

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
Dirección Nacional de Cambio Climático

**“Cuarta Comunicación Nacional a la
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”**

***Informe del Inventario Nacional de Gases de
Efecto Invernadero de Paraguay
Serie temporal 1990 – 2019***

**Abril, 2024
Paraguay**

Autoridades

Señor Santiago Peña Palacios
Presidente de la República del Paraguay

Señor Rolando de Barros Barreto
Ministro
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)
Punto Focal Titular ante la CMNUCC

Señora Ethel Estigarribia
Directora Nacional
Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC)
Punto Focal Alterna ante la CMNUCC

Equipo del Proyecto Cuarta Comunicación Nacional y Tercer Informe Bial de Actualización

Ethel Estigarribia, Punto Focal del Proyecto CCN e IBA3

Stephanie Petta, Jefa del Departamento de Inventario y Reportes

Alejandro Martí, Coordinación Técnica Proyecto CCN e IBA3

Enrique Insfrán, Administrador

Sergio Oddone, Especialista INGEI sectores Energía, IPPU y Residuos

Mabel Noguera, Especialista INGEI sectores Agricultura, Ganadería y UTCUTS

Aldo Ozuna, Técnico INGEI sectores Agricultura, Ganadería y UTCUTS

Cindy Rojas, Técnica INGEI sectores Energía, IPPU y Residuos

Jazmín Vera, Técnica Marco de Transparencia del Acuerdo de París

Elizabeth Martínez, Técnica del Proyecto

Contacto del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Paraguay

País: Paraguay
Nombre: Abog. Stephanie Petta
Cargo: Jefa del Departamento de Inventario y Reportes
Unidad: Dirección Nacional de Cambio Climático
Organización: Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
Dirección: Avda. Madame Lynch N° 3500 esq. Reservistas de la Guerra del Chaco

Teléfono: (021) 287-9000
Correo: dptoinventarioyreportes.mades@gmail.com
Sitio web: www.mades.gov.py

Listado de autores

Autor principal: MADES 2024

Editor: Mabel Noguera

Capítulo 1: Alejandro Martí

Capítulo 2: Alejandro Martí, Mabel Noguera, Aldo Ozuna, Sergio Oddone, Cindy Rojas

Capítulo 3: Sergio Oddone, Cindy Rojas

Capítulo 4: Sergio Oddone, Cindy Rojas

Capítulo 5: Mabel Noguera, Aldo Ozuna

Capítulo 6: Mabel Noguera, Aldo Ozuna

Capítulo 7: Sergio Oddone, Cindy Rojas

Capítulo 8: Mabel Noguera, Aldo Ozuna, Sergio Oddone, Cindy Rojas

Revisión de textos: Alejandro Martí, Stephanie Petta, Cindy Rojas, Mabel Noguera

Cita

MADES-DNCC/PNUD-FMAM. 2024. Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Paraguay, serie 1990-2019. Proyecto CCNeIBA3. Asunción, Py. 645.

Contenidos

Contenidos	5
Lista de siglas y acrónimos	18
Resumen Ejecutivo	22
RE 1. Introducción	22
1.1. Antecedentes generales sobre los inventarios y el cambio climático	22
1.2. Arreglos institucionales para el inventario del Paraguay	23
1.3. Preparación del inventario y gestión, procesamiento y archivo de la información	26
1.4. Metodologías, métodos y fuentes de la información utilizadas	28
1.5. Análisis de categorías principales	30
1.6. Evaluación general de la incertidumbre	32
1.7. Evaluación general de la exhaustividad	32
RE 2. Tendencia nacional de gases de efecto invernadero	34
2.1. Descripción de las emisiones y absorciones de GEI del 2019	34
2.2. Descripción e interpretación de la tendencia de GEI por sector	39
2.3. Descripción e interpretación de la tendencia por GEI	40
RE 3. Sector Energía (FCR 1)	41
3.1. Panorama general del sector	41
3.2. Actividades de quema de combustibles (FCR 1.A)	44
3.2.1. Comparación entre el método sectorial y el método de referencia	46
3.2.2. Combustibles del transporte internacional	47
3.2.3. Emisiones de CO ₂ de la biomasa usada con fines energéticos	48
3.2.4. Materias primas y uso no energético de los combustibles	50
3.2.5. Industrias de la energía (FCR 1.A.1)	50
3.2.6. Industrias manufactureras y de la construcción (FCR 1.A.2)	51
3.2.7. Transporte (FCR 1.A.3)	52
3.2.8. Otros sectores (FCR 1.A.4)	53
3.2.9. No Especificado (FCR 1.A.5)	54
3.3. Emisiones fugitivas de combustibles (FCR 1.B)	54
3.3.1. Combustibles sólidos (FCR 1.B.1)	55
3.3.2. Petróleo y gas natural (FCR 1.B.2)	55
3.3.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía (FCR 1.B.3)	56
3.4. Transporte y almacenamiento de CO ₂ (FCR 1.C)	56
3.5. Nuevos cálculos y planes de mejora	56
RE 4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (FCR 2)	58
4.1. Panorama general del sector	58
4.2. Industria de los minerales (FCR 2.A)	61
4.3. Industria química (FCR 2.B)	63
4.4. Industria de los metales (FCR 2.C)	64
4.5. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (FCR 2.D)	66
4.6. Industria electrónica (FCR 2.E)	67
4.7. Uso de productos sustitutos de las SAO (FCR 2.F)	67
4.8. Manufactura y utilización de otros productos (FCR 2.G)	69
4.9. Nuevos cálculos y planes de mejora	71

RE 5. Sector Agricultura y Ganadería (FCR 3)	73
5.1. Panorama general del sector	73
5.2. Fermentación entérica	75
5.3. Gestión del estiércol.....	76
5.4. Cultivo del arroz	78
5.5. Suelos agrícolas	79
5.6. Encalado	80
5.7. Aplicación de urea	81
5.8. Nuevos cálculos y planes de mejora	82
RE 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura	84
6.1. Panorama general del sector	84
6.2. Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación utilizados	86
6.3. Métodos utilizados para la representación de las tierras	90
6.4. Tierras Forestales	92
6.5. Tierras de Cultivo	93
6.6. Pastizales	94
6.7. Humedales.....	96
6.8. Asentamientos	97
6.9. Otras tierras.....	98
6.10. Nuevos cálculos y planes de mejora	99
RE 7. Sector Residuos (FCR 5)	101
7.1. Panorama general del sector	101
7.2. Disposición de residuos sólidos (FCR 5.A)	103
7.3. Tratamiento biológico de residuos sólidos (FCR 5.B)	105
7.4. Incineración y quema abierta de residuos (FCR 5.C)	105
7.5. Tratamiento y descarga de aguas residuales (FCR 5.D)	106
7.6. Nuevos cálculos y planes de mejora	108
Anexo RE	111
Anexo RE 1: Resumen de métodos aplicados en el inventario nacional de gases de efecto invernadero de Paraguay, serie 1990-2019.	111
Anexo RE 2: Lista de colaboradores del inventario nacional de gases de efecto invernadero de Paraguay, serie 1990-2019.	114
Anexo RE 3: Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay en formato Parte no incluida en el anexo I de la Convención (kt), año 2019.	118
Capítulo 1. Introducción	120
1.1. Antecedentes generales sobre inventarios y cambio climático	120
1.1.1. Cambio Climático	121
1.1.2. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero	121
1.1.3. Circunstancias nacionales	123
1.2. Arreglos nacionales para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Paraguay ...	125
1.2.1. Arreglos institucionales, legales y procedimentales.....	125
1.2.2. Generalidades de la planificación, preparación y gestión del inventario	128
1.2.3. Garantía de la calidad, control de la calidad, verificación	129
1.3. Preparación del inventario y gestión, procesamiento y archivo de la información	129
1.4. Metodologías, métodos y fuentes de la información utilizadas	133

1.5.	Análisis de categorías principales	138
1.6.	Evaluación general de la incertidumbre	139
1.7.	Evaluación general de la exhaustividad	140
Capítulo 2.	Tendencia nacional de gases de efecto invernadero	144
2.1.	Descripción de las emisiones y absorciones de GEI del 2019	144
2.2.	Descripción e interpretación de la tendencia de GEI por sector.....	148
2.3.	Descripción e interpretación de la tendencia por GEI	149
Capítulo 3.	Sector Energía (FCR 1).....	151
3.1.	Panorama general del sector.....	151
3.1.1.	Descripción del sector.....	151
3.1.2.	Tendencia de los GEI del sector	152
3.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector	157
3.2.	Actividades de quema de combustibles (FCR 1.A)	159
3.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	159
3.2.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	161
3.2.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	162
3.2.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	163
3.2.3.	Comparación entre el método sectorial y el método de referencia	164
3.2.3.1.	Descripción y tendencia del CO ₂ de la comparación entre métodos	164
3.2.3.2.	Aspectos metodológicos específicos del método de referencia	166
3.2.3.2.1.	Datos de actividad específicos del método	166
3.2.3.2.2.	Factores de emisión aplicados en el método	167
3.2.4.	Combustibles del transporte internacional	167
3.2.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI del transporte internacional	167
3.2.4.2.	Aspectos metodológicos específicos del transporte internacional.....	168
3.2.4.2.1.	Datos de actividad específicos del transporte internacional.....	169
3.2.4.2.2.	Factores de emisión aplicados en el transporte internacional	170
3.2.4.3.	Incertidumbre específica del transporte internacional.....	170
3.2.4.4.	Consistencia de la serie temporal del transporte internacional	170
3.2.4.5.	Nuevos cálculos del transporte internacional	171
3.2.4.6.	Plan de mejoramiento específico del transporte internacional.....	171
3.2.5.	Emisiones de CO ₂ de la biomasa usada con fines energéticos	172
3.2.5.1.	Descripción y tendencia del CO ₂ de la biomasa.....	172
3.2.5.2.	Aspectos metodológicos específicos del CO ₂ de la biomasa	173
3.2.5.2.1.	Datos de actividad específicos de la biomasa	173
3.2.5.2.2.	Factores de emisión aplicados para la biomasa	175
3.2.6.	Materias primas y uso no energético de los combustibles	175
3.2.7.	Industrias de la energía (FCR 1.A.1).....	175
3.2.7.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría	175
3.2.7.2.	Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría.....	177
3.2.7.3.	Incertidumbre específica de la subcategoría	180
3.2.7.4.	Consistencia de la serie temporal de la subcategoría	180
3.2.7.5.	Nuevos cálculos de la subcategoría	180

3.2.7.6.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	180
3.2.8.	Industrias manufactureras y de la construcción (FCR 1.A.2)	181
3.2.8.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría	181
3.2.8.2.	Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría	182
3.2.8.3.	Incertidumbre específica de la subcategoría	185
3.2.8.4.	Consistencia de la serie temporal de la subcategoría	186
3.2.8.5.	Nuevos cálculos de la subcategoría	186
3.2.8.6.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	186
3.2.9.	Transporte (FCR 1.A.3)	187
3.2.9.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría	187
3.2.9.2.	Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría	188
3.2.9.3.	Incertidumbre específica de la subcategoría	195
3.2.9.4.	Consistencia de la serie temporal de la subcategoría	195
3.2.9.5.	Nuevos cálculos de la subcategoría	196
3.2.9.6.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	196
3.2.10.	Otros sectores (FCR 1.A.4)	197
3.2.10.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría	197
3.2.10.2.	Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría	198
3.2.10.3.	Incertidumbre específica de la subcategoría	201
3.2.10.4.	Consistencia de la serie temporal de la subcategoría	201
3.2.10.5.	Nuevos cálculos de la subcategoría	201
3.2.10.6.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	202
3.2.11.	No especificado (FCR 1.A.5)	202
3.2.12.	Actividades de GCCV de la categoría Actividades de quema de combustible (1.A)	202
3.2.12.1.	Control de la calidad	202
3.2.12.2.	Garantía de la calidad	204
3.2.12.3.	Verificación	204
3.3.	Emissiones fugitivas de combustibles (FCR 1.B)	204
3.3.1.	Combustibles sólidos (FCR 1.B.1)	204
3.3.2.	Petróleo y gas natural (FCR 1.B.2)	205
3.3.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría	205
3.3.2.2.	Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría	206
3.3.2.2.1.	Datos de actividad específicos de la subcategoría	207
3.3.2.2.2.	Factores de emisión aplicados en la subcategoría	208
3.3.2.3.	Incertidumbre específica de la subcategoría	208
3.3.2.4.	Consistencia de la serie temporal de la subcategoría	209
3.3.2.5.	Nuevos cálculos de la subcategoría	209
3.3.2.6.	Plan de mejoramiento específico de la subcategoría	209
3.3.3.	Otras emisiones provenientes de la producción de energía (FCR 1.B.3)	209
3.3.4.	Actividades de GCCV de la categoría Emisiones fugitivas de combustibles (1.B)	209
3.3.4.1.	Control de la calidad	209
3.3.4.2.	Garantía de la calidad	210
3.3.4.3.	Verificación	211
3.4.	Transporte y almacenamiento de CO ₂ (FCR 1.C)	211
Capítulo 4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (FCR 2)		212
4.1.	Panorama general del sector	212
4.1.1.	Descripción del sector	212

4.1.2.	Tendencia de los GEI del sector	213
4.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector	219
4.2.	Industria de los minerales (FCR 2.A)	220
4.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	220
4.2.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	222
4.2.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	225
4.2.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	229
4.2.3.	Incertidumbre específica de la categoría	231
4.2.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	231
4.2.5.	Actividades de GCCV de la categoría	231
4.2.5.1.	Control de la calidad	231
4.2.5.2.	Garantía de la calidad	233
4.2.5.3.	Verificación	233
4.2.6.	Nuevos cálculos de la categoría	235
4.2.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	236
4.3.	Industria química (FCR 2.B)	236
4.3.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	236
4.3.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	238
4.3.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	239
4.3.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	239
4.3.3.	Incertidumbre específica de la categoría	240
4.3.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	240
4.3.5.	Actividades de GCCV de la categoría	240
4.3.5.1.	Control de la calidad	240
4.3.5.2.	Garantía de la calidad	241
4.3.5.3.	Verificación	241
4.3.6.	Nuevos cálculos de la categoría	242
4.3.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	242
4.4.	Industria de los metales (FCR 2.C)	242
4.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	242
4.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	244
4.4.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	246
4.4.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	248
4.4.3.	Incertidumbre específica de la categoría	248
4.4.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	249
4.4.5.	Actividades de GCCV de la categoría	249
4.4.5.1.	Control de la calidad	249
4.4.5.2.	Garantía de la calidad	250
4.4.5.3.	Verificación	251
4.4.6.	Nuevos cálculos de la categoría	251
4.4.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	251
4.5.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (FCR 2.D)	252
4.5.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	252
4.5.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	253
4.5.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	254
4.5.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	255
4.5.3.	Incertidumbre específica de la categoría	256
4.5.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	256
4.5.5.	Actividades de GCCV de la categoría	256

4.5.5.1.	Control de la calidad	256
4.5.5.2.	Garantía de la calidad	258
4.5.5.3.	Verificación	258
4.5.6.	Nuevos cálculos de la categoría	258
4.5.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	258
4.6.	Industria electrónica (FCR 2.E).....	259
4.7.	Uso de productos sustitutos de las SAO (FCR 2.F).....	259
4.7.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	259
4.7.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	260
4.7.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	261
4.7.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	264
4.7.3.	Incertidumbre específica de la categoría	265
4.7.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	265
4.7.5.	Actividades de GCCV de la categoría	265
4.7.5.1.	Control de la calidad	265
4.7.5.2.	Garantía de la calidad	267
4.7.5.3.	Verificación	267
4.7.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	267
4.7.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	268
4.8.	Manufactura y utilización de otros productos (FCR 2.G).....	268
4.8.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	268
4.8.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	269
4.8.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	270
4.8.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	271
4.8.3.	Incertidumbre específica de la categoría	271
4.8.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	272
4.8.5.	Actividades de GCCV de la categoría	272
4.8.5.1.	Control de la calidad	272
4.8.5.2.	Garantía de la calidad	273
4.8.5.3.	Verificación	273
4.8.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	273
4.8.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	274
4.9.	Otros (FCR 2.H).....	274
Capítulo 5. Sector Agricultura (FCR 3)		275
5.1.	Panorama general del sector.....	275
5.1.1.	Descripción del sector.....	275
5.1.2.	Tendencia de los GEI del sector	276
5.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector	281
5.2.	Fermentación entérica (FCR 3.A)	282
5.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	282
5.2.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	283
5.2.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	285
5.2.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	288
5.2.3.	Incertidumbre específica de la categoría	292
5.2.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	293
5.2.5.	Actividades de GCCV de la categoría	293

5.2.5.1.	Control de la calidad	293
5.2.5.2.	Garantía de la calidad	294
5.2.5.3.	Verificación	294
5.2.6.	Nuevos cálculos de la categoría	294
5.2.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	295
5.3.	Gestión del estiércol (FCR 3.B).....	296
5.3.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	296
5.3.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	298
5.3.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	302
5.3.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	304
5.3.3.	Incertidumbre específica de la categoría	312
5.3.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	312
5.3.5.	Actividades de GCCV de la categoría	313
5.3.5.1.	Control de la calidad	313
5.3.5.2.	Garantía de la calidad	313
5.3.5.3.	Verificación	314
5.3.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	314
5.3.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	314
5.4.	Cultivo del arroz (FCR 3.C)	315
5.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	315
5.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	316
5.4.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	317
5.4.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	318
5.4.3.	Incertidumbre específica de la categoría	319
5.4.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	319
5.4.5.	Actividades de GCCV de la categoría	319
5.4.5.1.	Control de la calidad	319
5.4.5.2.	Garantía de la calidad	320
5.4.5.3.	Verificación	320
5.4.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	320
5.4.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	321
5.5.	Suelos agrícolas (FCR 3.D).....	321
5.5.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	321
5.5.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	322
5.5.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	325
5.5.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	326
5.5.3.	Incertidumbre específica de la categoría	326
5.5.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	327
5.5.5.	Actividades de GCCV de la categoría	327
5.5.5.1.	Control de la calidad	327
5.5.5.2.	Garantía de la calidad	328
5.5.5.3.	Verificación	328
5.5.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	328
5.5.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	329
5.6.	Quema prescrita de sabanas (FCR 3.E).....	329
5.7.	Quema de residuos agrícola en el campo (FCR 3.F).....	329
5.8.	Encalado (FCR 3.G)	329

5.8.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	329
5.8.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	330
5.8.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría.....	331
5.8.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría.....	332
5.8.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	332
5.8.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	332
5.8.5.	Actividades de GCCV de la categoría.....	333
5.8.5.1.	Control de la calidad.....	333
5.8.5.2.	Garantía de la calidad.....	333
5.8.5.3.	Verificación.....	334
5.8.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	334
5.8.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	334
5.9.	Aplicación de urea (FCR 3.H).....	334
5.9.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	334
5.9.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	335
5.9.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría.....	336
5.9.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría.....	337
5.9.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	337
5.9.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	337
5.9.5.	Actividades de GCCV de la categoría.....	338
5.9.5.1.	Control de la calidad.....	338
5.9.5.2.	Garantía de la calidad.....	338
5.9.5.3.	Verificación.....	339
5.9.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	339
5.9.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	339
5.10.	Otros fertilizantes que contienen carbono (FCR 3.I).....	339
Capítulo 6.	Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura - UTCUTS (FCR 4)	340
6.1.	Panorama general del sector.....	340
6.1.1.	Descripción del sector.....	340
6.1.2.	Tendencia de los GEI del sector.....	341
6.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector.....	345
6.2.	Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación.....	350
6.2.1.	Categorías de uso de la tierra.....	354
6.3.	Métodos utilizados para la representación de las tierras.....	355
6.3.1.	Matriz de Uso y Cambio de Uso de la Tierra.....	358
6.4.	Tierras forestales (FCR 4.A).....	359
6.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	359
6.4.1.1.	Tierras forestales que permanecen como tales (FCR 4.A.1).....	361
6.4.1.2.	Tierras convertidas en tierras forestales (FCR 4.A.2).....	363
6.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	365
6.4.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría.....	366
6.4.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría.....	369
6.4.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	369
6.4.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	369
6.4.5.	Actividades de GCCV de la categoría.....	370

6.4.5.1.	Control de calidad.....	370
6.4.5.2.	Garantía de calidad.....	370
6.4.5.3.	Verificación	370
6.4.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	371
6.4.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	371
6.5.	Tierras de cultivo (FCR 4.B).....	372
6.5.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	372
1.7.1.1.1.	Tierra de cultivo que permanecen como tales (FCR 4.B.1)	373
1.7.1.1.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo (FCR 4.B.2).....	376
6.5.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	378
6.5.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	380
6.5.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	384
6.5.3.	Incertidumbre específica de la categoría	384
6.5.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	384
6.5.5.	Actividades de GCCV de la categoría	384
6.5.5.1.	Control de calidad.....	385
6.5.5.2.	Garantía de calidad.....	385
6.5.5.3.	Verificación	385
6.5.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	386
6.5.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	386
6.6.	Pastizales (FCR 4.C).....	387
6.6.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	387
6.6.1.1.1.	Pastizales que permanecen como tales (FCR 4.C.1)	389
6.6.1.1.2.	Tierras forestales convertidas en pastizales (FCR 4.C.2)	390
6.6.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	392
6.6.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	394
6.6.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	397
6.6.3.	Incertidumbre específica de la categoría	397
6.6.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	398
6.6.5.	Actividades de GCCV de la categoría	398
6.6.5.1.	Control de calidad.....	398
6.6.5.2.	Garantía de calidad.....	398
6.6.5.3.	Verificación	399
6.6.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	399
6.6.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	399
6.7.	Humedales (FCR 4.D).....	400
6.7.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	400
6.7.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	401
6.7.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría	402
6.7.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría	403
6.7.3.	Incertidumbre específica de la categoría	404
6.7.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	404
6.7.5.	Actividades de GCCV de la categoría	404
6.7.5.1.	Control de calidad.....	404
6.7.5.2.	Garantía de calidad.....	404
6.7.5.3.	Verificación	405
6.7.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	405
6.7.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	405
6.8.	Asentamientos (FCR 4.E)	406

6.8.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	406
6.8.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	407
6.8.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría.....	407
6.8.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría.....	408
6.8.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	409
6.8.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	409
6.8.5.	Actividades de GCCV de la categoría.....	409
6.8.5.1.	Control de calidad.....	409
6.8.5.2.	Garantía de calidad.....	409
6.8.5.3.	Verificación.....	410
6.8.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	410
6.8.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	410
6.9.	Otras tierras (FCR 4.F).....	411
6.9.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	411
6.9.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	412
6.9.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría.....	412
6.9.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría.....	413
6.9.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	414
6.9.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	414
6.9.5.	Actividades de GCCV de la categoría.....	414
6.9.5.1.	Control de calidad.....	414
6.9.5.2.	Garantía de calidad.....	414
6.9.5.3.	Verificación.....	415
6.9.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	415
6.9.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	415
6.10.	Productos de madera recolectada (FCR 4.G).....	416
Capítulo 7.	Sector Residuos (FCR 5).....	417
7.1.	Panorama general del sector.....	417
7.1.1.	Descripción del sector.....	417
7.1.2.	Tendencia de los GEI del sector.....	418
7.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector.....	422
7.2.	Disposición de residuos sólidos (FCR 5.A).....	423
7.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	423
7.2.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	424
7.2.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría.....	427
7.2.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría.....	432
7.2.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	432
7.2.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	433
7.2.5.	Actividades de GCCV de la categoría.....	433
7.2.5.1.	Control de la calidad.....	433
7.2.5.2.	Garantía de la calidad.....	434
7.2.5.3.	Verificación.....	434
7.2.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	434
7.2.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	435
7.3.	Tratamiento biológico de residuos sólidos (FCR 5.B).....	435
7.4.	Incineración y quema abierta de residuos (FCR 5.C).....	435

7.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	436
7.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	437
7.4.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría.....	440
7.4.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría.....	444
7.4.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	445
7.4.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	446
7.4.5.	Actividades de GCCV de la categoría.....	446
7.4.5.1.	Control de la calidad.....	446
7.4.5.2.	Garantía de la calidad.....	447
7.4.5.3.	Verificación.....	447
7.4.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	447
7.4.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	448
7.5.	Tratamiento y descarga de aguas residuales (FCR 5.D).....	448
7.5.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	448
7.5.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	450
7.5.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría.....	452
7.5.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría.....	457
7.5.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	458
7.5.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	458
7.5.5.	Actividades de GCCV de la categoría.....	459
7.5.5.1.	Control de la calidad.....	459
7.5.5.2.	Garantía de la calidad.....	460
7.5.5.3.	Verificación.....	460
7.5.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	460
7.5.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	460
7.6.	Otros (FCR 5.E).....	461
Capítulo 8.	Nuevos cálculos y mejoras.....	462
8.1.	Sector Energía.....	463
8.2.	Sector Procesos Industriales y Uso de Productos.....	465
8.3.	Sector Agricultura y Ganadería.....	467
8.4.	Sector Uso de la Tierra Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (FCR 4).....	469
8.5.	Sector Residuos.....	470
Anexos.....	473
Anexo 1: Categorías principales.....	473
Anexo 1.1. Evaluación de nivel de clasificación 1 de las categorías principales para el año 2019.	473
Anexo 2: Evaluación de la incertidumbre.....	475
Anexo 3. Descripción detallada de las metodologías.....	484
Anexo 3.1. Sector Energía.....	484

<i>Anexo 3.1.1. Sector Energía: datos de actividad utilizados</i>	484
<i>Anexo 3.1.2. Sector Energía: factores de emisión utilizados</i>	491
<i>Anexo 3.1.3. Sector Energía: Comparación de emisiones de CO₂ con método sectorial y de referencia (kt CO₂)</i>	494
<i>Anexo 3.2. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos</i>	495
<i>Anexo 3.2.1. Sector IPPU: datos de actividad utilizados</i>	495
<i>Anexo 3.2.2. Sector IPPU: factores de emisión utilizados</i>	501
<i>Anexo 3.3. Sector Agricultura y Ganadería</i>	504
<i>Anexo 3.3.1. Sector Agricultura y Ganadería: datos de actividad utilizados</i>	504
<i>Anexo 3.3.1.1. Sector Agricultura y Ganadería: cálculo de la cantidad anual de N de las distintas fuentes (kg N año⁻¹)</i>	509
<i>Anexo 3.3.2. Sector Agricultura y Ganadería: factores de emisión utilizados</i>	519
<i>Anexo 3.3.2.1. Sector Agricultura y Ganadería: ecuaciones utilizadas para la generación de factores de emisión país específicos de la categoría fermentación entérica.</i>	539
<i>Anexo 3.4. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura - UTCUTS</i>	542
<i>Anexo 3.4.1. Sector UTCUTS: datos de actividad utilizados</i>	542
<i>Anexo 3.4.2. Sector UTCUTS: factores de emisión utilizados</i>	545
<i>Anexo 3.4.3. Sector UTCUTS: matrices de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra</i>	552
<i>Anexo 3.5. Sector Residuos</i>	554
<i>Anexo 3.5.1. Sector Residuos: datos de actividad utilizados</i>	554
<i>Anexo 3.5.2. Sector Residuos: factores de emisión utilizados</i>	563
<i>Anexo 4. Balance nacional de energía del año 2019</i>	567
<i>Anexo 5. Cualquier otra información relevante</i>	569
<i>Anexo 5.1. Llenado de vacíos de información</i>	569
<i>Anexo 5.2. Dictámenes de expertos</i>	571
<i>Anexo 5.2.1. Sector Agricultura y ganadería: dictamen de expertos sobre actividades ganaderas en el Paraguay</i>	571
<i>Anexo 5.2.2. Sector UTCUTS: dictamen de expertos sobre pastizales.</i>	576
<i>Anexo 5.3. Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt), año 1990.</i>	577

