal de Actualización
IBA5	Quinto Informe Bienal de Actualización
Ibíd.	Ibídem
IBT	Informe Bienal de Transparencia
IBT1	Primer Informe Bienal de Transparencia
IDs	Valores identificatorios
IE	*Included Elsewhere* / Incluido en otro lugar
IFA	Asociación Internacional de Fertilizantes
IFASTAT	Base de datos estadísticos de la Asociación Internacional de Fertilizantes
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IIA	Informe de Inventario por Actividad
INBN2	Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos
iNDC	*Intended Nationally Determined Contributions* / Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional
INDEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INI	Informe Nacional de Inventario
INI	Informe Nacional del Inventario
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial
IPA	Instituto Petroquímico Argentino
IPCC	*Intergovernmental Panel on Climate Change* / Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IPPU	*Industrial Processes and Product Use*
ISIC	Clasificación Industrial Internacional Estándar, por sus siglas en inglés
ISIC	International Standard Industrial Classification of All Economic Activities
k	Temperatura promedio
KCA	*Key Category Analysis* / Análisis de categorías principales
Kg/día	Kilogramos por día
km	kilómetros
Km^2	Kilómetros cuadrados

Acrónimo	Definición
$ktCO_2e$	kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente
ktep	Kilotonelada equivalente de petróleo
kV	Kilovoltio
l	litro
LAC	*Low activity clay* / minerales de arcilla de baja intensidad
LART	Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección
LG	Lactando y Gestando (subcategoría bovina)
LV	Lactando y Vacía (subcategoría bovina)
m	Metro
m^2	Metros cuadrados
m^3	Metros cúbicos
MAGyP	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
MAyDS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MCF	*Methane correction factor* / Factor de corrección de metano
MCF	*Methane Conversion Factor* /Factor de conversión de metano
MDest	Meses destete
MDF	*Medium Density Fiberboard* / tableros de densidad media
MDIs	Metered dose inhalers
MDL	Mecanismos para un Desarrollo Limpio
MDP	Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación
MEI	Machos enteros inmunológicamente castrados o por métodos químicos
MEJ	Macho Entero Joven
MGest	Mortandad gestación
MJ	Mega Joule
mm	Milímetros
MNC-INTA	Mapa Nacional de Cultivos de INTA
MNCS	Mapa Nacional de Cobertura del Suelo
MPG	*Modalities, Procedures and Guidelines* / Modalidades, Procedimientos y Directrices
MPost	Mortandad post parto
MPyT	Ministerio de Producción y Trabajo
MS	*Management System* / Sistema de gestión del estiércol
$MtCO_2e$	Millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente
MW	Megawatts
MWh	Megawatts hora

Acrónimo	Definición
N	Nitrógeno
N_2	Dinitrógeno
N_20	Óxido Nitroso
NA	No Aplica
NAP	Nitric Acid Production / producción de ácido nítrico
NDC	*Nationally Determined Contribution* / Contribución Determinada a Nivel Nacional
NE	No Estimado
NEA	Noreste Argentino
N_{ex}	Tasa de excreción anual de N
NGHGI	*National Greenhouse Gases Inventory*
$N_{índice}$	Tasa de excreción de N diaria
$N_{ingesta}$	Tasa de ingesta de N para vacunos
NMVOC	*Non-methane Volatile Organic Compounds*
NO	No Ocurre
NOA	Noroeste Argentino
NO_x	Óxidos de Nitrógeno
NP	Niveles productivos
NREF	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales
$N_{retención}$	Tasa de N retenido para vacunos
ODU	*Oxidised During Use* / Oxidación Durante el Uso
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
OPROZ	Oficinas del Programa Ozono
OTBN	Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos
OTF	Otras Tierras Forestales
OVC	Coeficiente de sobretensión para el CF4
OXt	Factor de Oxidación
PA	*Paris Agreement*
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PCI	Poder Calorífico Inferior
PCN	Primera Comunicación Nacional
PDD	*Project Design Document of the Clean Development Mechanism* / Documento de Diseño de Proyecto del Mecanismo del Desarrollo Limpio
PET	Polietileno tereftalato
PFC	Perflouorocarbonos
PIB	Producto Interno Bruto

Acrónimo	Definición
PINBN	Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos
PIUP	Procesos Industriales y Uso de Productos
PLE	Propagación Lineal de Errores
PMR	Productos de Madera Recolectada
PNAyMCC	Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático
PNEF	Programa Nacional de Estadística Forestal
PNEF	Estadística forestal extracción Bosque Nativo
PROLANA	Programa para el Mejoramiento de la Calidad de la Lana
PS	Específico de la planta
PV	Peso corporal vivo
QA	*Quality Assurance*/ Aseguramiento de calidad
QC	*Quality Control* / Control de calidad
RCT	Representación coherente de tierras
RDt	Emisiones de HFC evitadas por recuperación y destrucción de las espumas y de sus agentes espumantes en el año t
REDD+	*Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries* / Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación forestal, la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono
RENSPA	Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios
RepVc	Reposición Vacas de Cría
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
RT	Metano Recuperado
SAGyP	Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca
SAN	Estireno Acrilo-Nitrilo
SAO	Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono
SCN	Segunda Comunicación Nacional
SD	Siembra Directa
SE	Secretaría de Energía
SEDS	Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria
SESCO - DS	Sistema de declaraciones juradas de operadores de combustibles derivados del petróleo – Módulo *Downstream*
SESCO - US	Sistema de declaraciones juradas de producción de gas y petróleo por parte de los operados – Módulo *Upstream*
SF_6	Hexafluoruro de Azufre
SG	Seca y Gestando (subcategoría bovina)

Acrónimo	Definición
Si	Silicio
SIG	Sistema de Información Geográfica
SM	Sistema Modal
SMC	Simulación de Monte Carlo
SNI	Sistema Nacional de Inventario
SNICC	Sistema Nacional de Información de Cambio Climático
SNI-GEI-AR	Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Argentina
SNMBN	Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques Nativos
SO_2	Dióxido de Azufre
SOC_{REF}	Carbono Orgánico del Suelo de Referencia
SSamb	Subsecretaría de Ambiente
SSG	Subsecretaría de Ganadería y Producción Animal
SV	Seca y Vacía (subcategoría bovina)
t/ha	tonelada por hectárea
T1	*Tier* 1
T1a	*Tier* 1a
T1b	*Tier* 1b
T1c	*Tier* 1c
T2	*Tier* 2
T3	*Tier* 3
TAM	*Typical Animal Mass* / Masa animal típica
TCN	Tercera Comunicación Nacional
tCO_2	Toneladas de dióxido de carbono
tCO_2/MWh	Toneladas de dióxido de carbono por megawatts hora
tep	toneladas equivalentes de petróleo
TF	Tierras Forestales
TJ	Terajoule
TMB	Tratamiento Mecánico Biológico
tMS	tonelada de materia seca
ton	Toneladas
TReqH	Tonelada equivalente de Res con Hueso
UAN	Urea-Nitrato de Amonio
UE	Energía urinaria expresada como fracción de la energía bruta (GE)
UM	Unidades de medida

Acrónimo	Definición
UMSEF	Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal
UNTREF	Universidad Nacional de Tres de Febrero
USDA	United States Department of Agriculture / Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
UTCUTS	Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra
VE	Variables explicativas
VI	Verdeos de invierno
VS	*Volatile Solids Excretion Rate* /Tasa de excreción de Sólidos Volátiles
VV	Verdeos de verano
WG	Aumento Diario
WGS84	*World Geodetic System 1984* / Sistema Geodésico Mundial 1984
WRB	*World Reference Base for Soil* / Base Mundial de Referencia para los Recursos de Suelos

Índice de tablas

Tabla 1. Etapas, actividades y responsables del ciclo de elaboración del INGEI 18
Tabla 2. Categorías reportadas bajo clave de notación NE 36
Tabla 3. Datos de actividad y factores de emisión de comparación 37
Tabla 4. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Nivel 39
Tabla 5. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Nivel (sin UTCUTS) 41
Tabla 6. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Tendencia 42
Tabla 7. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de incertidumbre 43
Tabla 8. Mejoras realizadas entre el IBA5 e IBT1 por sector y categoría 46
Tabla 9. Mejoras realizadas entre el IBA5 e IBT1 por sector y categoría (cont.) 47
Table 10. Phases, activities and responsible actors of the NGHGI development cycle 52
Table 11. Categories reported under notation key NE 68
Table 12. Activity Data and Emission Factor comparison 70
Table 13. Key categories in National GHG Inventory 2022 – Tier by category 72
Table 14. Key categories in National GHG Inventory 2022 – Tier by category (without LULUCF) 74
Table 15. Key categories NGHGI 2022 - Trend Assessment 75
Table 16. Key categories NGHGI 2022 - Uncertainty assessment 76
Table 17. Improvements introduced between BUR5 and BTR1 by sector and category 79
Tabla 18. Inventarios de GEI reportados por la República Argentina ante la CMNUCC 85
Tabla 19. Etapas, actividades y responsables del ciclo de elaboración del INGEI 116
Tabla 20. Tipos de documentos del SNI-GEI-AR 119
Tabla 21. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Nivel 127
Tabla 22. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Nivel (sin UTCUTS) 129
Tabla 23. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de Tendencia Base 1990 130
Tabla 24. Categorías principales INGEI 2022 – Evaluación de incertidumbre 131
Tabla 25. Principios de calidad del INGEI 132
Tabla 26. Datos de actividad y factores de emisión de comparación 136
Tabla 27. Incertidumbres por subcategoría y por sector (2022) 139
Tabla 28. Categorías reportadas bajo clave de notación NE 140
Tabla 29. Categorías reportadas bajo clave de notación IE 141
Tabla 30. Valores de Potencial de Calentamiento Global usados en el INGEI 142
Tabla 31. Flexibilidades aplicadas para la elaboración del INGEI 144
Tabla 32. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector Energía 145

Tabla 33. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector PIUP 146
Tabla 34. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector PIUP (cont.) 147
Tabla 35. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector Agricultura y ganadería 148
Tabla 36. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector Agricultura y ganadería (cont.) 149
Tabla 37. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector Agricultura y ganadería (cont.) 150
Tabla 38. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector UTCUTS 151
Tabla 39. Incertidumbre desagregada por categoría y gas – Sector Residuos 152
Tabla 40. Emisiones INGEI 2022 por sector y categoría ($ktCO_2e$) 155
Tabla 41. Emisiones INGEI 2022 – Elementos recordatorios ($ktCO_2e$) 156
Tabla 42. Serie temporal de emisiones ($ktCO_2e$) 159
Tabla 43. Serie temporal de emisiones (ktCO2e) (cont.) 160
Tabla 44. Serie temporal de emisiones ($ktCO_2e$) (cont.) 161
Tabla 45. Serie temporal de emisiones de CO_2 163
Tabla 46. Serie temporal de emisiones de CO_2 (cont.) 164
Tabla 47. Serie temporal de emisiones de CO_2 (cont.) 165
Tabla 48. Serie temporal de emisiones de CH_4 166
Tabla 49. Serie temporal de emisiones de CH_4 (cont.) 167
Tabla 50. Serie temporal de emisiones de CH_4 (cont.) 168
Tabla 51. Serie temporal de emisiones de N_2O 169
Tabla 52. Serie temporal de emisiones de N_2O (cont.) 170
Tabla 53. Serie temporal de emisiones de N_2O (cont.) 171
Tabla 54. Serie temporal de emisiones de HFCs y PFCs 172
Tabla 55. Serie temporal de emisiones de HFCs y PFCs (cont.) 173
Tabla 56. Serie temporal de emisiones de HFCs y PCFs (cont.) 174
Tabla 57. Serie temporal de emisiones con y sin UTCUTS 175
Tabla 58. Serie temporal de emisiones con y sin UTCUTS (cont.) 176
Tabla 59. Serie temporal de emisiones con y sin UTCUTS (cont.) 177
Tabla 60. Potenciales de calentamiento global y de aumento de temperatura a 100 años 178
Tabla 61. Informe sectorial para Energía 189
Tabla 62. Informe sectorial para Energía (cont.) 190
Tabla 63. Claves de notación 195

Tabla 64. Informe resumido de métodos y factores de emisión utilizados - Energía.....196

Tabla 65. Completitud – Información sobre las claves de notación – Energía.....196

Tabla 66. Completitud – Información sobre las claves de notación – Energía (cont.).....197

Tabla 67. Completitud – Información sobre las claves de notación – Energía (cont.).....198

Tabla 68. Fuente de datos – Energía.....200

Tabla 69. Documentación categoría 1A – Actividades de quema de combustible.....201

Tabla 70. Información sectorial para la categoría 1A.....207

Tabla 71. Información sectorial para la categoría 1A (cont.).....208

Tabla 72. Información sectorial para la categoría 1A (cont.).....209

Tabla 73. Información sectorial para la categoría 1A (cont.).....210

Tabla 74. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A1a – Producción pública de electricidad y calor.....217

Tabla 75. Factores de emisión para la categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor.....223

Tabla 76. Fuente de los datos de consumos de combustibles para la categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor.....228

Tabla 77. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor (2022).....230

Tabla 78. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A1b – Refinación del petróleo.....231

Tabla 79. Factores de emisión para la categoría 1A1b – Refinación del petróleo.....237

Tabla 80. Fuente de los datos de consumo de combustibles para la categoría 1A1b – Refinación del petróleo.....239

Tabla 81. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A1b – Refinación del petróleo (2022).....241

Tabla 82. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas.....242

Tabla 83. Factores de emisión para la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas.....250

Tabla 84. Fuente de los datos de consumo de combustibles de la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas.....252

Tabla 85. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (2022).....255

Tabla 86. Incertidumbre de la categoría 1A1 – Industrias de la Energía (2022).....255

Tabla 87. Asignación de consumos de combustibles de la categoría 1A1 – Industrias de la Energía.....256

Tabla 88. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción.....257

Tabla 89. Factores de emisión para la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 264

Tabla 90. Fuente de los datos de consumos de combustibles de la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 270

Tabla 91. Fuente de los datos consumos de combustibles 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción (cont.) 271

Tabla 92. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción (2022) 275

Tabla 93. Incertidumbre de la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción (2022) 276

Tabla 94. Asignación de consumos de combustibles de la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 277

Tabla 95. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A3a – Aviación de cabotaje 280

Tabla 96. Factores de emisión para la categoría 1A3a – Aviación de cabotaje 285

Tabla 97. Fuente de los datos de consumos de combustibles de la categoría 1A3a – Aviación de cabotaje 286

Tabla 98. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A3a – Aviación de cabotaje (2022) 288

Tabla 99. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A3b – Transporte terrestre por carretera 289

Tabla 100. Factores de emisión para la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera 295

Tabla 101. Fuente de los datos de consumos de combustibles de la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera 297

Tabla 102. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera (2022) 300

Tabla 103. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A3c – Ferrocarriles 301

Tabla 104. Factores de emisión para la categoría 1A3c – Ferrocarriles 307

Tabla 105. Fuente de los datos de consumos de combustibles de la categoría 1A3c – Ferrocarriles 308

Tabla 106. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3c – Ferrocarriles (2022) 310

Tabla 107. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional 311

Tabla 108. Factores de emisión para la categoría 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional 316

Tabla 109. Fuente de los datos de consumo de combustibles de la categoría 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional 318

Tabla 110. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional (2022) 320

Tabla 111. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A3e – Otro tipo de transporte 321

Tabla 112. Factores de emisión para la categoría 1A3e – Otro tipo de transporte 326

Tabla 113. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3e – Otro tipo de transporte (2022) 327

Tabla 114. Incertidumbre de la categoría 1A3 – Transporte (2022) 327

Tabla 115. Asignación de consumos de combustibles de la categoría 1A3 – Transporte 328

Tabla 116. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A4 – Otros sectores 331

Tabla 117. Factores de emisión para la categoría 1A4 – Otros sectores 337

Tabla 118. Fuente de los datos de consumo de combustibles de la categoría 1A4 – Otros sectores 342

Tabla 119. Fuente de los datos consumos de combustibles de la categoría 1A4 – Otros sectores (cont.) 343

Tabla 120. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A4 – Otros sectores (2022) 346

Tabla 121. Incertidumbre de la categoría 1A4 – Otros sectores (2022) 346

Tabla 122. Asignación de consumos de combustibles de la categoría 1A4 – Otros sectores 347

Tabla 123. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1A5 – No especificado 349

Tabla 124. Método de referencia – 2022 350

Tabla 125. Comparación de emisiones de CO_2 de la quema de combustible – 2022 351

Tabla 126. Información sectorial para Energía - Materias primas, reductores y otros usos no energéticos de los combustibles – 2022 352

Tabla 127. Parámetros y equivalencias de los combustibles 358

Tabla 128. Análisis comparativo PCI 362

Tabla 129. Características de los datos utilizados para el cálculo del FE local del gas natural distribuido por redes 365

Tabla 130. Comparación de incertidumbre del FE local y del IPCC por defecto 366

Tabla 131. Comparación de FE de gas natural local e IPCC por defecto 366

Tabla 132. Período de cada serie de datos, por tipo de combustible 367

Tabla 133. Comparación de FE de combustibles líquidos locales e IPCC por defecto 368

Tabla 134. Resultados del análisis estadístico de las muestras compuestas 368

Tabla 135. Sectores con consumo de gasoil cortado con biodiésel 369

Tabla 136. Evolución del corte de biodiésel (2010-2022) 370

Tabla 137. Sectores con consumo de nafta cortada con bioetanol 371

Tabla 138. Evolución del corte de bioetanol (2010-2022) 371

Tabla 139. Documentación categoría 1B – Emisiones fugitivas 372

Tabla 140. Información sectorial para la categoría 1B 376

Tabla 141. Información sectorial para la categoría 1B (Cont.) 377

Tabla 142. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1B1a – Minería carbonífera y manejo de carbón 380