<i>Anexo 5.4. Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt), año 2019</i>	<i>584</i>
<i>Anexo 5.5 Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.....</i>	<i>592</i>
<i>Anexo 5.6. Emisiones y absorciones de CO₂ de Paraguay (kt CO₂), serie 1990-2019</i>	<i>597</i>
<i>Anexo 5.7. Emisiones y absorciones de CH₄ de Paraguay (kt CH₄), serie 1990-2019.....</i>	<i>600</i>
<i>Anexo 5.8. Emisiones y absorciones de CH₄ fósil de Paraguay (kt CH₄ fósil), serie 1990-2019.....</i>	<i>603</i>
<i>Anexo 5.9. Emisiones y absorciones de N₂O de Paraguay (kt N₂O), serie 1990-2019</i>	<i>605</i>
<i>Anexo 5.10. Emisiones de HFC de Paraguay (kt HFC), serie 1990-2019</i>	<i>608</i>
<i>Anexo 5.11. Emisiones de SF₆ de Paraguay (kt SF₆), serie 1990-2019.....</i>	<i>611</i>
<i>Anexo 5.12. Emisiones de gases precursores de GEI de Paraguay (kt), serie 1990-2019</i>	<i>614</i>
<i>Anexo 5.13 Planillas de control de la calidad</i>	<i>622</i>
<i>Anexo 5.13.1 Lista de verificación de actividades generales de control de calidad (Nivel 1).....</i>	<i>622</i>
<i>Anexo 5.13.2 Procedimientos de calidad de categoría específica (Nivel 2)</i>	<i>625</i>
<i>Anexo 5.14 Verificación de estimaciones</i>	<i>627</i>
<i>Anexo 5.14.1. Sector Agricultura y Ganadería: verificación fermentación entérica</i>	<i>627</i>
<i>Anexo 5.14.2. Sector Agricultura y Ganadería: verificación gestión del estiércol</i>	<i>627</i>
<i>Anexo 5.14.3. Sector Agricultura y Ganadería: verificación cultivo de arroz.....</i>	<i>628</i>
<i>Anexo 5.14.4. Sector Agricultura y Ganadería: verificación suelos agrícolas</i>	<i>628</i>
<i>Anexo 5.14.5. Sector Agricultura y Ganadería: tabla de verificación de estimaciones</i>	<i>629</i>
<i>Anexo 15. Estimación de emisiones del INGEI 1990-2019 con PTG del AR5.</i>	<i>630</i>
<i>Anexo 16. Comparaciones entre emisiones del INGEI anterior (1990-2017) e INGEI actual (1990-2019) del sector Agricultura y Ganadería con PCG del AR5.....</i>	<i>634</i>
<i>Anexo 17. Resultados obtenidos en el INGEI (1990-2019) en masas de GEI (kt de GAS año-1) del sector Agricultura y Ganadería.....</i>	<i>642</i>
Referencias	643

Lista de siglas y acrónimos

μ	Densidad
ACEPAR S.A.	Aceros del Paraguay Sociedad Anónima
ACP	Análisis de categoría principal
AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (por sus siglas en inglés)
AIE	Agencia Internacional de la Energía
AMA	Área Metropolitana de Asunción
AMUAM	Asociación de Municipalidades del Área Metropolitana
ANDE	Administración Nacional de Electricidad
AR2	Segundo Informe de Evaluación del IPCC (por sus siglas en inglés)
AR5	Quinto Informe de Evaluación del IPCC (por sus siglas en inglés)
BCP	Banco Central del Paraguay
BEN	Balance Energético Nacional
BFI	Hierro de alto horno (por sus siglas en inglés)
BNEU	Balance Nacional de Energía Útil
BOF	Horno básico de oxígeno (por sus siglas en inglés)
C	Carbono
CaO	Óxido de calcio
CC	Contenido de Carbono
CCN	Cuarta Comunicación Nacional
CDE	Ciudad del Este
CH ₄	Metano
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNCC	Comisión Nacional de Cambio Climático
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
COD	Carbono Organico Degradable
Cootrapar	Cooperativa de Trabajadores de Acepar
Cosipar	Consorcio Siderúrgico Paraguayo
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano
D	Por Defecto
DA	Dato de Actividad
DAPSAN	Dirección de Agua Potable y Saneamiento
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DGA	Dirección General del Aire
DIGESA	Dirección de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Asunción
DGMM	Dirección General de Marina Mercante
DINAC	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil
DNA	Dirección Nacional de Aduanas
DNCC	Dirección Nacional de Cambio Climático
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DRI	Hierro de reducción directa
EAF	Horno de arco eléctrico (por sus siglas en inglés)
EBY	Entidad Binacional Yasyretá
EEA	European Environment Agency
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
ERSSAN	Ente Regulador de Servicios Sanitarios

ESSAP	Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay
eq	Equivalente
EvIA	Evaluación de Impacto Ambiental
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés)
FAOSTAT	Base de Datos Estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés)
FCR	Formato Común de Reporte
FCS	Método de Especificación Totalmente Condicional
FDP	Función de Densidad de Probabilidad
FE	Factor de Emisión
FOC	Fracción de Carbono que se Oxida (por sus siglas en inglés)
FOD	Descomposición de Primer Orden (por sus siglas en inglés)
GCCV	Garantía y Control de la Calidad y Verificación
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GISA	Gestión Integral de Servicios Ambientales Sociedad Anónima
Gg	Gigagramo
GHGMI	Greenhouse Gas Management Institute
GJ	Gigajulios
GLP	Gas Licuado de Petróleo
has	Hectáreas
HFC	Hidrofluorocarbono
IB	Itaipu Binacional
IBA	Informe Bienal de Actualización
ICA	Consulta y análisis internacional (por sus siglas en inglés)
IE	Incluida en otro lugar
IFN	Inventario Forestal Nacional
IIN	Informe de Inventario Nacional
IM	Imputación Múltiple
INE	Instituto Nacional de Estadística
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
IPPU	Procesos Industriales y Uso de Productos (por sus siglas en inglés)
ISGEI	Informe sectorial de gases de efecto invernadero
kg	Kilogramo
km	Kilómetros
kt	kilotonelada
Ktep	kilotonelada equivalente de petróleo
lt	Litro
M	Masa
m ³	Metro Cúbico
MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
MCMC	Monte Carlo con Cadenas de Márkov
MIC	Ministerio de Industria y Comercio
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
MSPyBS	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social
MFS	Mesa de Finanzas Sostenibles

N	Nitrógeno
N ₂ O	Óxido Nitroso
NA	No aplicable
Na ₂ CO ₃	Ceniza de sosa o carbonato de sodio
NDC	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (por sus siglas en inglés)
NE	No estimado
NF ₃	Trifluoruro de Nitrógeno
NO	No ocurre
NO _x	Óxidos de Nitrógeno
OHF	Horno de solera (por sus siglas en inglés)
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PCG	Potencial de Calentamiento Global (GWP por sus siglas en inglés)
PCN	Primera comunicación nacional
PETROPAR	Petróleos Paraguayos
PFC	Perfluorocarbono
pH	potencial de hidrógeno
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
R-23	Trifluorometano (CHF ₃)
R-32	Difluorometano (CH ₂ F ₂)
R-125	Pentafluoretano (CHF ₂ -CF ₃)
R-134a	1,1,1,2-Tetrafluoretano (CH ₂ F-CF ₃)
R-143a	1,1,1-Trifluoroetano (C ₂ H ₃ F ₃)
R-152a	1,1-Difluoroethane (C ₂ H ₄ F ₂)
R-236fa	1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropane (C ₃ H ₂ F ₆)
RedINGEI	Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero
REDD+	Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación de los bosques
RMV	Reemplazo de Valores Perdidos (por sus siglas en inglés)
RS	Residuos Sólidos
RSM	Residuos sólidos municipales
s/d	Sin datos
SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono
SCN	Segunda comunicación nacional
SDRS	Sitios de Disposición de Residuos Solidos
SENASA	Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental
SF ₆	Hexafluoruro de Azufre
SIAM	Sistema de Información Ambiental
SIEN	Sistema de Información Energética Nacional
SIG	Sistema de Información Geográfica
SOFIA	Sistema de Ordenamiento Fiscal del Impuesto en Aduanas
SO _x	Óxidos de Azufre
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
STP	Secretaría Técnica de Planificación
t	tonelada
T1	Nivel 1
TCN	Tercera comunicación nacional

TJ	Terajulio
UNA	Universidad Nacional de Asunción
USGS	Servicio Geológico de Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
UTCUTS	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
V	Volumen
VCN	Valor Calórico Neto
VMME	Viceministerio de Minas y Energía
VMT	Viceministerio de Transporte
WSA	World Steel Association
WWF	World Wildlife Fund

Resumen Ejecutivo

En el presente apartado, se expondrán los resultados del inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) de la serie temporal 1990-2019, cuyo objetivo principal representa el compromiso del país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC o UNFCCC, por sus siglas en inglés), de reportar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) identificados por sectores, con un análisis para el año 2019. El INGEI de Paraguay abarca todo el territorio nacional e incluye las emisiones y absorciones de GEI de origen antropógeno no controlados por el Protocolo de Montreal, y las emisiones de gases precursores en una serie temporal anualizada que va desde 1990 a 2019.

RE 1. Introducción

1.1. Antecedentes generales sobre los inventarios y el cambio climático

La mayoría de los principales GEI se producen de manera natural, sin embargo, el aumento de su concentración en la atmósfera durante los últimos años se debió a las actividades humanas; el IPCC está hoy seguro con un 95% de certeza de que la actividad humana es actualmente la causa principal del calentamiento global¹.

En Paraguay, el INGEI, contempla la estimación de los niveles de emisiones y absorciones de GEI durante el período de tiempo específico de 1990-2019, atribuidas a actividades antropogénicas que se encuentran agrupadas en cinco sectores: Energía; Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU, por sus siglas en inglés); Agricultura y ganadería; Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS); y Residuos.

El INGEI consiste en un listado numérico exhaustivo de la contabilización de cada uno de los GEI antropógenos liberados o absorbidos desde la atmósfera en un área y en un período específico, generalmente correspondiente a un año calendario. Los inventarios tienen por objetivo determinar la magnitud de las emisiones y absorciones de GEI nacionales que son atribuibles directamente a la actividad humana, así como la contribución específica del país al fenómeno del cambio climático. La importancia de este instrumento radica en la generación de información técnica-científica para identificar las acciones climáticas concretas que un país debe adoptar para mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático de acuerdo a su circunstancia nacional.

Los GEI incluidos en el inventario del Paraguay son:

- Dióxido de carbono (CO₂),
- Metano (CH₄),
- Metano Fósil (CH₄ Fósil)
- Óxido nitroso (N₂O),
- Hidrofluorocarbonos (HFC),

¹ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

- Hexafluoruro de azufre (SF₆).

Es importante tener en consideración que, según las *Directrices del IPCC de 2006* las actividades que generan emisiones y absorciones de GEI se agrupan en cuatro sectores (Energía, IPPU, AFOLU y Residuos). A efectos de este informe y teniendo en cuenta las circunstancias nacionales, los sectores son reportados considerando el sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU por sus siglas en inglés), como dos sectores por separado, los cuales son Agricultura (Agricultura y ganadería para Paraguay) y Usos de la Tierra, Cambios de Usos de La Tierra y Silvicultura (UTCUTS).

Figura RE 1.1. Sectores incluidos en el INGEI de Paraguay.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES

1.2. Arreglos institucionales para el inventario del Paraguay

La Constitución Nacional del Paraguay (1992), establece como objetivos prioritarios de interés social la preservación, la conservación, la recomposición y el mejoramiento del ambiente, así como su conciliación con el desarrollo humano integral. Estos propósitos orientarán la legislación y la política gubernamental pertinente.

La consolidación de la institucionalidad ambiental paraguaya se dio con la creación de la Secretaría del Ambiente (SEAM), hoy Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), según Ley N° 6.123/18 "Qué eleva al rango de Ministerio a la Secretaría del Ambiente y pasa a denominarse Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible", siendo esta la autoridad nacional encargada de temas ambientales, donde por Ley N° 1.561/00 "Por la cual se crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente y la Secretaría del Ambiente", establecida en su Artículo 11.- "La SEAM tiene por objetivo la formulación, coordinación, ejecución y fiscalización de la política ambiental nacional". Asimismo, en el Artículo 14 inciso g), de la Ley mencionada, adquiere carácter de Autoridad de Aplicación y se constituye como autoridad de aplicación de la Ley N°

251/93 del “Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)” siendo la institución nacional encargada de liderar la elaboración del INGEI para su posterior reporte.

La Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC) es creada por el Artículo 12 de la Ley N° 5.875/17 “Nacional de Cambio Climático” y esta es la dependencia dentro del MADES, que según lo establecido en la mencionada Ley, en su Artículo 12, inciso e), tiene entre sus funciones coordinar la elaboración de las comunicaciones nacionales, contribuciones nacionalmente determinadas, los planes nacionales de mitigación y adaptación como también los informes bienales de actualización, entre otros, a ser reportados a la Secretaría de la CMNUCC.

La DNCC cuenta con tres Departamentos: Mitigación, Adaptación y Vulnerabilidad, e Inventario y Reportes, conformados por Resolución Ministerial N° 1.178/14 “Por la cual se integra a la oficina nacional de cambio climático en el organigrama de la Secretaría del Ambiente de conformidad a las disposiciones de la Ley N° 251/93 “Que aprueba el Convenio Marco sobre Cambio Climático adoptado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo, Cumbre de la Tierra, celebrado en Río de Janeiro Brasil” y el Decreto N° 14.943 “Por el cual se implementa el Programa Nacional de Cambio Climático”. El Departamento de Inventario y Reportes es el encargado de coordinar la elaboración del INGEI, el mismo cuenta con un jefe encargado de coordinar las actividades para dicho proceso, cuenta además con un equipo técnico conformado por consultores contratados para la elaboración del INGEI.

En ese orden, también por la Ley N° 5.875/17, se crea la Comisión Nacional de Cambio Climático como órgano colegiado de carácter interinstitucional e instancia deliberativa y consultiva de la Política Nacional de Cambio Climático y la Dirección Nacional de Cambio Climático como instancia ejecutiva de la Política Nacional de Cambio Climático.

Además, de la Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC), la cual estaba compuesta inicialmente, según la Ley N° 5.875/17, en su Artículo 9, por 26 instituciones públicas, privadas, y actualmente está conformada por 37 instituciones miembros; se destaca la Resolución MADES N° 04/18 “Por la cual se conforman las mesas interinstitucionales para la elaboración de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de los sectores AFOLU, IPPU y Residuos”.

De manera a cumplir con los compromisos internacionales asumidos por el gobierno de Paraguay, así como coadyuvar en la formulación de políticas públicas en materia de cambio climático, estas mesas surgen como arreglos interinstitucionales para la elaboración del INGEI, con el objeto de priorizar las acciones orientadas a la recopilación, evaluación y sistematización de información referida a la emisión y remoción de GEI, requiriendo el involucramiento de los sectores del gobierno nacional relacionados a las actividades, obras e instalaciones susceptibles de generar GEI.

La conformación de las mesas interinstitucionales para la elaboración del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero constituye una herramienta valiosa para alcanzar los objetivos trazados en las leyes vigentes en materia ambiental, y para apoyar la elaboración y actualización de los

reportes nacionales mediante la articulación de acciones de los organismos públicos y privados involucrados. Las mesas interinstitucionales se constituyen, además, en un valioso instrumento para el mejoramiento de la calidad de los datos primarios que sustentan los cálculos del inventario y disminuir la incertidumbre en los resultados finales.

Las funciones de las mesas interinstitucionales son: proveer información y datos de actividad para la elaboración de INGEI, así como asistir a las mesas de trabajo y capacitación, que fueren convocados; promover y adoptar mecanismos para la generación, recopilación y sistematización de informaciones vinculadas a GEI; y cooperar con las actividades de organización de las mesas y transmitir a sus instituciones acuerdos, recomendaciones y resultados alcanzados por las mesas interinstitucionales.

En la Tabla RE 1.1 se presenta el listado de actores por mesa interinstitucional.

Tabla RE 1.1. Instituciones y Organizaciones que colaboraron en las mesas interinstitucionales.

MESA INTERINSTITUCIONAL SECTOR ENERGÍA
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) - Viceministerio de Minas y Energía (VMME)
Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC)
Universidad Nacional de Asunción (UNA) - Facultad Politécnica - Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos (GISE)
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) - Viceministerio de Transporte (VMT)
Ministerio de Industria y Comercio (MIC)
Petróleos Paraguayos (PETROPAR)
Administración Nacional de Electricidad (ANDE)
Itaipu Binacional (IB)
Ministerio de Defensa Nacional (MDN)
Dirección General de Marina Mercante (DGMM)
Prefectura General Naval (PGN)
MESA INTERINSTITUCIONAL SECTOR IPPU
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) - Dirección General del Aire (DGA) - Departamento de Ozono
Industria Nacional del Cemento (INC)
Dirección Nacional de Aduanas (DNA)
Administración Nacional de Electricidad (ANDE)
Entidad Binacional Yacyretá (EBY)
Instituto Nacional de Estadística (INE)
Ministerio de Industria y Comercio (MIC)
Industrias privadas (cementera, calera, de vidrio y química)
MESA INTERINSTITUCIONAL SECTOR RESIDUOS
Instituto Nacional de Estadística (INE)
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) - Dirección de Agua Potable y Saneamiento (DAPSAN)
Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ERSSAN)
Municipalidad de Asunción - Dirección General de Gestión Ambiental
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) - Dirección de Control de la Calidad Ambiental (DCCA)

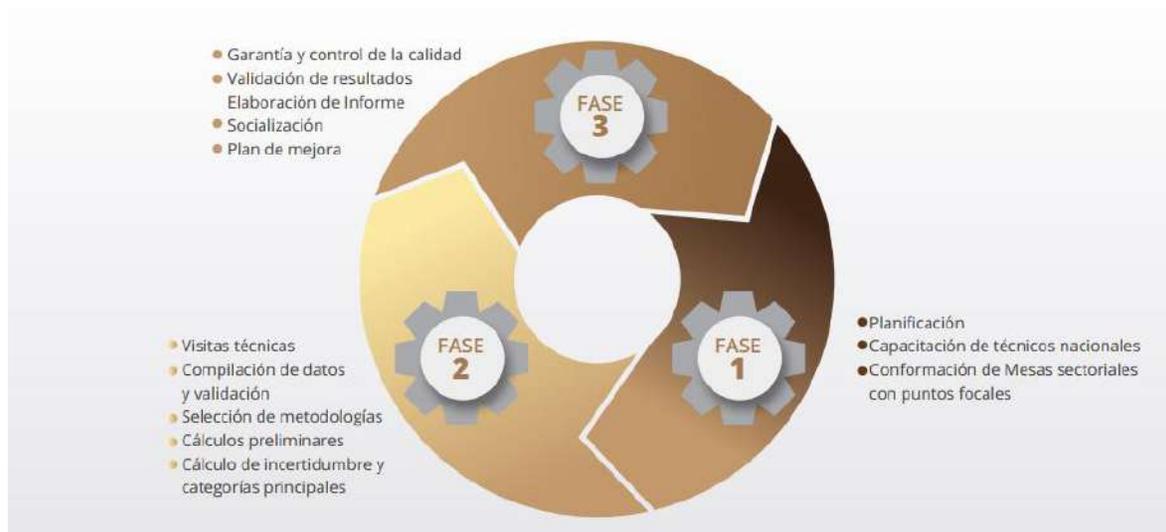
Empresa privada de gestión de residuos
MESA INTERINSTITUCIONAL SECTOR AFOLU
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) - Dirección de Geomática
Institución Forestal Nacional (INFONA)
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) - Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad
Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV)
Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semilla (SENAVE)
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA)
Asociación Rural del Paraguay (ARP)
Vice Ministerio de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (VMME-MOPC)
Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA)
Dirección de Servicios Ambientales (MADES)
Federación Paraguaya para siembra directa para una agricultura sustentable (FEPASIDIAS)
Solidaridad Network Paraguay
Federación de cooperativas de producción (FECOPROD)
Guyra Paraguay
WWF
Mesa paraguaya de carne sostenible (MPCS)
Unión de Gremios de Producción (UGP)
Cámara paraguaya de industriales lácteos (CAPAINLAC)
Asociación de productores de leche y criadores de razas lecheras (APROLE)
Asociación de avicultores de Paraguay (AVIPAR)
Dirección Nacional de Aduanas (DNA)
Cámara paraguaya de exportadores y comercializadores de cereales y oleaginosas (CAPECO)
Paraguay agricultural corporation (PAYCO)
Universidad Católica " Nuestra Señora de la Asunción" (UC)

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

1.3. Preparación del inventario y gestión, procesamiento y archivo de la información

La elaboración del INGEI es considerado un proceso cíclico, con un enfoque de mejora continua. El proceso de preparación del INGEI conllevó una serie de actividades vinculadas entre sí. En la Figura 2.2 se presentan las principales actividades realizadas agrupadas por fases.

Figura RE 1.2. Proceso y etapas de elaboración del INGEI.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

La Fase I, corresponde a la etapa inicial en donde se realizó la planificación de trabajo y conformación de las mesas. Además, se procedió a la identificación de actores clave en la generación de datos de actividad, según categorías y subcategorías. Asimismo, se ha realizado una revisión de los informes sectoriales presentados en inventarios anteriores, los cuales constituyen una base de datos importante en cuanto a contactos, datos utilizados entre otras informaciones relevantes que pueden colaborar para mejorar el proceso.

La Fase II comprendió las actividades de compilación de datos, llenado de vacíos con métodos estadísticos, validación, selección de metodología y cálculos preliminares. Se han realizado reuniones de trabajo con los puntos focales designados por las instituciones generadoras de datos en el marco de las mesas interinstitucionales sectoriales (Energía, IPPU, Agricultura y ganadería, UTCUTS, y Residuos). En el Anexo RE 2 se presenta un listado de colaboradores y participantes de las mesas sectoriales.

Finalizada la etapa de recolección de datos de actividad y habiendo identificado los factores de emisión, se realizaron los cálculos de emisiones y absorciones según las metodologías establecidas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio climático (IPCC por sus siglas en inglés). Durante este proceso se realizaron consultas para la aclaración de dudas, vacíos o interpretaciones en base a los datos obtenidos.

Una vez concluido el informe del inventario nacional y sus cálculos correspondientes, el mismo pasó por un proceso de revisión de garantía de calidad (GC), realizado por un equipo de revisores expertos internacionales, quienes no formaron parte del equipo de la elaboración del informe. Teniendo en cuenta las recomendaciones y hallazgos se concluyó con el informe el cual fue socializado y validado con los actores claves. Todas aquellas recomendaciones que no pudieron ser realizadas debido a limitaciones en tiempo, recursos y datos disponibles fueron plasmadas en el

plan de mejora a ser tenidas en cuenta en el siguiente ciclo de inventario. Estas actividades corresponden a la Fase III.

El plan de mejora implica una decisión estratégica sobre cuáles son los cambios que deben incorporarse a los diferentes procesos de construcción y/o relevamiento de los datos de actividad y otras informaciones concernientes al cálculo del INGEI.

Con el objetivo de lograr la sostenibilidad de los datos recolectados, la DNCC, estableció un sistema de archivo con el fin de almacenar toda la documentación utilizada y los resultados obtenidos en el proceso de elaboración del INGEI. Este sistema de archivo permite un desarrollo transparente y sostenible, facilitando la elaboración de futuros inventarios. Las documentaciones generadas por el equipo técnico se encuentran almacenadas en un esquema de carpetas organizadas a nivel de sectores (Energía, IPPU, Agricultura y Ganadería, UTCUTS y Residuos) y una carpeta nacional (compilación del INGEI) desde un nivel 0 hasta un nivel 3, en la cual son distribuidas las documentaciones según corresponda. Posteriormente, son entregadas a la DNCC para su respectivo almacenamiento, control, verificación, comunicación y difusión.

1.4. Metodologías, métodos y fuentes de la información utilizadas

Paraguay ha puesto esfuerzos en fortalecer las capacidades de los técnicos nacionales en el uso de las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*². Por ello, ha sido posible realizar los cálculos del INGEI en la serie temporal 1990-2019 utilizando dichas directrices metodológicas, así como también su *Refinamiento de 2019* en los sectores de Agricultura y ganadería, y UTCUTS. Además, para los sectores Energía, IPPU y Residuos, se ha utilizado el Software del IPCC (versión 2.691), y hojas de trabajo en Excel para los sectores de Agricultura y Ganadería, UTCUTS, y gases precursores de los sectores Energía, IPPU y Residuos. Del mismo modo, se utilizaron estas directrices para la elaboración del análisis de categorías principales, evaluación de la incertidumbre, evaluación de la exhaustividad y recálculos. Se anexa el listado de fuentes de datos de actividad y factores de emisión utilizados.

Los factores de emisión de GEI por defecto provienen de las *Directrices del IPCC de 2006* y para ciertas categorías de los sectores Agricultura y Ganadería, y UTCUTS del *Refinamiento de 2019*, mientras que los factores de emisión de gases precursores provienen de la *Guía de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos de EMEP/EEA 2019: Orientación técnica para preparar inventarios nacionales de emisiones*³.

En general, la estimación de emisión de GEI se basa en la ecuación presentada en la Figura RE 1.3.

² Disponible en <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

³ Disponible en <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

Figura RE 1.3. Ecuación básica para el cálculo de emisiones.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

El INGEI incluye las emisiones antropogénicas y las absorciones de GEI designadas por el Protocolo de Kyoto; dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidroclorofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃). Las emisiones de CH₄, N₂O, HFC y SF₆ se reportan en unidades de kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente (kt CO₂ eq) utilizando los potenciales de calentamiento global (PCG o GWP, por sus siglas en inglés), con horizonte de tiempo de 100 años, del *Quinto Informe de Evaluación del IPCC de 2013*⁴ (AR5, por sus siglas en inglés), cuyos valores se presentan en la Tabla RE 1.2.

Tabla RE 1.2. Valores de potencial de calentamiento global relativo al CO₂ para un horizonte de 100 años.

Nombre comercial o común	Fórmula química	PCG
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	28
Metano fósil	CH ₄ Fósil	30
Óxido nitroso	N ₂ O	265
Hidrofluorocarbonos (HFC)		
HFC-23	CHF ₃	12.400
HFC-32	CH ₂ F ₂	677
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3.170
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1.300

⁴ Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4.800
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	138
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	8.060
Compuestos perfluorinados		
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23.500

Fuente: AR5 del IPCC de 2013

Paraguay ha aplicado los PCG del AR5 para hacer compatibles los resultados de su INGEI con otros reportes nacionales relacionados con GEI, como por ejemplo la actualización de las NDC reportada en el año 2021, y otros. Además, teniendo en cuenta la adecuación a los próximos reportes ante la CMNUCC, como los informes bienales de transparencia, (BTR por sus siglas en inglés), donde se deben utilizar estos valores de PCG para el reporte de emisiones y absorciones.

Actualmente, ya se encuentra publicado el *Sexto Informe de Evaluación del IPCC*⁵(AR6, por sus siglas en inglés), el cual presenta una nueva métrica GWP* que propone que el metano es un gas de vida corta en la atmósfera. Paraguay se encuentra investigando al respecto con el fin de reportar también las emisiones de GEI con esta nueva métrica, teniendo en cuenta que las MPD (Modalidades, Procedimientos y Directrices) señala que “Cada Parte deberá utilizar los valores del GWP para un horizonte temporal de 100 años que figuran en el AR5, o los que contenga otro informe de evaluación del IPCC posterior que haya aprobado la CP/RA (Conferencia de las Partes que sirve como reunión de las Partes del Acuerdo de París), para informar de las emisiones y absorciones agregadas de GEI, expresadas en CO₂ eq”. Además, menciona que “cada Parte podrá utilizar otros sistemas de medición (por ejemplo, el potencial de cambio de la temperatura media mundial) para proporcionar información adicional sobre las emisiones y absorciones agregadas de GEI, expresadas en CO₂ eq.

Por lo tanto, las emisiones de GEI pueden calcularse con distintas métricas de equivalencias en CO₂, y a modo de información adicional, en el presente INGEI se estimaron las emisiones del año 2019 con la métrica de potencial de cambio de la temperatura media global (GTP, por sus siglas en inglés) del AR5. En el Anexo 15 se presentan los resultados obtenidos.

1.5. Análisis de categorías principales

Los resultados del análisis de categorías principales (ACP) proporcionan al país una lista de sus categorías de inventario más importantes y ayuda al mismo a priorizar los esfuerzos para mejorar el inventario a lo largo del tiempo. El Método 1 permite identificar las categorías principales según su aporte al nivel absoluto de emisiones y absorciones nacionales, y a la tendencia de emisiones y absorciones.

⁵ <https://www.unep.org/es/resources/informe/sexta-informe-de-evaluacion-del-ipcc-cambio-climatico-2022>

Para mejorar el inventario, puede ser necesario considerar la aplicación de metodologías más exactas o de nivel superior, recopilar datos de actividad más detallados o desarrollar factores de emisión específicos del país. Todas estas actividades requieren recursos adicionales y no es posible realizar mejoras para cada categoría de inventario a la vez. Es por ello que el ACP proporciona un aporte importante al plan nacional de mejora del inventario.

Para el análisis de las categorías principales del INGEI se aplicó el Método 1, en el cual se identifican las categorías principales utilizando un umbral predeterminado de emisiones acumulativas. Las categorías principales son aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, suman el 95% del nivel total (Tabla RE 1.3). Además, se ha realizado de forma sistemática y objetiva, un análisis cuantitativo de las relaciones que existen entre el nivel y la tendencia de las emisiones y absorciones de cada categoría y las emisiones y absorciones nacionales totales.

Tabla RE 1.3. Resumen de Categorías Principales 1990-2019.

Código de categoría IPCC	Categoría IPCC	GEI	1990	2019
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO ₂	x	x
3.A.	Fermentación entérica	CH ₄	x	x
3.C.	Cultivo del arroz	CH ₄		x
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	x	x
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂		x
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	x	x
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	x	x
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CO ₂		x
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	x	x
4.F.	Otras tierras	CO ₂		x
5.A	Disposición de residuos sólidos	CH ₄		x
5.D	Tratamiento y descarga de aguas residuales	CH ₄		x

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

* El siguiente análisis tendencial fue realizado tomando como año base el año 2000, de manera a evitar que los vacíos de información referente a algunas categorías no estimadas en el año 1990 afecten a este análisis.

* **Tabla RE 1.4.** Resumen de Categorías Principales 2000-2019.

Código de categoría IPCC	Categoría IPCC	GEI	2000	2019	Tendencia
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO ₂	x	x	x
3.A.	Fermentación entérica	CH ₄	x	x	x
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	CH ₄	x	x	x
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	CO ₂	x	x	
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	x	x	x
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	x	x	x

4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂		x	x
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	x	x	x
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CO ₂		x	x
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	x	x	x
4.F.	Otras tierras	CH ₄	x	x	
5.A	Disposición de residuos sólidos	CH ₄		x	
5.D	Tratamiento y descarga de aguas residuales	CH ₄		x	x

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

1.6. Evaluación general de la incertidumbre

Los países No Anexo I son alentados a realizar el cálculo de la incertidumbre del inventario según la Decisión 17/CP.8. El análisis de la incertidumbre es un medio para priorizar los esfuerzos nacionales destinados a aumentar la precisión y exactitud de los inventarios futuros y para guiar las decisiones sobre la elección metodológica.

Para el análisis de la incertidumbre del INGEI 1990-2019 de Paraguay, se desarrolló el Método 1: Propagación del error de las *Directrices del IPCC de 2006*, que se utiliza para estimar la incertidumbre en las categorías individuales (datos de actividad y factores de emisión) en todo el inventario, ya sea en la tendencia o en un año particular.

El balance de emisiones y absorciones de GEI del país para el año 2019 presenta una incertidumbre total de $\pm 55,99\%$. A nivel sectorial, la incertidumbre total combinada en Energía es $\pm 39,98\%$, en IPPU $\pm 4,17\%$, en Agricultura y Ganadería $\pm 57,07\%$, en UTCUTS $\pm 149,60\%$ y en Residuos $\pm 88,07\%$.

El valor de incertidumbre total en la tendencia es de $\pm 55,55\%$.

En general, la incertidumbre del INGEI de Paraguay se explica por la alta complejidad de la estimación del sector UTCUTS, el error de muestreo aleatorio estadístico en los datos de actividad del sector Agricultura y Ganadería, además del uso de factores de emisión por defecto, extraídas de las *Directrices del IPCC de 2006*, en los otros sectores.

1.7. Evaluación general de la exhaustividad

En la exhaustividad se declaran las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros, y de gases. En los casos de elementos faltantes, se documentan las ausencias y se justifican las exclusiones, siguiendo las recomendaciones de las *Directrices del IPCC de 2006*.

El inventario incluye de forma general a todo el territorio nacional en una serie de tiempo 1990-2019 con emisiones y absorciones de GEI como el CO₂, CH₄, N₂O, HFCs y SF₆. Por otra parte, se incluyen los gases precursores CO, NO_x, COVDM, Sox para los sectores de Energía, IPPU y Residuos.

Las categorías excluidas se han reportado usando claves de notación:

- **NO** (no ocurre): Actividades o procesos en una categoría particular que no ocurren dentro de un país.
- **NE** (no estimado): Emisiones y eliminaciones existentes que no se han estimado.

- **NA** (no aplicable): actividades en una categoría determinada que no producen emisiones o eliminaciones de un gas específico.
- **IE** (incluido en otra parte): las emisiones por fuentes y las extracciones por sumideros se estimaron, pero se incluyeron en otra parte del inventario en lugar de la categoría esperada.

Por otro lado, se reportan como partidas informativas y por tanto no suman en el balance del inventario, las emisiones del transporte internacional aéreo y las emisiones de CO₂ de la biomasa quemada con fines energéticos.

A continuación, se presentan las categorías no estimadas (NE) para el presente inventario, ya sea por falta de datos de actividad o datos incompletos en la serie:

- 1.A.1.c. Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía (CO₂, CH₄, N₂O)
- 1.B.2.a.iii.4. Refinación (CO₂)
- 2.B.8.f. Negro de humo (CO₂ y CH₄)
- 2.C.2. Producción de ferroaleaciones (CO₂, CH₄)
- 2.C.5. Producción de plomo (CO₂)
- 2.G.1.c. Eliminación de equipos eléctricos (SF₆)
- 2.G.3.a. Aplicaciones médicas (N₂O)
- 3.D.1.e. Mineralización de la materia orgánica del suelo (N₂O)
- 3.E. Quema prescrita de sabanas (CO₂, CH₄ y N₂O)
- 3.F. Quema de residuos agrícola en el campo (CO₂, CH₄ y N₂O)
- 4.A.2.b. Pastizales convertidos en tierras forestales (CO₂)
- 4.A.2.e. Otras tierras convertidas en tierras forestales (CO₂)
- 4.B.2.b. Pastizales convertidos en tierras de cultivo (CO₂)
- 4.B.2.c. Humedales convertidos en tierras de cultivo (CO₂)
- 4.D.1. Humedales que permanecen como tales (CO₂)
- 4.D.2.b. Tierras de cultivo convertidas en humedales (CO₂)
- 4.D.2.c. Pastizales convertidos en humedales (CO₂)
- 4.D.2.d. Asentamientos convertidos en humedales (CO₂)
- 4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales (CO₂)
- 4.E.2.b. Tierras de cultivo convertidas en asentamientos (CO₂)
- 4.E.2.c. Pastizales convertidos en asentamientos (CO₂)
- 4.E.2.d. Humedales convertidos en asentamientos (CO₂)
- 4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales (CO₂)
- 4.F.2.b. Tierras de cultivo convertidas en otras tierras (CO₂)
- 4.F.2.c. Pastizales convertidos en otras tierras (CO₂)
- 4.F.2.d. Humedales convertidos en otras tierras (CO₂)
- 4.F.2.e. Asentamientos convertidos en otras tierras (CO₂)
- 4.G. Productos de madera recolectada (CO₂)
- 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos (CH₄ y N₂O)
- 5.C.1. Incineración de residuos (CH₄)

Teniendo en cuenta el proceso de mejora continua de los inventarios nacionales, se espera abordar estos vacíos en los próximos reportes.

Las categorías incluidas en otro lugar (IE), debido a la falta de desagregación en los datos disponibles, y las categorías en donde se incluyeron, se presentan en la Tabla RE 1.5.

Tabla RE 1.5. Categorías incluidas en otro lugar (IE) y la correspondiente categoría que la incluye

Categorías incluidas en otro lugar (IE)	Categoría correspondiente
1.A.2.a. Hierro y acero 1.A.2.b. Metales no ferrosos 1.A.2.c. Sustancias químicas 1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta 1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco 1.A.2.f. Minerales no metálicos 1.A.2.g. Equipo de transporte 1.A.2.h. Maquinaria 1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería 1.A.2.j. Madera y productos de la madera 1.A.2.k. Construcción 1.A.2.l. Textiles y cueros 1.A.2.m. Industria no especificada	1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción
1.A.3.b.i. Automóviles 1.A.3.b.ii. Camiones para servicio ligero 1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses 1.A.3.b.iv. Motocicletas 1.A.3.b.v. Emisiones por evaporación procedentes de vehículos 1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial 1.A.3.e.ii. Todo terreno 1.A.4.c. Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías 1.A.5. No especificado	1.A.3.b. Transporte terrestre

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo técnico del INGEI

RE 2. Tendencia nacional de gases de efecto invernadero

2.1. Descripción de las emisiones y absorciones de GEI del 2019

Las emisiones totales netas (emisiones menos absorciones) para 2019 estimaron en 62.744,16 kt CO₂ eq. Las emisiones de CO₂ totalizan 34.274,76 kt, mientras que el CH₄ fueron 845,15 kt, en tanto que el CH₄ Fósil las emisiones totalizaron de 1,34 kt, el N₂O corresponde a 15,60 kt, los HFC 618,29 kt CO₂ eq. y el SF₆ 12,22 kt CO₂ eq. (Tabla 2.5)

Respecto a los gases precursores, en 2019 las emisiones en todo el país fueron las siguientes: el NO_x contabilizó 50,41 kt; el CO contabilizó 442,81 kt; los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) contabilizaron 100,32 kt; y, por último, el SO_x contabilizó 1,77 kt (Tabla RE 2.1).

La Tabla 2.6 presenta las emisiones de Paraguay desagregadas por sectores y categorías. En el Anexo 5.4 se presenta la tabla de emisiones y absorciones GEI de Paraguay para el año 2019 con mayor desagregación. Además, se presenta en el Anexo RE 3 la tabla resumen en formato No Anexo I sufrido por la Decisión 17/CP.8.

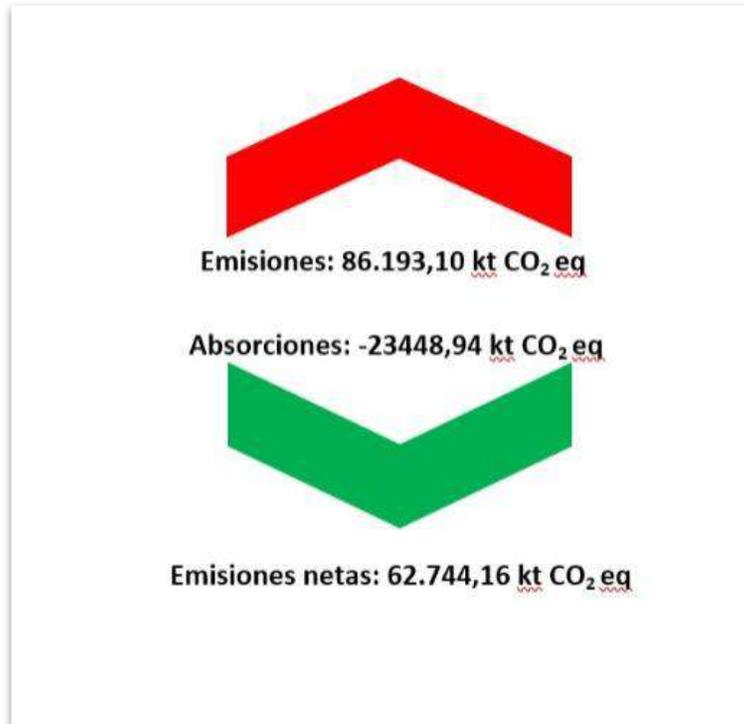
Según las circunstancias nacionales presentadas en el Capítulo 1, el Paraguay, debido a las características principalmente geográficas, como país sin litoral, además de las características económicas y sociales, Paraguay es considerado un país altamente vulnerable a los efectos del cambio climático. Como se observa en la Figura RE 1.4 y según los datos reportados en el presente INGEI para el año 2019, Paraguay como se mencionó anteriormente aporta 62.744,16 kt CO₂ eq, esto representa 0,10 % del total de emisiones globales según los cálculos realizados con el Informe sobre la Brecha de emisiones 2020⁶.

Así también, de acuerdo con los cálculos realizados basados en datos de proyección de población del Instituto Nacional de Estadísticas (INE)⁷, para el año 2019 las emisiones per cápita de GEI de la República de Paraguay en el año fueron de 8,77 toneladas de CO₂ eq.

⁶ <https://www.unep.org/es/emissions-gap-report-2020>

⁷ <https://www.ine.gov.py/default.php?publicacion=2>

Figura RE 1.4. Emisiones netas del INGEI 1990-2019 de Paraguay.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla RE 2.1. Resumen del Inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero 2019 por sectores y categorías.

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero y precursores	CO2	CH4	CH4 Fósil	N2O	HFC	PFC	SF6	NF3	NOx	CO	COVDM	SOx
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO2 eq)	(kt CO2 eq)	(kt CO2 eq)	(kt CO2 eq)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	34.274,76	845,15	1,34	15,60	618,29	NA, NO	12,22	NA, NO	50,41	442,81	100,32	1,77
1.	Energía	7.561,96	16,06	1,34	1,10	NA	NA	NA	NA	50,41	442,72	92,73	1,69
1.A.	Actividades de quema de combustible	7.561,96	16,06	1,34	1,10	NA	NA	NA	NA	50,41	442,72	92,73	1,69
1.A.1.	Industrias de la energía	1,66	NA	6,74,E-05	1,35,E-05					1,46,E-03	3,64,E-04	1,80,E-05	1,04,E-03
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	204,43	1,74	0,01	0,23					6,32	32,79	17,22	0,77
1.A.3.	Transporte	7.126,37	0,15	1,31	0,69					41,32	211,03	45,59	0,11
1.A.4.	Otros sectores	229,49	14,17	0,02	0,18					2,77	198,89	29,92	0,81
1.A.5.	No especificado	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NO	NO	NO	NA, NO	NA	NA	NA	NA	NA, NO	NA, NO	NO	NA, NO
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NA, NO
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NO	NO	NO	NA, NO					NA, NO	NA, NO	NO	NO
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO2	NO											
2.	Procesos industriales y uso de productos	664,41	8,82,E-04	NA	NE, NA, NO	618,29	NA, NO	12,22	NA, NO	2,60,E-04	0,09	4,62	0,07
2.A.	Industria de los minerales	579,61								NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.B.	Industria química	0,20	8,82,E-04		NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NS, NE, NO, NA	NS, NE, NO, NA	NS, NE, NO, NA	0,07
2.C.	Industria de los metales	58,97	NE, NA, NO		NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	2,60,E-04	0,09	3,90,E-03	0,01
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	25,63	NA		NA					NE, NA	NE, NA	1,24,E-03	NE, NA
2.E.	Industria electrónica					NO	NO	NO	NO				
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO					618,29	NA, NO	NA, NO	NA, NO				
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NA, NO	NA, NO		NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	12,22	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.H.	Otros (industria de la alimentación y las bebidas)	NA	NA		NA	NA	NA	NA	NA	NS, NE	NS, NE	4,62	NS, NE
3.	Agricultura y ganadería	113,25	757,72	NA	14,18	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE, NO	NA
3.A.	Fermentación entérica		703,74										
3.B.	Gestión del estiércol		22,71		0,41							NE	
3.C.	Cultivo del arroz		31,26									NE, NO	

3.D.	Suelos agrícolas				13,76								NE
3.E.	Quema prescrita de sabanas		NE		NE					NE	NE		NE
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo		NE		NE					NE	NE		NE
3.G.	Encalado	76,12											
3.H.	Aplicación de urea	37,14											
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO											
3.J.	Otros (especificar)	NO	NO		NO					NO	NO		NO
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	25.885,32	NE, NO	NA	NE, NO	NA	NA	NA	NA	NE, NA, NO	NE, NA, NO		NE, NA, NO
4.A.	Tierras forestales	17.774,28	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.B.	Tierras de cultivo	16.629,16	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.C.	Pastizales	24.486,15	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.D.	Humedales	0,00	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.E.	Asentamientos	653,76	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.F.	Otras tierras	1.890,53	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.G.	Productos de madera recolectada	NE											
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO		NO					NO	NO		NO
5.	Residuos	49,83	71,38	NA	0,33	NA	NA	NA	NA	1,94,E-03	1,60,E-04		2,97
5.A.	Disposición de residuos sólidos	NA	32,79							NA	NA		2,97
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos		NE		NE					NE	NE		NE
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	49,83	1,73		0,02					1,94,E-03	1,60,E-04		5,91,E-04
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales		36,85		0,31					NA	NA		NE
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO		NO					NO	NO		NO
Partidas informativas													
	Tanque internacional	185,50	NA	1,30,E-03	0,01	NA	NA	NA	NA	0,17	0,04		2,08,E-03
	Aviación internacional	185,50	NA	1,30,E-03	0,01					0,17	0,04		2,08,E-03
	Navegación internacional	IE	NA	IE	IE					IE	IE		IE
	Operaciones multilaterales	IE	NA	IE	IE					IE	IE		IE
	Emisiones de CO2 de la biomasa	12.379,99											
	CO2 capturado	NO											

	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	NO													
--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Referencias: NO = no ocurre, NE = no estimada, NA = no aplicable, IE = incluida en otro lugar

2.2. Descripción e interpretación de la tendencia de GEI por sector

En 2019, el balance de emisiones netas del Paraguay resultó 62.744,16 kt CO₂ eq, siendo el sector UTCUTS el que contribuye en mayor porcentaje con un 41,26 % de este balance nacional de GEI con 25.885,32 kt CO₂ eq. El sector Agricultura y Ganadería representa el segundo sector con mayor porcentaje de contribución, con 25.086,24 kt CO₂ eq de emisiones, alcanzando un 39,98 %, seguidamente el sector Energía con 8.342,66 kt CO₂ eq representando un 13,30 %. Por su parte el sector Residuos con 2.135,01 kt CO₂ eq con un 3,40 %, mientras que el sector IPPU con un total estimado de 1.294,94 kt CO₂ eq representando un 2,06 % del total de las emisiones.

Según la Tabla RE 2.2 y Figura RE 2.1, en la serie temporal de 1990 a 2019, luego de realizar los recálculos correspondientes, el balance ha aumentado en 15,50 % desde 1990 y 0,22 % con respecto al 2017, luego de realizar los recálculos correspondientes, teniendo el pico principal de emisiones netas en la serie 2010.

El sector Energía representa el 13,30 % del total de emisiones de GEI en el año 2019. Presenta un comportamiento creciente en las últimas décadas, representando un aumento de 222,07 % con respecto a 1990 y de 1,71 % desde 2017, siendo la principal causa de este incremento el consumo de combustibles fósiles relacionado al aumento del parque automotor.

El sector IPPU representa el 2,06 % de las emisiones de GEI totales en el año 2019. Para este sector, con respecto a 1990, el aumento es de 411,11 % y 29,48 % con respecto a 2017. El mismo tiene un comportamiento creciente de emisiones y con algunos picos resaltantes relacionados principalmente con las categorías de mayor contribución de GEI en este sector como lo son la producción de cemento y el uso de HFC en equipo de refrigeración y aire acondicionado.

El sector Agricultura y Ganadería representó el 39,98 % del balance nacional en 2019, aumentando en un 76,99 % desde 1990 y aumentando en un 1,78 % desde 2017. El aumento desde 1990 es debido principalmente al incremento del hato de ganado vacuno, que es utilizado como dato de actividad para más de una categoría. Además, aunque en menor medida, existen aumentos en las cantidades de fertilizantes nitrogenados, urea y cal agrícola, y en las superficies de cultivos agrícolas. Las categorías con aportes significativos son fermentación entérica y suelos agrícolas.

El sector UTCUTS representó el 41,26 % del balance nacional de GEI en 2019, correspondiente a emisiones netas de 25.885,32 kt CO₂ eq, disminuyendo en 28,72 % y 3,06 %, desde 1990 y 2017 respectivamente. A nivel de categorías, *tierras forestales*, *tierras de cultivo* y *pastizales* son las que más contribuyen al balance de GEI del sector, siendo la categoría de *tierras forestales* la única reportada como sumidero neto que aumentó en un 19,15 % desde 1990. Por otro lado, la categoría de *tierras de cultivo* disminuyó en un 59,12 % y la categoría de *pastizales* aumentó 148,56 % desde 1990, contribuyendo en mayor medida a las emisiones netas totales.

Y, por último, el sector Residuos, con un total de 2.135,01 kt CO₂ eq en el año 2019, representando el 3,40 % del total de emisiones nacionales. Las principales causas del incremento de las emisiones de GEI del sector son el aumento de la población y el consiguiente aumento de la generación de residuos sólidos y líquidos. Desde 1990, las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 115,55 % y con respecto al año 2017 hubo un aumento de 3,90 %.

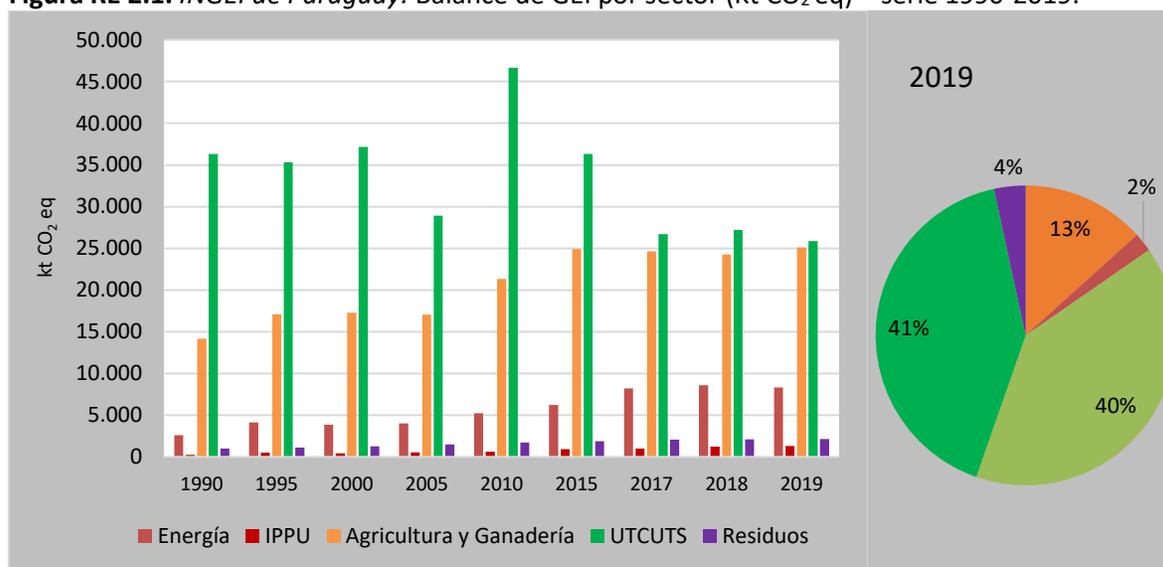
En la Tabla RE 2.2 y Figura RE 2.1 se presenta un resumen del balance de GEI por sector, en el Anexo 5.5 se presentan los valores para toda la serie temporal.

Tabla RE 2.2. INGEI de Paraguay: balance de GEI por sector (kt CO₂ eq).

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
Energía	2.590,32	4.141,80	3.868,66	4.031,06	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66
IPPU	253,36	493,05	449,06	551,55	618,91	922,95	1.000,09	1.218,48	1.294,94
Agricultura y ganadería	14.174,05	17.080,30	17.298,63	17.074,13	21.329,81	24.897,74	24.647,68	24.250,31	25.086,24
UTCUTS	36.315,58	35.319,61	37.154,42	28.929,00	46.639,79	36.304,19	26.702,92	27.207,63	25.885,32
Residuos	990,51	1.133,47	1.255,47	1.511,86	1.709,68	1.891,54	2.054,90	2.106,75	2.135,01
Total	54.323,82	58.168,23	60.026,24	52.097,59	75.521,99	70.242,18	62.607,87	63.380,95	62.744,16

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo INGEI del MADES

Figura RE 2.1. INGEI de Paraguay: Balance de GEI por sector (Kt CO₂ eq) – serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia por parte del equipo INGEI del MADES

2.3. Descripción e interpretación de la tendencia por GEI

En la serie 1990-2019 se observa en la Figura RE 2.2 que el CO₂ es el gas con mayor participación. En el año 2019 representando un 54,63 %, seguido del metano (CH₄) con 37,72 %, en cuanto al N₂O su aporte fue de 6,59 %, y en menor porcentaje los gases HFC, CH₄ Fósil y SF₆.

En cuanto a las emisiones de CO₂ el principal contribuyente es el sector UTCUTS seguido por el sector Energía. Este gas sufrió una disminución de 11,29 % en relación al año 1990 y de 1,55 % en comparación con el año 2017.

Con respecto al CH₄, las emisiones son generadas principalmente en el sector Agricultura y Ganadería, y en menor aporte en los sectores Residuos y Energía. Este gas sufrió un aumento del 69,30 % en relación al año 1990 y un aumento del 1,14 % con respecto a 2017.

Para emisiones de N₂O el principal contribuyente es el sector Agricultura y Ganadería seguido por el sector Energía y Residuos. Este gas sufrió un aumento de 143,97 % en relación al año 1990 y de 7,68 % en comparación con el año 2017.

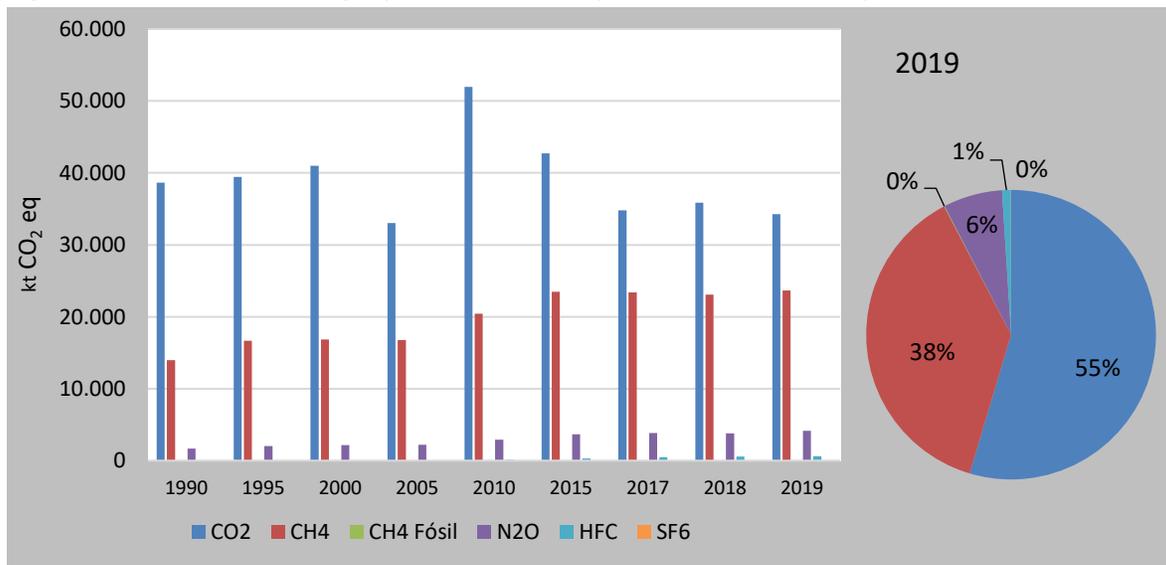
Con relación a los gases HFCs, estos son reportados desde el año 1997 y en la serie se observa un comportamiento creciente desde ese año, con un incremento de 23,74 % con respecto al año 2017. Las emisiones de este gas provienen del sector IPPU, específicamente por el uso de productos sustitutos de las SAO.

Con respecto al CH₄ Fósil, este gas es reportado a partir de este INGEI, y tiene un comportamiento creciente respecto a 1990 de 333,50 % y de 3,75 % con relación al año 2017.

En menor proporción el gas SF₆ presenta un aumento del 100 % desde el año 1990 y una disminución de 31,58 % desde 2017. Las emisiones provienen del sector IPPU, específicamente por la manufactura y utilización de otros productos.

En la Figura RE 2.2 se presenta un resumen del balance de GEI por cada GEI y en los Anexos 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10 y 5.11 se presentan los valores para toda la serie temporal.