Tabla 143. Parámetros y factores de emisión para la categoría 1B1a – Minería carbonífera y manejo de carbón 386

Tabla 144. Producción de carbón subterráneo de la categoría 1B1a - Minería carbonífera y manejo de carbón (1990-2022) 388

Tabla 145. Incertidumbre de la categoría 1B1a– Minería carbonífera y manejo de carbón (2022) 388

Tabla 146. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1B1b – Transformación de combustibles sólidos 390

Tabla 147. Factores de emisión para la categoría 1B1b - Transformación de combustibles sólidos 396

Tabla 148. Consumo de combustibles por tipo para la categoría 1B1b – Transformación de combustibles sólidos (2022) 398

Tabla 149. Incertidumbre de la categoría 1B1b – Transformación de combustibles sólidos (2022) 399

Tabla 150. Valores empleados en el cálculo de la serie temporal de producción de carbón subterráneo – 1B1a Minería carbonífera y manejo de carbón 401

Tabla 151. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1B2a – Petróleo 402

Tabla 152. Factores de emisión de la categoría 1B2a – Petróleo 410

Tabla 153. Fuente de los datos de distribución de petróleo de la categoría 1B2av – Distribución de productos de petróleo 412

Tabla 154. Fuente de los datos de distribución de petróleo de la categoría 1B2av – Distribución de productos de petróleo (cont.) 414

Tabla 155. Producción de petróleo de la categoría 1B2a – Petróleo (2022) 416

Tabla 156. Incertidumbre de la categoría 1B2a – Petróleo (2022) 417

Tabla 157. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1B2b – Gas Natural 423

Tabla 158. Factores de emisión para la categoría 1B2b – Gas Natural 429

Tabla 159 Fuente de los datos de la categoría 1B2bv – Distribución de gas natural y 1B2bvi - Emisiones posteriores a la medición de gas natural 432

Tabla 160 Fuente de los datos de la categoría 1B2bvi - Emisiones posteriores a la medición de gas natural 434

Tabla 161. Producción de gas natural de la categoría 1B2b - Gas Natural (2022) 435

Tabla 162. Incertidumbre de la categoría 1B2b – Gas Natural (2022) 437

Tabla 163. Información sectorial para la categoría 1C 443

Tabla 164. Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono 443

Tabla 165. Tabla de información sectorial para la categoría 1D – 2022 444

Tabla 166. Aviación y navegación internacional (bunkers internacionales) – Información adicional 2022 444

Tabla 167. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1D1a – Aviación internacional 445

Tabla 168. Factores de emisión para la categoría 1D1a– Aviación internacional 449

Tabla 169. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1D1a– Aviación internacional (2022) 450

Tabla 170. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1D1b – Navegación marítima y fluvial internacional 450

Tabla 171. Factores de emisión para la categoría 1D1b – Navegación marítima y fluvial internacional 454

Tabla 172. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1D1b – Navegación marítima y fluvial internacional (2022) 456

Tabla 173. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 1D3– Emisiones de dióxido de carbono desde biomasa 457

Tabla 174. Factores de emisión para la categoría 1D3 – Emisiones de dióxido de carbono desde biomasa 459

Tabla 175. Consumo de combustibles por tipo de la categoría 1D3 – Emisiones de dióxido de carbono desde biomasa (2022) 460

Tabla 176. Informe sectorial para Procesos industriales y uso de productos 464

Tabla 177. Informe sectorial para Procesos industriales y uso de productos (cont.) 465

Tabla 178. Claves de notación 470

Tabla 179. Informe resumido de métodos y factores de emisión utilizados – PIUP 471

Tabla 180. Completitud – Información sobre las claves de notación – Procesos industriales y uso de productos 471

Tabla 181. Completitud – Información sobre las claves de notación – Procesos industriales y uso de productos (cont.) 472

Tabla 182. Fuentes de datos - Procesos industriales y uso de productos 474

Tabla 183. Fuente de datos - Procesos industriales y uso de productos (cont.) 475

Tabla 184. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2A – Industria de los minerales 476

Tabla 185. Información sectorial para la categoría 2A 477

Tabla 186. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2A1 – Producción de cemento 480

Tabla 187. Parámetros y factor de emisión para la categoría 2A1 – Producción de cemento 483

Tabla 188. Datos de actividad para la categoría 2A1 – Producción de cemento (2022) 484

Tabla 189. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2A2 – Producción de cal 485

Tabla 190. Factor de emisión para la categoría 2A2 – Producción de cal 488

Tabla 191. Datos de actividad para la categoría 2A2 – Producción de cal (2022) 489

Tabla 192. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2A3 – Producción de vidrio 489

Tabla 193. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2A4 – Otros usos de carbonatos en los procesos 490

Tabla 194. Parámetros y factor de emisión para la categoría 2A4 – Otros usos de carbonatos en los procesos 493

Tabla 195. Datos de actividad para la categoría 2A4 – Otros usos de carbonatos en los procesos (2022) 495

Tabla 196. Incertidumbres de la categoría 2A – Industria de los minerales (2022) 496

Tabla 197. Variables e incertidumbre asociada para la Simulación de Monte Carlo 2A (2022) 496

Tabla 198. Comparativa del factor de emisión de CO_2 en producción de Clinker 498

Tabla 199. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2B – Industria química 499

Tabla 200. Información sectorial para la categoría 2B (CO_2, CH_4 y N_2O) 501

Tabla 201. Información sectorial para la categoría 2B (Gases F) 502

Tabla 202. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B1 – Producción de amoníaco 503

Tabla 203. Parámetro y factor de emisión para la categoría 2B1 – Producción de amoníaco 506

Tabla 204. Datos de actividad para la categoría 2B1 – Producción de amoníaco (2022) 507

Tabla 205. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B2 – Producción de ácido nítrico 508

Tabla 206. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 2B2 – Producción de ácido nítrico 511

Tabla 207. Datos de actividad para la categoría 2B2 – Producción de ácido nítrico (2022) . 511

Tabla 208. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B3 – Producción de ácido adípico 512

Tabla 209. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B4 – Producción de caprolactama, glioxal y ácido glioxílico 512

Tabla 210. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B5 – Producción de carburo 513

Tabla 211. Parámetros y factor de emisión para la categoría 2B5b – Producción de carburo de calcio 516

Tabla 212. Datos de actividad para la categoría 2B5b – Producción de carburo de calcio (2022) 517

Tabla 213. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B6 – Producción de dióxido de titanio 517

Tabla 214. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B7 – Producción de carbonato de sodio 518

Tabla 215. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 2B7 – Producción de carbonato de sodio 521

Tabla 216. Datos de actividad para la categoría 2B7 – Producción de carbonato de sodio (2022) 521

Tabla 217. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo 522

Tabla 218. Parámetros y factores de emisión para la categoría 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo 527

Tabla 219. Datos de actividad para la categoría 2B8 – Producción petroquímica y de negro de humo (2022) 529

Tabla 220. Fuentes nacionales de emisión de HFC-23 y SF_6 – 2B9 – Producción fluoroquímica 529

Tabla 221. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 2B9ai – Producción de HCFC-22 533

Tabla 222. Datos de actividad para la categoría 2B9ai – Producción de HCFC-22 (2022) 533

Tabla 223. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2B10 – Otros 534

Tabla 224. Incertidumbres de la categoría 2B – Industria química (2022) 535

Tabla 225. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2C – Industria de los metales 538

Tabla 226. Información sectorial para la categoría 2C (CO_2, CH_4 y N_2O) 540

Tabla 227. Información sectorial para la categoría 2C (Gases F) 541

Tabla 228. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C1 – Producción de hierro y acero 543

Tabla 229. Parámetros y factores de emisión para la categoría 2C1 – Producción de hierro y acero 548

Tabla 230. Datos de actividad para la categoría 2C1 – Producción de hierro y acero (2022) 549

Tabla 231. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C2 – Producción de ferroaleaciones 550

Tabla 232. Factores de emisión para la categoría 2C2 – Producción de ferroaleaciones 555

Tabla 233. Datos de actividad para la categoría 2C2 – Producción de ferroaleaciones (2022) 556

Tabla 234. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C3 – Producción de aluminio 557

Tabla 235. Fuentes nacionales de emisión de CF_4, C_2F_6 y SF_6 – 2C3a – Emisiones de subproductos 557

Tabla 236. Ecuaciones para el cálculo de los factores de emisión de CF_4 y C_2F_6 para la categoría 2C3 producción de aluminio 563

Tabla 237. Parámetros y factores de emisión para la categoría 2C3 – Producción de aluminio 564

Tabla 238. Factores de emisión de CF_4 y C_2F_6 antes y después de la optimización de la tecnología de producción de aluminio 565

Tabla 239. Datos de actividad para la categoría 2C3 – Producción de aluminio (2022) 566

Tabla 240. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C4– Producción de magnesio 566
Tabla 241. Fuentes nacionales de emisión de CF_4, C_2F_6 y SF_6 – 2C4– Producción de magnesio 566
Tabla 242. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C5 – Producción de plomo 567
Tabla 243. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C6 – Producción de zinc.....567
Tabla 244. Parámetros y Factores de emisión para la categoría 2C6 – Producción de zinc 570
Tabla 245. Datos de actividad para la categoría 2C6 – Producción de zinc (2022).....570
Tabla 246. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2C7 – Otros 571
Tabla 247. Fuentes nacionales de emisión de CF_4, C_2F_6 y SF_6 – 2C7– Otros 571
Tabla 248. Incertidumbres de la categoría 2C – Industria de los metales (2022) 572
Tabla 249. Variables e incertidumbres asociadas a la simulación de Monte Carlo 2C1 (2022) 573
Tabla 250. Comparativa de los factores de emisión de CF_4 y C_2F_6 en producción de aluminio 574
Tabla 251. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2D – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente.....574
Tabla 252. Información sectorial para la categoría 2D 576
Tabla 253. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2D1 – Uso de lubricantes.....578
Tabla 254. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 2D1 – Uso de lubricantes 581
Tabla 255. Datos de actividad para la categoría 2D1 – Uso de lubricantes (2022) 583
Tabla 256. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2D2 – Uso de la cera de parafina 583
Tabla 257. Parámetros para la categoría 2D2 – Uso de la cera de parafina.....586
Tabla 258. Datos de actividad para la categoría 2D2 – Uso de la cera de parafina (2022) ...587
Tabla 259. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2D3 – Otros 587
Tabla 260. Incertidumbres de la categoría 2D – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (2022) 588
Tabla 261. Información sectorial para la categoría 2E (CO_2, CH_4 y N_2O) 589
Tabla 262. Información sectorial para la categoría 2E (Gases F).....590
Tabla 263. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2E – Industria electrónica.....590
Tabla 264. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2F – Uso de productos como sustitutos de las SAO.....591
Tabla 265. Información sectorial para la categoría 2F 592
Tabla 266. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F1 – Refrigeración y aire acondicionado 594
Tabla 267. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F1 – Refrigeración y aire acondicionado 595

Tabla 268. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F1 – Refrigeración y aire acondicionadon (Cont.) 596

Tabla 269. Parámetros para la categoría 2F1 –Refrigeración y aire acondicionado 601

Tabla 270. Datos de actividad para las subcategorías “2F1e y 2F1f – Refrigeración y aire acondicionado móvil y estacionario” (2022) 603

Tabla 271. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F2 – Agentes espumantes 603

Tabla 272. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F2 – Agentes espumantes 604

Tabla 273. Factor de emisión para la categoría 2F2 – Agentes espumantes 607

Tabla 274. Datos de actividad para la categoría 2F2 – Agentes espumantes (2022) 608

Tabla 275. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F3 – Productos contra incendios 608

Tabla 276. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F3 – Productos contra incendios 609

Tabla 277. Parámetros para la categoría 2F3 – Productos contra incendios 612

Tabla 278. Datos de actividad para la categoría 2F3 – Productos contra incendios (2022) 613

Tabla 279. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F4 – Aerosoles 613

Tabla 280. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F4 – Aerosoles 614

Tabla 281. Factor de emisión para la categoría 2F4 –Aerosoles 618

Tabla 282. Datos de actividad para la categoría 2F4 – Aerosoles (2022) 618

Tabla 283. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F5 – Solventes 619

Tabla 284. Fuentes nacionales de emisión de HFC – 2F5 – Solventes 619

Tabla 285. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2F6 – Otras aplicaciones 620

Tabla 286. Fuentes de emisión de HFC – 2F6 – Otras aplicaciones 620

Tabla 287. Incertidumbres de la categoría 2F – Uso de sustitutos de SAO (2022) 621

Tabla 288. Homologación de los subsectores para la categoría 2F - Uso de productos como sustitutos de las SAO 622

Tabla 289. Información sectorial para la categoría 2G (CO_2, CH_4 y N_2O) 623

Tabla 290. Información sectorial para la categoría 2G (Gases F) 623

Tabla 291. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 2G – Manufactura y utilización de otros productos 624

Tabla 292. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 2H – Otras industrias 624

Tabla 293. Información sectorial para la categoría 2H 625

Tabla 294. Factores de emisión para la categoría 2H1- Industria de la pulpa y el papel 626

Tabla 295. Factores de emisión para la categoría 2H2 – Industria de la alimentación y la bebida 626

Tabla 296. Informe sectorial para Agricultura y ganadería 630

Tabla 297. Claves de notación 635

Tabla 298. Resumen de métodos de cálculo y factores de emisión utilizados – Sector Agricultura y ganadería 635

Tabla 299. Completitud – Información sobre las claves de notación – Agricultura y ganadería – Fuentes y sumideros no estimados 636

Tabla 300. Completitud – Información sobre las claves de notación – Agricultura y ganadería - Fuentes y sumideros incluidos en otra categoría 636

Tabla 301. Fuente de datos - Agricultura y ganadería 637

Tabla 302. Categorías principales por nivel 639

Tabla 303. Categorías principales por tendencia 639

Tabla 304. Definiciones de subcategorías de ganado bovino de carne 641

Tabla 305. Fuente de los datos de existencias bovino total por año para el período 1990 – 2007 642

Tabla 306. Ajuste para las existencias por subcategoría de ganado para el año 2005 645

Tabla 307. Factores de ajuste entre existencias de marzo y diciembre bovinos totales 646

Tabla 308. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de ganado y región (2022) 648

Tabla 309. Parámetros sistemas productivos 652

Tabla 310. Empalme de parámetros de bovinos de carne 653

Tabla 311. Variables para el cálculo de los diferentes tipos de energía neta y energía bruta 654

Tabla 312. Coeficientes según subcategoría de ganado 655

Tabla 313. Coeficiente por actividad según situación alimentaria 656

Tabla 314. Factor de ajuste del destete de los SM por año 656

Tabla 315. Evolución de la diferencia del peso promedio de faena por sexo 659

Tabla 316. Ecuaciones para la desagregación de vacas según estadio 660

Tabla 317. Departamentos de la región pampeana norte 665

Tabla 318. Parámetros sistema modal de cría de la región pampeana norte 667

Tabla 319. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región pampeana norte 669

Tabla 320. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región pampeana norte 671

Tabla 321. Departamentos de la región pampeana oeste 672

Tabla 322. sistema modal de cría de la región pampeana oeste 673

Tabla 323. Parámetros sistema modal de invernada de macho de la región pampeana oeste 676

Tabla 324. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región pampeana oeste 678

Tabla 325. Departamentos de la región pampeana sudeste 680
Tabla 326. Parámetros sistema modal de cría de la región pampeana sudeste..... 681
Tabla 327. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región pampeana sudeste 684
Tabla 328. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región pampeana sudeste 685
Tabla 329. Departamentos de la región pampeana sudoeste 687
Tabla 330. Parámetros sistema modal de cría de la región pampeana sudoeste 687
Tabla 331. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región pampeana sudoeste..... 690
Tabla 332. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región pampeana sudoeste..... 691
Tabla 333. Departamentos de la región pampeana conurbano 692
Tabla 334. Departamentos de la región NEA..... 693
Tabla 335. Parámetros sistema modal de cría de la región NEA 694
Tabla 336. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región NEA 697
Tabla 337. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región NEA 699
Tabla 338. Departamentos de la región NOA..... 700
Tabla 339. Parámetros sistema modal de cría de la región NOA 702
Tabla 340. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región NOA..... 705
Tabla 341. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región NOA 706
Tabla 342. Departamentos de la región Semiárida 707
Tabla 343. Parámetros sistema modal de cría de la región Semiárida..... 708
Tabla 344. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región Semiárida ..710
Tabla 345. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región Semiárida..711
Tabla 346. Departamentos de la región Patagonia..... 712
Tabla 347. Parámetros sistema modal de cría de la región Patagonia 713
Tabla 348. Parámetros sistema modal de invernada de machos de la región Patagonia ..715
Tabla 349. Parámetros sistema modal de invernada de hembras de la región Patagonia 716
Tabla 350. Digestibilidad y contenido de proteína bruta de las dietas de los sistemas productivos 717
Tabla 351. Detalle de Factores de emisión según caracterización de ganado bovino de carne 720
Tabla 352. Comparación internacional de stock bovino..... 723
Tabla 353. Categorías principales por nivel 724
Tabla 354. Categorías principales por tendencia 725