Figura RE 2.2. INGEI de Paraguay: Balance de GEI por cada GEI (kt CO₂ eq)



Fuente: Elaboración propia por parte del equipo técnico del INGEI

RE 3. Sector Energía (FCR 1)

3.1. Panorama general del sector

El sector Energía incluye todas las emisiones de GEI que emanan de la combustión y otras emisiones fugitivas, o por escape sin combustión. Las categorías incluidas junto con los GEI que resultan de las mismas son las siguientes:

1.A. Actividades de quema de combustible

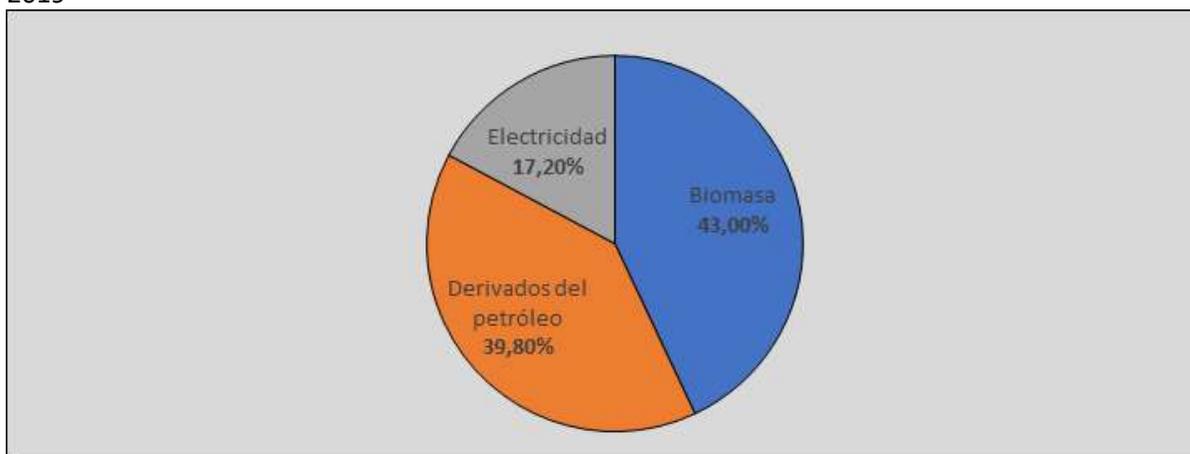
- 1.A.1. Industrias de la energía (CO₂, CH₄ y N₂O)
- 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción (CO₂, CH₄ y N₂O)
- 1.A.3. Transporte (CO₂, CH₄ y N₂O)
- 1.A.4. Otros sectores (CO₂, CH₄ y N₂O)

- 1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles
 - 1.B.2. Petróleo y gas natural (CH₄)

El sector energético representa a nivel mundial una fuente relevante de emisiones de GEI, representando las actividades de generación de energía y de transporte más de dos tercios de las emisiones totales en el año 2018 y siendo responsables de casi todo el crecimiento global desde 2010 (AIE, 2020).

La estructura del consumo final de energía en el país se caracteriza por una fuerte participación de la biomasa y los productos derivados de la biomasa, siguiendo los derivados del petróleo y finalmente la electricidad. En la Figura RE 3.1 se observa que en el año 2019 la Biomasa representó un 43 % del consumo final, los derivados del petróleo un 39,80 % y la electricidad un 17,20 %.

Figura RE 3.1. Sector Energía: estructura por fuente energética en el consumo final de energía, año 2019



Fuente: VMME-MOPC con base en el BEN 2019.

La producción de energía primaria en Paraguay está compuesta principalmente por fuentes renovables de energía (hidroenergía y biomasa). No produce petróleo, ni gas natural.

El suministro de energía en Paraguay se completa con la importación de derivados del petróleo (diésel, gasolinas, gas licuado de petróleo, entre otros) para su uso en los sectores transporte, comercial, residencial y la industria, entre los principales.

Hasta el año 2005, Paraguay contaba con una refinería de petróleo de propiedad estatal (PETROPAR), la cual operaba desde 1970 procesando petróleo crudo importado, pasando luego a importar directamente los diversos combustibles derivados de petróleo.

Cabe aclarar que las emisiones de CO₂ relacionadas a combustibles de origen biogénico, no se contabilizan en el sector Energía del INGEI, siendo las mismas contabilizadas en el sector UTCUTS.

El sector Energía contribuyó en el año 2019 en un 13,30 % del total de emisiones nacionales, con un total de 8.342,66 kt CO₂ eq, presentando un aumento del 222,07 % con respecto al año 1990 y del 1,71 % con respecto al año 2017. El gran crecimiento observado en la serie histórica se debe principalmente al incremento del consumo de combustibles fósiles relacionado al aumento del parque automotor.

En la serie temporal se observan picos de emisiones en los años 1998, 2011 y 2018 y leves descensos en los años 2000 y 2007, lo cual se puede explicar por la relación existente entre el consumo de combustibles y las actividades económicas reflejadas en los valores del Producto Interno Bruto (PIB), resaltando el comportamiento de las industrias de cemento y acero, relacionado a la demanda de combustibles. Se resalta la gran influencia que ejerce el transporte terrestre por el aumento significativo del parque automotor a partir del 2008 con la importación de vehículos usados de menor costo y el consecuente aumento del consumo de combustible, principalmente de la gasolina y el diésel, que resultan determinantes en las variaciones de las emisiones de GEI observadas en los últimos años, posteriormente reducida en el 2019.

A nivel de categorías, las emisiones correspondientes a Actividades de quema de combustibles representan casi el total de las emisiones de GEI del sector Energía durante la serie temporal, representado en los años posteriores al 2005, el 100 % del total de las emisiones. En la Tabla RE 3.1. y en la Figura RE 3.2 se presenta un resumen de las emisiones por categorías y en el Anexo 5.5 se puede observar para toda la serie temporal.

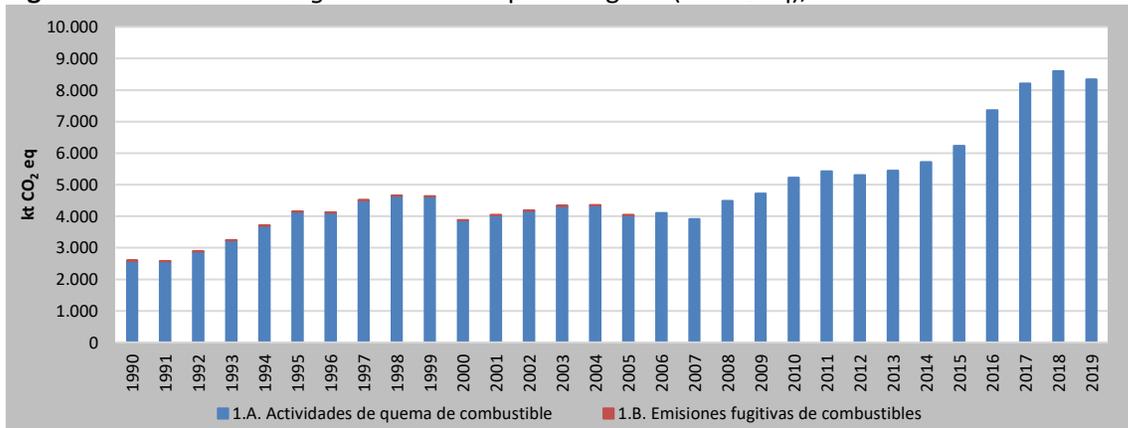
Tabla RE 3.1. Sector Energía: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A. Actividades de quema de combustible	2.590,08	4.141,64	3.868,58	4.031,03	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	0,24	0,15	0,08	0,02	NO	NO	NO	NO	NO
Total	2.590,32	4.141,80	3.868,66	4.031,06	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66

Referencia: NO= no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.2. Sector Energía: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Con respecto a la contribución de cada GEI estimado en el sector, en la Tabla RE 3.2 y Figura RE 3.3 se pueden observar su evolución en la serie temporal, siendo el CO₂ el principal GEI emitido, representando en el año 2019 el 90,64% de las emisiones con 7.561,96 kt CO₂ eq, el 5,87% corresponde al CH₄ con 489,74 kt CO₂ eq, y el 3,49% a N₂O con 290,96 kt CO₂ eq.

El principal impulsor de las emisiones de CO₂ corresponde a Transporte, siguiendo en importancia Residencial y Comercial, Industrias manufactureras y en menor medida la Industria de la energía. Según los resultados del INGEI, entre los años 1990 a 2019, las emisiones de CO₂ tuvieron un incremento del 282,23 %, las emisiones de CH₄ se incrementaron un 1,37 % y el N₂O tuvo un aumento del 125,91 %. Con respecto al año 2017, en el año 2019 las emisiones de CO₂ se incrementaron un 2,05 %, el CH₄ disminuyó un 5,80 % y el N₂O aumentó un 6,76 %.

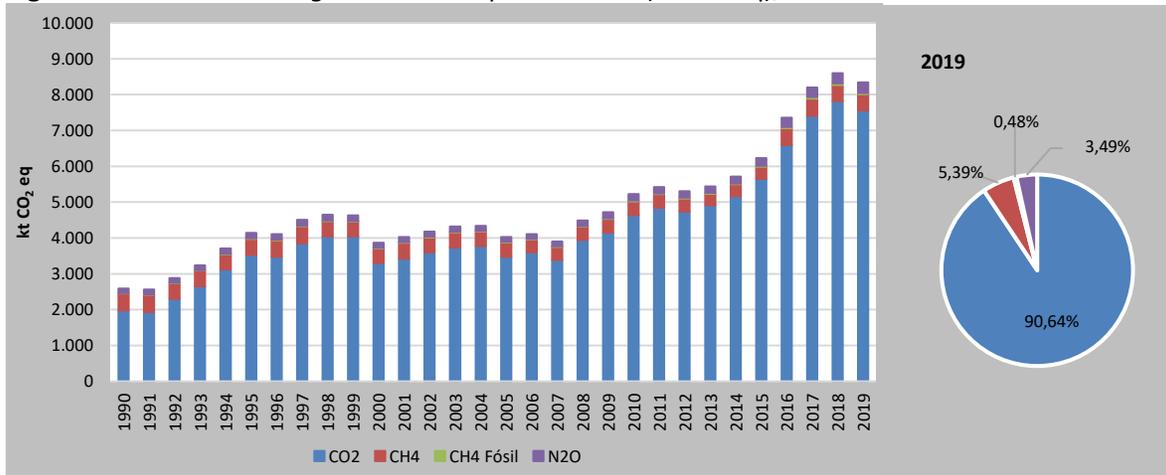
En la Tabla RE 3.2. y en la Figura RE 3.3 se presenta un resumen de las emisiones por cada GEI y en los Anexos 5.6, 5.7, 5.8, y 5.9 se puede observar para toda la serie temporal.

Tabla RE 3.2. Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq).

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
CO ₂	1.978,40	3.526,70	3.296,77	3.478,94	4.636,22	5.656,06	7.409,84	7.813,91	7.561,96
CH ₄	473,88	445,47	416,21	401,28	387,90	333,09	481,24	459,79	449,63
CH ₄ Fósil	9,25	15,45	12,53	12,54	20,64	27,96	38,66	41,92	40,11
N ₂ O	128,79	154,17	143,16	138,29	179,04	208,65	272,54	282,17	290,96
Total	2.590,32	4.141,80	3.868,66	4.031,06	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.3. Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2. Actividades de quema de combustibles (FCR 1.A)

La categoría Actividades de quema de combustible abarca a las emisiones resultantes de la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para suministrar calor o trabajo mecánico a un proceso, o bien para utilizar fuera del aparato.

En el contexto nacional, esta categoría incluye principalmente las emisiones producidas por el consumo de la energía que demanda los sectores del Transporte, Residencial, Comercio y la Industria, así como aquellas producidas por la Industria generadora de energía.

En esta sección se realiza una comparación de los resultados de las emisiones de CO₂ con el Método sectorial y el Método de referencia permitiendo verificar la validez de los cálculos realizados. Por otra parte, se exponen las metodologías y resultados de partidas informativas correspondientes a Aviación internacional y las correspondientes a las Emisiones de CO₂ por quema de biomasa y la situación sobre el Consumo no energético de combustibles.

A nivel de subcategorías, se puede observar en la Tabla RE 3.3. y Figura RE 3.4. que Transporte es la de mayor importancia con un 88,14 % del total, seguido de Otros sectores (Comercial, Institucional y Residencial) con 8,07 %, un 3,77 % de Industrias manufactureras y de la construcción y 0,02 % de Industrias de la energía.

En la Tabla RE 3.3 y en la Figura RE 3.4 se presenta un resumen de las emisiones por actividades de quema de combustible y en el Anexo 5.5 se puede observar para toda la serie temporal.

Tabla RE 3.3

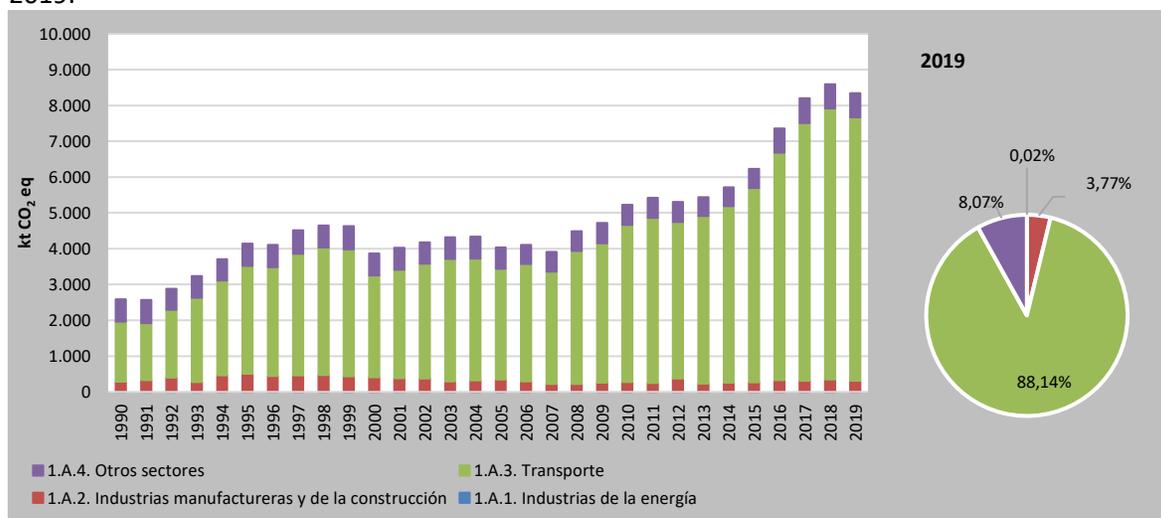
1.A. Actividades de quema de combustible: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A.1. Industrias de la energía	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,42	1,47	1,67
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	252,30	505,03	405,95	347,63	272,71	267,76	306,76	342,41	314,26
1.A.3. Transporte	1.683,59	3.010,58	2.841,73	3.094,91	4.388,76	5.426,97	7.205,44	7.573,71	7.353,39
1.A.4. Otros sectores	623,70	621,99	618,28	588,13	561,98	529,75	688,66	680,19	673,33
Total	2.590,08	4.141,64	3.868,58	4.031,03	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.4

1.A. Actividades de quema de combustible: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.1. Comparación entre el método sectorial y el método de referencia

La comparación de los resultados de las emisiones de CO₂ obtenidos con el Método de referencia y el Método sectorial permite verificar la validez de los cálculos realizados.

El Método de referencia es un método “de arriba hacia abajo” que utiliza los datos de provisión de energía del país para calcular las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles principalmente.

Por otra parte, el Método sectorial es un método “de abajo hacia arriba” que usa los valores específicos de consumo de cada categoría para calcular las emisiones de CO₂, que en su conjunto suman el total nacional del sector Energía.

En general, la tendencia de las emisiones de CO₂ presenta para algunos años diferencias no muy significativas entre ambos métodos, las cuales se deben a: consideraciones diversas en el uso final y de transformación de los combustibles, ausencia de datos en las estadísticas nacionales de energía disponible en los Balances Energéticos Nacionales (BEN) en los años 1990 a 2004, los cuales fueron estimados con análisis estadísticos o de otras fuentes, inconsistencia de datos de combustibles entre los años 1997 y 1999 debido al traspaso de responsabilidad de elaboración de balances energéticos de la STP al VMME-MOPC, entre otros.

En la Tabla RE 3.4 y en las Figuras RE 3.5 y 3.6 se observan comparativamente un resumen de las emisiones de CO₂ calculadas por el Método de referencia y por el Método sectorial para la serie histórica 1990-2019. En el Anexo 3.1.3 se presentan los valores para toda la serie temporal.

Tabla RE 3.4

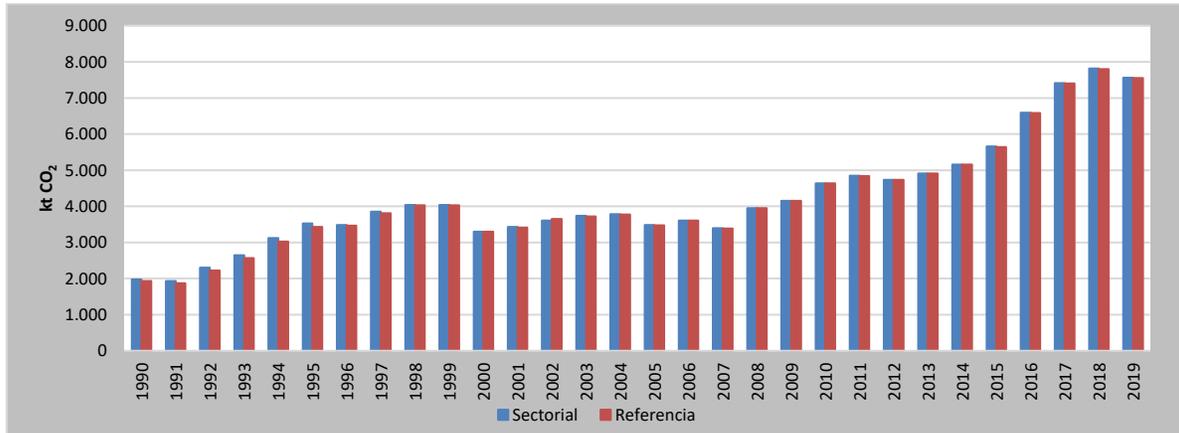
Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia (kt CO₂)

Método	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
Referencia	1.929,97	3.431,73	3.302,08	3.477,21	4.633,75	5.643,12	7.403,29	7.795,75	7.554,58
Sectorial	1.978,40	3.526,70	3.296,77	3.478,94	4.636,22	5.656,06	7.409,84	7.813,91	7.561,96
Diferencia	-48,42	-94,97	5,31	-1,74	-2,48	-12,94	-6,55	-18,15	-7,37
Diferencia %	-2,45%	-2,69%	0,16%	-0,05%	-0,05%	-0,23%	-0,09%	-0,23%	-0,10%

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.5

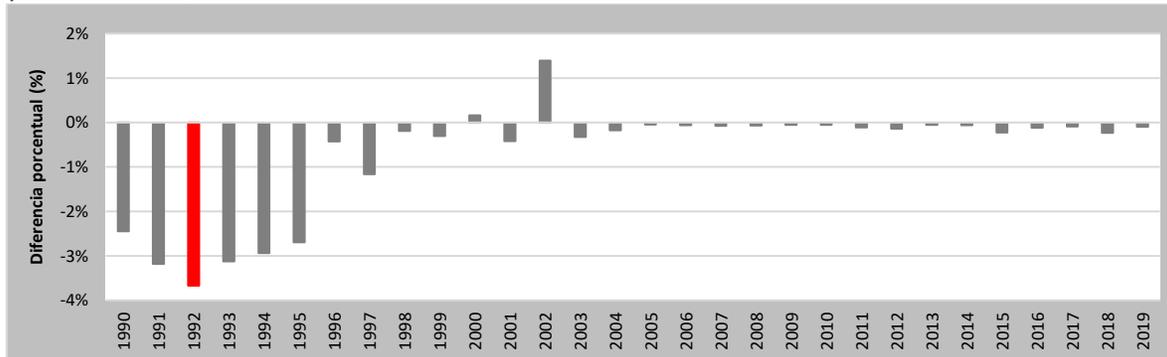
Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del Método sectorial y de referencia (kt CO₂), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.6

Comparación entre métodos: diferencia porcentual entre las emisiones de CO₂ del Método sectorial y de referencia, serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Considerando los criterios de las *Directrices del IPCC de 2006*, donde se menciona un 5 % como diferencia máxima aceptable entre ambos métodos, se puede considerar como admisibles las diferencias existentes.

3.2.2. Combustibles del transporte internacional

Esta subcategoría corresponde a las emisiones de combustibles del transporte internacional, según las *Directrices del IPCC de 2006*. En el presente INGEI fueron consideradas sólo las emisiones relacionadas al transporte aéreo, relacionadas a vuelos que salen de un país y llegan a otro. Para el transporte marítimo y fluvial no se han obtenido datos que permitan realizar las estimaciones correspondientes.

La presente subcategoría contribuye con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, las cuales no son sumadas al total de emisiones del país, sino que se cuantifican y reportan como partida informativa.

Las emisiones de la subcategoría Navegación marítima y fluvial, tanto nacional como internacional, están siendo consideradas dentro de la categoría Transporte terrestre, por causa a que en el Balance Energético Nacional no se presentan datos desagregados para este sector debido a que las empresas que abastecen de combustible a las embarcaciones los emblemas no cuentan con registros de origen y destino de cada uno de los vehículos a los cuales venden el combustible.

En el año 2019 se tienen emisiones de 186,91 kt CO₂ eq como se aprecia en la Tabla RE 3.5, correspondiendo en su totalidad al consumo de jet querosén para motores a reacción. Esto representa un aumento del 173,68 % con relación al año 1990 y un 18,22 % más que el año 2017, relacionado principalmente al incremento de los vuelos internacionales.

En la Figura RE 3.7 se presentan notorias fluctuaciones en los valores del consumo en los años 1999-2001, lo cual podría deberse a los cambios en la administración de los datos estadísticos nacionales, pasando de la STP al VMME-MOPC en el año 1998 y posibles variaciones en el nivel de actividad.

A continuación, se presenta un resumen de los valores estimados de GEI de la subcategoría Aviación internacional en la serie 1990-2019.

Tabla RE 3.5

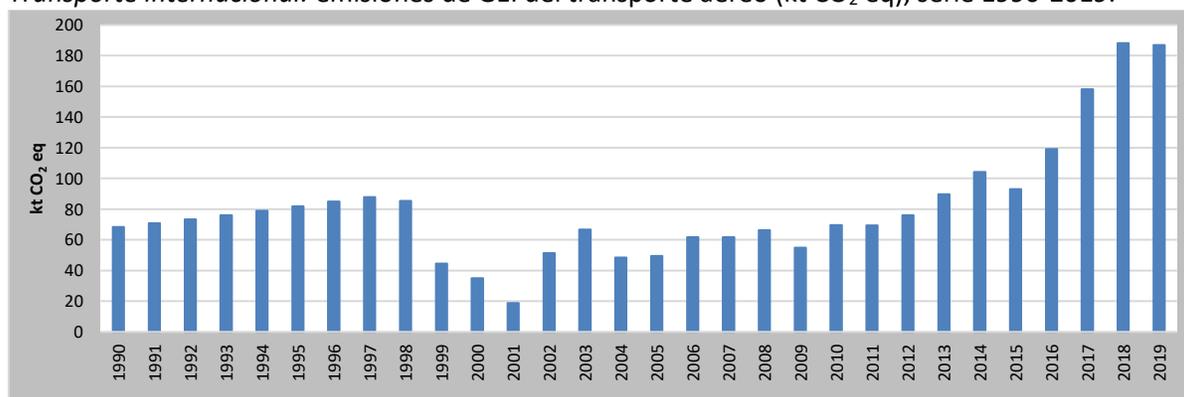
Transporte internacional: emisiones de GEI del transporte aéreo (kt CO₂ eq).

Transporte internacional	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
Aéreo	68,29	81,84	35,06	49,50	69,57	93,02	158,10	188,17	186,91
Total	68,29	81,84	35,06	49,50	69,57	93,02	158,10	188,17	186,91

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEl del MADES.

Figura RE .3.7

Transporte internacional: emisiones de GEI del transporte aéreo (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEl del MADES.

3.2.3. Emisiones de CO₂ de la biomasa usada con fines energéticos

Los productos de la biomasa usada con fines energéticos incluyen el consumo final de biocombustibles sólidos y biocombustibles líquidos. En los primeros se identifican la leña, el carbón vegetal, bagazo y otros con consumos marginales como aserrín y la cáscara de coco. El etanol usado para la mezcla con gasolina de motor o directamente como alcohol combustible en vehículos Flex, integra el grupo de biocombustibles líquidos.

En conformidad con las *Directrices del IPCC de 2006*, las Emisiones de CO₂ procedentes de los combustibles de la biomasa se estiman y declaran en el sector UTCUTS, como parte de la metodología de dicho sector. En el sector Energía, las Emisiones de CO₂ procedentes de la combustión de biomasa se presentan a modo de informar y para la verificación cruzada con el sector UTCUTS. Pero, no se incluyen en la sumatoria de las emisiones del sector Energía, para evitar el doble computo con el sector UTCUTS. No obstante, las emisiones de CH₄ y N₂O sí se estiman e incluyen en el sector Energía y en los totales nacionales.

En 2019, las emisiones de CO₂ de la biomasa contabilizaron 12.379,99 kt CO₂. Desde el año 1990, las emisiones de CO₂ se han incrementado en un 16,99 % y con respecto al 2017 hubo una ligera disminución correspondiente al 1,96 %.

El resumen de la cantidad estimada de CO₂ procedente de la combustión de biomasa para la producción de energía se presenta en la Tabla RE 3.6 y en la Figura RE 3.8.

Tabla RE 3.6

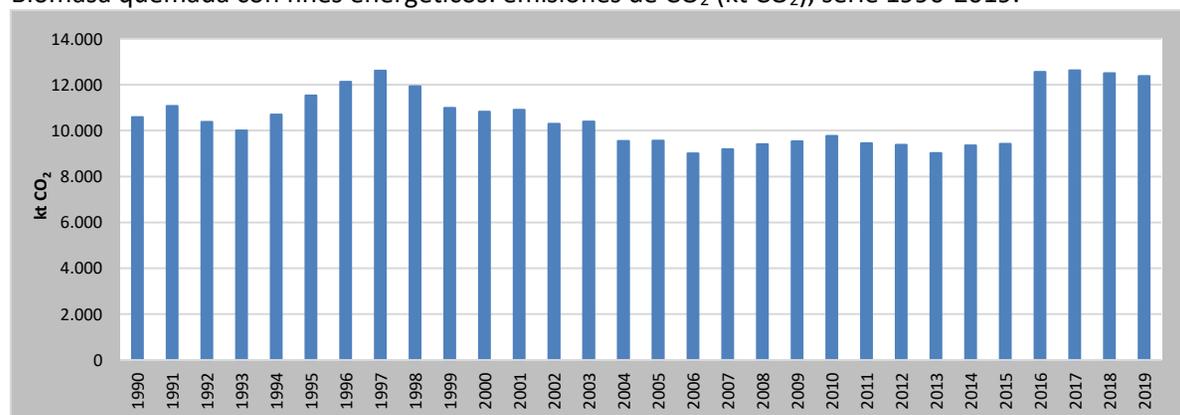
Biomasa quemada con fines energéticos: emisiones de CO₂ (kt CO₂).

Partida informativa	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	10.582,36	11.533,01	10.817,44	9.560,46	9.763,63	9.423,16	12.627,66	12.503,02	12.379,99
Total	10.582,36	11.533,01	10.817,44	9.560,46	9.763,63	9.423,16	12.627,66	12.503,02	12.379,99

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.8

Biomasa quemada con fines energéticos: emisiones de CO₂ (kt CO₂), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Se puede observar que las emisiones de CO₂ por quema de la biomasa para fines energéticos, ha permanecido relativamente estable en el periodo 1990-2015, con ligeros incrementos alrededor del año 1997 y principalmente en los últimos años 2016 al 2019. La principal causa de dicho incremento está relacionada con la variación del valor de densidad de la leña utilizada en el BEN, lo cual parte de una revisión y actualización realizada en el año 2019 por el VMME-MOPC y aplicada para los años 2016 a 2019 de la serie temporal.

3.2.4. Materias primas y uso no energético de los combustibles

Las emisiones de GEI de los usos no energéticos de los combustibles, vinculados al consumo/uso de lubricantes (incluido grasas y aceites), ceras de parafina y asfaltos, se reportan en el sector IPPU.

3.2.5. Industrias de la energía (FCR 1.A.1)

Esta subcategoría incluye las emisiones de todos los usos de combustibles para la generación de electricidad de productores como actividad principal, excepto las centrales combinadas de calor y energía. Todas las actividades de combustión que respaldan la refinación de los productos del petróleo incluyen la quema en el sitio para la generación de electricidad y calor para uso propio. No incluye las emisiones por evaporación que ocurren en la refinería, las que se contabilizan en la categoría de emisiones fugitivas.

En el contexto nacional, se tienen emisiones de GEI por actividades generadas por la quema de combustibles debido a las actividades de generación de energía eléctrica en centrales térmicas y en el proceso de refinación de petróleo en los años que estuvo operativa, la única refinería de petróleo, que dispone el país.

En el primer caso, la electricidad generada por la quema de combustibles constituye una alternativa para aquellas zonas donde no llega el sistema de distribución de energía eléctrica alimentada por las hidroeléctricas. En el caso de las actividades de refinación de petróleo, las mismas se realizaron hasta el año 2005, año en el que quedó inactiva. Por los motivos expuestos, esta subcategoría no tiene actualmente mucha relevancia a nivel nacional.

A nivel país, y a lo largo del periodo de estudio, la ANDE genera energía eléctrica a través de algunas centrales térmicas, alimentadas por diésel, en ciudades que no están conectadas a la Red Eléctrica Nacional, entre ellas las centrales de Bahía Negra, Loma Plata, Filadelfia y Nueva Mestre. Esto con una tendencia decreciente a fin de llegar a un suministro total de energía de fuentes renovables, manteniendo las centrales térmicas solo para casos de emergencias.

En el año 2019, la presente subcategoría contribuye en un 0,02 % al total del sector Energía con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. Se observa una disminución del 94,52 % considerando el año 2019 con respecto a 1990, mientras que hubo un aumento del 17,28 % con respecto al año 2017. En el año 2005 cesan las actividades de refinación de petróleo.

El principal impulsor de las emisiones de GEI en la industria de la energía para el año 2019 fue el combustible diésel utilizado en las centrales térmicas existentes en el país.

El resumen de la cantidad de GEI estimada de la Industrias de la energía se presenta en la Tabla RE 3.7 y en la Figura RE 3.9.

Tabla RE 3.7

1.A.1. Industrias de la energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq).

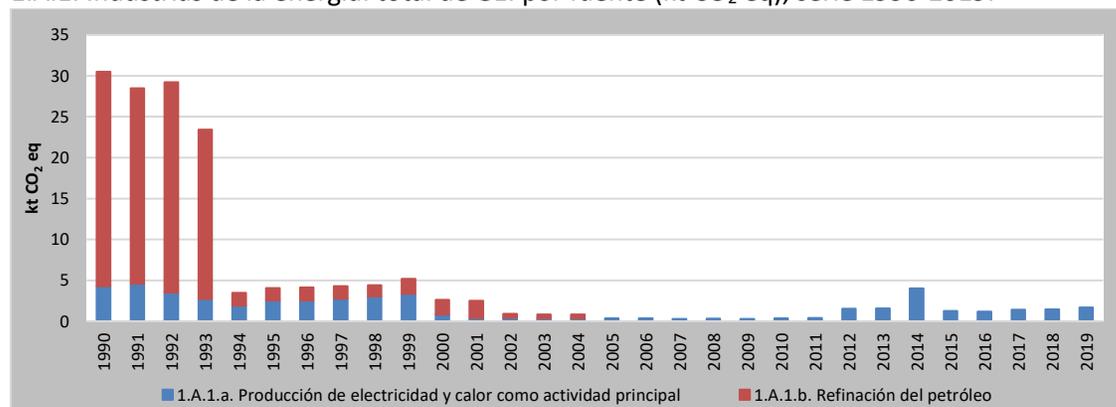
Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	4,29	2,55	0,83	0,36	0,35	1,27	1,42	1,47	1,67
1.A.1.b. Refinación del petróleo	26,20	1,50	1,80	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,42	1,47	1,67

Referencia: NO= no ocurre

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.9

1.A.1. Industrias de la energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES

3.2.6. Industrias manufactureras y de la construcción (FCR 1.A.2)

Incluyen las emisiones por la quema de combustibles en la industria, la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias.

A nivel país no se cuenta con datos desagregados por tipo de industrias, más el VMME-MOPC cuenta con estadísticas nacionales considerando los diferentes tipos de combustibles (carbón mineral, GLP, gasolina, diésel, fuel oil, otro kerosene, etanol, carbón vegetal, leña y otras biomásas).

El comportamiento del consumo de combustible en el sector industrial depende en gran medida de la utilización de leña y otras biomásas, siendo el coque de petróleo y el fuel oil los más relevantes de origen fósil, utilizado en industrias minerales, químicas, entre otros.

La presente subcategoría contribuye en un 3,77 % al total del sector Energía para el 2019 con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.

En 2019, las emisiones de GEI contabilizaron 314,26 kt CO₂ eq. Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 24,56 % y 2,45 % con respecto al 2017, tal como se observa el resumen en la Tabla RE 3.8 y Figura RE 3.10. En el Anexo 5.5 se presentan los valores para toda la serie temporal.

Tabla RE 3.8

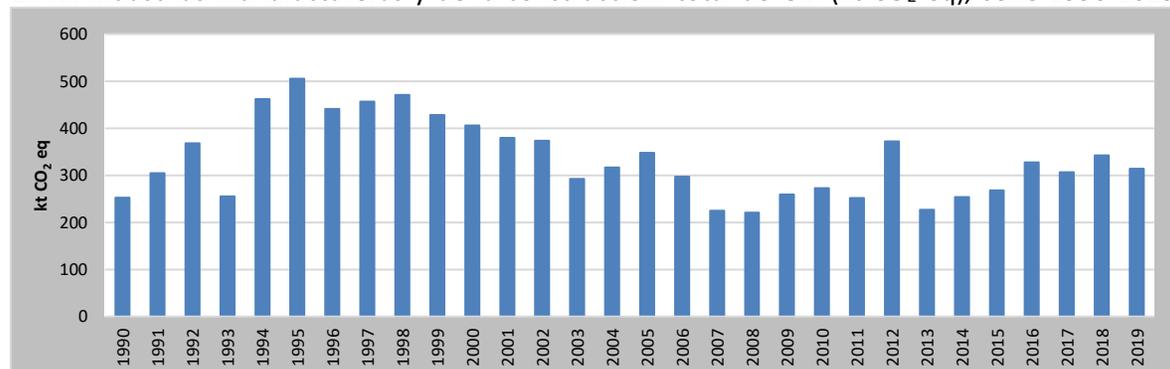
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI (kt CO₂ eq)

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	252,30	505,03	405,95	347,63	272,71	267,76	306,76	342,41	314,26
Total	252,30	505,03	405,95	347,63	272,71	267,76	306,76	342,41	314,26

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.10

1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.7. Transporte (FCR 1.A.3)

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en todas las actividades del transporte nacional (aéreo, terrestre, ferrocarriles, navegación, etc.), excluyendo el transporte militar y el transporte internacional (marítimo y aéreo), que se reportan por separado.

En el caso del INGEI de Paraguay, en esta subcategoría se consideran las actividades de transporte aéreo nacional, terrestre y ferrocarriles. Las demás subcategorías no son reportadas debido a la falta de disponibilidad de datos, estando incluidas dentro del Transporte terrestre.

La subcategoría Transporte representa, para el año 2019 (Tabla RE 3.9), un 88,14 % al total de emisiones de GEI del sector Energía, con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. En dicho año, las emisiones de GEI alcanzaron 7.353,39 kt CO₂ eq. Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 336,77 % y con respecto al 2017 se ha producido un aumento del 2,05 %.

El principal impulsor lo constituye el Transporte terrestre, donde también está incluido el consumo de combustible en la navegación, maquinarias agrícolas, de construcción, entre otros; representando en el año 2019 el 99,57 % de las emisiones de la subcategoría Transporte. Cabe mencionar que se contaba con transporte por ferrocarril hasta el año 2001, el cual tenía locomotoras a vapor que utilizaban como combustible la biomasa.

En cuanto a la contribución de la aviación nacional, se tienen emisiones de GEI resultantes del tráfico civil de pasajeros y de carga que parten y llegan al mismo país (vuelos comerciales, privados, agrícolas, etc.) con un aporte del 0,43% a las emisiones de la subcategoría Transporte. El resumen de la cantidad de GEI estimada en Transporte se presenta en la Tabla RE 3.9 y en la Figura RE 3.11.

Tabla RE 3.9

1.A.3. Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq).

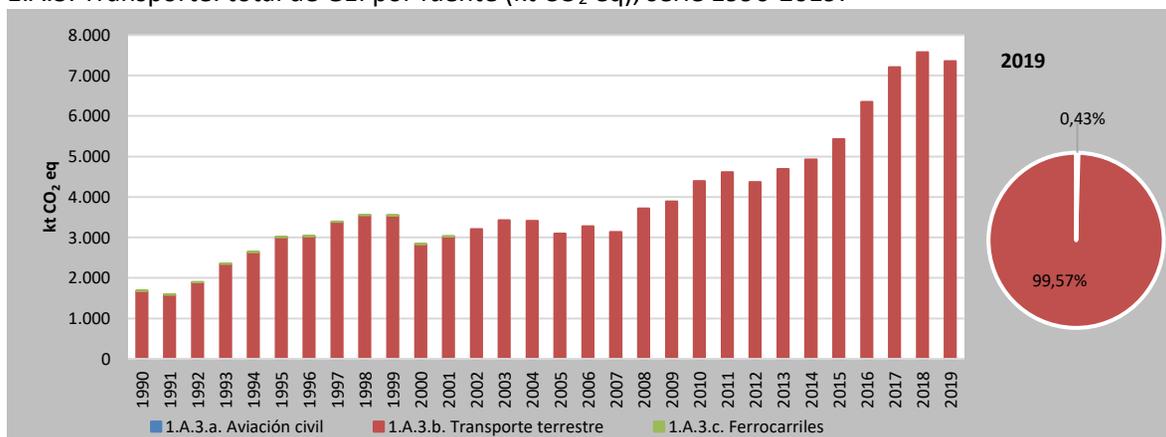
Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A.3.a. Aviación civil	7,92	9,69	4,97	7,44	16,00	21,03	28,29	29,93	31,33
1.A.3.b. Transporte terrestre	1.672,59	2.997,78	2.833,95	3.087,46	4.372,77	5.405,94	7.177,15	7.543,78	7.322,06
1.A.3.c. Ferrocarriles	3,08	3,11	2,81	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	1.683,59	3.010,58	2.841,73	3.094,91	4.388,76	5.426,97	7.205,44	7.573,71	7.353,39

Referencia: NO= no ocurre

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.11

1.A.3. Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.8. Otros sectores (FCR 1.A.4)

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en edificios comerciales e institucionales, en los hogares y en actividades relacionadas con la agricultura, silvicultura, pesca e industria pesquera.

De los sectores que incluyen esta subcategoría, en el presente INGEI se reportan las fuentes de Comercial/Institucional y Residencial. Para la fuente Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías se consideran que sus emisiones por quema de combustibles están incluidas en el sector Transporte terrestre, debido a la falta de desagregación de datos oficiales proporcionados por el VMME-MOPC a través del BEN.

La subcategoría Comercial/Institucional corresponde a emisiones relacionadas a la quema de combustibles para cocción, calentamiento de agua, calefacción, transporte interno, entre otros artefactos. Mientras que en la subcategoría Residencial se consideran las emisiones de la quema de combustibles en los hogares o residencias para iluminación, cocción, calentamiento de agua, calefacción, entre otros artefactos.

La presente subcategoría contribuye en un 8,07 % al total del sector Energía para el 2019 con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O que, en dicho año, las emisiones de GEI alcanzaron 673,33 kt CO₂ eq.

Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 7,96 % y con respecto al 2017 se ha producido una disminución del 2,23 %.

El principal impulsor en esta subcategoría es Residencial, cuyas emisiones contribuyen al 97,10 % del total en el año 2019. En esta fuente el principal combustible es la biomasa, utilizada en las cocinas de los hogares, y el GLP entre los combustibles fósiles como sustituto de la biomasa en conjunto con la electricidad.

El resumen de la cantidad de GEI estimada en Otros sectores se presenta en la Tabla RE 3.10 y en la Figura RE 3.12.

Tabla RE 3.10

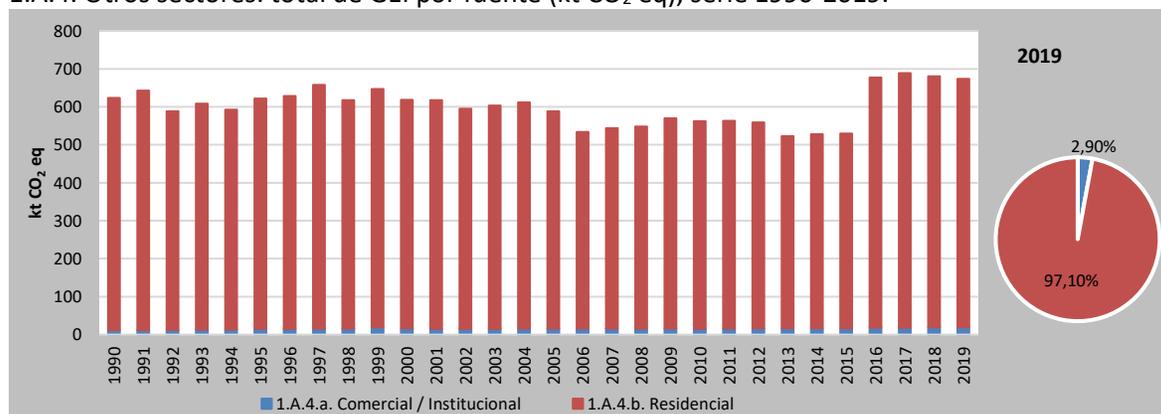
1.A.4. Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq).

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A.4.a. Comercial / Institucional	11,38	14,82	16,70	15,76	15,52	16,97	18,46	19,41	19,52
1.A.4.b. Residencial	612,33	607,17	601,57	572,37	546,47	512,77	670,20	660,79	653,81
Total	623,70	621,99	618,28	588,13	561,98	529,75	688,66	680,19	673,33

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.12

1.A.4. Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.9. No Especificado (FCR 1.A.5)

Esta subcategoría se encuentra incluida en Transporte terrestre.

3.3. Emisiones fugitivas de combustibles (FCR 1.B)

Esta categoría abarca las emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles. Incluye todas las emisiones intencionales y no intencionales emanadas de la extracción, el procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles al punto de uso final. Abarca las subcategorías de Combustibles sólidos, Petróleo y Gas natural.

En el país sólo se identifican las emisiones fugitivas de petróleo, específicamente para este inventario la Refinación del mismo, la cual cesa sus actividades en el año 2005. No se identifica la fabricación de combustibles sólidos (actividades mineras) ni de gas natural.

3.3.1. Combustibles sólidos (FCR 1.B.1)

No se identifican actividades correspondientes a esta subcategoría, por tanto, se consideran que no ocurren en el país.

3.3.2. Petróleo y gas natural (FCR 1.B.2)

Se consideran emisiones fugitivas a todas las emisiones intencionales o no intencionales de GEI liberadas durante la extracción, el procesamiento, almacenamiento y la distribución de combustibles fósiles.

Esta subcategoría comprende las emisiones fugitivas provenientes de todas las actividades de petróleo y gas natural con excepción de los aportes de la quema de combustible. Estos sistemas comprenden toda la infraestructura necesaria para producir, recopilar, procesar o refinar y llevar al mercado el gas natural y los productos derivados del petróleo. Las fuentes primarias de estas emisiones pueden incluir las fugas de equipos, pérdidas por evaporación, el venteo, la quema y las emisiones accidentales. Entre las actividades de refinación de petróleo se consideran el procesamiento de petróleo crudo, gases naturales líquidos y petróleo crudo sintético, para producir productos finales refinados (p. ej. combustibles y lubricantes).

En el contexto nacional, las actividades que se consideran dentro de esta categoría son las relacionadas con la refinación de petróleo para la generación de productos finales refinados.

La presente subcategoría deja de ocurrir en el país entre el 2005 y contribuye en años anteriores con emisiones fugitivas de CH₄ por el procesamiento de petróleo crudo, tal como se observa en la Tabla RE 3.11 y Figura RE 3.13. En el Anexo 5.5 se presentan los valores para toda la serie temporal.

Tabla RE 3.11

1.B.2. Petróleo y gas natural: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq).

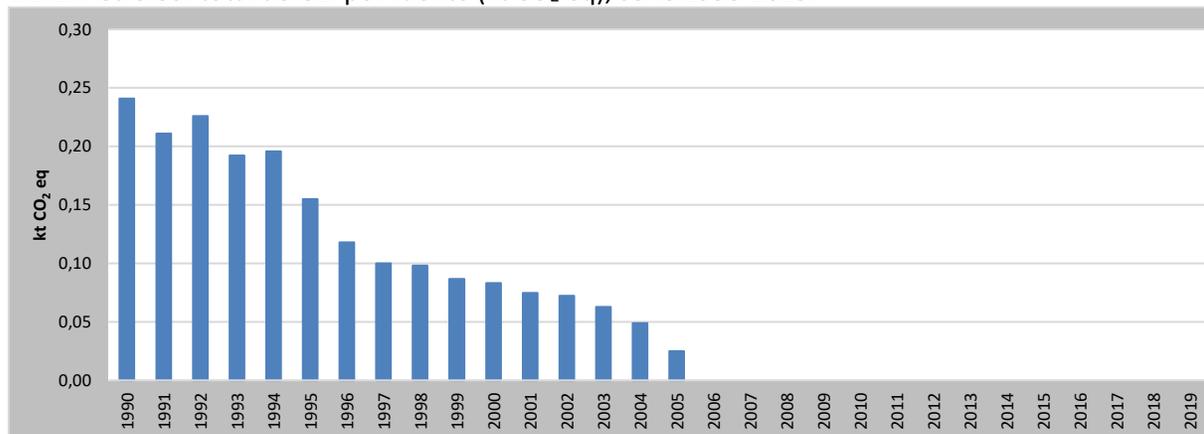
Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.B.2.a. Petróleo	0,24	0,15	0,08	0,02	NO	NO	NO	NO	NO
Total	0,24	0,15	0,08	0,02	NO	NO	NO	NO	NO

Referencia: NO= no ocurre

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.13

1.B.2. Petróleo: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.3.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía (FCR 1.B.3)

No se identifican actividades correspondientes a esta subcategoría, por tanto, se consideran que no ocurren en el país.

3.4. Transporte y almacenamiento de CO₂ (FCR 1.C)

No se identifican actividades correspondientes a esta categoría, por tanto, se consideran que no ocurren en el país.

3.5. Nuevos cálculos y planes de mejora

Los nuevos cálculos del sector corresponden a los años 2018-2019, y los recálculos para los años 1990-2017 que ya fueron reportados en el INGEI del IBA3.

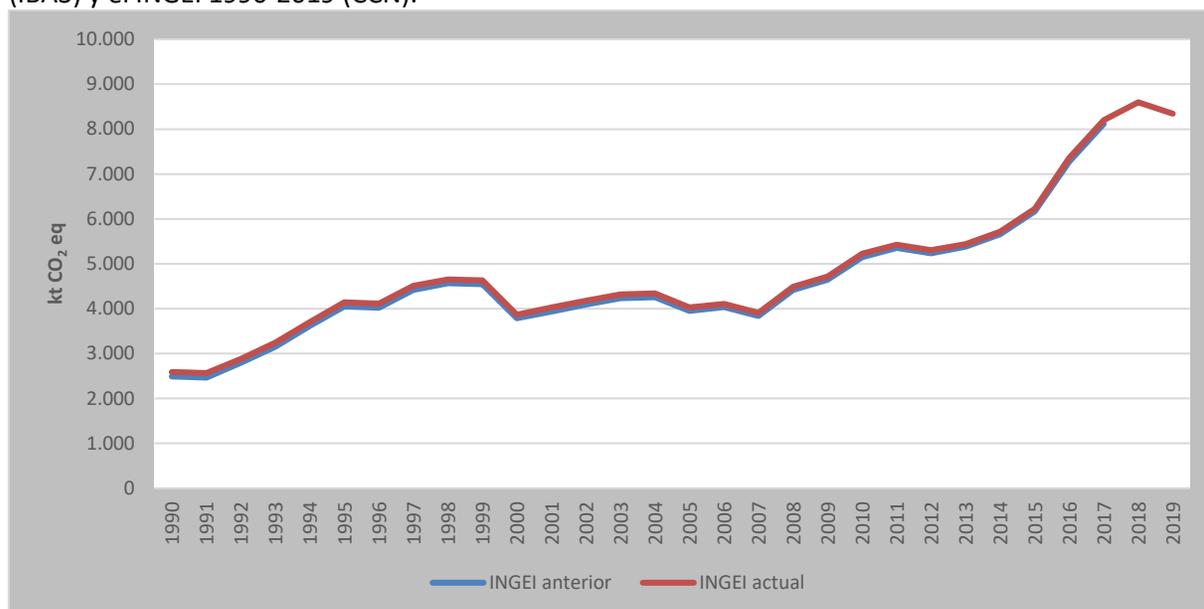
En la Tabla RE 3.12 y en la Figura RE 3.14 se presenta la comparación entre las emisiones de GEI del sector Energía del inventario anterior y el actual.

Tabla RE 3.12. Sector Energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI 1990-2017 (IBA3) y el INGEI 1990-2019 (CCN).

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior IBA3)	2.490,95	4.051,97	3.785,01	3.950,36	5.151,00	6.169,57	8.116,71		
INGEI actual (CCN)	2.590,32	4.141,80	3.868,66	4.031,06	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66
Diferencia	99,38	89,82	83,65	80,69	72,81	56,19	85,57		
Diferencia %	3,84%	2,17%	2,16%	2,00%	1,39%	0,90%	1,04%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 3.14. Sector Energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI 1990-2017 (IBA3) y el INGEI 1990-2019 (CCN).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Tabla RE 3.12 y en la Figura RE 3.14 se puede observar que existen pequeñas diferencias con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que:

- Se realizaron mejoras en los DA a través de métodos estadísticos que reflejen mejor el comportamiento de los combustibles.
- Se utilizaron nuevos valores de PCG para el caso del CH₄ y N₂O extraídos del AR5.

Para el plan de mejora se proponen las siguientes acciones:

- Relevar datos históricos de combustible diésel utilizado por la ANDE en sus centrales termoeléctricas, recurriendo a los registros de la institución.
- Estimar emisiones procedentes del uso de la energía propia para la producción de carbón vegetal, bagazo, aserrín, tallos de plantas y carbonización de biocombustibles.
- Desagregar el consumo de combustibles en la aviación entre vuelos nacionales e internacionales, para ello establecer las acciones pertinentes con la DINAC y/o propiciar las condiciones para la creación de estos registros en caso de su no disponibilidad y a fin de complementar esta acción se realizará un dictamen de expertos que mejore la estimación utilizada actualmente sobre la fracción de combustibles en vuelos nacionales e internacionales en la serie temporal.
- Desagregar los datos de consumo de combustibles del sector navegación desglosado por navegación internacional y navegación de cabotaje a través de estrategia conjunta.
- Establecer los vínculos necesarios con las organizaciones pertinentes (Viceministerio de Transporte del MOPC, Registro automotor, DNA, entre otras) a los efectos de posibilitar la desagregación del consumo de combustible por tipo de transporte (motos, autos, camiones, etc.).

- Establecer vínculos con los organismos competentes a los efectos de relevar datos de consumo de combustibles de vehículos y maquinaria móvil utilizados en actividades de agricultura, silvicultura, pesca, industria, construcción, residencial, todo terreno, equipos de apoyo de tierra de los aeropuertos, etc.
- Revisar datos de los valores de Valor Calórico Neto (VCN) utilizados en las estadísticas oficiales y su consistencia frente a los valores por defecto del IPCC combinada con el uso de factores de emisión por defecto del IPCC.
- Identificar laboratorios locales que determinen o puedan determinar parámetros de contenido de carbono y factor de oxidación de los combustibles utilizados en el país en el transporte terrestre.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de Licencias Ambientales y realización de Auditorías Ambientales.
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

RE 4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (FCR 2)

4.1. Panorama general del sector

El Sector IPPU abarca actividades que generan emisiones de GEI relacionadas con los procesos de producción industrial que transforman los materiales por medios físicos o químicos, del uso de GEI en productos y de usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles.

Las categorías incluidas junto con los GEI que resultan de las mismas son las siguientes:

- 2.A. Industria de los minerales (CO₂)
- 2.B. Industria química (CO₂, CH₄)
- 2.C. Industria de los metales (CO₂)
- 2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente (CO₂)
- 2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC)
- 2.G. Manufactura y utilización de otros productos (SF₆)

El sector industrial representa el 19 % de la economía del país (Banco Central del Paraguay, 2020) y emplea a 384.810 personas en forma directa (Encuesta Permanente de Hogares Continua del INE, 2019). El Sistema de Cuentas Nacionales del Banco Central del Paraguay (BCP) destaca que dentro del sector industrial los rubros de mayor peso son el de la carne, con una participación del 13 %, bebidas y tabaco con 12 % y el sector químico con el 11 %. Los sectores que obtuvieron un desempeño destacado en los últimos años fueron: el sector químico, el de productos metálicos y el de bebidas y tabaco.

Sin embargo, la economía del Paraguay se basa principalmente en la agricultura y ganadería. La industrialización está poco desarrollada y se reduce, principalmente, a la transformación de los productos agrícolas y ganaderos; no obstante, en las últimas décadas, el sector industrial paraguayo ha dado muestra de un nuevo dinamismo, favorecido y alimentado en gran medida por condiciones

favorables, como la estabilidad macroeconómica, así como una política de incentivos a la inversión y producción.

Las emisiones totales del sector IPPU estimadas de GEI directos para el año 2019 fueron de 1.294,94 kt CO₂ eq, representando el 2,06 % del total de emisiones nacionales. El mismo tiene un comportamiento creciente de las emisiones de GEI, resaltando picos de emisiones en los años 1995, 2006 y 2016, y descensos notorios en los años 2001, 2011 y 2017, los cuales se pueden explicar por la relación directa con la producción de cemento, una de las principales subcategorías contribuyente de CO₂ en este sector, así como la refrigeración y aire acondicionado con un aumento de emisiones de HFC en los últimos años, del 2015 al 2019.

El crecimiento del último año con respecto al año 1990 es del 411,11 % y con respecto al año 2017 un 29,48 %. Si bien en el año 2017 se observó que las emisiones tuvieron una leve disminución con respecto al año anterior debido a la menor producción de cemento, esa tendencia se revirtió en los años siguientes continuando el incremento de las emisiones. Esto se observa en la Tabla RE 4.1 y Figura RE 4.1.

Respecto a las categorías de mayor contribución en el sector IPPU en año 2019, tenemos al uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono con 47,75 %, seguido de la Industria de los minerales con 44,76 %.

Respecto a las subcategorías de mayor contribución en el sector IPPU en año 2019, tenemos la de refrigeración y aire acondicionado con 47,30 %, seguido de producción de cemento con 33,55 % y la subcategoría producción de cal con 10,83 %.

En el Anexo 5.5 se presentan los valores para toda la serie temporal.