Tabla 355. Definiciones de subcategorías de ganado de bovinos lecheros 727
Tabla 356. Fuente de los datos de existencias bovinas totales por año, para los años 1990 - 2007 728
Tabla 357. Proporción de animales de cada subcategoría respecto a vacas para el período 2008 – 2017 729
Tabla 358. Factores de ajuste entre existencias de marzo y diciembre para ganado lechero 730
Tabla 359. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022) 732
Tabla 360. Parámetros de los sistemas productivos 736
Tabla 361. Empalme de parámetros de bovinos lecheros 736
Tabla 362. Variables para el cálculo de los diferentes tipos de energía neta y energía bruta 737
Tabla 363. Coeficientes según subcategoría de ganado 738
Tabla 364. Coeficiente por actividad según situación alimentaria 739
Tabla 365. Coeficientes de ajuste de la producción de leche por año 741
Tabla 366. Desagregación de vacas según estadio – Bovinos Lecheros 742
Tabla 367. Parámetros comunes para todas las cuencas 743
Tabla 368. Valores de digestibilidad promedio, producción de leche por vaca y temperatura promedio por SM 743
Tabla 369. Parámetros sistema modal de leche de vaquillonas 744
Tabla 370. Parámetros sistema modal de leche de toros y toritos 745
Tabla 371. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Abasto Norte 745
Tabla 372. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Abasto Sur 746
Tabla 373. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Mar y Sierras 746
Tabla 374. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Oeste 747
Tabla 375. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Otros 748
Tabla 376. Departamentos de la cuenca Buenos Aires Sur 749
Tabla 377. Departamentos de la cuenca Chaco Santiagueño 749
Tabla 378. Departamentos de la cuenca Córdoba Noreste 750
Tabla 379. Departamentos de la cuenca Córdoba Sur 750
Tabla 380. Departamentos de la cuenca Córdoba Villa María 750
Tabla 381. Departamentos de la cuenca Entre Ríos Este 751
Tabla 382. Departamentos de la cuenca Entre Ríos Oeste 751
Tabla 383. Departamentos de la cuenca La Pampa Centro y Sur 751
Tabla 384. Departamentos de la cuenca La Pampa Noroeste 752

Tabla 385. Departamentos de la cuenca NEA 753
Tabla 386. Departamentos de la cuenca Patagonia 754
Tabla 387. Departamentos de la cuenca Salta Valle de Lerma 755
Tabla 388. Departamentos de la cuenca Santa Fe Centro 756
Tabla 389. Departamentos de la cuenca Santa Fe Sur 756
Tabla 390. Departamentos de la cuenca Tucumán Trancas 757
Tabla 391. Departamentos de la cuenca Valles Cordilleranos 757
Tabla 392. Detalle de Factores de emisión según caracterización de ganado bovino lechero 759
Tabla 393. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería 764
Tabla 394. Asignación de zona climática a cada provincia 764
Tabla 395. Existencias de ganado por ganadería (2022) 765
Tabla 396. Existencias de ganado de porcinos (2022) 765
Tabla 397. Existencias de ganado de aves (2022) 766
Tabla 398. Definiciones de categorías y subcategorías de ovinos según IPCC, equivalencia con categorías según SENASA y según INGEI 766
Tabla 399. Comparación internacional de stock ovino 768
Tabla 400. Definiciones de subcategorías de ganado: Porcinos 770
Tabla 401. Definiciones de categorías y subcategorías de porcinos según IPCC, equivalencia con categorías y subcategorías según SENASA y según INGEI 770
Tabla 402. Comparación internacional de stock porcino 771
Tabla 403. Definiciones de categorías y subcategorías de bubalinos según IPCC, equivalencia con categorías según SENASA y según INGEI 773
Tabla 404. Definiciones de categorías y subcategorías de caprinos según IPCC, equivalencia con categorías y subcategorías según SENASA y según INGEI 776
Tabla 405. Comparación internacional de stock caprino 777
Tabla 406. Definiciones de categorías y subcategorías de equinos según IPCC, equivalencia con categorías según SENASA y según INGEI 779
Tabla 407. Definiciones de categorías y subcategorías de camélidos según IPCC, equivalencia con categorías y subcategorías según SENASA y según INGEI 780
Tabla 408. Definiciones de subcategorías de ganado: Aves 781
Tabla 409. Definiciones de categorías y subcategorías de Aves según IPCC, equivalencia con subcategorías según el Área Técnica y según INGEI 781
Tabla 410. Comparación internacional de stock de aves 783
Tabla 411. Documentación Categoría 3A – Ganado 784
Tabla 412. Información sectorial para la categoría 3A 786

Tabla 413. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3A1a – Fermentación entérica Bovinos Lecheros....789

Tabla 414. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3A1a – Fermentación entérica Bovinos Lecheros....789

Tabla 415. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 3A1a – Fermentación Entérica Bovinos Lecheros....792

Tabla 416. Parámetros y factores de emisión según subcategoría de ganado (2022)....793

Tabla 417. Asignación de factores de conversión de metano (Ym) para la categoría 3A1a – Fermentación Entérica Bovinos Lecheros....793

Tabla 418. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022)....795

Tabla 419. Incertidumbre de la subcategoría 3A1a – Fermentación entérica Bovinos Lecheros (2022)....797

Tabla 420. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3A1a....797

Tabla 421. Comparación con valores internacional de los factores de emisión de fermentación entérica (2022)....799

Tabla 422. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne....801

Tabla 423. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne....802

Tabla 424. Ecuaciones para el cálculo del factor de emisión de la categoría 3A1b – Fermentación Entérica Bovinos de Carne....805

Tabla 425. Parámetros y factores de emisión según subcategoría de ganado (2022)....806

Tabla 426. Parámetros para la categoría 3A1b – Fermentación Entérica Bovinos de Carne....806

Tabla 427. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de ganado y región (2022)....808

Tabla 428. Incertidumbre de la categoría 3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne (2022)....809

Tabla 429. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3A1b....809

Tabla 430. Comparación con valores internacional de los factores de emisión de fermentación entérica (2022)....811

Tabla 431. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3A2– Fermentación entérica ovinos....813

Tabla 432. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3A2– Fermentación entérica ovinos....813

Tabla 433. Factor de emisión correspondiente a la categoría 3A2– Fermentación entérica ovinos....816

Tabla 434. Fuentes de los datos de actividad para la categoría 3A2....816

Tabla 435. Existencias de ganado ovino (2022)....816

Tabla 436. Incertidumbres de la categoría 3A2 – Fermentación entérica ovinos (2022).....817

Tabla 437. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3A3 – Fermentación entérica porcinos 818

Tabla 438. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3A3 – Fermentación entérica porcinos 818

Tabla 439. Factores de emisión correspondientes a la categoría 3A3 – Fermentación entérica porcinos.....822

Tabla 440. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería.....822

Tabla 441. Existencias de ganado de porcinos (2022).....822

Tabla 442. Incertidumbres de la categoría 3A3 – Fermentación entérica porcinos (2022) 823

Tabla 443. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3A4 – Fermentación entérica otras ganaderías.....824

Tabla 444. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3A4 - Fermentación entérica ganaderías no bovinas 825

Tabla 445. Factores de emisión correspondientes a la categoría 3A4 – Fermentación entérica otras ganaderías.....828

Tabla 446. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería.....828

Tabla 447. Existencias de ganado por ganadería (2022) 829

Tabla 448. Incertidumbres de la categoría 3A4 – Fermentación entérica otros (2022).....829

Tabla 449. Documentación Categoría 3B – Gestión del estiércol 831

Tabla 450. Información sectorial para la Categoría 3B – Gestión del estiércol – CH_4 835

Tabla 451. Información sectorial para la Categoría 3B – Gestión del estiércol – N_2O.....836

Tabla 452. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B1a – Directas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros.....839

Tabla 453. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B1a – Directas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros.....840

Tabla 454. Ecuaciones utilizadas para el cálculo del factor de emisión de CH_4 de la gestión del estiércol.....844

Tabla 455. Parámetros para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (CH_4) 844

Tabla 456. Parámetro Bo para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (CH_4) 845

Tabla 457. Parámetro MCF para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (CH_4) 845

Tabla 458. Factores de emisión por subcategoría de ganado para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (CH_4) (2022) 845

Tabla 459. Factor de emisión para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (N_2O) 846

Tabla 460. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022) 848

Tabla 461. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de la cantidad de N excretado en la gestión del estiércol 849

Tabla 462. Parámetros para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (N_2O) 849

Tabla 463. Parámetro por subcategoría de ganado para la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (N_2O) (2022) 850

Tabla 464. Dato de actividad de las emisiones de N_2O de la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (2022) 850

Tabla 465. Incertidumbre de la categoría 3B1a – Directas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros (2022) 850

Tabla 466. Parámetros utilizados en el método de Simulación de Monte Carlo 3B1a 851

Tabla 467. Comparación con valores internacional de los factores de emisión de CH_4 provenientes de la gestión del estiércol (2022) 852

Tabla 468. Comparación con valores internacional del $N_{índice}$ para bovinos lecheros de la gestión del estiércol (2022) 853

Tabla 469. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B1b – Directas Gestión del estiércol Bovinos de Carne 854

Tabla 470. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría – 3B1b – Directas Gestión del estiércol Bovinos de Carne 854

Tabla 471. Ecuaciones utilizadas para el cálculo del factor de emisión de CH_4 de la gestión del estiércol 859

Tabla 472. Parámetros para el cálculo del factor de emisión de la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (CH_4) 859

Tabla 473. Parámetro MCF para la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (CH_4) 860

Tabla 474. Parámetros y factores de emisión por subcategoría de ganado para la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (CH_4) (2022) 860

Tabla 475. Factor de emisión para la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (N_2O) 861

Tabla 476. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de ganado y región (2022) 863

Tabla 477. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de la cantidad de N excretado en la gestión del estiércol 864

Tabla 478. Parámetros para la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (N_2O) 864

Tabla 479. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (N_2O) (2022) 865

Tabla 480. Dato de actividad de las emisiones de N_2O de la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (2022) 865

Tabla 481. Incertidumbre de la categoría 3B1b – Directas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (2022) 866

Tabla 482. Parámetros utilizados en el método de Simulación de Monte Carlo 3B1b 866

Tabla 483. Comparación con valores internacional de los factores de emisión de CH_4 provenientes de la gestión del estiércol (2022) 867

Tabla 484. Comparación con valores internacional del $N_{índice}$ para bovinos de carne de la gestión del estiércol (2022) 868

Tabla 485. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos 870

Tabla 486. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos 870

Tabla 487. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol (MS) para la ganadería ovina .873

Tabla 488. Ecuaciones utilizadas para el cálculo del factor de emisión de CH_4 para la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos 873

Tabla 489. Parámetros utilizados para el cálculo del factor de emisión de CH_4 de la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos 873

Tabla 490. Parámetros y factor de emisión calculados para la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos 874

Tabla 491. Existencias de ganado ovino (2022) 874

Tabla 492. Incertidumbre de la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos (2022) 875

Tabla 493. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O 3B3 – Directas gestión del estiércol porcinos....876

Tabla 494. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B3 – Directas gestión del estiércol porcinos....877

Tabla 495. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol (MS) para cada ganadería 882

Tabla 496. Ecuaciones utilizadas para el cálculo del factor de emisión de CH_4 para la categoría 3B3– Directas gestión del estiércol porcinos 882

Tabla 497. Fuente de los parámetros utilizados para el cálculo del factor de emisión de CH_4 de la gestión del estiércol....882

Tabla 498. Parámetros y factor de emisión según la ganadería para la categoría 3B3– Directas gestión del estiércol porcinos 883

Tabla 499. Existencias de ganado de porcinos (2022)....884

Tabla 500. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de la cantidad de N excretado en la gestión del estiércol....884

Tabla 501. Masa animal típica y tasa de excreción de nitrógeno por categoría de ganado porcino....885

Tabla 502. Nitrógeno excretado para la categoría 3B3– Directas gestión del estiércol porcinos (2022) 885

Tabla 503. Incertidumbre de la categoría 3B3 – Directas gestión del estiércol porcinos (2022) 886

Tabla 504. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B4 – Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías 888

Tabla 505. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B4 – Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías 888

Tabla 506. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol (MS) para cada ganadería 895

Tabla 507. Ecuaciones utilizadas para el cálculo del factor de emisión de CH_4 para la categoría 3B4 – Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías 895

Tabla 508. Fuente de los parámetros utilizados para el cálculo del factor de emisión de CH_4 de la gestión del estiércol 896

Tabla 509. Parámetros y factor de emisión según la ganadería para la categoría 3B4– Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías 896

Tabla 510. Parámetros considerados de 1990 a 2003 para el cálculo de emisiones producidas por la gestión del estiércol (CH_4) para aves 897

Tabla 511. Factores de emisión de óxido nitroso 3B4h – Directas gestión del estiércol Aves 897

Tabla 512. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería 898

Tabla 513. Existencias de ganado por ganadería (2022) 898

Tabla 514. Existencias de ganado de aves (2022) 898

Tabla 515. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de la cantidad de N excretado en la gestión del estiércol 898

Tabla 516. Fuente de los parámetros utilizados para el cálculo de N_{ex} para la categoría 3B4– Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías 899

Tabla 517. Tasa de excreción de nitrógeno y TAM por ganadería 899

Tabla 518. Nitrógeno excretado para la categoría 3B4– Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías – Aves (2022) 899

Tabla 519. Parámetros considerados de 1990 a 2003 para el cálculo de emisiones producidas por la gestión del estiércol (N_2O) para aves 900

Tabla 520. Incertidumbre de la categoría 3B4 – Directas Gestión del Estiércol Otras ganaderías (2022) 900

Tabla 521. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B5ai – Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros 903

Tabla 522. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B5ai – Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros 904

Tabla 523. Parámetros para el cálculo de la categoría 3B5ai – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros 907

Tabla 524. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 3B5ai – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros 907

Tabla 525. Parámetros para el cálculo de la categoría 3B5ai – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros 908

Tabla 526. Dato de actividad de las emisiones de N_2O de la categoría "3B5ai – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos Lecheros" (2022) 908

Tabla 527. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2020) 910

Tabla 528. Incertidumbre de la categoría 3B5ai – Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos Lecheros (2022) 911

Tabla 529. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3B5ai 911

Tabla 530. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3B5aii – Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne 913

Tabla 531. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B5aii – Indirectas Gestión de Estiércol Bovinos de Carne 913

Tabla 532. Parámetros para el cálculo de la categoría 3B5aii – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne 917

Tabla 533. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 3B5aii – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne 917

Tabla 534. Parámetros para el cálculo de la categoría 3B5aii – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne 918

Tabla 535. N_{ex} por sistema de gestión del estiércol y subcategoría de ganado (2022) 918

Tabla 536. Dato de actividad de las emisiones de N_2O de la categoría 3B5aii – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne (2022) 919

Tabla 537. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de ganado y región (2022) 920

Tabla 538. Incertidumbre de la categoría "3B5aii – Indirectas Gestión del Estiércol Bovinos de Carne" (2022) 921

Tabla 539. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3B5aii 921

Tabla 540. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganaderías no bovinas 923

Tabla 541. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina 925

Tabla 542. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina (cont.) 925

Tabla 543. Factores de emisión para el cálculo de la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina 930

Tabla 544. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina 930

Tabla 545. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol (MS) para cada ganadería 931

Tabla 546. Parámetros el cálculo de la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina 932

Tabla 547. Nitrógeno excretado para la categoría "3B5h – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina" –Porcinos (2022) 933

Tabla 548. Nitrógeno excretado para la categoría "3B5i – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina" –Aves (2022) 933

Tabla 549. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería 933

Tabla 550. Existencias de ganado de porcino (2022) 934

Tabla 551. Existencias de ganado de aves (2022) 934

Tabla 552. Incertidumbre de la categoría 3B5b-j – Indirectas Gestión del Estiércol Ganadería no bovina (2022) 934

Tabla 553. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3C 937

Tabla 554. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3C – Cultivo de Arroz 937

Tabla 555. Información sectorial para la categoría 3C 940

Tabla 556. Ecuaciones para el cálculo del factor de emisión de la categoría 3C – Cultivo de Arroz 942

Tabla 557. Parámetros el cálculo del factor de emisión para la categoría 3C – Cultivo de Arroz 942

Tabla 558. Superficie de arroz 943

Tabla 559. Incertidumbre de la categoría 3C – Cultivo de Arroz (2022) 944

Tabla 560. Comparativa tendencia de las emisiones del cultivo de arroz (IBA5 – IBT1) 945

Tabla 561. Documentación Categoría 3D – Emisiones directas e indirectas de N_2O provenientes de suelos agrícolas 946

Tabla 562. Información sectorial para la categoría 3D 951

Tabla 563. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1a – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos 953

Tabla 564. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1a – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos 953

Tabla 565. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 3D1a – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos 956

Tabla 566. Porcentajes de nitrógeno y de urea de los fertilizantes sintéticos 956

Tabla 567. Fuentes de datos de actividad – 3D1a – Directas fertilizantes sintéticos 957

Tabla 568. Asignación de nombres homologados y grupos de fertilizantes desde 1990 a 2007 958

Tabla 569. Valor de F_{SN} (2022) 959

Tabla 570. Incertidumbre de la categoría 3D1a – Directas Fertilizantes sintéticos 961

Tabla 571. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1b – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Orgánicos 963

Tabla 572. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1bi1a – Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos Lecheros 963

Tabla 573. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a las categorías 3D1bi1a – Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos Lecheros 964

Tabla 574. Valores del factor de emisión para la categoría 3D1bi1a – Directas Excretas En pasturas y de Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos Lecheros 967

Tabla 575. Ecuaciones para el cálculo de F_{ON} para cada ganadería 967

Tabla 576. Parámetros para la obtención de F_{ON} 968

Tabla 577. Parámetro $N_{retención}$ por subcategoría para calcular el N_{ex} 968