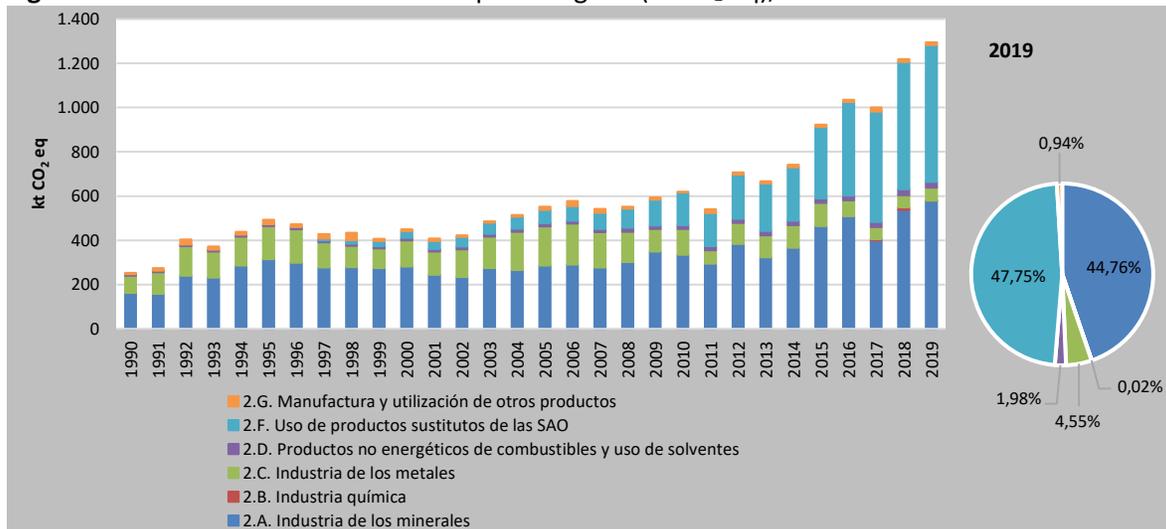
Tabla RE 4.1. Sector IPPU: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq).

<i>Categoría</i>	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.A. Industria de los minerales	162,07	313,92	280,76	285,59	334,76	464,35	399,95	537,51	579,61
2.B. Industria química	NO	NO	NO	NO	NO	NO	5,07	10,96	0,22
2.C. Industria de los metales	78,18	149,50	119,17	177,16	115,94	104,27	54,27	55,78	58,97
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	7,00	8,72	11,16	14,31	17,95	21,08	23,27	26,19	25,63
2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO	NO	NO	30,22	60,85	147,68	322,67	499,67	576,06	618,29
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	6,11	20,92	7,76	13,63	2,59	10,58	17,86	11,99	12,22
Total	253,36	493,05	449,06	551,55	618,91	922,95	1.000,09	1.218,48	1.294,94

Referencia: NO= no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 4.1. Sector IPPU: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En cuanto a los GEI emitidos en el sector IPPU, se presenta en la Tabla RE 4.2 y Figura RE 4.2 el comportamiento de los mismos en la serie temporal, siendo el más significativo en el año 2019, el CO₂ que representa el 51,31 % del total, seguido de los HFC con un 47,75 %, en menor medida el SF₆ con una contribución del 0,94 % y el CH₄ con el 0,002 %.

En los Anexos 5.6, 5.7, 5.8 y 5.9 se presentan los valores para toda la serie temporal.

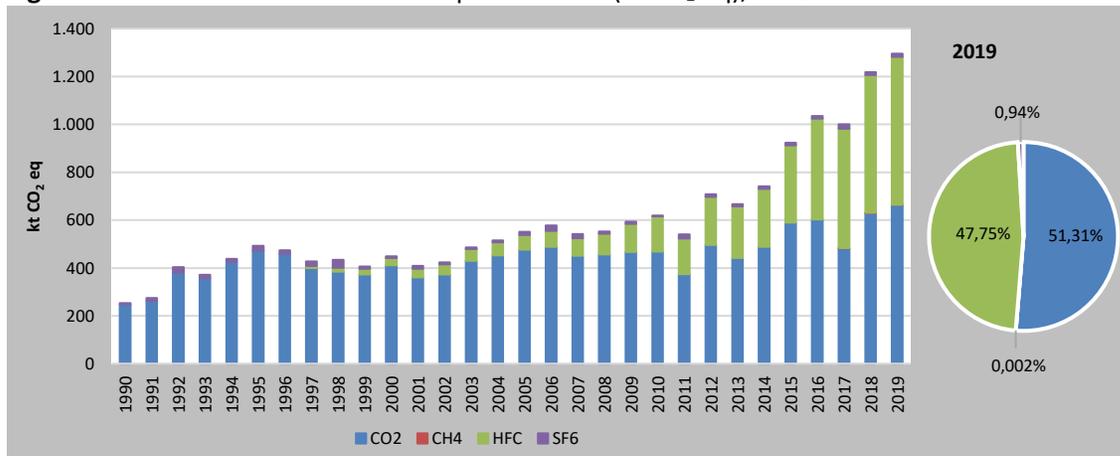
Tabla RE 4.2. Sector IPPU: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq).

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
CO ₂	247,25	472,14	411,09	477,06	468,65	589,70	482,00	629,23	664,41
CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,56	1,21	0,02
HFC	NO	NO	30,22	60,85	147,68	322,67	499,67	576,06	618,29
SF ₆	6,11	20,92	7,76	13,63	2,59	10,58	17,86	11,99	12,22
Total	253,36	493,05	449,06	551,55	618,91	922,95	1.000,09	1.218,48	1.294,94

Referencia: NO= no ocurre

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 4.2. Sector IPPU: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.2. Industria de los minerales (FCR 2.A)

La categoría Industria de los minerales incluye las emisiones de CO₂ 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.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los procesos productivos siguientes:

- Producción de cemento,
- Producción de cal,
- Producción de vidrio,
- Producción de materiales cerámicos, y
- Uso de ceniza de sosa o carbonato de sodio.

En el caso de la producción de cemento, el CO₂ se genera durante la producción del Clinker, el cual luego se somete a la trituración para formar el cemento. En la producción del Clinker se calcina la caliza, compuesta de carbonato de calcio (CaCO₃) para producir cal (CaO) y CO₂; la cal reacciona con la sílice, alúmina y el óxido de hierro, para formar el Clinker.

Para la producción de cal, el óxido de calcio (CaO o cal viva) se forma al calentar la piedra caliza como resultado de la transformación de los carbonatos contenidos en la misma. Este proceso se efectúa generalmente en hornos a altas temperaturas, donde como resultado de la reacción se libera CO₂. Según los requerimientos del producto, se utiliza principalmente la piedra caliza con fuerte proporción de calcio (calcita).

En el caso de la producción de vidrio, si bien existen diferentes variedades de productos, la mayor parte del vidrio producido son las de cal sodada, la cual está compuesta por sílice (SiO₂), sosa (Na₂O) y cal (CaO). Las principales materias primas que emiten CO₂ en el proceso de fabricación del vidrio son: la piedra caliza, la dolomita y la ceniza de sosa. También se utiliza como materia prima una fracción de vidrio reciclado (cullet).

La subcategoría Otros usos de carbonatos incluyen, para el caso nacional, la producción de materiales cerámicos y el uso de ceniza de sosa o carbonato de sodio. Los materiales cerámicos

producidos en el país incluyen principalmente la producción de ladrillos y tejas, así como tuberías de arcilla vitrificada, productos refractarios, productos de arcilla expandida, azulejos y cerámica para el piso, vajillas y ornamentos cerámicos, sanitarios, etc. Las emisiones relacionadas con los procesos de producción de las cerámicas provienen de la calcinación de los carbonatos contenidos en la arcilla. De manera análoga a los procesos de producción del cemento y de la cal, los carbonatos se calientan a altas temperaturas en un horno, lo que produce óxidos y CO₂.

En el caso de la ceniza de sosa o carbonato de sodio (Na₂CO₃), la misma es utilizada en una variedad de aplicaciones, incluidas la producción de vidrio, jabones y detergentes, productos químicos, entre otros. Tanto la producción como el consumo de la ceniza de sosa producen la liberación de CO₂. Las emisiones de la producción de ceniza de sosa se deberían declarar en la categoría de Industria química, pero este no es el caso de Paraguay, por lo que las emisiones provenientes de su uso se declaran en esta categoría. Como en el país no se produce este producto, su consumo se basa íntegramente en los productos importados. Cabe mencionar que la ceniza de sosa utilizada en la producción de vidrio se contabiliza en la subcategoría correspondiente.

La categoría Industria de los minerales presenta sólo emisiones del gas CO₂ que representan el 44,76 % del sector IPPU para el año 2019. En cuanto a su evolución en el tiempo, esta categoría tuvo un incremento del 257,63 % con respecto al año 1990 y un aumento del 44,92 % con respecto al año 2017, lo cual se debe principalmente a la contribución de la subcategoría Producción de Cemento, la cual representa el principal impulsor en el año 2019 con una contribución del 74,96 % del total de emisiones, siguiéndole la Producción de Cal con el 24,19 %.

El comportamiento de la tendencia de esta categoría está fuertemente marcado por las variaciones de la producción de cemento en la serie temporal, donde las oscilaciones observadas en las emisiones están directamente relacionadas con dichas fluctuaciones de producción. Este comportamiento irregular de la industria de cemento se debe a variaciones en la producción de cemento originadas, en varias ocasiones, por paradas temporales debidas al desabastecimiento de combustible (fuel oil). En el año 2015 se observa un crecimiento de la producción nacional debido a la operación de una nueva industria cementera, la cual inició sus operaciones en el segundo semestre del 2014. En el año 2017 se presenta una disminución importante debido a un cambio tecnológico (fuel oil a coque de petróleo) en una de ellas, lo cual ocasionó un importante tiempo de parada y afectó significativamente la producción de Clinker en dicho año.

En la Tabla RE 4.3 y Figura RE 4.3 se presentan los resultados obtenidos por subcategoría.

Tabla RE 4.3

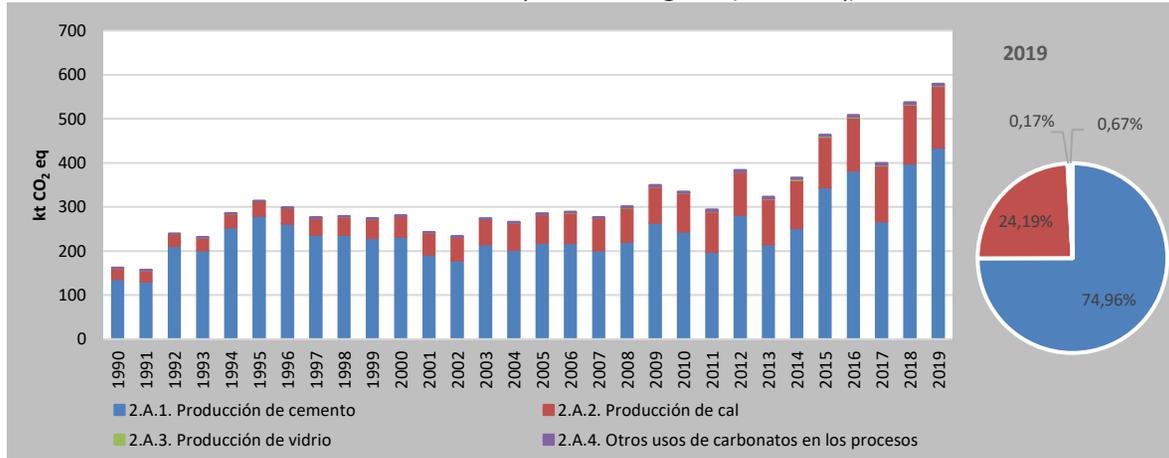
2.A. Industria de los minerales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.A.1. Producción de cemento	136,47	279,28	232,44	218,25	243,81	344,06	266,88	398,39	434,50
2.A.2. Producción de cal	25,02	33,80	47,19	65,21	87,84	115,09	127,28	133,65	140,21
2.A.3. Producción de vidrio	0,04	0,06	0,09	0,14	0,15	2,07	1,33	1,32	1,01
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	0,54	0,78	1,04	1,99	2,96	3,14	4,46	4,15	3,89
Total	162,07	313,92	280,76	285,59	334,76	464,35	399,95	537,51	579,61

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEl del MADES.

Figura RE 4.3

2.A. *Industria de los minerales*: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.3. Industria química (FCR 2.B)

La categoría Industria química incluye las emisiones de GEI que resultan de la producción de varios productos inorgánicos y orgánicos que contribuyen a la emisión de GEI. Las subcategorías asociadas son la producción de amoníaco, ácido nítrico, ácido adípico, caprolactama, glioxil y ácido glioxílico, carburo, dióxido de titanio, ceniza de sosa, petroquímica y de negro de humo, entre otras.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones del proceso productivo correspondiente a la producción de carburo, así como también en la producción petroquímica y de negro de humo, en las cuales por falta de datos no se han podido estimar las emisiones. En el caso de la producción de ácido sulfúrico, se emiten gases precursores. Las demás actividades productivas no están identificadas de que ocurran en el país.

En cuanto a las emisiones de GEI asociadas a la producción de carburos, se considera el carburo de silicio (SiC) en el país. La producción de carburo se traduce en la emisión de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂). El carburo de silicio es un abrasivo artificial importante que se produce a partir de la arena de sílice o de cuarzo y del coque de petróleo. El uso de materias primas que contienen carbono en el proceso de producción se traduce en emisiones de CO₂ y de CO. En el coque de petróleo, la presencia de azufre (S) y de componentes volátiles que contienen hidrógeno provoca la formación y emisión de CH₄ y SO₂ hacia la atmósfera.

La producción de carburo en el país se presenta a partir del año 2017 con la instalación de una nueva industria destinada a los mercados de exportación.

Esta categoría presenta emisiones de los gases CO₂ y CH₄, los cuales representaron el 0,02 % del sector IPPU en el año 2019. Este comportamiento oscilante se explica por el cese de las actividades del establecimiento industrial por su clausura por parte de la autoridad ambiental, debido a problemas de contaminación ambiental. Los resultados se presentan en la Tabla RE 4.4 y en la Figura RE 4.4.

Tabla RE 4.4

2.B. Industria química: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

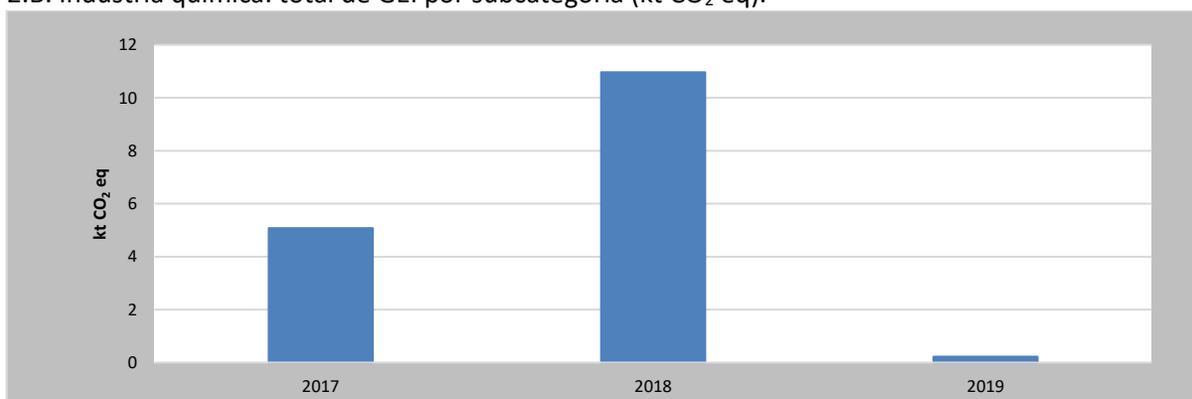
Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.B.5. Producción de carburo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	5,07	10,96	0,22
Total	NO	NO	NO	NO	NO	NO	5,07	10,96	0,22

Referencia: NO= no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 4.4

2.B. Industria química: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.4. Industria de los metales (FCR 2.C)

La categoría Industria de los metales incluye las emisiones de GEI que resultan de procesos metalúrgicos.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los siguientes procesos productivos:

- Producción de hierro y acero
- Producción de plomo

La producción de hierro y acero conduce a emisiones de dióxido de carbono (CO₂), pudiendo también generar metano (CH₄) si existiera producción de coque, lo cual no ocurre en Paraguay. En dicha actividad, desde antes de 1990 existía una sola industria de producción de hierro y acero en el país (ACEPAR), arrendada en periodo 2014 a 2018 a la empresa VETORIAL S.A., la cual tuvo muchos problemas operativos en sus últimos años. Desde el 2018, inicia sus actividades una nueva industria que produce varillas de acero a partir de chatarras metálicas como materia prima, utilizando un horno eléctrico que se abastece de la red de energía y del consumo de biodiesel como combustible.

En relación a la producción de plomo, en el país no existe producción primaria, existiendo plantas de producción secundaria a partir de baterías usadas, de vehículos principalmente. Estas plantas aplican métodos donde las baterías se descomponen de manera mecánica o manual para separar el ácido y los componentes. Los componentes de plomo se transportan a los hornos para su fundición, tras lo cual, se retira la escoria y el plomo fundido vertiéndose en moldes y se deja enfriar.

La producción secundaria de plomo refinado consiste en el procesamiento del plomo reciclado con el fin de prepararlo para su reutilización. La gran mayoría de este plomo reciclado proviene de la chatarra de plomo de las baterías ácidas. Las baterías ácidas de plomo se trituran con molino de martillo y se introducen en el proceso de fundición con o sin desulfuración, o bien, se funden enteras.

La categoría Industria de los metales presenta sólo emisiones del gas CO₂ que representan el 4,55 % del sector IPPU para el año 2019. En cuanto a su evolución en el tiempo, esta categoría tuvo una disminución del 24,57 % con respecto al año 1990 y un aumento del 8,67 % con respecto al año 2017, lo cual se debe a las variaciones en la producción de hierro y acero. El principal impulsor de esta categoría corresponde a la subcategoría de producción de hierro y acero, la cual en el año 2019 tuvo una contribución del 98,71 % del total de emisiones, correspondiendo el 1,29 % restante a la producción de plomo.

El comportamiento de la tendencia de esta categoría está fuertemente marcado por las variaciones de la producción de hierro y acero, observando grandes fluctuaciones que estuvieron relacionadas con las variaciones de la demanda del sector de la construcción local, la demanda del mercado internacional y los frecuentes cambios e inestabilidad en la conducción de la empresa ACEPAR en ciertos periodos.

El aumento de producción de plomo en los últimos años se explica parcialmente por el creciente aumento del parque automotor que demanda nuevas baterías. Además, se puede mencionar el crecimiento de la red logística de recolección de baterías usadas a través de la compra de las baterías usadas en los principales negocios de venta e instalación de nuevas baterías. Los resultados se presentan en la Tabla RE 4.5 y en la Figura RE 4.5.

Tabla RE 4.5

2.C. Industria de los metales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

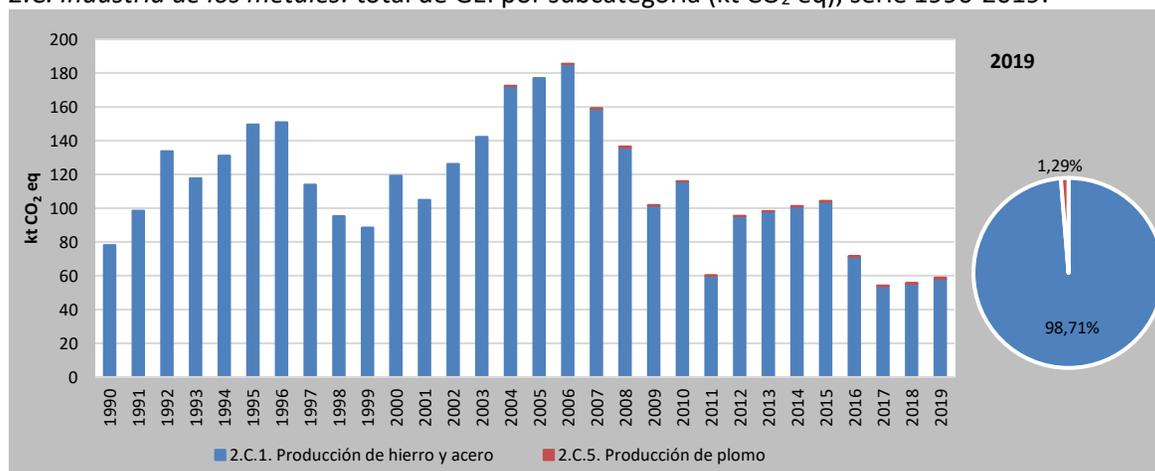
<i>Subcategoría</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>
2.C.1. Producción de hierro y acero	78,18	149,50	119,17	177,16	115,84	103,83	53,94	55,40	58,21
2.C.5. Producción de plomo	NE	NE	NE	NE	0,10	0,44	0,33	0,38	0,76
Total	78,18	149,50	119,17	177,16	115,94	104,27	54,27	55,78	58,97

Referencia: NE= no estimado.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 4.5

2.C. Industria de los metales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.5. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (FCR 2.D)

La categoría *Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes* incluye las emisiones de GEI generadas por los usos de los combustibles fósiles como productos con fines primarios, excepto para la combustión con fines energéticos, y para el uso como sustancia de alimentación a procesos o como agente reductor. Las subcategorías asociadas son el uso de lubricantes, de cera de parafina y de solventes.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones relacionadas al uso de los productos lubricantes y ceras de parafina.

El principal uso de lubricantes es en aplicaciones industriales y en máquinas del sector Transporte. Los lubricantes se producen en las refinerías, por separación del petróleo crudo, o en las plantas petroquímicas. Se pueden subdividir en: (i) aceites para motores y aceites industriales y (ii) grasas. Estos difieren según sus características físicas (por ej., la viscosidad), de sus aplicaciones comerciales y de su destino ambiental.

El uso de los lubricantes en los motores obedece principalmente a sus propiedades lubricantes y las emisiones asociadas se consideran, por lo tanto, emisiones sin combustión que deben declararse en el sector IPPU.

Esta categoría incluye productos como la vaselina (petrolato), ceras de parafina y otras ceras, incluida la ozocerita (mezcla de hidrocarburos saturados, sólida a temperatura ambiente). Las ceras de parafina se separan del petróleo crudo durante la producción de aceites lubricantes (destilado) livianos. Las ceras de parafina se clasifican según el contenido de aceite y el grado de refinación.

Esta categoría presenta emisiones del gas CO₂ que representan el 1,98 % del sector IPPU para el año 2019. En cuanto a su evolución en el tiempo, tuvo un aumento del 266,28 % con respecto al año 1990 y del 10,14 % con respecto al año 2017, lo cual se debe al incremento del uso de los productos. El principal impulsor de esta categoría corresponde a la subcategoría de Uso de lubricantes, con un

aporte de emisiones del 95,68 %. Los resultados se presentan en la Tabla RE 4.6 y en la Figura RE 4.6.

Tabla RE 4.6

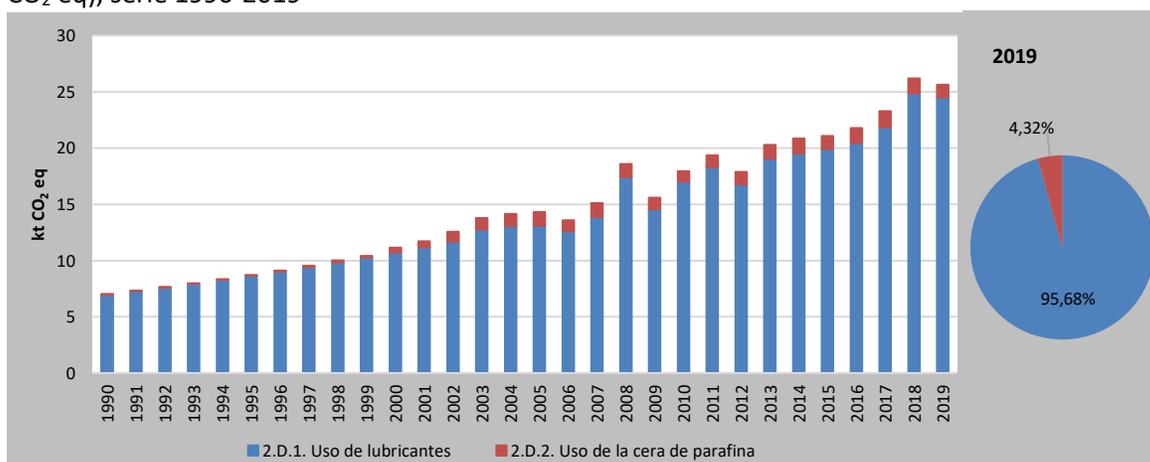
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.D.1. Uso de lubricantes	6,99	8,66	10,74	13,10	17,03	19,91	21,88	24,86	24,52
2.D.2. Uso de la cera de parafina	0,01	0,06	0,42	1,21	0,91	1,17	1,39	1,33	1,11
Total	7,00	8,72	11,16	14,31	17,95	21,08	23,27	26,19	25,63

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 4.6

2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.6. Industria electrónica (FCR 2.E)

No se identifican actividades correspondientes a esta categoría, por tanto, se considera que no ocurre en el país.

4.7. Uso de productos sustitutos de las SAO (FCR 2.F)

Los productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), son sustancias que en general se usan porque tienen propiedades térmicas de interés en el transporte o aislamiento de energía, sus usos van desde la refrigeración y el aire acondicionado, pasando por la extinción de incendios, hasta los propelentes de aerosoles y espumantes. Algunas categorías en las que se agrupan estos usos implican el almacenamiento de las sustancias y su liberación paulatina a lo largo de los años debido a fugas, como es el caso de la refrigeración, lo cual genera bancos de almacenamiento.

La categoría Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono incluye las emisiones de los gases fluorados HFC y, en una medida muy limitada, los PFC que sirven como

alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO). Las subcategorías incluidas son la refrigeración y aire acondicionado, agentes espumantes, protección contra incendios, aerosoles y solventes.

En el contexto nacional, la categoría incluye las emisiones de equipos de refrigeración, aire acondicionado y protección contra incendios. Con respecto a los gases PFC, no se ha identificado su uso en el país.

En esta sección se consideran las emisiones derivadas del uso de productos sustitutos de las SAO en actividades de:

- Refrigeración y aire acondicionado
- Protección contra incendios

Los sistemas de refrigeración y aire acondicionado pueden clasificarse en varias sub-aplicaciones o categorías. Estas categorías corresponden a sub-aplicaciones que pueden diferir en ubicación y propósito y se enumeran a continuación:

- Refrigeración doméstica (es decir, hogares),
- Refrigeración comercial, incluidos los diferentes tipos de equipos, desde las expendedoras hasta los sistemas centralizados de refrigeración en los supermercados,
- Procesos industriales que incluyen congeladores, almacenamiento de baja temperatura y bombas caloríficas industriales utilizadas en la alimentación, la petroquímica y otras industrias,
- Transporte refrigerado, incluidos los equipos y los sistemas de refrigeración utilizados en camiones, contenedores, frigoríficos y vagones,
- Sistemas de aire acondicionado estacionario incluidos los sistemas aire-aire, las bombas caloríficas y los enfriadores-congeladores para aplicaciones residenciales y en la construcción,
- Sistemas de aire acondicionado móvil utilizados en vehículos de pasajeros, cabinas de camiones, buses y trenes.

Algunos equipos usados para la extinción de incendios usan los HFC para reemplazar parcialmente los halones. En el país se tiene identificado el uso del gas HFC-236fa denominado Hexafluoropropano, utilizado para proteger a los equipos e instrumentos eléctricos en las operaciones de extinción de incendios.

La categoría Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono presenta emisiones de HFC que representan el 47,75 % del sector IPPU para el año 2019, con un incremento del 23,74 % con respecto al año 2017, lo cual se debe al aporte de los gases utilizados en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Los resultados se presentan en la Tabla RE 4.7 y en la Figura RE 4.7.