Tabla 578. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos Lecheros (2022) 969

Tabla 579. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022) 970

Tabla 580. Incertidumbre de las categorías 3D1bi1a – Directas Excretas En pasturas Bovinos Lecheros y de 3D1bi1a – Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos lecheros (2022) 971

Tabla 581. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3D1ci1a 971

Tabla 582. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1bi1b – Directas aplicación de abono orgánico bovinos de carne 973

Tabla 583. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1bi1b – Directas aplicación de abono orgánico bovinos de carne 973

Tabla 584. Parámetros para el cálculo de la categoría 3D1bi1b – Directas aplicación de abono orgánico bovinos de carne 976

Tabla 585. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{ON} 976

Tabla 586. Parámetros para la obtención de F_{ON} 977

Tabla 587. Parámetro por subcategoría para calcular el N_{ex} 977

Tabla 588. Parámetros calculados por subcategoría de ganado para la categoría 3D1bi1b – Directas aplicación de abono orgánico bovinos de carne (2022) 978

Tabla 589. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de animal y región (2022) 979

Tabla 590. Incertidumbre de la 3D1bi1b – Directas aplicación de abono orgánico bovinos de carne (2022) 980

Tabla 591. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3D1bi1b 980

Tabla 592. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otros 982

Tabla 593. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otros 982

Tabla 594. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1bi3 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados –Aplicación de abono orgánico porcinos 983

Tabla 595. Factores de emisión de la categoría 3D1bi3 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados –Aplicación de abono orgánico porcinos 986

Tabla 596. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{ON} 986

Tabla 597. Parámetros por sistema de gestión del estiércol para el cálculo de F_{ON} 986

Tabla 598. Parámetros por subcategoría para el cálculo de FON 987

Tabla 599. Valor de FON para cada subcategoría (2022) 987

Tabla 600. Parámetros para la obtención de FON para porcinos (2022) 987

Tabla 601. Fuentes de los datos de actividad por categoría de ganadería 988

Tabla 602. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería 988

Tabla 603. Existencias de ganado de porcinos (2022) 989

Tabla 604. Incertidumbre de la categoría 3D1bi3 – Emisiones directas de N2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otros (2022) 989

Tabla 605. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otros 991

Tabla 606. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1bi4g – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Aplicación de abono orgánico Aves 992

Tabla 607. Factores de emisión de la categoría 3D1bi4g – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados 995

Tabla 608. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol para cada ganadería 995

Tabla 609. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{ON} 996

Tabla 610. Parámetros para la obtención de F_{ON} para aves (2022) 996

Tabla 611. Valor de F_{ON} para cada subsistema (2022) 997

Tabla 612. Fuentes de los datos de actividad por categoría de ganadería 997

Tabla 613. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería 997

Tabla 614. Existencias de ganado de aves (2022) 998

Tabla 615. Incertidumbre de la categoría 3D1bi4g – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otros (2022) 998

Tabla 616. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1c1a – Directas Excretas En pasturas Bovinos Lecheros 1000

Tabla 617. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a las categorías 3D1c1a – Directas Excretas En pasturas y de Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos Lecheros 1000

Tabla 618. Valores del factor de emisión para la categoría 3D1c1a – Directas Excretas En pasturas Bovinos Lecheros 1003

Tabla 619. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP} 1003

Tabla 620. Parámetro $N_{retención}$ por subcategoría para calcular el N_{ex} 1004

Tabla 621. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría 3D1c1a – Directas Excretas en pasturas Bovinos Lecheros (2022) 1004

Tabla 622. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022) 1006

Tabla 623. Incertidumbre de las categorías 3D1c1a – Directas Excretas En pasturas Bovinos Lecheros y de 3D1bi1a – Fertilizantes de N Orgánico Aplicado Bovinos lecheros (2022) ...1007

Tabla 624. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3D1ci1a ...1007

Tabla 625. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne 1009

Tabla 626. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne 1009

Tabla 627. Parámetros para el cálculo de la categoría 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne 1012

Tabla 628. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP} 1012

Tabla 629. Parámetro Nretención por subcategoría para calcular el Nex 1013

Tabla 630. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne (2022) 1013

Tabla 631. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de animal y región (2022) 1015

Tabla 632. Incertidumbre de la categoría 3D1c1b – Directas excretas en pasturas bovinos de carne (2022) 1016

Tabla 633. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3D1c1b 1016

Tabla 634. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos 1018

Tabla 635. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1c2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos 1018

Tabla 636. Factores de emisión de la categoría 3D1c2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos 1021

Tabla 637. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP} 1021

Tabla 638. Parámetros utilizados para el cálculo de F_{PRP} 1021

Tabla 639. Valor de F_{PRP} para ganadería ovina (2022) 1021

Tabla 640. Fuentes de los datos de actividad para la categoría 3D1c2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos 1022

Tabla 641. Existencias de ganado ovino (2022) 1022

Tabla 642. Incertidumbre de la categoría 3D1c2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos (2022) 1022

Tabla 643. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos 1024

Tabla 644. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1c3– Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos 1024

Tabla 645. Factores de emisión de la categoría 3D1c3– Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos....1028

Tabla 646. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP}....1028

Tabla 647. Parámetros utilizados para el cálculo de F_{PRP}....1028

Tabla 648. Valor de F_{PRP} para cada subcategoría de ganado porcino (2022)....1029

Tabla 649. Fuentes de los datos de actividad para la categoría 3D1c3– Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos....1029

Tabla 650. Existencias de ganado de porcinos (2022)....1029

Tabla 651. Incertidumbre de la categoría 3D1c3– Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos (2022)....1030

Tabla 652. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otras ganaderías....1031

Tabla 653. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1c4 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otras ganaderías....1032

Tabla 654. Factores de emisión de la categoría 3D1c4 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otras ganaderías....1036

Tabla 655. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP}....1036

Tabla 656. Parámetros utilizados para el cálculo de F_{PRP}....1036

Tabla 657. Valor de F_{PRP} para otras ganaderías (2022)....1037

Tabla 658. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería....1037

Tabla 659. Existencias de ganado por ganadería (2022)....1037

Tabla 660. Incertidumbre de la categoría 3D1c4 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas otras ganaderías (2022)....1038

Tabla 661. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1e – Directas Residuos de Cosecha 1039

Tabla 662. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1d – Directas Residuos de Cosecha....1040

Tabla 663. Factores de emisión para el cálculo de la categoría 3D1d – Directas Residuos de Cosecha....1043

Tabla 664. Ecuaciones y definición de variables asociadas al FCR....1043

Tabla 665. Parámetros para el cálculo de F_{CR}....1044

Tabla 666. Valores de % Sup Q (T) para el cultivo de caña de azúcar....1045

Tabla 667. Parámetros considerados para el cálculo de F_{CR} por cultivo....1047

Tabla 668. Humedad de comercialización para los diferentes cultivos....1050

Tabla 669. Valor de F_{CR}....1052

Tabla 670. Incertidumbre de la categoría “3D1d – Directas Residuos de Cosecha” (2022) 1052

Tabla 671. Parámetros utilizados en el método de SMC para 3D1d....1052

Tabla 672. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D1e – Directas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos....1056

Tabla 673. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D1e – Directas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos....1056

Tabla 674. Factor de emisión utilizado para el cálculo de la categoría 3D1e – Directas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos....1059

Tabla 675. Ecuaciones para el cálculo de F_{SOM}....1059

Tabla 676. Parámetros utilizados para estimar el F_{SOM}....1059

Tabla 677. Valor de F_{SOM} (2022)....1060

Tabla 678. Incertidumbre de la categoría "3D1e – Directas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos"....1060

Tabla 679. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Cultivo de suelos orgánicos....1062

Tabla 680. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos....1062

Tabla 681. Documentación SNI-GEI-AR – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos....1063

Tabla 682. Factores de emisión para la categoría 3D2abi – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos....1066

Tabla 683. Porcentajes de nitrógeno y de urea de los fertilizantes sintéticos....1066

Tabla 684. Parámetros para las categorías 3D2ai y 3D2bi – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes Sintéticos....1067

Tabla 685. Asignación de nombres homologados y grupos de fertilizantes desde 1990 a 2007....1068

Tabla 686. F_{SN}....1070

Tabla 687. Incertidumbre de las categorías 3D2ai y 3D2bi – Fertilizantes sintéticos (2022)....1070

Tabla 688. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D2 – Indirectas Excretas en pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado Bovinos Lecheros....1072

Tabla 689. Documentación SNI-GEI-AR – Indirectas Excretas En pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado Bovinos Lecheros....1073

Tabla 690. Parámetros y valores del factor de emisión de la categoría - Indirectas Excretas en Pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado Bovinos Lecheros....1076

Tabla 691. Ecuación utilizada para el cálculo de F_{PRP}....1077

Tabla 692. Ecuaciones para el cálculo de F_{ON} para cada ganadería....1078

Tabla 693. Parámetros para la obtención de F_{ON}....1078

Tabla 694. Parámetro $N_{retención}$ por subcategoría para calcular el N_{ex}....1079

Tabla 695. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría – Indirectas Excretas en Pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado Bovinos Lecheros (2020)....1079

Tabla 696. Existencias de ganado bovino lechero por subcategoría de animal y región (2022) 1081

Tabla 697. Incertidumbre de la categoría Indirectas Excretas en Pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado – Bovinos de leche (2022) 1082

Tabla 698. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 1082

Tabla 699. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – Indirectas Excretas en pasturas Bovinos de Carne 1084

Tabla 700. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría – Indirectas Excretas en pasturas Bovinos de Carne 1085

Tabla 701. Valores del factor de emisión de la categoría – Indirectas Excretas en pasturas Bovinos de Carne 1088

Tabla 702. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de F_{PRP} 1089

Tabla 703. Ecuaciones para el cálculo de F_{ON} para cada ganadería 1089

Tabla 704. Parámetros para la obtención de F_{ON} 1090

Tabla 705. Parámetro por subcategoría para calcular el N_{ex} 1090

Tabla 706. Parámetros por subcategoría de ganado para la categoría – Indirectas Excretas en pasturas Bovinos de Carne (2020) 1091

Tabla 707. Existencias de ganado bovino de carne por subcategoría de animal y región (2020) 1093

Tabla 708. Incertidumbre de la categoría Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Bovinos de carne (2022) 1094

Tabla 709. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 1094

Tabla 710. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas Ganaderías no bovinas 1096

Tabla 711. Documentación SNI-GEI-AR – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas Ganaderías no bovinas 1101

Tabla 712. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3C5d – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas Ganaderías no bovinas 1101

Tabla 713. Factores de emisión para la categoría 3D2 – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (porcinos) 1105

Tabla 714. Factores de emisión para la categoría 3D2 – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas (resto de ganaderías) 1105

Tabla 715. Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol (MS) para cada ganadería 1106

Tabla 716. Valor de F_{PRP} para cada ganadería 1107

Tabla 717. Valor de F_{PRP} para cada ganadería (2022) 1107

Tabla 718. Definición y fuentes de información de variables asociadas al F_{ON} 1108

Tabla 719. Parámetros para la obtención de F_{ON} para porcinos (2022) 1109

Tabla 720. Parámetros para la obtención de F_{ON} para aves (2022) 1109

Tabla 721. Valor de F_{ON} para cada ganadería (2022) 1110

Tabla 722. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería 1110

Tabla 723. Fuentes de los datos de actividad según la ganadería 1111

Tabla 724. Existencias de ganado por ganadería (2022) 1112

Tabla 725. Existencias de ganado de porcinos (2022) 1112

Tabla 726. Existencias de ganado de aves (2022) 1112

Tabla 727. Incertidumbre de la categoría 3D2 – Emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas Ganaderías no bovinas (2022) 1113

Tabla 728. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3D2biv – Indirectas Residuos de Cosecha (Lixiviación) 1115

Tabla 729. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D2biv – Indirectas Residuos de Cosecha (Lixiviación) 1116

Tabla 730. Factores de emisión para el cálculo de la categoría 3D2biv – Indirectas Residuos de Cosecha 1119

Tabla 731. Ecuaciones y definiciones asociadas al F_{CR} 1119

Tabla 732. Parámetros para el cálculo de F_{CR} 1120

Tabla 733. Valores de % Sup Q (T) para el cultivo de caña de azúcar 1120

Tabla 734. Parámetros considerados para el cálculo de F_{CR} por cultivo 1122

Tabla 735. Humedad de comercialización para los diferentes cultivos 1125

Tabla 736. Parámetros para la categoría 3D2biv – Indirectas Residuos de Cosecha (Lixiviación) 1126

Tabla 737. Valores para F_{CR} 1127

Tabla 738. Incertidumbre de la categoría “3D2biv – Indirectas Residuos de Cosecha” (2022) 1127

Tabla 739. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 3D2biv 1128

Tabla 740. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O – 3D2– Indirectas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos 1131

Tabla 741. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3D2– Indirectas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos 1132

Tabla 742. Factor de emisión utilizado para el cálculo de la categoría 3D2– Indirectas Mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos 1135

Tabla 743. Ecuaciones para el cálculo de F_{SOM} 1135

Tabla 744. Parámetros utilizados para estimar el F_{SOM} 1135

Tabla 745. Valor de F_{SOM} 1136

Tabla 746. Incertidumbre de la categoría “3D2 – Indirectas mineralización de N por pérdida de materia orgánica de suelos” (2020) 1136

Tabla 747. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3E – Quema prescripta en sabanas 1138

Tabla 748. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 3F – Quema de residuos de cosecha .. 1138

Tabla 749. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3F – Quema de residuos de cosecha 1139

Tabla 750. Información sectorial para la categoría 3F 1142

Tabla 751. Parámetros y factores de emisión para la categoría 3F – Quema de residuos agrícolas 1144

Tabla 752. Parámetros asociados a los datos de actividad de la categoría 3F – Quema de residuos de cosecha 1146

Tabla 753. Datos de actividad de la categoría 3F – Quema de residuos de cosecha (2022) 1146

Tabla 754. Incertidumbre de la categoría 3F – Quema de residuos de cosecha (2022) 1147

Tabla 755. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 3C 1149

Tabla 756. Información sectorial para las categorías 3G, 3H y 3I 1152

Tabla 757. Parámetros y Factor de emisión para la categoría 3H – Aplicación de Urea 1154

Tabla 758. Fuentes de datos de actividad – 3H – Aplicación de urea 1155

Tabla 759. Cantidad de urea consumida (2022) 1155

Tabla 760. Incertidumbre de la categoría 3H –Aplicación de Urea"(2022) 1156

Tabla 761. Informe sectorial para Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura 1162

Tabla 762. Claves de notación 1168

Tabla 763.Informe resumido de métodos y factores de emisión utilizados – Sector UTCUTS 1169

Tabla 764. Completitud – Información sobre las claves de notación – UTCUTS 1170

Tabla 765. Completitud – Información sobre las claves de notación – UTCUTS (cont.) 1171

Tabla 766. Completitud – Información sobre las claves de notación – UTCUTS (cont.) 1172

Tabla 767. Completitud – Información sobre las claves de notación – UTCUTS (cont.) 1173

Tabla 768. Fuente de datos – Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura . 1176

Tabla 769. Documentación representación coherente de tierras 1177

Tabla 770. Definiciones nacionales de uso de la tierra 1178

Tabla 771. Fuente de información de los datos de actividad por categoría y estrato 1188

Tabla 772. Matriz de cambio de uso de la tierra – 2022 1192

Tabla 773. Porcentaje de anualización de 1998 a 2005 1199

Tabla 774. Porcentaje de anualización de 2006 a 2008 1200

Tabla 775. Porcentaje de anualización de 2009 a 2010 1200

Tabla 776. Porcentaje de anualización de 2011 a 2013 1201

Tabla 777. Porcentaje de anualización por periodo de monitoreo, de 2001 a 2017 1202

Tabla 778. Fuente de información de dato de superficie para cultivos de 1990 a 2022 1210

Tabla 779. Fuente de información de dato de superficie cosechada por año y provincia entre 1990 y 2022 1212

Tabla 780. Capas empleadas y atributos generales 1223

Tabla 781. Categorías y superficies de uso de la tierra identificadas para el ensamble RCT 2022 1228

Tabla 782. Leyenda de los árboles de decisión para la representación coherente de tierras 1229

Tabla 783. Información sectorial para la categoría 4A 1237

Tabla 784. Información sectorial para la categoría 4A (cont.) 1238

Tabla 785. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4A1a – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Nativo) 1239

Tabla 786. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O y sumideros de CO_2 – 4A1a – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Nativo) 1239

Tabla 787. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 4A1ai – Tierras forestales que permanecen como tales (Remoción Bosque Nativo) 1244

Tabla 788. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 4A1aii – Tierras forestales que permanecen como tales (Crecimiento Bosque Nativo) 1245

Tabla 789. Parámetros para la categoría 4A1a – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Nativo) 1246

Tabla 790. Homologación de tipos de aprovechamiento de bosque nativo 1247

Tabla 791. Parámetros para estimar la leña y carbón proveniente de extracción de maderables de bosque nativo 1250

Tabla 792. Valores de la extracción de madera maderable y madera combustible de bosque nativo (2022) 1251

Tabla 793. Valores de superficie equivalente acumulada de bosque nativo (2022) 1255

Tabla 794. Incertidumbres de la categoría 4A1a – Tierras forestales (2022) 1255

Tabla 795. Parámetros de Bosque Nativo asociados a la Remoción (4A1ai) 1255

Tabla 796. Parámetros de Bosque Nativo asociados al Crecimiento (4A1aii) 1255

Tabla 797. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4A1b – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado) 1259

Tabla 798. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O y sumideros de CO_2– 4A1b – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado) 1259

Tabla 799. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 4A1bi – Tierras forestales que permanecen como tales (Remoción Bosque Cultivado) 1264

Tabla 800. Ecuaciones para el cálculo de la categoría 4A1bii – Tierras forestales que permanecen como tales (Crecimiento Bosque Cultivado) 1265

Tabla 801. Extracción de madera maderable y combustible de bosque cultivado (2022) 1267

Tabla 802. Valores de la superficie de bosque cultivado (2022) 1267

Tabla 803. Incertidumbres de la categoría 4A1b – Tierras forestales (2022) 1268

Tabla 804. Parámetros de Bosque Cultivado asociados a la Remoción (4A1bi) 1268

Tabla 805. Parámetros de Bosque Cultivado asociados al Crecimiento (4A1bii) 1269

Tabla 806. Parámetros utilizados a nivel nacional de 1990 a 1997 para bosque cultivado 1272

Tabla 807. Detalle de las fuentes utilizadas para cada parámetro forestal de bosque cultivado 1273

Tabla 808. Asignación de zonas climáticas del Cuadro 4.5 a cada provincia 1276

Tabla 809. Asignación de tipo de bosque a cada grupo de especies 1276

Tabla 810. Provincias y grupos de especies que presentan valores locales de volumen maderable promedio de bosque cultivado 1278

Tabla 811. Asignación de zonas climáticas de la figura 4.1 a cada provincia 1279

Tabla 812. Parámetros locales utilizados para el cálculo de emisiones y absorciones para la categoría 4A1b – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado) 1280

Tabla 813. Parámetros locales utilizados para el cálculo de emisiones y absorciones para la categoría 4A1b – Tierras forestales que permanecen como tales (Bosque Cultivado) (cont.) 1283

Tabla 814: Información sectorial para la categoría 4B 1287

Tabla 815: Información sectorial para la categoría 4B (cont.) 1288

Tabla 816. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4B1-Tierras de Cultivo que permanecen como tales 1289

Tabla 817. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O y sumideros de CO_2 – 4B1 – Tierras de cultivo que permanecen como tales 1289

Tabla 818. Porcentaje de superficie cultivada bajo siembra directa (1990-2022) 1294

Tabla 819. Valores de F_{MG} por defecto y ajustados 1295

Tabla 820. Clasificación de los suelos minerales utilizados en el INGEI (2022) 1296

Tabla 821. Datos del balance de carbono (2022) 1302

Tabla 822. Incertidumbre de la categoría “4B1 Tierras de cultivo que permanecen como tales (2022)” 1304

Tabla 823. Incertidumbres asociadas a los factores de cambio de existencias..... 1304

Tabla 824. Valores de los factores de cambio por región, cobertura y clima 1306

Tabla 825. Valores de biomasa aérea de Otras Tierras Forestales..... 1313

Tabla 826. Valores de biomasa aérea y subterránea de Tierras Forestales 1313

Tabla 827. Valores por defecto de la fracción de carbono de la biomasa aérea utilizada para el Parque Chaqueño, Espinal (Caldén), Espinal (Ñandubay), Bosque Andino Patagónico, Selva Paranaense, y Yungas (Selva Tucumano Boliviana) 1313

Tabla 828. Parámetros de carbono total y biomasa aérea de cultivos y frutales – Tierras de Cultivo 1314

Tabla 829. Valores de biomasa aérea, subterránea, y total de Pastizales y Campo Natural 1315

Tabla 830. Valores de fracción de carbono por defecto para cultivos, forrajes, campo natural y frutales 1316

Tabla 831. Valores de biomasa y fracción de carbono de cada depósito para tierras forestales, tierras de cultivos y pastizales. 1316

Tabla 832. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo 1324

Tabla 833. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O y sumideros de CO_2 – 4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo 1324

Tabla 834. Datos de superficie (ha) de 2022 para la categoría 4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo 1332

Tabla 835. Incertidumbre de la categoría “4B – Tierras de Cultivo” (2022) 1333

Tabla 836. Valores de exactitud y error global de las regiones forestales analizadas 1333

Tabla 837. Error de muestreo relativo para volumen bruto por hectárea para la clase TF 1334

Tabla 838. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4C – Pastizales .. 1337

Tabla 839. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O y sumideros de CO_2 – 4C – Pastizales 1338

Tabla 840: Información sectorial para la categoría 4C 1344

Tabla 841: Información sectorial para la categoría 4C (cont.) 1345

Tabla 842. Superficie (ha) de 2022 para la categoría 4C2 – Tierras convertidas en Pastizales 1347

Tabla 843. Incertidumbre de la categoría “4C – Pastizales” (2022) 1348

Tabla 844. Valores de exactitud y error global de las 5 regiones forestales analizadas 1349

Tabla 845. Error de muestreo relativo (EM %) para volumen bruto por hectárea para la clase TF 1349

Tabla 846. Fuentes nacionales de emisión y de captura de CO_2, CH_4, N_2O – 4D – Humedales 1352

Tabla 847. Información sectorial para la categoría 4D 1353

Tabla 848. Fuentes nacionales de emisión y de captura de CO_2, CH_4 y N_2O – 4E – Asentamientos 1353

Tabla 849. Información sectorial para la categoría 4E 1354

Tabla 850. Fuentes nacionales de emisión y de captura de CO_2, CH_4 y N_2O – 4F – Otras tierras 1355

Tabla 851. Información sectorial para la categoría 4F 1355

Tabla 852. Información sectorial para la categoría 4(I) 1356

Tabla 853. Información sectorial para la categoría 4(II) 1357

Tabla 854. Información sectorial para la categoría 4(III) 1358

Tabla 855. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 4(IV) – Quema de biomasa 1359

Tabla 856. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 4(IV) – Quema de biomasa 1360

Tabla 857. Tipos de vegetación quemada por categoría – 4(IV) – Quema de biomasa 1366

Tabla 858. Información sectorial para la categoría 4(IV) 1367

Tabla 859. Información sectorial para la categoría 4(IV) (cont.) 1368

Tabla 860. Parámetros y factores de emisión para la categoría 4(IV) – Quema de biomasa 1369

Tabla 861. Parámetros asociados a los datos de actividad de la categoría 4(IV) – Quema de biomasa 1370

Tabla 862. Datos de actividad e información para su cálculo (2022) – 4(IV) – Quema de biomasa 1372

Tabla 863. Incertidumbre de la categoría 4(IV) – Quema de biomasa (2022) 1374

Tabla 864. Documentación Categoría 4G – Otros 1380

Tabla 865. Información sectorial para la categoría 4G –Enfoque producción– 1390

Tabla 866. Vida media de los productos en uso e índice de descomposición (k) asociado 1391

Tabla 867. Información sectorial de datos de actividad para la categoría 4G 1393

Tabla 868. Información sectorial de datos de actividad para la categoría 4G (cont.) 1394

Tabla 869. Detalle sobre la fuente de Datos de Actividad según cada variable por período considerado 1395

Tabla 870. Densidad, fracción de carbono y factor de conversión de C (cf) para cada clase de producto 1396

Tabla 871. Factores utilizados para convertir unidades de producto a carbono (kt C/unidad) 1396

Tabla 872. Incertidumbre de la categoría 4G – Productos de Madera Recolectada 1397

Tabla 873. Definiciones de variables para PMR. Definiciones FAO y Estadística nacional 1403

Tabla 874. Informe sectorial para Residuos 1414

Tabla 875. Claves de notación 1418

Tabla 876. Resumen de métodos de cálculo y factores de emisión utilizados – Sector Residuos 1419

Tabla 877. Resumen de métodos de cálculo y factores de emisión utilizados – Sector Residuos (cont.) 1419

Tabla 878. Completitud – Información sobre las claves de notación – Residuos 1420

Tabla 879. Completitud – Información sobre las claves de notación – Residuos (cont.) 1421

Tabla 880. Fuentes de datos – Residuos 1422

Tabla 881. Documentación categoría 5A – Eliminación de residuos sólidos....1423

Tabla 882. Información sectorial para la categoría 5A....1427

Tabla 883. Parámetros para el cálculo de emisiones de la categoría 5A – Eliminación de residuos sólidos....1427

Tabla 884. Datos de actividad de 2022 de residuos ingresados a sitios gestionados (AMBA) 1430

Tabla 885. Datos de actividad de 2022 por jurisdicción – 5A – Eliminación de residuos sólidos 1431

Tabla 886. Fuente de datos de composición de RSU (1990-2022) 1433

Tabla 887. Composición de los RSU (2022)....1433

Tabla 888. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5A1 – Sitio de eliminación de residuos sólidos gestionados....1434

Tabla 889. Parámetros para el cálculo de emisiones de la categoría 5A1 – Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados....1436

Tabla 890. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5A2– Sitio de eliminación de residuos sólidos no gestionados....1437

Tabla 891. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5A3– Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados....1438

Tabla 892. Parámetros para el cálculo de emisiones de la categoría 5A3 – Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados 1440

Tabla 893. Incertidumbre de la categoría 5A1 – Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados y 5A3 – Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados (2022)....1442

Tabla 894. Parámetros utilizados en el método de simulación de Monte Carlo 5A1 y 5A3 1442

Tabla 895. Comparación con valores internacional de los parámetros utilizados para la categoría 5A (2022) 1443

Tabla 896. Comparación de datos de actividad y emisiones entre IBA5 y IBT1 1446

Tabla 897. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 5B – Tratamiento biológico de residuos sólidos....1450

Tabla 898. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5B – Tratamiento biológico de residuos sólidos....1451

Tabla 899. Información sectorial para la categoría 5B....1454

Tabla 900. Factores de emisión categoría 5B – Tratamiento biológico de residuos sólidos 1454

Tabla 901. Ingreso de RSU a tratamiento biológico (2022)....1455

Tabla 902. Incertidumbre de la categoría 5B – Tratamiento biológico de residuos sólidos (2022)....1456

Tabla 903. Documentación SNI-GEI-AR correspondiente a la categoría 5C – Incineración e incineración abierta de residuos....1458

Tabla 904. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5C1 – Incineración de residuos.....1459

Tabla 905. Información sectorial para la categoría 5C.....1462

Tabla 906. Ecuaciones utilizadas para estimar los factores de emisión de la categoría 5C1 1462

Tabla 907. Parámetros por defecto para estimación de los factores de emisión de la categoría 5C1.....1463

Tabla 908. Incertidumbre de la categoría 5C – Incineración e incineración abierta de residuos (2022).....1465

Tabla 909. Documentación categoría 5D – Tratamiento y eliminación de aguas residuales 1467

Tabla 910. Información sectorial para la categoría 5D 1467

Tabla 911. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas 1470

Tabla 912. Parámetros y factores de emisión para la categoría 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas.....1476

Tabla 913. Ecuaciones y parámetros para el cálculo de datos de actividad de la categoría 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas 1477

Tabla 914. Parámetros para el cálculo de datos de actividad de la categoría 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas.....1477

Tabla 915. Porcentajes de descarga de materia orgánica por tipo de tratamiento.....1481

Tabla 916. Datos de actividad de la categoría 5D1 (2022) 1481

Tabla 917. Datos de actividad de la categoría 5D1 (2022) (cont.).....1482

Tabla 918. Incertidumbre de la categoría 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (2022).....1483

Tabla 919. Valores de población y de consumo per cápita de proteínas (2022) 1487

Tabla 920. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales.....1488

Tabla 921. Parámetros y factores de emisión para la categoría 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales 1491

Tabla 922. Parámetros para el cálculo de datos de actividad de la categoría 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales.....1492

Tabla 923. Datos de actividad de la categoría 5D2 (2022).....1496

Tabla 924. Incertidumbre de la categoría 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (2022).....1497

Tabla 925. Parámetros para el cálculo de datos de actividad de la categoría 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales.....1499

Tabla 926. Datos de actividad y producción por sector industrial (2022) – 5D2 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales.....1504

Tabla 927. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5D3 – Otras.....1506

Tabla 928. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5E – Otras 1506

Tabla 929. Fuentes de emisión de CO_2, CH_4, N_2O – 5F – Almacenamiento de CO_2 de largo plazo 1507

Tabla 930. Comparación entre el IBA5 e IBT1 para el sector Energía (año 2020) 1512

Tabla 931. Comparación entre el IBT1 e IBA5 para el sector PIUP (año 2020) 1514

Tabla 932. Comparación entre el IBT1 e IBA5 para el sector Agricultura y ganadería (año 2020) 1516

Tabla 933. Comparación entre el IBA5 e IBT1 sector UTCUTS (año 2020) 1518

Tabla 934. Comparación entre el IBT1 e IBA5 sector Residuos (año 2020) 1520

Tabla 935. Mejoras realizadas entre el IBA5 e IBT1 por sector y categoría 1525

Tabla 936. Mejoras realizadas entre el IBA5 e IBT1 por sector y categoría (cont.) 1526

Tabla 937. Actividades y subactividades del SNI-GEI-AR 1527

Tabla 938. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Quema de combustibles (1A) 1529

Tabla 939. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Fugitivas minería carbonífera y manejo del carbón (1B1a) 1531

Tabla 940. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Fugitivas transformación de combustibles sólidos (1B1b) 1532

Tabla 941. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Fugitivas petróleo (1B2a) 1534

Tabla 942. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Fugitivas gas natural (1B2b) 1536

Tabla 943. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Industria de los minerales (2A) 1538

Tabla 944. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Industria química (2B) 1540

Tabla 945. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Industria de los metales (2C) 1541

Tabla 946. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Uso de productos no energéticos (2D) 1543

Tabla 947. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Uso de sustitutos de SAO (2F) 1544

Tabla 948. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Otras industrias (2H) 1545

Tabla 949. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Bovinos de leche (3ACai) 1546

Tabla 950. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Bovinos de carne (3ACaii) 1549

Tabla 951. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Bubalinos (3ACb) 1556

Tabla 952. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Ovinos (3ACc) 1558

Tabla 953. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Caprinos (3ACd) 1560

Tabla 954. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Camélidos (3ACe) 1562

Tabla 955. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Equinos (3ACf) 1564

Tabla 956. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Mulares y asnales (3ACg) 1566

Tabla 957. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Porcinos (3ACh) 1568

Tabla 958. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Aves (3ACi) 1570

Tabla 959. Superficies representadas por jurisdicción – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1573

Tabla 960. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Bosque nativo (3B1ai) 1577

Tabla 961. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Bosque cultivado (3B1aii) 1579

Tabla 962. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Cultivos/Pastizales (3B23) 1580

Tabla 963. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Quema de biomasa (3C1) 1583

Tabla 964. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Fertilizantes sintéticos (3C345) 1585

Tabla 965. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Producción agrícola (3C45) 1586

Tabla 966. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Productos de la madera recolectada (3D1) 1588

Tabla 967. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Residuos sólidos (4ABC) 1589

Tabla 968. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Aguas residuales domésticas (4D1) 1591

Tabla 969. Categorías de fuentes de emisión incluidas en la subactividad Aguas residuales industriales (4D2) 1592

Índice de figuras

Figura 1. Componentes SNI-GEI-AR 19

Figura 2. Distribución sectorial de las emisiones de GEI año 2022 21
Figura 3. Tendencia de las emisiones de GEI (1990-2022) 22
Figura 4. Estimación de emisiones por fuente de dato de actividad del INGEI 25
Figura 5. Evolución sectorial de las emisiones de GEI 26
Figura 6. Emisiones del sector Energía – 2022 27
Figura 7. Aporte de los GEI al sector Energía – 2022 (en CO_2e) 27
Figura 8. Emisiones del sector PIUP 2022 28
Figura 9. Aporte de los GEI al sector PIUP 2022 (en CO_2e) 29
Figura 10. Emisiones del sector Agricultura y ganadería 2022 30
Figura 11. Aporte de los GEI al sector Agricultura y ganadería 2022 (en CO_2e) 30
Figura 12. Emisiones del sector UTCUTS 2022 32
Figura 13. Aporte de los GEI al sector UTCUTS 2022 (en CO_2e) 33
Figura 14. Emisiones del sector Residuos 2022 34
Figura 15. Aporte de los GEI al sector Residuos 2022 34
Figura 16. Comparación de inventarios como análisis de variables explicativas 38
Figure 17. Components of SNI-GEI-AR 53
Figure 18. Sectoral distribution of GHG emissions in 2022 55
Figure 19. GHG Emission Trends (1990-2022) 56
Figure 20. Estimated emissions by NGHGI activity data source 59
Figure 21. Sectoral GHG emission trends 60
Figure 22. Total GHG emissions – Energy sector – 2022 61
Figure 23. Contribution of GHGs to the Energy sector – 2022 (in CO_2e) 61
Figure 24. Total GHG emissions – IPPU sector – 2022 62
Figure 25. Contribution of GHGs to the IPPU sector - 2022 (in CO_2e) 62
Figure 26. Total GHG emissions – Agriculture sector – 2022 63
Figure 27. Contribution of GHGs to the Agriculture sector - 2022 (in CO_2e) 64
Figure 28. Total GHG emissions – LULUCF sector – 2022 65
Figure 29. Contribution of GHGs to the LULUCF sector – 2022 (in CO_2e) 66
Figure 30. Total GHG emissions – Waste sector – 2022 67
Figure 31. Contribution of GHGs to the Waste sector – 2022 (in CO_2e) 67
Figure 32. Inventory comparison as explanatory variables analysis 71
Figura 33. Evolución de la oferta interna total de energía 90
Figura 34. Gas entregado por tipo de usuario 92
Figura 35. Consumo de combustibles en generación eléctrica 94