Tabla RE 4.7

2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

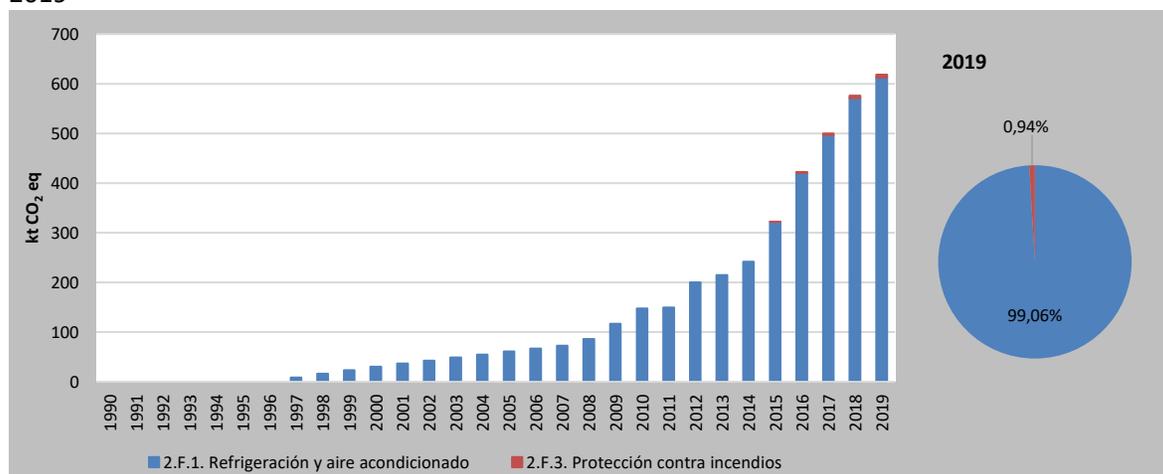
Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	NO	NO	30,22	60,85	147,68	321,70	496,41	570,99	612,45
2.F.3. Protección contra incendios	NO	NO	NO	NO	NO	0,97	3,26	5,07	5,83
Total	0,00	0,00	30,22	60,85	147,68	322,67	499,67	576,06	618,29

Referencia: NO= no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 4.7

2.F. *Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019*



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

La estimación de emisiones en esta categoría está realizada a partir de informaciones oficiales de las importaciones de las sustancias HFC que permiten conocer los valores anuales de consumo por aplicación y considerando el factor de emisión correspondiente. Adicionalmente se incluye un factor debido a las emisiones de los bancos de gases, que intenta dar cuenta del retardo entre el consumo y las emisiones.

4.8. Manufactura y utilización de otros productos (FCR 2.G)

La categoría Manufactura y utilización de otros productos incluye las emisiones del uso de SF₆, PFC y N₂O en diferentes aplicaciones que se basan en las diferentes propiedades físicas de estas sustancias, como la elevada constante dieléctrica del SF₆, la estabilidad de los PFC y los efectos anestésicos del N₂O. Las subcategorías incluidas son equipos eléctricos, SF₆ y PFC de otros usos de productos y N₂O de usos de productos.

En el contexto nacional se registra la actividad relacionada con equipos eléctricos que utilizan SF₆ relacionadas a la generación y transmisión de energía eléctrica, de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) y a las entidades binacionales ITAIPU y YACYRETA. No se registran consumos de PFC, mientras que se identifica el uso del N₂O en aplicaciones médicas, las cuales no pudieron ser estimadas por falta de datos.

El hexafluoruro de azufre (SF₆) se emplea como aislante eléctrico y para interrumpir la corriente en los equipos utilizados en la transmisión y distribución de electricidad. Las emisiones se producen en cada etapa del ciclo de vida útil de los equipos, incluida la fabricación, la instalación, el uso, el mantenimiento y la eliminación. La mayor parte del SF₆ utilizado en los equipos eléctricos se emplea en conmutadores y subestaciones con aislación de gas (GIS, del inglés, Gas-Insulated Substations) y en los disyuntores a gas (GCB, del inglés, Gas Circuit Breakers), aunque parte del SF₆ se emplea en líneas de alta tensión con aislación de gas (GIL, del inglés, Gas-Insulated Lines), en transformadores con aislación de gas y en otros equipos.

Las aplicaciones mencionadas pueden dividirse en dos categorías de confinamiento del gas. La primera categoría corresponde a los “Sistemas de presión sellados” o “Equipos herméticos”, que se define como equipos que nunca necesitan ser recargados con gas (conservación del nivel de llenado) durante toda la vida útil y que generalmente contienen menos de 5 kg de gas por unidad funcional. En general, los equipos de distribución corresponden a esta categoría. La segunda categoría es la de los “Sistemas de presión cerrados”, definida por incluir los equipos que requieren ser recargados con gas (conservación del nivel de llenado) durante la vida útil. Este tipo de equipo suele contener entre cinco y varios centenares de kilogramos por unidad funcional. Los equipos de transmisión entran normalmente dentro de esta categoría. Ambas categorías de equipos poseen más de 30 y hasta de 40 años de vida útil. También se utiliza SF₆ en los transformadores de energía con aislación de gas.

La presente subcategoría contribuye con emisiones de SF₆ a los GEI del sector IPPU, representando el 0,94 % del total en el año 2019, con un incremento del 100 % con respecto al año 1990 y una disminución del 31,58 % respecto al año 2017. El incremento observado en la serie temporal se debe a la cantidad de nuevos equipos incorporados en el tiempo por el crecimiento de la infraestructura en la generación y distribución de energía eléctrica. La disminución con respecto al año 2017 se puede explicar a que en dicho año hubo un consumo adicional por acciones de mantenimiento y reposición de fugas en casos específicos. Los resultados se presentan en la Tabla RE 4.8 y en la Figura RE 4.8.

Tabla RE 4.8

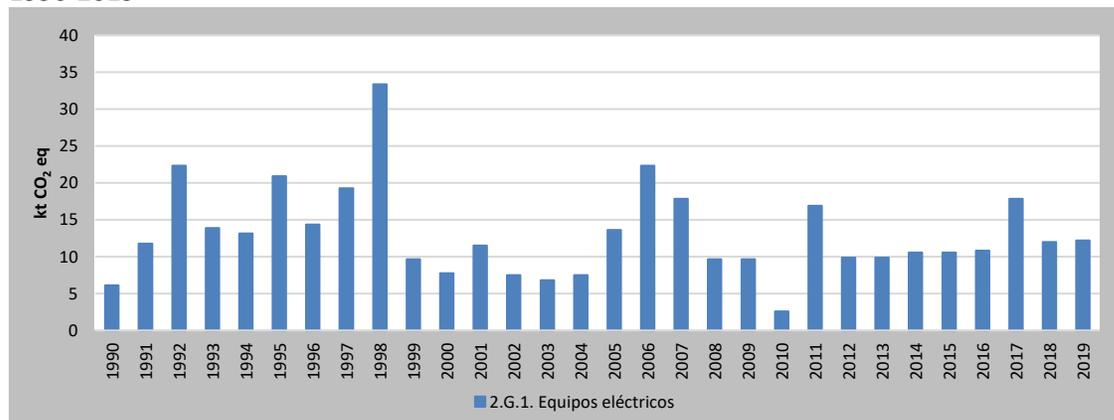
2.G. Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.G.1. Equipos eléctricos	6,11	20,92	7,76	13,63	2,59	10,58	17,86	11,99	12,22
Total	6,11	20,92	7,76	13,63	2,59	10,58	17,86	11,99	12,22

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 4.8

2.G. Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

La estimación de emisiones de SF₆ fue realizada a partir de informaciones proporcionadas por las entidades del sector eléctrico relacionadas a la capacidad de gas contenido en los equipos y al consumo de dicha sustancia para la reposición de gas en los equipos correspondiente a fugas, fallas o pérdidas durante la fase de operación de los mismos.

4.9. Nuevos cálculos y planes de mejora

Los nuevos cálculos del sector corresponden a los años 2018-2019, y los recálculos para los años 1990-2017 que ya fueron reportados en el INGEI del IBA3.

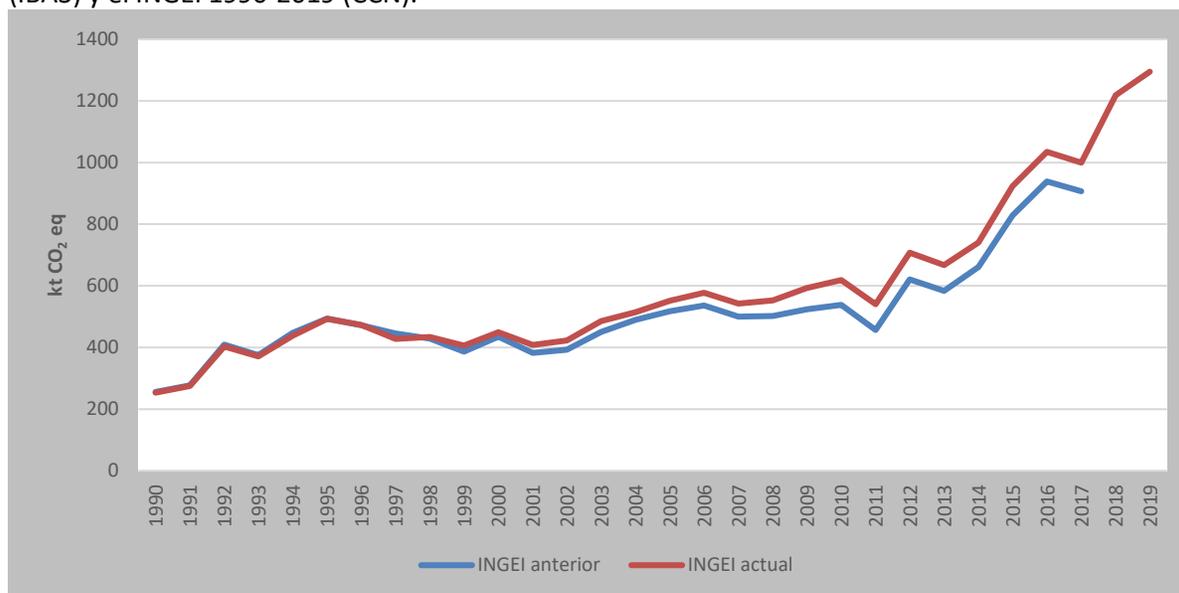
En la Tabla RE 4.9 y en la Figura RE 4.9 se presenta la comparación entre las emisiones de GEI del sector IPPU del inventario reportado en el IBA3 y el inventario actual.

Tabla RE 4.9. Sector IPPU: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI 1990-2017 (IBA3) y el INGEI 1990-2019 (CCN).

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	255,73	493,69	435,20	518,00	538,50	828,83	907,21		
INGEI actual	253,36	493,05	449,06	551,55	618,91	922,95	1.000,09	1.218,48	1.294,94
Diferencia	-2,37	-0,64	13,86	33,55	80,42	94,12	92,88		
Diferencia %	-0,94%	-0,13%	3,09%	6,08%	12,99%	10,20%	9,29%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 4.9. Sector IPPU: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI 1990-2017 (IBA3) y el INGEI 1990-2019 (CCN).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Tabla RE 4.9 y Figura RE 4.9 se puede observar que existen pequeñas diferencias con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que se realizaron mejoras presentadas a continuación:

- Utilización de nuevos valores de PCG para el caso del CH₄ y N₂O extraídos del AR5.
- Ajustes de datos de producción de Clinker por parte de una de las cementeras en los años 1996, 1997, 2016 y 2017.
- Ajustes en datos de producción de cal en periodo 1992-2017 basado en un relevamiento realizado en la zona de Vallemí, así también en datos obtenidos de dos industrias específicas y en la actualización de proyecciones estadísticas.
- La categoría producción de vidrio fue estimada en un Nivel 3 con datos de carbonatos y caliza usados como materia prima basado en datos de producción de vidrio, lo cual tuvo ajustes de datos en los años 2014, 2015, 2017 y actualización estadística en el periodo 1990-2005. También se tuvieron datos actualizados de consumo de cullet en el periodo 2014-2017, dato utilizado como método de verificación en Nivel 2.
- Ajustes de datos en el periodo 2003-2017 para lubricantes y 1999-2017 para ceras a partir de información proporcionada por la DNA y la consideración de partidas arancelarias específicas.
- Actualización en tratamiento estadístico de datos en el periodo 1990-2002 para lubricantes y 1990-1998 para ceras.
- Ajustes en los valores de Factor de emisión para todos los gases en Refrigeración y aire acondicionado estacionario desde 1997.
- Actualización de datos HFC-134a en años 2009 y 2010, tanto para estacionario como móvil.
- Actualización de datos de HFC-125 para años 2009 y 2015.
- Actualización de datos de HFC-143a para año 2009, 2010 y 2015.
- Ajustes en tratamiento estadístico de datos del gas HFC-134a para el periodo 1990-2007.
- Actualización de datos proporcionados por parte de la ANDE y EBY.

Para el plan de mejora se identifican las siguientes acciones:

- Relevar datos para el reporte de las emisiones de las categorías Ferroaleaciones y Producción de negro de humo, uso de piedra caliza en la industria de hierro y acero, N₂O para aplicaciones médicas.
- Relevar datos del consumo de SF₆ en las fases de instalación y de eliminación de equipos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
- Mejorar la exactitud en cálculos de la categoría producción de hierro y acero.
- Coordinar con el MIC y el INE una estrategia de relevamiento y registro de datos de actividades industriales.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de Licencias Ambientales y realización de Auditorías Ambientales.
- Alentar a las entidades proveedoras de información a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

RE 5. Sector Agricultura y Ganadería (FCR 3)

5.1. Panorama general del sector

El sector Agricultura y Ganadería incluye las emisiones de GEI asociadas a las actividades agropecuarias (agrícolas y ganaderas), que hacen a uno de los motores de la economía del país. Se contabilizan las emisiones de CH₄, N₂O y CO₂ relacionadas con el ganado, el suelo (dividido en suelos gestionados, cultivo de arroz, encalado y fertilización con urea), y con la quema de biomasa. Según las *Directrices del IPCC de 2006*, las categorías incluidas en el INGEI, junto con los GEI que resultan de las mismas, son las siguientes:

- 3.A. Fermentación entérica (CH₄)
- 3.B. Gestión del estiércol (CH₄ y N₂O)
- 3.C. Cultivo de Arroz (CH₄)
- 3.D. Suelos Agrícolas
- 3.F. Quema prescrita de sabanas (CH₄ y N₂O)
- 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo (CH₄ y N₂O)
- 3.G. Encalado (CO₂)
- 3.H. Aplicación de urea (CO₂)

Existe evidencia en el Paraguay de emisiones por quema de biomasa, y pese a contar con ciertos datos de superficies quemadas por uso de la tierra, no pudieron ser estimadas en este INGEI, debido a la falta de consistencia en los datos para la serie temporal.

El sector Agricultura y Ganadería, que constituye una de las principales actividades de la economía del país, representó el 39,98 % del balance nacional en 2019, correspondientes a 25.086,24 kt CO₂ eq, aumentando en un 76,99 % desde 1990 y aumentando en un 1,78 % desde 2017. El aumento desde 1990, según datos recopilados de MAG, SENACSA y DNA, es debido al incremento del hato de ganado vacuno, uno de los principales commodities de producción primaria a nivel nacional, que es utilizado como dato de actividad para más de una categoría. Además, aunque en menor medida, existen aumentos en las cantidades de fertilizantes nitrogenados, urea y cal agrícola, y en las superficies de cultivos agrícolas. Las categorías con aportes significativos son *fermentación entérica*

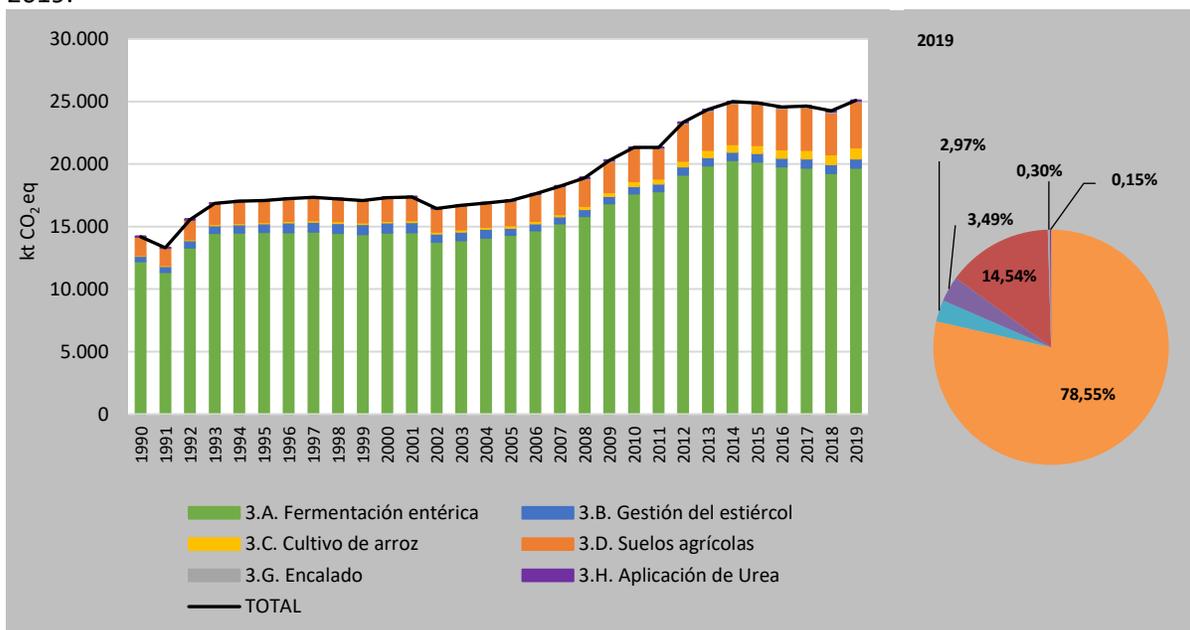
y *suelos agrícolas*. Entre 2017 y 2019, el sector aumenta de 1,78 % debido principalmente al leve incremento de emisiones en las categorías de *cultivo de arroz* y de *suelos agrícolas (por fertilizantes inorgánicos)*. En la Tabla RE 5.1 y en la Figura RE 5.1 se presentan los resultados del reporte inventariado por categorías, y en el Anexo 5.5 se presentan los valores de la serie completa.

Tabla RE 5.1. Sector Agricultura y Ganadería: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.A. Fermentación entérica	12.216,97	14.560,05	14.517,53	14.346,96	17.636,93	20.194,44	19.711,54	19.260,50	19.704,73
3.B. Gestión del estiércol	439,28	686,80	806,93	547,83	601,09	681,58	728,78	725,99	745,71
3.C. Cultivo del arroz	60,36	110,17	136,34	211,95	383,57	632,92	691,11	788,09	875,40
3.D. Suelos agrícolas	1.457,23	1.722,62	1.835,13	1.936,19	2.626,03	3.278,35	3.375,79	3.329,37	3.647,15
3.G. Encalado	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	104,22	103,76	76,12
3.H. Aplicación de urea	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	36,23	42,60	37,14
Total	14.174,05	17.080,30	17.298,63	17.074,13	21.329,81	24.897,74	24.647,68	24.250,31	25.086,24

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 5.1. Sector Agricultura y Ganadería: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

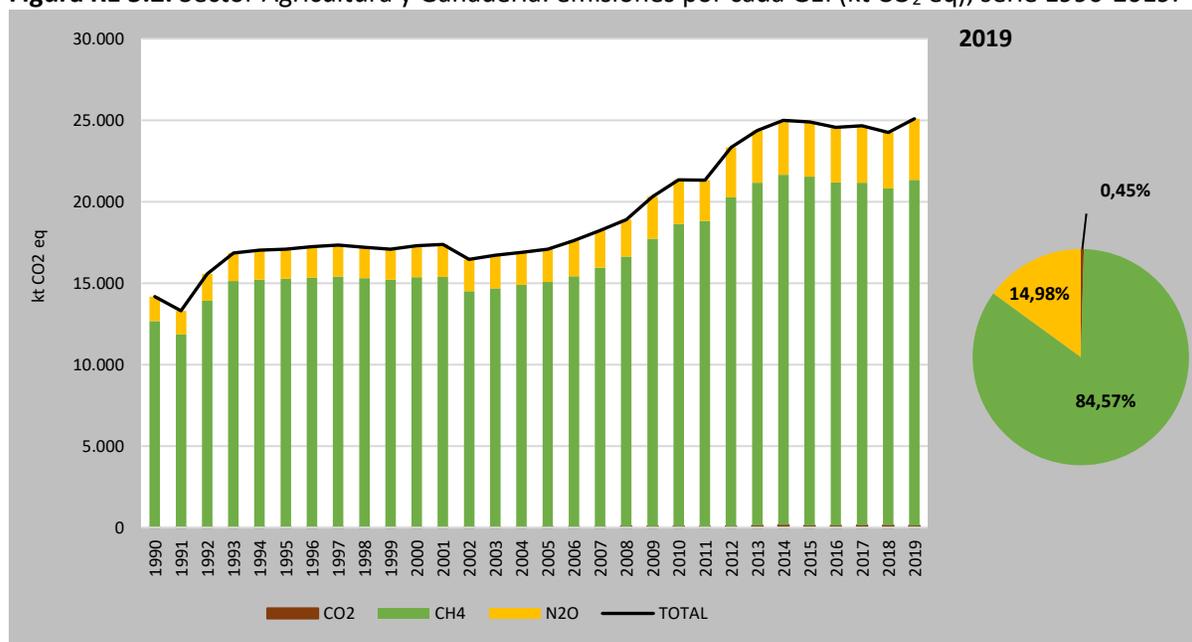
Con respecto al porcentaje de contribución de cada GEI estimado en el sector, en la Tabla RE 5.2 y Figura RE 5.2 se pueden observar que el CH₄ es el principal GEI emitido, representando el 84,57 % de las emisiones con 21.216,05 kt CO₂ eq, el 14,98 % corresponde al N₂O con 3.756,94 kt CO₂ eq, y el 0,45 % a CO₂ con 113,25 kt CO₂ eq en el año 2019.

En los Anexos 5.6, 5.7 y 5.9 se presentan los valores de la serie completa.

Tabla RE 5.2. Sector Agricultura y Ganadería: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
CO ₂	0,22	0,66	2,69	31,20	82,19	110,44	140,46	146,36	113,25
CH ₄	12.664,28	15.268,64	15.352,64	15.036,59	18.543,04	21.416,06	21.026,60	20.666,85	21.216,05
N ₂ O	1.509,56	1.811,00	1.943,29	2.006,34	2.704,57	3.371,23	3.480,62	3.437,10	3.756,94
Total	14.174,05	17.080,30	17.298,63	17.074,13	21.329,81	24.897,74	24.647,68	24.250,31	25.086,24

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 5.2. Sector Agricultura y Ganadería: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.2. Fermentación entérica

Abarca las emisiones de CH₄ que se producen en los herbívoros como subproducto de la fermentación entérica, proceso digestivo por el cual los microorganismos descomponen los carbohidratos en moléculas simples para la absorción en el flujo sanguíneo. La cantidad de metano que se libera depende del tipo de tracto digestivo, la edad y el peso del animal, así como de la calidad y la cantidad del alimento consumido.

En el contexto nacional, las especies consideradas corresponden a los principales rubros pecuarios del país que son: *ganado vacuno*, en el cual incluyen a las *vacas lecheras* y *otros vacunos* (vacas, vaquillas, novillos, toros, desmamantes macho y hembra, terneros y bueyes); *ovinos*; *porcinos* y *otros ganados* (*búfalos, caprinos, equinos, mulas y asnos*).

En 2019, las emisiones resultantes de la *fermentación entérica* contabilizaron 19.704,73 kt CO₂ eq representando el 78,55 % del total de emisiones del sector. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 61,29 % con respecto a 1990 y han disminuido 0,03 % con respecto a 2017. El principal motivo de este comportamiento en las emisiones de CH₄ de 1990 a 2019 es el aumento del hato de ganado vacuno a nivel nacional, y en comparación con el año 2017 se ha mantenido prácticamente constante.

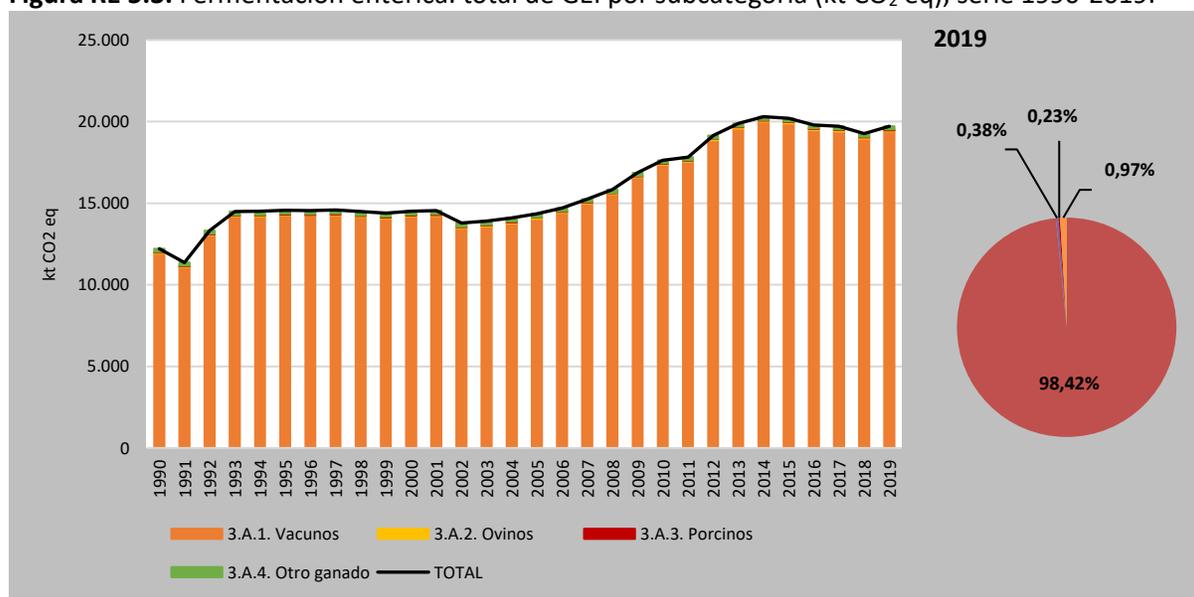
Esta categoría cuenta con el mayor porcentaje de contribución al total de emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería, siendo el *ganado vacuno*, la subcategoría que presenta mayoría en el aporte del total de emisiones de GEI con 98,42 % (89,92 % de ese aporte corresponde a *otros vacunos* y 10,08 % a *vacas lecheras*). Le siguen *otro ganado* con 0,97 %, *ovinos* con 0,38 % y *porcinos* con 0,23 %. En la Tabla RE 5.3 y en la Figura RE 5.3 se observa un resumen de emisiones de GEI de la categoría de *fermentación entérica* por subcategorías, en el Anexo 5.5 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 5.3. Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.A.1. Vacunos	11.920,20	14.250,40	14.192,86	14.048,15	17.364,26	19.892,58	19.399,61	18.951,23	19.393,97
3.A.1.a. Vacas lecheras	1.340,52	1.749,48	1.777,89	1.170,32	1.279,07	1.597,51	1.363,29	1.358,51	1.954,58
3.A.1.b. Otros vacunos	10.579,68	12.500,93	12.414,97	12.877,83	16.085,19	18.295,07	18.036,32	17.592,72	17.439,39
3.A.2. Ovinos	63,77	53,40	56,29	63,07	54,97	69,77	74,80	74,30	74,90
3.A.3. Porcinos	23,29	40,76	50,36	30,59	32,65	37,85	43,14	44,00	44,90
3.A.3.a. Porcinos	22,85	39,95	48,89	28,47	28,58	30,59	32,87	31,84	32,85
3.A.3.b. Porcinos (carne)	0,45	0,81	1,47	2,12	4,07	7,26	10,26	12,16	12,05
3.A.4. Otro ganado	209,70	215,48	218,01	205,16	185,05	194,24	193,99	190,97	190,96
3.A.4.a. Búfalos	7,75	9,16	9,09	9,43	11,51	21,55	22,05	20,63	20,26
3.A.4.d. Caprinos	20,91	17,29	17,36	18,27	18,80	20,82	20,39	20,53	20,89
3.A.4.e. Equinos	168,44	176,23	178,60	163,57	141,94	139,06	138,68	136,97	136,99
3.A.4.f. Mulas y asnos	12,60	12,80	12,96	13,89	12,80	12,81	12,87	12,83	12,83
Total	12.216,97	14.560,05	14.517,53	14.346,96	17.636,93	20.194,44	19.711,54	19.260,50	19.704,73

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 5.3. Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.3. Gestión del estiércol

Esta categoría abarca las emisiones de CH₄ y las emisiones directas e indirectas de N₂O resultantes de la gestión del estiércol producidos durante el almacenamiento y el tratamiento del estiércol (bosta y orina) del ganado. El CH₄ es producido a partir de la descomposición de estiércol bajo condiciones anaeróbicas. El N₂O es producido por la nitrificación y la desnitrificación del nitrógeno contenido en el estiércol y varían significativamente según los tipos de sistemas de gestión del estiércol utilizados. Las *emisiones directas de N₂O* se encuentran en función del contenido de N en el estiércol, de la duración del almacenamiento y del tipo de tratamiento. Las *emisiones indirectas de N₂O* ocurren como una fracción de N que se volatiliza y luego se deposita en el suelo y como otra fracción que se lixivia del sistema en el suelo, están en función de la temperatura y la duración del almacenamiento.