Figura 36. Generación eléctrica por tipo de fuente 96
Figura 37. Evolución de la carga transportada en la red ferroviaria por familia de productos 101
Figura 38. Evolución de la superficie sembrada en millones de hectáreas 102
Figura 39. Componentes SNI-GEI-AR 119
Figura 40. Estimación de emisiones GEI por fuente de dato de actividad del INGEI 126
Figura 41. Comparación de inventarios como análisis de variables explicativas 137
Figura 42. Distribución sectorial de las emisiones de GEI año 2022 154
Figura 43. Tendencia de las emisiones de GEI (1990-2022) 158
Figura 44. Evolución sectorial de las emisiones de GEI 158
Figura 45. Participación de los GEI por sector al inventario 2022(en CO_2e) 162
Figura 46. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica 179
Figura 47. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica – Sector Energía 179
Figura 48. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica – Sector PIUP 180
Figura 49. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica – Sector Agricultura y ganadería 180
Figura 50. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica – Sector UTCUTS 181
Figura 51. Tendencia de las emisiones totales de GEI por métrica – Sector Residuos 181
Figura 52. Tendencia del balance de GEI 182
Figura 53. Tendencia del balance por tipo de GEI ($ktCO_2e$) 183
Figura 54. Tendencia del balance de CO_2 183
Figura 55. Tendencia del balance de CH_4 184
Figura 56. Tendencia del balance de N_2O 184
Figura 57. Tendencia del balance de gases F 185
Figura 58. Evolución de la oferta interna total de energía 187
Figura 59. Emisiones del sector Energía – 2022 191
Figura 60. Aporte de los GEI al sector Energía – 2022 (en CO_2e) 191
Figura 61. Evolución de las emisiones del sector Energía 194
Figura 62. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A (1990-2022) 203
Figura 63. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A (1990-2022) 204
Figura 64. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A (1990-2022) 205
Figura 65. Comparativa consumo BEN / Consumo por ventas SESCO–DS para gasoil 213
Figura 66. Comparativa consumo BEN / Consumo por ventas SESCO–DS para nafta 213

Figura 67. Evolución de los datos de actividad para la categoría 1A – Actividades de quema de combustible (1990-2022) 215

Figura 68. Evolución del Producto Interno Bruto (1990-2022) 215

Figura 69. Análisis comparativo entre método sectorial y de referencia (1990-2022) 216

Figura 70. Evolución de la tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A1a (1990-2022) 219

Figura 71. Evolución de la tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A1a (1990-2022) 220

Figura 72. Evolución de la tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A1a (1990-2022) 221

Figura 73. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor (1990-2022) 229

Figura 74. Evolución de la generación de energía eléctrica por fuente (1990-2022) 230

Figura 75. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A1b (1990-2022) 232

Figura 76. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A1b (1990-2022) 233

Figura 77. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A1b (1990-2022) 234

Figura 78. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A1b – Refinación del petróleo (1990-2022) 241

Figura 79. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A1c (1990-2022) 244

Figura 80. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A1c (1990-2022) 245

Figura 81. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A1c (1990-2022) 246

Figura 82. Evolución del consumo de combustibles gaseosos por tipo para la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1990-2022) 253

Figura 83. Evolución del consumo de combustibles líquidos por tipo para la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1990-2022) 254

Figura 84. Evolución del consumo de combustibles sólidos por tipo para la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1990-2022) 254

Figura 85. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A2 (1990-2022) 260

Figura 86. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A2 (1990-2022) 261

Figura 87. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A2 (1990-2022) 262

Figura 88. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción (1990-2022) 274

Figura 89. Evolución del Producto Interno Bruto (1990-2022) 274

Figura 90. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A3a (1990-2022) 281

Figura 91. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A3a (1990-2022) 282

Figura 92. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A3a (1990-2022) 283

Figura 93. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A3a – Aviación de cabotaje (1990-2022) 287

Figura 94. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A3b (1990-20220) 290

Figura 95. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A3b (1990-2022) 291

Figura 96. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A3b (1990-2022) 292

Figura 97. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera (1990-2022) 299

Figura 98. Evolución del Producto Interno Bruto (1990-2022) 300

Figura 99. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A3c (1990-2022) 302

Figura 100. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A3c (1990-2022) 303

Figura 101. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A3c (1990-2022) 304

Figura 102. Evolución del consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3c – Ferrocarriles (1990-2022) 310

Figura 103. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A3d (1990-2022) 312

Figura 104. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A3d (1990-2022) 313

Figura 105. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A3d (1990-2022) 314

Figura 106. Evolución del consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional (1990-2022) 320

Figura 107**.** Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO2 1A3e (1990-2022) 322

Figura 108. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A3e (1990-2022) 323

Figura 109. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A3e (1990-2022) 324

Figura 110. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1A3e – Otro tipo de transporte (1990-2022) 327

Figura 111. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A4 (1990-2022) 333

Figura 112. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A4 (1990-2022) 334

Figura 113. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A4 (1990-2022) 335

Figura 114. Evolución del consumo de combustibles por tipo de la categoría 1A4 – Otros sectores (1990-2022) 345

Figura 115. Evolución de la población (1990-2022) 345

Figura 116. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1A (IBA5 – IBT1) 355

Figura 117. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1A (IBA5 – IBT1) 356

Figura 118. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1A (IBA5 – IBT1) 357

Figura 119. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2, CH_4 y N_2O 1B (1990-2022) 374

Figura 120. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B1ai1 (1990-2022) 382

Figura 121. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1B1ai1 (1990-2022) 383

Figura 122. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B1ai2 (1990-2022) 384

Figura 123. Evolución de la producción de carbón subterráneo de la categoría 1B1a - Minería carbonífera y manejo de carbón (1990-2022) 388

Figura 124. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B1bi (1990-2022) 391

Figura 125. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1B1bi (1990-2022) 392

Figura 126. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B1bii (1990-2022) 393

Figura 127. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1B1bi – Producción de carbón vegetal (1990-2022) 397

Figura 128. Evolución del consumo de combustibles por tipo para la categoría 1B1bii – Producción de coque metalúrgico (1990-2022) 397

Figura 129. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1B2a (1990-2022) 405

Figura 130. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B2a (1990-2022) 406

Figura 131. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1B2a (1990-2022) 407

Figura 132. Evolución de la producción de petróleo de la categoría 1B2a – Petróleo (1990-2022) 416

Figura 133. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1B2a (IBA5 – IBT1) 419

Figura 134. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B2a (IBA5 – IBT1) 420

Figura 135. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1B2a (IBA5 – IBT1) 421

Figura 136. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O total 1B2a (incluyendo 1B2aii - Fugitivas de producción y mejoras de petróleo) (1990-2022) 422

Figura 137. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1B2b (1990-2022) 425

Figura 138. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B2b (1990-2022) 426

Figura 139. Evolución de la producción de gas natural de la categoría 1B2b - Gas Natural (1990-2022) 435

Figura 140. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1B2b (IBA5 – IBT1) 439

Figura 141. Comparativa emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1B2b (IBA5 – IBT1) 440

Figura 142. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1D1a (1990-2022) 446

Figura 143. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1AD1a (1990-2022) 447

Figura 144. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1D1a (1990-2022) 448

Figura 145. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1D1b (1990-2022) 451

Figura 146. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 1D1b (1990-2022) 452

Figura 147. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 1D1b (1990-2022) 453

Figura 148. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 1D3 (1990-2022) 458

Figura 149. Emisiones del sector PIUP 2022 466

Figura 150. Aporte de los GEI al sector PIUP 2022 (en CO_2e) 467
Figura 151. Evolución de las emisiones del Sector PIUP 469
Figura 152. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2 2A (1990-2022) 477
Figura 153. Evolución de la producción de la industria de los minerales 479
Figura 154. Evolución del Producto Interno Bruto 479
Figura 155. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2A1 (1990-2022) 481
Figura 156. Evolución de la producción de Clinker 484
Figura 157. Evolución del Producto Interno Bruto 484
Figura 158. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2A2 (1990-2022) 486
Figura 159. Evolución de la producción de cal 488
Figura 160. Evolución del Producto Interno Bruto 489
Figura 161. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2A4 (1990-2022) 491
Figura 162. Evolución de la producción para la categoría 2A4 – Otros usos de carbonatos en los procesos 494
Figura 163. Evolución del Producto Interno Bruto 495
Figura 164. Evolución de la relación Clinker/cemento (1990-2022) 497
Figura 165. Comparativa de emisiones y datos de actividad para la categoría 2A4 entre el IBA5 y el IBT1 498
Figura 166. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2 - 2B (1990-2022) 500
Figura 167. Evolución de la tendencia de emisiones para CH_4 - 2B (1990-2022) 500
Figura 168. Evolución de la tendencia de emisiones para N_2O - 2B (1990-2022) 500
Figura 169. Evolución de la tendencia de emisiones para HFC-23 - 2B (1990-2022) 501
Figura 170. Evolución de la producción de la industria química 503
Figura 171. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2B1 (1990-2022) 504
Figura 172. Evolución de la producción de amoníaco y urea 507
Figura 173. Evolución de la capacidad instalada de producción de amoníaco 507
Figura 174. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2B2 (1990-2022) 509
Figura 175. Evolución de la producción de ácido nítrico 511
Figura 176. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2B5b (1990-2022) 514
Figura 177. Evolución de la producción de carburo de calcio 517

Figura 178. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión 2B7 (1990-2022) 519

Figura 179. Evolución de la producción de carbonato de sodio 521

Figura 180. Evolución de la tendencia de emisiones de CO_2, dato de actividad y factor de emisión 2B8 (1990-2022) 523

Figura 181. Evolución de la tendencia de emisiones de CH_4, dato de actividad y factor de emisión implícito 2B8 (1990-2022) 524

Figura 182. Evolución de la producción petroquímica y de negro de humo 529

Figura 183. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2B9ai (1990-2022) 531

Figura 184. Evolución de la producción de HCFC-22 533

Figura 185. Comparativa tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para HFC-23- 2B9ai (IBA5 – IBT1) 537

Figura 186. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2 2C (1990-2022) 539

Figura 187. Evolución de la tendencia de emisiones para CH_4 2C (1990-2022) 539

Figura 188. Evolución de la tendencia de emisiones para CF_4 2C (1990-2022) 539

Figura 189. Evolución de la tendencia de emisiones para C_2F_6 2C (1990-2022) 540

Figura 190. Evolución de la producción de la industria de los metales 542

Figura 191. Evolución de la tendencia de emisiones de CO_2, dato de actividad y factor de emisión implícito 2C1 (1990-2022) 544

Figura 192. Evolución de la tendencia de emisiones de CH_4, dato de actividad y factor de emisión implícito 2C1 (1990-2022) 545

Figura 193. Evolución de la producción de las industrias de hierro y acero 549

Figura 194. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 2C2 (1990-2022) 551

Figura 195. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 2C2 (1990-2022) 552

Figura 196. Evolución de la producción de las industrias de ferroaleaciones 556

Figura 197. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 2C3 (1990-2022) 558

Figura 198. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CF_4 2C3a (1990-2022) 559

Figura 199. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para C_2F_6 2C3a (1990-2022) 560

Figura 200. Evolución de la producción de la industria del aluminio 565

Figura 201. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 2C6 (1990-2022) 568

Figura 202. Evolución de la producción de la industria del zinc 570

Figura 203. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2 (1990-2022) – 2D – Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente 575

Figura 204. Evolución del consumo de productos no energéticos 577

Figura 205. Evolución del Producto Interno Bruto 577

Figura 206. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2D1 (1990-2022) 579

Figura 207. Evolución del uso de lubricantes 582

Figura 208. Evolución del Producto Interno Bruto 583

Figura 209. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 2D2 (1990-2022) 584

Figura 210. Evolución del uso de la cera de parafina 586

Figura 211. Evolución de la tendencia de emisiones para CO_2e (1990-2022) – 2F – Uso de productos como sustitutos de las SAO 591

Figura 212. Evolución del consumo de HFC 593

Figura 213. Evolución de la tendencia de emisiones y factor de emisión implícito 2F1e (1990-2022) 598

Figura 214. Evolución de la tendencia de emisiones y factor de emisión implícito 2F1f (1990-2022) 599

Figura 215. Evolución del uso de HFC en aire acondicionado móvil (2F1e) 602

Figura 216. Evolución del uso de HFC en refrigeración y aire acondicionado estacionario (2F1f) 603

Figura 217. Evolución de la tendencia de emisiones y factor de emisión implícito 2F2 (1990-2022) 605

Figura 218. Evolución del uso de HFC como agentes espumantes 608

Figura 219. Evolución de la tendencia de emisiones y factor de emisión implícito 2F3 (1990-2022) 610

Figura 220. Evolución del uso de HFC en productos contra incendios 613

Figura 221. Evolución de la tendencia de emisiones y factor de emisión implícito 2F4 (1990-2022) 616

Figura 222. Evolución del uso de HFC en aerosoles 618

Figura 223. Emisiones del sector Agricultura y ganadería 2022 631

Figura 224. Aporte de los GEI al sector Agricultura y ganadería 2022 (en CO_2e) 631

Figura 225. Evolución de las emisiones del Sector Agricultura y ganadería 634

Figura 226. Evolución de las existencias de la producción de carne 647

Figura 227. Evolución de las toneladas de res faenadas 647

Figura 228. Comparación internacional de existencias de ganadería bovina 723

Figura 229. Evolución de las existencias de bovinos lecheros 731

Figura 230. Evolución del dato de actividad de ovinos 767
Figura 231. Comparación internacional de existencias de ganadería ovina 768
Figura 232. Evolución del dato de actividad de porcinos 771
Figura 233. Comparación internacional de existencias de ganadería porcina 771
Figura 234. Evolución del dato de actividad de bubalinos 774
Figura 235. Evolución del dato de actividad de camélidos 775
Figura 236. Evolución del dato de actividad de caprinos 776
Figura 237. Comparación internacional de existencias de ganadería caprina 777
Figura 238. Evolución del dato de actividad de equinos 779
Figura 239. Evolución del dato de actividad de mulares y asnales 780
Figura 240. Evolución del dato de actividad de aves 782
Figura 241. Comparación internacional de existencias de ganadería de aves 782
Figura 242. Evolución de la tendencia de emisiones para CH_4 – 3A 786
Figura 243. Evolución datos de actividad para la categoría 3A 788
Figura 244. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3A1a – Fermentación Entérica Bovinos Lecheros 790
Figura 245. Evolución de las existencias de bovinos lecheros 3A1a 794
Figura 246. Evolución de emisiones por producción de leche 798
Figura 247. Evolución de producción de leche por cabeza 799
Figura 248. Comparativa tendencia de emisiones para la categoría 3A1a (IBA5 – IBT1) 801
Figura 249. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3A1b – Fermentación entérica Bovinos de Carne 803
Figura 250. Evolución de las existencias de la producción de carne 3A1b 807
Figura 251. Evolución de emisiones por producción de carne bovina 810
Figura 252. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3A1b (IBA5 – IBT1) 812
Figura 253. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3A2 814
Figura 254. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3A2 (IBA5 – IBT1) 818
Figura 255. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3A3 820
Figura 256. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3A3 (IBA5 – IBT1) 824
Figura 257. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3A4 826
Figura 258. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3A4 (IBA5 – IBT1) 830
Figura 259. Evolución de la tendencia de emisiones para CH_4 – 3B 833
Figura 260. Evolución de la tendencia de emisiones para N_2O – 3B 833

Figura 261. Evolución datos de actividad para la categoría 3B – Gestión del estiércol (excepto aves) 838

Figura 262. Evolución datos de actividad para la categoría 3B – Gestión del estiércol (aves) 839

Figura 263. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3B1a 841

Figura 264. Evolución de las existencias de la producción de leche 3B1a 847

Figura 265. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3B1a (IBA5 – IBT1) 853

Figura 266. Evolución de la tendencia de emisiones de CH_4, dato de actividad y factor de emisión implícito 3B1b 855

Figura 267. Evolución de la tendencia de emisiones de N_2O, dato de actividad y factor de emisión implícito 3B1b 856

Figura 268. Evolución de las existencias de la producción de carne 3B1b 862

Figura 269. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3B1b (IBA5 – IBT1) 869

Figura 270. Comparativa tendencia de emisiones para N_2O 3B1b (IBA5 – IBT1) 869

Figura 271. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos (CH_4) 871

Figura 272. Evolución de las existencias ovinas 874

Figura 273. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3B2 (IBA5 – IBT1) 876

Figura 274. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para porcinos (CH_4) 3B3 878

Figura 275. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para porcinos (N_2O) 3B3 879

Figura 276. Evolución de las existencias porcinas 883

Figura 277. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3B3 (IBA5 – IBT1) 887

Figura 278. Comparativa tendencia de emisiones para N_2O 3B3 (IBA5 – IBT1) 887

Figura 279. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para (CH_4)- 3B4 (excepto aves) 890

Figura 280. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para aves (CH_4) 3B4h 891

Figura 281. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para aves (N_2O) 3B4h 892

Figura 282. Comparativa tendencia de emisiones para CH_4 3B4 (excepto aves) (IBA5 – IBT1) 902

Figura 283. Comparativa tendencia de emisiones para CH4 3B4h (Aves) (IBA5 – IBT1) 902

Figura 284. Comparativa tendencia de emisiones para N_2O 3B4h (aves) (IBA5 – IBT1) 903

Figura 285. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3B5ai (1990-2022) 905

Figura 286. Evolución de las existencias de la producción de leche (1990-2022) 909

Figura 287. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3B5ai (IBA5 – IBT1)..... 912

Figura 288. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3B5aii (1990-2022)..... 915

Figura 289. Evolución de las existencias de la producción de carne (1990-2022)..... 919

Figura 290. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3B5aii (IBA5 – IBT1) 923

Figura 291. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito en 3B5h porcinos (N_2O) 927

Figura 292. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 3B5i aves (N_2O) 928

Figura 293. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O de porcinos (IBA5-IBT1).... 936

Figura 294. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O de aves (IBA5-IBT1)..... 936

Figura 295. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3C..... 939

Figura 296. Evolución de la superficie de arroz..... 943

Figura 297. Evolución de la tendencia de emisiones para N_2O – 3D..... 949

Figura 298. Participación de diferentes subcategorías para 3D1 – Directas Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados..... 949

Figura 299. Participación de diferentes actividades para 3D2 – Indirectas Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados..... 950

Figura 300. Evolución de los datos de actividad para la categoría 3D..... 952

Figura 301. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1a..... 954

Figura 302. Evolución del consumo de fertilizantes 960

Figura 303. Evolución de la producción de cultivos..... 960

Figura 304. Comparación internacional de las toneladas de N aplicado 962

Figura 305. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1a (IBA5 – IBT1)..... 962

Figura 306. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1bi1a (1990-2022)..... 965

Figura 307. Evolución de las existencias de la producción de leche..... 969

Figura 308. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1bi1a (IBA5 – IBT1) 972

Figura 309. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1bi1b (1990-2022) 974

Figura 310. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1bi1b (IBA5 – IBT1) 981

Figura 311. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1bi3 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados –Aplicación de abono orgánico porcinos..... 984

Figura 312. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1bi3 990

Figura 313. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 3D1bi4g 993

Figura 314. Comparativa tendencia de las emisiones para 3D1bi4g (IBA5 – IBT1) 999

Figura 315. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1c1a (1990-2022) 1001

Figura 316. Evolución de las existencias de la producción de leche 1005

Figura 317. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1c1a (IBA5 – IBT1) 1008

Figura 318. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1c1b (1990-2022) 1010

Figura 319. Evolución de las existencias de la producción de carne 1014

Figura 320. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1c1b (IBA5 – IBT1) 1017

Figura 321. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito – 3D1c2 – Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas ovinos 1019

Figura 322. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1c2 (IBA5 - IBT1) 1024

Figura 323. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1c3– Emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Excretas en pasturas porcinos 1026

Figura 324. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1c3 (IBA5 – IBT1) 1031

Figura 325. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para otras ganaderías (N_2O) 1034

Figura 326. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1c4 1039

Figura 327. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1d 1041

Figura 328. Evolución de la superficie de forrajeras y cultivos 1051

Figura 329. Evolución de emisiones de residuos de cosecha por unidad producida (Cultivos) 1053

Figura 330. Evolución de emisiones de residuos de cosecha por unidad producida (Forrajeras) 1054

Figura 331. Evolución de rendimiento (Cultivos) 1054

Figura 332. Evolución de rendimiento (Forrajeras) 1055

Figura 333. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1d (IBA5 – IBT1) 1055

Figura 334. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D1e 1057

Figura 335. Evolución de la superficie total de forrajeras y cultivos 1060

Figura 336. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D1e (IBA5 – IBT1) 1061

Figura 337. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D2ai y 3D2bi 1064

Figura 338. Evolución del consumo de Nitrógeno sintético en fertilizantes 1070

Figura 339. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O para 3D2ai y 3D2bi 1071

Figura 340. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito – Indirectas de N_2O Bovinos lecheros 1074

Figura 341. Evolución de las existencias de producción bovina (1990-2022) 1080

Figura 342. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O (IBA5 – IBT1) 1084

Figura 343. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito (1990-2022) 1086

Figura 344. Evolución de las existencias de la producción de carne 1092

Figura 345. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O (IBA5 – IBT1) 1096

Figura 346. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para equinos, porcinos, ovinos y otros (N_2O), excepto aves 1102

Figura 347. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para aves (N_2O) 1103

Figura 348. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D2 (excepto aves) (IBA5 – IBT1) 1114

Figura 349. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D2 (aves) (IBA5 – IBT1) ... 1115

Figura 350. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D2biv 1117

Figura 351. Evolución de la superficie total de forrajeras y cultivos 1127

Figura 352. Evolución de emisiones de residuos de cosecha por unidad producida (Cultivos) 1129

Figura 353. Evolución de emisiones de residuos de cosecha por unidad producida (Forrajeras) 1129

Figura 354. Evolución de rendimiento (Cultivos) 1130

Figura 355. Evolución de rendimiento (Forrajeras) 1130

Figura 356. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D2biv (IBA5 – IBT1) 1131

Figura 357. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3D2bv 1133

Figura 358. Evolución de la superficie total de forrajeras y cultivos 1136

Figura 359. Comparativa tendencia de las emisiones para N_2O 3D2(IBA5 – IBT1) 1137

Figura 360. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 en la categoría 3F (1990-2022) 1140

Figura 361. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 3F (1990-2022) 1141

Figura 362. Evolución de la superficie quemada – 3F – Quema de residuos de cosecha ... 1145

Figura 363. Comparativa tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 3F (IBA5 – IBT1) 1148

Figura 364. Comparativa tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 3F (IBA5 – IBT1) 1148

Figura 365. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 3H 1151

Figura 366. Evolución de la cantidad de urea consumida 1154

Figura 367. Evolución de la producción de cultivos 1155

Figura 368. Comparativa tendencia de las emisiones para CO_2 - 3H (IBA5 – IBT1) 1157

Figura 369. Emisiones del sector UTCUTS 2022 1164

Figura 370. Aporte de los GEI al sector UTCUTS 2022 (en CO_2e) 1165

Figura 371. Emisiones y absorciones de las categorías en base al uso de la tierra asociado (2022) 1166

Figura 372. Evolución de las emisiones del Sector UTCUTS 1168

Figura 373. Serie temporal de la superficie representada de bosque nativo (1990-2022) ... 1181

Figura 374. Serie temporal de la superficie representada de bosque cultivado (1990-2022) 1182

Figura 375. Serie temporal de la superficie representada de cultivos (1990-2022) 1183

Figura 376. Serie temporal de la superficie representada de frutales (1990-2022) 1184

Figura 377. Serie temporal de la superficie representada de forrajeras (1990-2022) 1185

Figura 378. Serie temporal de la superficie representada de campo natural (1990-2022) 1186

Figura 379. Serie temporal de superficies representadas (1990-2022) 1189

Figura 380. Proporción de superficies representadas (2022) 1189

Figura 381. Evolución de la superficie de bosque nativo 1193

Figura 382. Evolución de la superficie de bosque cultivado 1194

Figura 383. Evolución de la superficie agrícola efectiva 1194

Figura 384. Evolución de la superficie de frutales 1195

Figura 385. Evolución de la superficie de forrajeras 1195

Figura 386. Evolución de la superficie de campo natural 1196

Figura 387. Esquema de los cruces secuenciales de capas geográficas 1225

Figura 388. Supuestos utilizados en el caso de ocurrir deforestación 1231

Figura 389. Supuestos utilizados en el caso de no ocurrir deforestación 1233

Figura 390. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4A1ai (1990-2022) 1241

Figura 391. Evolución de la tendencia de absorciones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4A1aii (1990-2022) 1242

Figura 392. Evolución de la extracción proveniente de bosque nativo (1990-2022)..... 1250

Figura 393. Evolución de la superficie equivalente acumulada de bosque nativo (1990-2022) 1254

Figura 394. Comparativa de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 4A1ai (1990-2022)..... 1257

Figura 395. Comparativa de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 4A1aii (1990-2022). 1258

Figura 396. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión 4A1bi (1990-2022)..... 1261

Figura 397. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión 4A1bii (1990-2022)..... 1262

Figura 398. Evolución de la extracción proveniente de bosque cultivado (1990-2022) 1266

Figura 399. Evolución de la superficie de bosque cultivado (1990-2022) 1267

Figura 400. Comparativa de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 4A1bi (1990-2022) 1270

Figura 401. Comparativa de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para 4A1bii (1990-2022). 1271

Figura 402. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4B1 (1990-2022)..... 1291

Figura 403. Evolución del balance de carbono (1970-2022)..... 1302

Figura 404. Evolución de la superficie convertida a tierras de producción agrícola y ganadera (1990-2022)..... 1303

Figura 405. Evolución del porcentaje de adopción de siembra directa (1990-2022)..... 1303

Figura 406: Comparativa tendencia de emisiones para CO_2 4B1 (IB5 – IBT1)..... 1305

Figura 407. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4B2a (1990-2022)..... 1326

Figura 408. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4B2b (1990-2022) 1327

Figura 409. Comparativa tendencia de emisiones para CO_2 4B2 – Tierras convertidas en tierras de cultivo (IBA5 – IBT1) 1336

Figura 410. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4C2a (1990-2022)..... 1340

Figura 411. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito 4C2b (1990-2022)..... 1341

Figura 412. Comparativa tendencia de emisiones para CO_2 4C2 – Tierras convertidas en Pastizales (IBA5 – IBT1)..... 1351

Figura 413. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 4(IV) (1990-2022) 1362

Figura 414. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 4(IV) (1990-2022) 1363

Figura 415. Evolución de la superficie quemada – 4(IV) – Quema de biomasa 1372

Figura 416. Comparativa tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 de la categoría 4(IV) (IBA5 – IBT1) 1375

Figura 417. Comparativa tendencia de las emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O de la categoría 4(IV) (IBA5 – IBT1) 1376

Figura 418. Superficie total de Incendios (BN, BC, arbustal, pastizal y sin determinar), superficie de incendios en BN y superficie de pérdida de cobertura en BN por deforestación. 1378

Figura 419. Emisiones de CO_2e por deforestación en Bosque Nativo (CO_2, N_2O y CH_4) y emisiones por incendios forestales en BN (N_2O y CH_4). 1379

Figura 420. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión 4G (1990-2022) 1382

Figura 421. Evolución de la tendencia de emisiones, ganancias y pérdidas de C y datos de producción, importación y exportación del producto madera aserrada (1961-2022) 1383

Figura 422. Evolución de la tendencia de emisiones, ganancias y pérdidas de C y datos de producción, importación y exportación del producto papel y cartón (1961-2022) 1384

Figura 423. Evolución de la tendencia de emisiones, ganancias y pérdidas de C y datos de producción, importación y exportación del producto tableros de partículas (1961-2022) 1385

Figura 424. Evolución de la tendencia de emisiones, ganancias y pérdidas de C y datos de producción, importación y exportación del producto tableros de fibras (1961-2022) 1386

Figura 425. Evolución de la tendencia de emisiones, ganancias y pérdidas de C y datos de producción, importación y exportación del producto tableros compensados (1961-2022) 1387

Figura 426. Evolución de la Producción de PMR de las clases Madera aserrada, Tableros y Papel y cartón (1962-2022) 1392

Figura 427. Comparativa tendencia de las emisiones, datos de actividad y factor de emisión implícito para 4G (IBA5 - IBT1) 1398

Figura 428. Flujo de materiales para PMR 1408

Figura 429. Flujo de materiales para productos elaborados a partir de materia prima de BN. 1409

Figura 430. Flujo de materiales para productos elaborados a partir de materia prima de BC. 1410

Figura 431. Flujo de materiales para productos elaborados a partir de materia prima de BC y BN con los valores de Producción del año 2022. 1411

Figura 432. Emisiones del sector Residuos 2022 1415

Figura 433. Aporte de los GEI al sector Residuos 2022 1416

Figura 434. Evolución de las emisiones del Sector Residuos 1417

Figura 435. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5A (1990-2022) 1425

Figura 436. Evolución de la generación de residuos sólidos urbanos por tipo de disposición final 1429

Figura 437. Cantidad de residuos sólidos urbanos dispuestos en sitios gestionados y reciclados (AMBA) 1430

Figura 438. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5A1 (1990-2022) 1435

Figura 439. Evolución de la generación de residuos ingresados a sitios de disposición final gestionados 5A1 (1990-2022) 1437

Figura 440. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5A3 (1990-2022) 1439

Figura 441. Proceso de cálculo de cantidad de residuos ingresados a sitios no categorizados 1441

Figura 442. Evolución de la generación de residuos ingresados a sitios de disposición final no categorizados 5A3 (1990-2022) 1441

Figura 443. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para el CH_4 entre el IBA5 y el IBT1 para la categoría 5A1–Sitios de eliminación de residuos sólidos gestionados 1447

Figura 444. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para el CH_4 entre el IBA5 y el IBT1 para la categoría 5A3–Sitios de eliminación de residuos sólidos no categorizados 1448

Figura 445. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para el CH_4 entre el IBA5 y el IBT1 para la categoría 5A–Eliminación de residuos sólidos 1449

Figura 446. Evolución de la tendencia del dato de actividad entre el IBA5 y el IBT1 para la cantidad de residuos sin recolección 1450

Figura 447. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5B (1990-2022) 1452

Figura 448. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 5B (1990-2022) 1453

Figura 449. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CO_2 5C1 (1990-2022) 1460

Figura 450. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5D1 (1990-2022) 1471

Figura 451. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 5D1 (1990-2022) 1472

Figura 452. Evolución de la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales domésticas 5D1 (1990-2022) 1479

Figura 453. Evolución de la cantidad de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales – 5D1 – Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas 1480

Figura 454. Comparativa tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5D1 (IBA5 – IBT1) 1485

Figura 455. Comparativa tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para N_2O 5D1 (IBA5 – IBT1) 1486

Figura 456. Evolución de la tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5D2 (1990-2022) 1489

Figura 457. Evolución de la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales industriales 5D2 1495

Figura 458. Evolución de toneladas de producto para el cálculo de aguas residuales industriales 5D2 1496

Figura 459. Comparativa tendencia de emisiones, dato de actividad y factor de emisión implícito para CH_4 5D2 (IBA5 – IBT1) 1498

Figura 460. Emisiones netas serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1 1509

Figura 461. Emisiones sector Energía serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1 1510

Figura 462. Emisiones sector PIUP serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1 1513

Figura 463. Emisiones sector Agricultura y ganadería serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1 1515

Figura 464. Emisiones sector UTCUTS serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1 1517

Figura 465. Emisiones sector Residuos serie 1990 - 2020 – Comparativo IBA5 e IBT1 1519

Figura 466. Organismos solicitantes por tipo de institución 1523

Figura 467. Emisiones subactividad Quema de Combustibles (1A) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1530

Figura 468. Consumo de combustibles subactividad Quema de Combustibles (1A) IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1530

Figura 469. Emisiones subactividad Fugitivas minería carbonífera y manejo del carbón (1B1a) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1531

Figura 470. Producción Fugitivas minería carbonífera y manejo del carbón (1B1a) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1532

Figura 471. Emisiones subactividad Fugitivas transformación de combustibles sólidos (1B1b) – IBA5 e IBT1 1533

Figura 472. Producción de carbón vegetal (1B1bi) – IBA5 e IBT1 1533

Figura 473. Emisiones subactividad Fugitivas petróleo (1B2a) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1535

Figura 474. Producción de petróleo subactividad Fugitivas petróleo (1B2a) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1535

Figura 475. Emisiones subactividad Fugitivas gas natural (1B2b) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1537

Figura 476. Producción de gas natural subactividad Fugitivas gas natural (1B2b) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1537

Figura 477. Emisiones subactividad Industria de los minerales (2A) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 e IBT1 1538

Figura 478. Producción subactividad Industria de los minerales (2A) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1539

Figura 479. Emisiones subactividad Industria química (2B) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1541

Figura 480. Emisiones subactividad Industria de los metales (2C) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1542

Figura 481. Producción subactividad Industria de los metales (2C) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1542

Figura 482. Emisiones subactividad Uso de productos no energéticos (2D) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1543

Figura 483. Emisiones subactividad Uso de sustitutos de SAO (2F) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1544

Figura 484. Consumo subactividad Uso de sustitutos de SAO (2F) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1545

Figura 485. Emisiones subactividad Bovinos de leche (3ACai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 .. 1547

Figura 486. Existencias subactividad Bovinos de leche (3ACai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1547

Figura 487. Coeficiente de ajuste modelos Bovinos de leche (3ACai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1548

Figura 488. Emisiones por cabeza Bovinos de leche (3ACai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1548

Figura 489. Emisiones por litro de leche Bovinos de leche (3ACai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1549

Figura 490. Emisiones subactividad Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1550

Figura 491. Existencias subactividad Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1. 1551

Figura 492. Coeficiente de ajuste destete modelos Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1552

Figura 493. Diferencia de peso faena machos Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1552

Figura 494. Diferencia de peso faena hembras Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1553

Figura 495. Emisiones por cabeza Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1553

Figura 496. Emisiones por tonelada de carne Bovinos de carne (3ACaii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1554

Figura 497. Emisiones Ganadería bovina (3ACa) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1555

Figura 498. Existencias Ganadería bovina (3ACa) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1555

Figura 499. Emisiones subactividad Bubalinos (3ACb) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1557

Figura 500. Existencias subactividad Bubalinos (3ACb) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1557

Figura 501. Emisiones subactividad Ovinos (3ACc) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1559

Figura 502. Existencias subactividad Ovinos (3ACc) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1559
Figura 503. Emisiones subactividad Caprinos (3ACd) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1561
Figura 504. Existencias subactividad Caprinos (3ACd) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1561
Figura 505. Emisiones subactividad Camélidos (3ACe) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1563
Figura 506. Existencias subactividad Camélidos (3ACe) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1563
Figura 507. Emisiones subactividad Equinos (3ACf) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1565
Figura 508. Existencias subactividad Equinos (3ACf) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1565
Figura 509. Emisiones subactividad Mulares y asnales (3ACg) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 .. 1567
Figura 510. Existencias subactividad Mulares y asnales (3ACg) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 . 1567
Figura 511. Emisiones subactividad Porcinos (3ACh) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1569
Figura 512. Existencias subactividad Porcinos (3ACh) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1569
Figura 513. Emisiones subactividad Aves (3ACi) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1571
Figura 514. Existencias subactividad Aves (3ACi) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1571
Figura 515. Superficie representada – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1574
Figura 516. Superficie Tierras Forestales – Bosque Nativo – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1574
Figura 517. Superficie Tierras Forestales – Bosque Cultivado – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1575
Figura 518. Superficie Tierras de cultivo – Cultivos – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1575
Figura 519. Superficie Tierras de cultivo – Frutales – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1576
Figura 520. Superficie Pastizales – Forrajeras – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1576
Figura 521. Superficie Pastizales – Campo Natural – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1577
Figura 522. Emisiones y absorciones subactividad Bosque nativo (3B1ai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1578
Figura 523. Extracción forestal subactividad Bosque nativo (3B1ai) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1578
Figura 524. Emisiones y absorciones subactividad Bosque cultivado (3B1aii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1579
Figura 525. Extracción forestal subactividad Bosque cultivado (3B1aii) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1580
Figura 526. Emisiones subactividad Cultivos/Pastizales (3B23) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 .. 1581
Figura 527. Emisiones Cambio de Uso del Suelo de Bosque Nativo – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1582
Figura 528. Emisiones netas Carbono en Suelos – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1582
Figura 529. Emisiones subactividad Quema de biomasa (3C1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 .. 1584
Figura 530. Superficie incendios subactividad Quema de biomasa (3C1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1584

Figura 531. Emisiones subactividad Fertilizantes sintéticos (3C345) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1585

Figura 532. Consumo fertilizantes subactividad Fertilizantes sintéticos (3C345) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1586

Figura 533. Emisiones subactividad Producción agrícola (3C45) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1587

Figura 534. Producción agrícola subactividad Producción agrícola (3C45) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1587

Figura 535. Emisiones subactividad Productos de la madera recolectada (3D1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1588

Figura 536. Producción agrícola subactividad Productos de la madera recolectada (3D1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1589

Figura 537. Emisiones subactividad Residuos sólidos (5ABC) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1590

Figura 538. Volumen de residuos sólidos urbanos subactividad Residuos sólidos (5ABC) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1590

Figura 539. Emisiones subactividad Aguas residuales domésticas (5D1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1591

Figura 540. Población subactividad Aguas residuales domésticas (5D1) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1592

Figura 541. Emisiones subactividad Aguas residuales industriales (4D2) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1593

Figura 542. Producción industrial subactividad Aguas residuales industriales (4D2) – IBA3, IBA4, IBA5 e IBT1 1593

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Línea de tiempo de presentaciones de la República Argentina ante la CMNUCC 16

Ilustración 2. Estimación de emisiones por método de cálculo 24

Ilustración 3. Línea de tiempo de presentaciones de la República Argentina ante la CMNUCC 83

Ilustración 4. Ubicación de las cuencas sedimentarias productivas, centros de refinación de hidrocarburos y ductos de transporte en la República Argentina 89

Ilustración 5. Consumo de gas natural por usuario residencial (promedio 2022) por provincia de la República Argentina 93

Ilustración 6. Mapa de la red eléctrica de alta tensión y centrales de generación de la República Argentina 98

Ilustración 7. Red de transporte terrestre (vial de carga y férrea) y principales puertos de la República Argentina 100

Ilustración 8. Distribución de la ganadería bovina según las zonas climáticas (año 2022) de la República Argentina 104

Ilustración 9. Regiones forestales de la República Argentina 107

Ilustración 10. Ubicación de los principales centros urbanos y rellenos sanitarios, según las zonas climáticas de la República Argentina 110

Ilustración 11. Ubicación de las principales industrias energo-intensivas y proyectos mineros de la República Argentina 112

Ilustración 12. Ciclo de preparación del INGEI 115

Ilustración 13. Estimación de emisiones por método de cálculo 123

Ilustración 14. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A1a – Producción pública de electricidad y calor 222

Ilustración 15. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A1b – Refinación del petróleo 235

Ilustración 16. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A1c – Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas 247

Ilustración 17. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A1ci – Estimación de las emisiones de CO_2 generadas por la producción de coque metalúrgico 249

Ilustración 18. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A2 – Industrias manufactureras y de la construcción 263

Ilustración 19. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A3a – Aviación de cabotaje 284

Ilustración 20. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 de la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera 293

Ilustración 21. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 y N_2O de la categoría 1A3b – Transporte terrestre por carretera 294

Ilustración 22. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 de la categoría 1A3c – Ferrocarriles 305

Ilustración 23. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 y N_2O de la categoría 1A3c – Ferrocarriles 306

Ilustración 24. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A3d – Navegación marítima y fluvial nacional 315

Ilustración 25. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 de la categoría 1A3e – Otro tipo de transporte 325

Ilustración 26. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1A4 – Otros sectores 336

Ilustración 27. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de las minas de carbón subterráneas de la categoría 1B1a – Minería carbonífera y manejo de carbón 385

Ilustración 28. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1B1bi – Producción de carbón vegetal 394

Ilustración 29. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de la categoría 1B1bii – Producción de coque 395

Ilustración 30. Árbol de decisión para la estimación de la emisión del petróleo de la categoría 1B2a – Petróleo 408

Ilustración 31. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones para los sistemas de gas natural de la categoría 1B2b – Gas Natural 427

Ilustración 32. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de cemento 482

Ilustración 33. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de cal 487

Ilustración 34. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes del uso de los carbonatos en los procesos 492

Ilustración 35. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de amoníaco 505

Ilustración 36. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de N_2O procedentes de la producción de ácido nítrico 510

Ilustración 37. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de carburo de calcio 515

Ilustración 38. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción de carbonato de sodio 520

Ilustración 39. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la producción petroquímica y de negro de humo 525

Ilustración 40. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 procedentes de la producción petroquímica y de negro de humo 526

Ilustración 41. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de HFC-23 procedentes de la producción de HCFC 532

Ilustración 42. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de hierro y acero 546

Ilustración 43. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 provenientes de la producción de hierro y acero 547

Ilustración 44. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de ferroaleaciones 553

Ilustración 45. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 provenientes de la producción de aleaciones de FeSi y Si 554

Ilustración 46. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de aluminio primario 561

Ilustración 47. Árbol de decisión para el cálculo de las emisiones de PFC provenientes de la producción de aluminio primario 562

Ilustración 48. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 provenientes de la producción de zinc 569

Ilustración 49. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes del uso de lubricantes 580

Ilustración 50. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes del uso de la cera de parafina 585

Ilustración 51. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de HFC procedentes del uso de SAO en refrigeración y aire acondicionado 600

Ilustración 52. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de HFC procedentes del uso de SAO en agentes espumantes 606

Ilustración 53. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de HFC procedentes del uso de SAO en productos contra incendios 611

Ilustración 54. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de HFC procedentes del uso de SAO en aerosoles 617

Ilustración 55. Árbol de decisión para la caracterización de la población de ganado 640

Ilustración 56. Regionalización para sistemas modales de bovinos de carne 651

Ilustración 57. Árbol de decisión para la caracterización de la población de ganado 726

Ilustración 58. Regionalización para sistemas modales de bovinos lecheros 735

Ilustración 59. Árbol de decisión para las emisiones de CH_4 resultantes de la fermentación entérica 791

Ilustración 60. Árbol de decisión para las emisiones de CH_4 resultantes de la fermentación entérica 804

Ilustración 61. Árbol de decisión para las emisiones de CH_4 resultantes de la fermentación entérica 815

Ilustración 62. Árbol de decisión para las emisiones de CH_4 resultantes de la fermentación entérica 821

Ilustración 63. Árbol de decisión para las emisiones de CH_4 resultantes de la fermentación entérica 827

Ilustración 64. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CH_4 resultantes de la gestión del estiércol 842

Ilustración 65. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol 843

Ilustración 66. Árbol de decisión para emisiones de CH_4 resultantes de la gestión del estiércol 857

Ilustración 67. Árbol de decisión para emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol 858

Ilustración 68. Árbol de decisión para emisiones de CH_4 de la categoría 3B2 – Directas gestión del estiércol ovinos 872

Ilustración 69. Árbol de decisión para emisiones de CH_4 resultantes de la gestión del estiércol – 3B3 880

Ilustración 70. Árbol de decisión para emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol – 3B3 881

Ilustración 71. Árbol de decisión para emisiones de CH_4 resultantes de la gestión del estiércol 893

Ilustración 72. Árbol de decisión para emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol 894

Ilustración 73. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol 906

Ilustración 74. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol. 916

Ilustración 75. Árbol de decisión para emisiones de N_2O resultantes de la gestión del estiércol 929

Ilustración 76. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de CH_4 resultantes de la producción de arroz 941

Ilustración 77. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados – Fertilizantes sintéticos 955

Ilustración 78. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados 966

Ilustración 79. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados 975

Ilustración 80. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados 985

Ilustración 81. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados 994

Ilustración 82. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados 1002

Ilustración 83. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados 1011

Ilustración 84. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados – 3D1c2 – Excretas en pasturas ovinos 1020

Ilustración 85. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados 1027

Ilustración 86. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados 1035

Ilustración 87: Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados – residuos de cosecha 1042

Ilustración 88. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados 1058

Ilustración 89. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de las emisiones indirectas de N_2O de los suelos gestionados 1065

Ilustración 90. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones Indirectas de N_2O procedentes Excretas en Pasturas y Fertilizantes de N orgánico aplicado 1075

Ilustración 91. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones indirectas de N_2O procedentes de suelos gestionados 1087

Ilustración 92. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados 1104

Ilustración 93. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones indirectas de N_2O procedentes de suelos gestionados 1118

Ilustración 94. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de suelos gestionados 1134

Ilustración 95. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar las emisiones de la categoría 3F – Quema de residuos de cosecha 1143

Ilustración 96. Árbol de decisión para la estimación de las emisiones de CO_2 procedentes de la Aplicación de Urea 1153

Ilustración 97. Porcentaje de tierras representadas a 2022, respecto al total del departamento 1190

Ilustración 98. Regiones forestales de la República Argentina 1219

Ilustración 99. Mapa nacional de categorías de uso de la tierra - ensamble RCT 2022 1226

Ilustración 100. Mapa nacional de cambios de uso de la tierra - ensambles RCT 2021-2022 1227

Ilustración 101. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa en una categoría de uso de la tierra 1243

Ilustración 102. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa en una categoría de uso de la tierra 1263

Ilustración 103. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de carbono en suelos minerales por categoría de uso de la tierra 1292

Ilustración 104. Mapa de suelos de acuerdo con las categorías de las Directrices del IPCC de 2006 1297

Ilustración 105. Mapa de isotermas medias anuales de la República Argentina 1298

Ilustración 106. Mapa de isohietas medias anuales de la República Argentina 1299

Ilustración 107. Mapa de climas de acuerdo con las categorías de las Directrices del IPCC de 2006 1300

Ilustración 108. Mapa del SOC_{REF} por departamento de acuerdo con las categorías de las Directrices del IPCC de 2006 1301

Ilustración 109. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa en una categoría de uso de la tierra 1328

Ilustración 110. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa en una categoría de uso de la tierra 1342

Ilustración 111. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar las emisiones de GEI provocadas por incendios en una categoría de uso de la tierra (categorías 4(IV)A1bi, 4(IV)A1bii y 4(IV)C1b) 1364

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 Ilustración 112. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por incendios en una categoría de uso de la tierra (categorías 4(IV)B2a y 4(IV)C2a) 1364

Ilustración 113. Árbol de decisión genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar las emisiones y absorciones de CO_2 derivadas de PMR 1388

Ilustración 114. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH_4 de la disposición de los RSU 1426

Ilustración 115. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO_2 procedentes de la incineración e incineración abierta de desechos 1461

Ilustración 116. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH_4 procedentes de las aguas residuales domésticas 1473

Ilustración 117. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CH_4 procedentes de las aguas residuales industriales 1490

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Fórmula utilizada para el cálculo de la variable Producción de carbón subterráneo – 1B1a - Minería carbonífera y manejo de carbón. 387

Ecuación 2. Fórmula utilizada para el cálculo de la variable $\%_{prom}$ – 1B1a – Minería carbonífera y manejo de carbón 387

Ecuación 3. Fórmula utilizada para el cálculo del factor de emisión de CF_4 para producción de aluminio primario 563

Ecuación 4. Fórmula utilizada para el cálculo del factor de emisión de C_2F_6 para producción de aluminio primario 563

Ecuación 5. Cálculo del peso de faena promedio de novillos y novillitos a partir de datos de los Sistemas Modales 657

Ecuación 6. Cálculo del peso de faena promedio de vaquillonas de invernada a partir de datos de los Sistemas Modales 657

Ecuación 7. Cantidad de vaquillonas de invernada por zona 658

Ecuación 8. Cálculo del porcentaje de vaquillonas de invernada por zona 658

Ecuación 9. Cálculo del porcentaje de vaquillonas de recría por zona 658

Ecuación 10. Cálculo de la tasa de reposición de vacas de cría por zona y nivel tecnológico 658

Ecuación 11. Cálculo del peso promedio de faena por zona α 659
Ecuación 12. Cálculo de porcentaje de destete para un año determinado 660
Ecuación 13. Cálculo del factor de emisión de vacas de cría 661
Ecuación 14. Cálculo del factor de emisión de vaquillonas 662
Ecuación 15. Cálculo del factor de emisión de vaquillonas de recría 662
Ecuación 16. Cálculo del factor de emisión de vaquillona de invernada 663
Ecuación 17. Cálculo del factor de emisión de novillos y novillitos 663
Ecuación 18. Cálculo de los factores de emisión de toros, toritos y bueyes 664
Ecuación 19. Fórmula utilizada para estimar las existencias en años con datos ausentes. 729
Ecuación 20. Cálculo de la producción de leche promedio de los SM 739
Ecuación 21. Cálculo de la producción de leche de la zona α 740
Ecuación 22. Cálculo de la producción diaria de leche de la zona α 740
Ecuación 23. Cálculo de la producción diaria de leche del estadio *i* en la zona α 740
Ecuación 24. Cálculo del factor de emisión de vacas de cría de bovinos lecheros 742
Ecuación 25. Cálculo del factor de emisión de vaquillonas de bovinos lecheros 742
Ecuación 26. Fórmula utilizada para estimar las existencias en años sin dato 773
Ecuación 27. Cálculo de la superficie perdida de bosque nativo de 1990 a 1997 por región forestal 1197
Ecuación 28. Cálculo de la superficie perdida de bosque nativo de 1990 a 1997 por departamento 1198
Ecuación 29. Cálculo de la anualización de la superficie perdida de bosque nativo de 1998 a 2013 por departamento 1199
Ecuación 30. Cálculo de la superficie departamental y provincial por grupo de especies de 2002 1208
Ecuación 31. Cálculo del porcentaje de participación de cada departamento en el 2002 para la desagregación desde 1998 1208
Ecuación 32. Cálculo de la superficie departamental por grupo de especies de 1990 a 1997 1209
Ecuación 33. Cálculo de la superficie departamental por grupo de especies desde 1998 1209
Ecuación 34. Cálculo de la participación de cada departamento por provincia 1211
Ecuación 35. Cálculo de la asignación por departamento de la superficie cultivada por provincia 1211
Ecuación 36. Cálculo del control entre superficies asignadas y superficies sin asignar 1212
Ecuación 37. Superficie de caña de azúcar en años con datos ausentes 1213
Ecuación 38. Cálculo de estimación del dato faltante de superficie para Jujuy y Salta para un año específico 1214

Ecuación 39. Cálculo de estimación del dato faltante de superficie para Jujuy y Salta para un año específico 1214

Ecuación 40. Cálculo de la superficie final de forrajeras anuales o perennes 1235

Ecuación 41. Detalle de la ecuación utilizada para obtener la leña y carbón proveniente de la extracción de maderables de bosque nativo 1248

Ecuación 42. Detalle de la ecuación utilizada para obtener el porcentaje de partes del árbol hasta 10 cm^3 de la madera maderable por región de bosque nativo 1249

Ecuación 43. Detalle de la ecuación utilizada para la superficie equivalente intervenida de bosque nativo 1252

Ecuación 44. Detalle de la ecuación utilizada para la superficie equivalente anual de bosque nativo 1253

Ecuación 45. Detalle de la ecuación utilizada para la superficie equivalente acumulada de bosque nativo 1254

Ecuación 46. Fórmula utilizada para estimar la superficie forestal de bosque cultivado en años con datos ausentes 1268

Ecuación 47. Estimación del volumen maderable promedio en caso de ausencia de dato local para bosque cultivado 1277

Ecuación 48. Estimación del volumen maderable al turno de corta para bosque cultivado 1279

Ecuación 49. Ajuste del factor F_{MG} según nivel de adopción de siembra directa en Cultivos 1294

Ecuación 50. Ecuación para el cálculo de cambio de biomasa: adaptación nacional de la ecuación 2.3 1329

Ecuación 51. Ecuación para el cálculo de la biomasa en cada depósito 1330

Ecuación 52. Ecuación para el cálculo de cambio de biomasa: adaptación nacional de la ecuación 2.3 1343

Ecuación 53. Ecuación para el cálculo de la biomasa en cada depósito. Adaptación nacional de la ecuación 2.9 1346

Ecuación 54. Estimación de los residuos industriales en el año de inventario 1464

Ecuación 55. Adaptación de la ecuación 6.1 de las Directrices 2006 del IPCC 1474