En el contexto nacional, las especies consideradas corresponden a los principales rubros pecuarios del país cuyo estiércol se gestiona en alguno de los sistemas de gestión del estiércol definidos en el Cuadro 10.18 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Estas especies son: *ganado vacuno*, en el cual

incluyen a las *vacas lecheras* y *otros vacunos* (vacas, vaquillas, novillos, toros, desmamantes macho y hembra, terneros y bueyes); *ovinos*; *porcinos* y *otro ganado* (*búfalos*, *caprinos*, *equinos*, *mulas y asnos* y *aves de corral*). Asimismo, pudieron ser estimadas las emisiones de CH₄, *emisiones directas de N₂O* y *emisiones indirectas de N₂O* por fracciones de pérdidas de N debidas a la volatilización y lixiviación. Las *emisiones indirectas de N₂O* por lixiviación fueron estimadas por primera vez, ya que el *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*, presenta metodología de nivel 1 para la estimación.

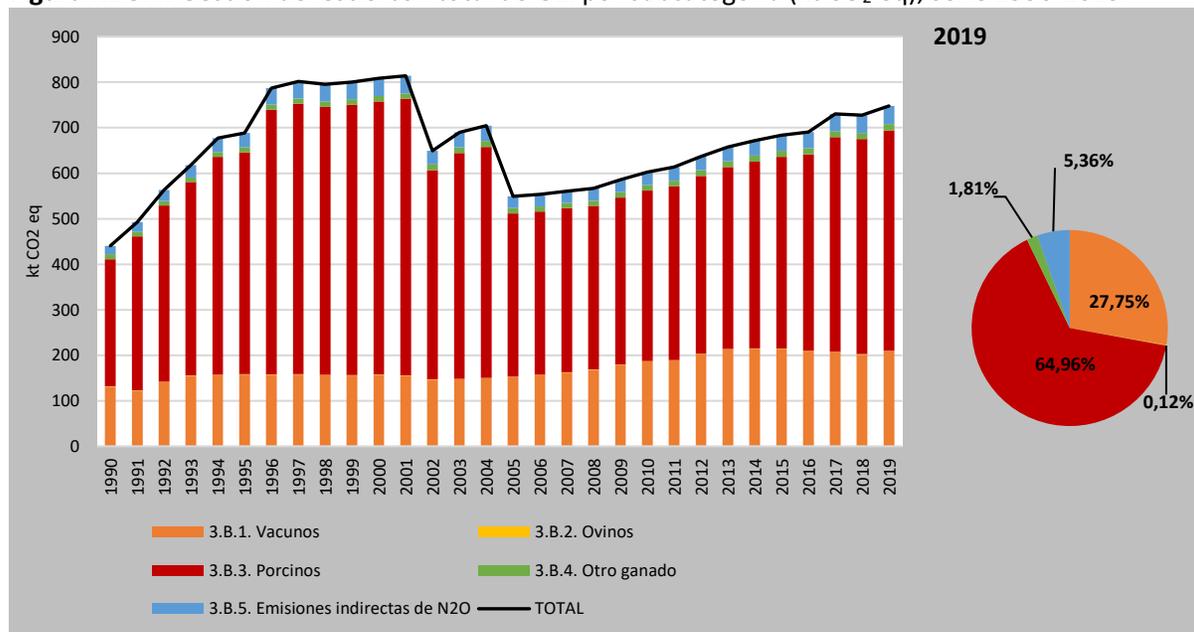
En 2019, las emisiones resultantes de la *gestión de estiércol* contabilizaron 745,71 kt CO₂ eq representando el 2,97 % del total de emisiones del sector. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 69,76 % con respecto al año base y han aumentado 2,32 % con respecto a 2017. Los aumentos son debidos principalmente por el comportamiento de la población del ganado porcino que presenta una tendencia en alza desde el año 2005. La mayor contribución al total de emisiones de GEI de esta categoría lo representa el *ganado porcino* con 64,96 %, le siguen *vacunos* con 27,75 %, *emisiones indirectas de N₂O* con 5,36 % y *otros ganados* con 1,81 %, *ovinos* representa tan solo el 0,12 %. En la Tabla RE 5.4 y en Figura RE 5.4 se observa un resumen de emisiones de GEI de *gestión de estiércol* por subcategorías.

Tabla RE 5.4. Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.B.1. Vacunos	129,84	156,01	155,57	150,81	185,00	211,49	204,93	199,61	206,91
3.B.1.a. Vacas lecheras	21,01	27,42	27,86	18,34	20,05	25,04	21,37	21,29	30,63
3.B.1.b. Otros vacunos	108,83	128,59	127,71	132,47	164,96	186,45	183,57	178,32	176,28
3.B.2. Ovinos	0,78	0,65	0,69	0,77	0,67	0,85	0,91	0,91	0,91
3.B.3. Porcinos	278,71	487,52	600,19	358,79	374,41	422,03	471,61	473,07	484,40
3.B.3.a. Porcinos	275,44	481,58	589,40	343,25	344,56	368,74	396,29	383,82	395,99
3.B.3.b. Porcinos (carne)	3,27	5,94	10,79	15,54	29,85	53,29	75,32	89,24	88,40
3.B.4. Otro ganado	11,30	11,10	11,80	12,05	12,05	13,02	13,25	13,37	13,52
3.B.4.a. Búfalos	0,09	0,10	0,10	0,11	0,13	0,24	0,25	0,23	0,23
3.B.4.d. Caprinos	0,27	0,22	0,22	0,23	0,24	0,27	0,26	0,26	0,27
3.B.4.e. Equinos	4,65	4,87	4,93	4,52	3,92	3,84	3,83	3,78	3,78
3.B.4.f. Mulass y asnos	0,26	0,26	0,27	0,28	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
3.B.4.g. Aves de corral	6,03	5,64	6,28	6,91	7,49	8,40	8,64	8,83	8,98
3.B.5. Emisiones indirectas de N₂O	18,65	31,52	38,68	25,40	28,96	34,20	38,07	39,04	39,97
Total	439,28	686,80	806,93	547,83	601,09	681,58	728,78	725,99	745,71

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 5.4. Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.4. Cultivo del arroz

Esta categoría abarca las emisiones de CH₄ producidas por descomposición anaeróbica de materia orgánica en arrozales que se liberan mediante el transporte a través de las plantas de arroz, dependen de la cantidad y la duración de los cultivos que se trate, de los regímenes hídricos previos al período de cultivo, y de los abonos orgánicos e inorgánicos del suelo en el transcurso de este, del tipo de suelo y la temperatura.

En el Paraguay existen cultivos de arroz seco (*que no necesitan irrigación*) y de riego (*irrigadas*, sin incorporación de sustratos orgánicos), siendo este último, el mayor producido con un importante crecimiento en los últimos años de la serie temporal. El primero se produce en una escala muy pequeña en comparación con el segundo y destinada tradicionalmente al mercado interno. Cabe mencionar que, en estos últimos años, Paraguay viene experimentando un importante crecimiento en el cultivo de arroz de riego y como resultado se ve el incremento en la producción.

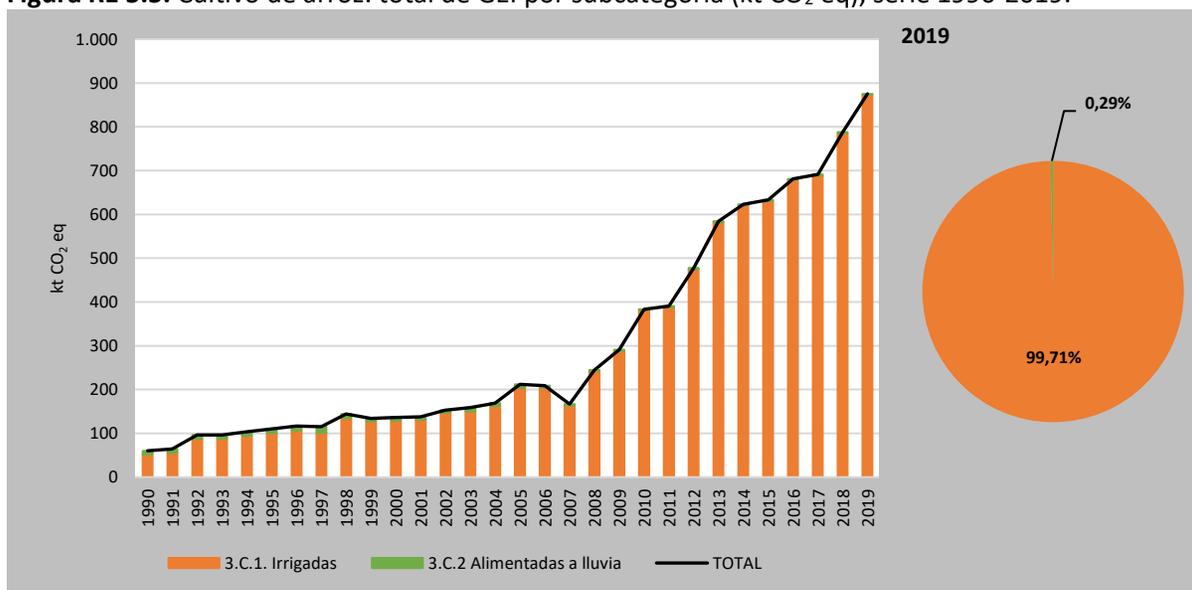
En 2019, las emisiones resultantes de *cultivo de arroz* contabilizaron 875,40 kt CO₂ eq representando el 3,49 % del total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 1.350,3 % con respecto a 1990 y han aumentado 26,67 % con respecto a 2017. El principal motivo del importante aumento desde 1990 está relacionado con el aumento de superficies destinadas al cultivo del arroz con riego, impulsado por grandes productores que incorporaron tecnología de punta con riego artificial, logrando que la calidad del producto sea cada vez mejor y compita en el mercado internacional (USAID, 2010). La mayor contribución al total de emisiones de GEI de esta categoría representa *irrigadas* con 99,71 %, y por consiguiente *alimentadas a lluvia* con 0,29 %. En la Tabla RE 5.5 y en Figura RE 5.5 se observa el resumen de emisiones de GEI de *cultivo de arroz* por subcategorías.

Tabla RE 5.5. Cultivo de arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.C.1. Irrigadas	51,89	100,82	129,38	203,67	381,19	630,42	688,61	785,60	872,88
3.C.2. Alimentadas a lluvia	8,47	9,35	6,96	8,27	2,38	2,50	2,50	2,50	2,51
Total	60,36	110,17	136,34	211,95	383,57	632,92	691,11	788,09	875,40

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 5.5. Cultivo de arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.5. Suelos agrícolas

Esta categoría abarca las emisiones directas e indirectas de N₂O producidas por agregados de N depositados por el hombre o por cambios en el uso de la tierra o en las prácticas de gestión que mineralicen el N orgánico del suelo, es decir, producto del N aplicado en los sistemas agropecuarios. Las emisiones directas de N₂O son aquellas producidas por el incremento del N disponible, que aumenta las tasas de nitrificación y desnitrificación. Las emisiones indirectas de N₂O se producen a través de dos vías indirectas: (i) a partir de la volatilización de NH₃ y NO_x de suelos gestionados y (ii) después de la lixiviación y el escurrimiento del N, principalmente como NO₃, de suelos gestionados. En el contexto nacional, las fuentes de N consideradas para estimar las emisiones de N₂O de suelos gestionados son: *fertilizantes inorgánicos (sintéticos), fertilizantes orgánicos, orina y estiércol depositado por animales en pastoreo y residuos de cosechas*. Los cultivos de suelos orgánicos (histosoles) no ocurren en el país. Las emisiones producto de la mineralización de la materia orgánica del suelo no se estiman por falta de datos.

En 2019, las emisiones resultantes de *suelos agrícolas* contabilizaron 3.647,15 kt CO₂ eq representando el 14,54 % del total de emisiones del sector. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 150,28 % con respecto a 1990 y han aumentado 8,04 % con respecto a 2017. El principal motivo del aumento desde 1990 es debido al incremento de las actividades agrícolas y ganaderas que incrementan las fuentes de N en los suelos agrícolas.

Esta categoría es la segunda con mayor contribución al total de emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería, siendo *emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas* la subcategoría con

mayor aporte, representando el 63,98% del total de emisiones de la categoría en 2019, y teniendo a la subcategoría *residuos de cosecha* como la principal fuente de emisión. La subcategoría de *emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas* representó el 36,02 % de la categoría.

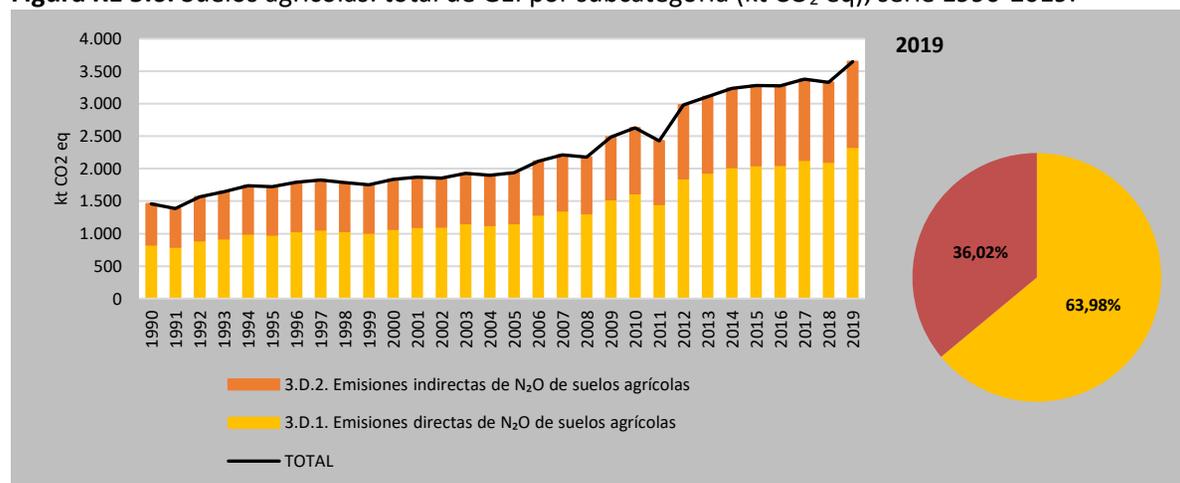
En la Tabla RE 5.6 y en Figura RE 5.6 se observa el resumen de emisiones de GEI de *suelos agrícolas* por subcategorías.

Tabla RE 5.6. Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.D.1. Emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas	831,41	984,07	1.072,57	1.158,49	1.618,43	2.051,04	2.133,65	2.103,03	2.333,31
3.D.1.a. Fertilizantes inorgánicos	0,01	0,02	9,39	10,47	94,19	250,29	294,60	311,66	406,12
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos	26,98	27,92	29,25	30,43	34,19	38,57	38,57	38,53	39,42
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	426,20	504,45	503,58	495,48	603,43	698,10	685,18	674,87	692,38
3.D.1.d. Residuos de cosechas	378,21	451,68	530,35	622,11	886,62	1.064,09	1.115,31	1.077,97	1.195,38
3.D.2. Emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas	625,83	738,55	762,56	777,70	1.007,59	1.227,30	1.242,14	1.226,34	1.313,85
3.D.2.a. Deposición atmosférica	233,03	274,37	275,29	271,20	337,46	405,34	403,46	399,87	419,65
3.D.2.b. Lixiviación y escurrimiento	392,80	464,17	487,27	506,50	670,14	821,96	838,68	826,46	894,20
TOTAL	1.457,23	1.722,62	1.835,13	1.936,19	2.626,03	3.278,35	3.375,79	3.329,37	3.647,15

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 5.6. Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.6. Encalado

Esta categoría incluye las emisiones de CO₂ producidas por el encalado, que consiste en la adición de agregados de carbonatos a los suelos (p. ej. caliza o dolomita) para reducir la acidez y mejorar el crecimiento de los cultivos en sistemas gestionados, en particular en tierras agrícolas y bosques gestionados.

En el contexto nacional, el aumento de la adición de los fertilizantes y correctivos agrícolas se encuentra relacionado con el aumento de superficies de cultivos a nivel nacional, y permite el buen desarrollo de las plantas, mejorando la fertilidad del suelo y su capacidad productiva. La información utilizada para las estimaciones corresponde a datos anuales de importación de *dolomita* en el rubro agrícola debido a que no se cuentan con datos acerca de la cantidad anual de cal agrícola que se

producen en el país ni que cantidad se aplican a los suelos, pudiendo potencialmente subestimar los resultados obtenidos.

Las emisiones generadas por el uso de cal en los campos agrícolas, específicamente de caliza no se estimaron debido a la falta de datos. Para el período 1990-1999, se llenaron los vacíos de información a partir de técnicas de empalme según metodología propuesta por las *Directrices del IPCC de 2006*, pudiendo no reflejar el cambio real en las emisiones para estos años mencionados. En 2019, las emisiones resultantes de *encalado* contabilizaron 76,12 kt CO₂ eq representando el 0,30 % del total de emisiones del sector. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 38.161,35 % con respecto a 1990 y han disminuido 26,97 % con respecto a 2017. El principal motivo del importante incremento desde 1990 se vincula con el aumento de la superficie destinada a cultivos agrícolas (soja, trigo y pastos para la producción ganadera) en la región oriental del país que presenta mayormente suelos más susceptibles a una fuerte acidificación, por lo tanto, necesitan mayor volumen de cal agrícola (FAO, 2013).

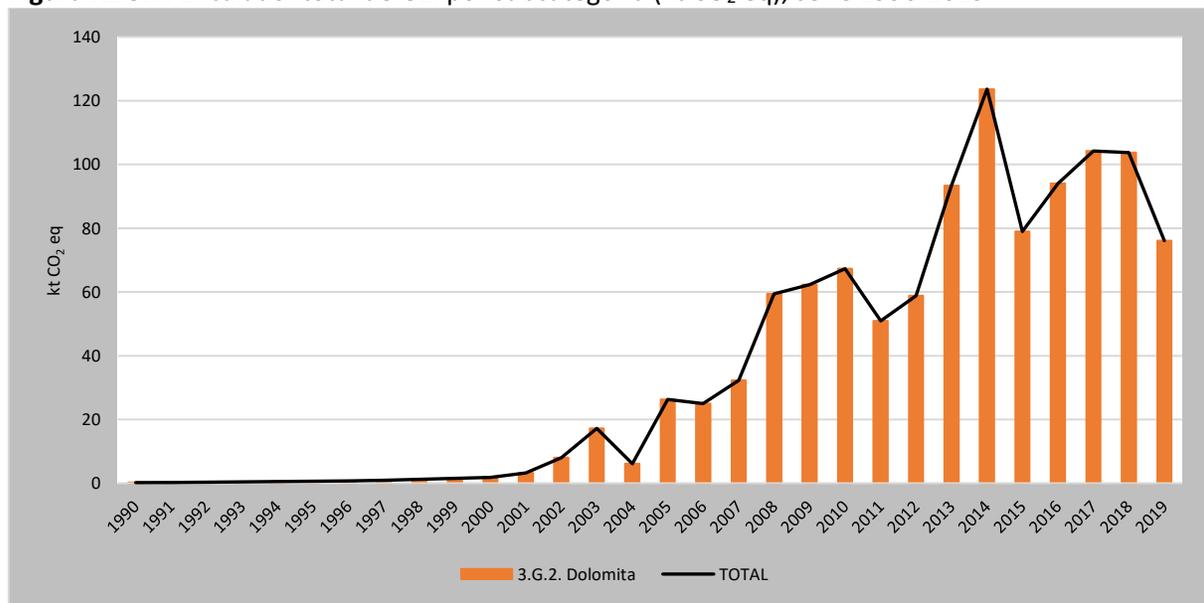
En la Tabla RE 5.7 y en Figura RE .5.7 se observa el resumen de emisiones de GEI de *encalado*.

Tabla RE 5.7. Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.G.2. Dolomita	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	104,22	103,76	76,12
Total	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	104,22	103,76	76,12

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 5.7. Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.7. Aplicación de urea

Esta categoría incluye las emisiones de CO₂ producidas por la aplicación de agregados de urea a los suelos como fertilizante.

En el contexto nacional, del mismo modo que para *encalado* se utilizaron datos anuales de importación en el rubro agrícola ya que no se cuentan con datos acerca de la cantidad anual de urea

que se producen en el país ni que se aplican a los suelos. Debido a esto se estaría potencialmente subestimando las emisiones. Para el período 1990-1999, se llenaron los vacíos de información a partir de técnicas de empalme según metodología propuesta por las *Directrices del IPCC de 2006*, pudiendo no reflejar el cambio real en las emisiones para estos años mencionados.

En 2019, las emisiones resultantes de aplicación de urea contabilizaron 37,14 kt CO₂ eq representando el 0,15 % del total de emisiones del sector. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado exponencialmente 211.743,05 % con respecto a 1990 y han aumentado 2,49 % con respecto a 2017. Al igual que en la categoría de *encalado*, el principal motivo del incremento desde 1990 se vincula con el aumento de la superficie destinada a cultivos agrícolas (soja, trigo, maíz, arroz y pastos para la producción ganadera) en el país, ya que estos cultivos necesitan mayor volumen de fertilizantes como la urea en la etapa inicial de recuperación de los suelos (Carreres, 2018).

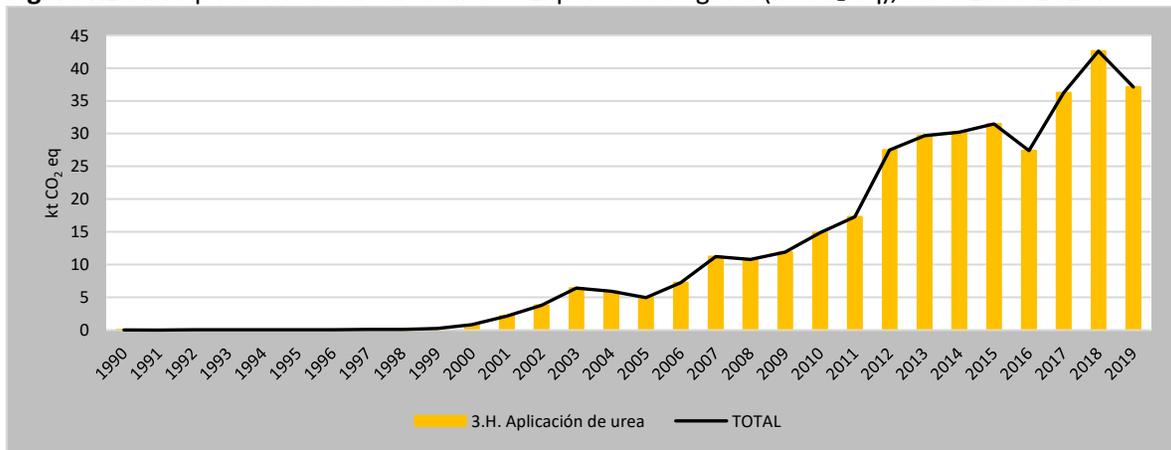
En la Tabla RE 5.8 y en la Figura RE 5.8 se observa el resumen de emisiones de GEI de *aplicación de urea*.

Tabla RE 5.8. Aplicación de urea: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
Aplicación de urea	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	36,23	42,60	37,14
Total	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	36,23	42,60	37,14

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 5.8. Aplicación de urea: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.8. Nuevos cálculos y planes de mejora

Los nuevos cálculos del sector corresponden a los años 2018 y 2019, y los recálculos para los años de 1990 a 2017 que ya fueron reportados en el INGEI del IBA3.

Estos nuevos cálculos se realizaron debido a las mejoras metodológicas implementadas en el presente inventario, siendo principalmente entre ellas la utilización de parámetros y factores de emisión por defecto actualizadas del *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*. Además,

como se mencionó en la sección 1.4, en este inventario se utilizaron valores de potencial de calentamiento global del *Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5 - por sus siglas en inglés)*.

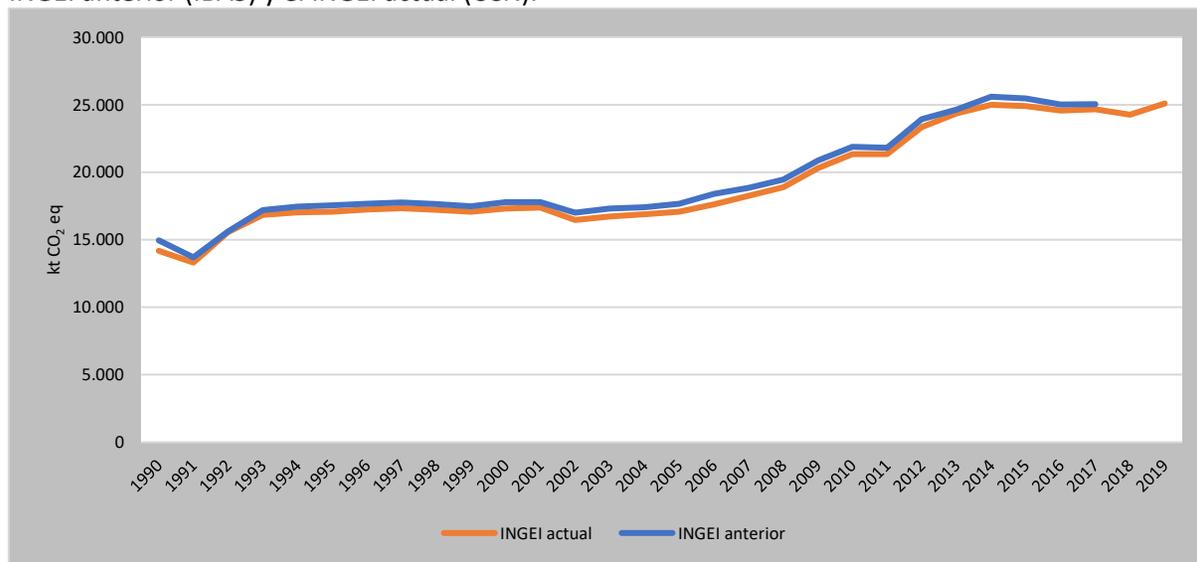
En la Tabla RE 5.9 y en la Figura RE 5.9 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería del INGEI anterior (1990-2017) estimados con valores de PCG del AR2 y del INGEI actual (1990-2019) con valores de PCG del AR5, en donde se puede observar una disminución de emisiones con respecto al reporte anterior. La diferencia entre los potenciales de calentamiento global (AR2 y AR5), presenta un aumento del 33,33 % para las emisiones de CH₄ en CO₂ eq., y una disminución del 14,52 % para las emisiones de N₂O en CO₂ eq. Adicionalmente, en el Anexo 16, se presentan otras comparaciones entre emisiones de GEI del inventario anterior y actual con los mismos valores de PCG (AR5). Además, en el Anexo 17 se incluyen las emisiones en masas de GEI (Kt de GAS año⁻¹).

Tabla RE 5.9. Sector Agricultura y Ganadería: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario anterior 1990-2017 (IBA3) y el inventario actual 1990-2019 (CCN).

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	14.958,59	17.533,47	17.785,71	17.663,33	21.873,28	25.459,06	25.027,22		
INGEI actual	14.174,05	17.080,30	17.298,63	17.074,13	21.329,81	24.897,74	24.647,68	24.250,31	25.086,24
Diferencia	-784,54	-453,17	-487,08	-589,20	-543,47	-561,32	-379,54		
Diferencia %	-5,24%	-2,58%	-2,74%	-3,34%	-2,48%	-2,20%	-1,52%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 5.9. Sector Agricultura y Ganadería: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

A continuación, se citan las mejoras llevadas a cabo:

- Aplicación de los ajustes metodológicos y nuevos factores de emisión propuestos por el *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*, en las categorías de *fermentación entérica, gestión del estiércol y suelos agrícolas*.
- Nuevo ajuste de los factores de emisión de ganado vacuno para la categoría *fermentación entérica*, implementando parámetros basados en datos de SENACSA, juicio de expertos

nacionales y el ajuste de otros valores por defecto del *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*.

- Ajuste de los factores de emisión de gas CH₄ del ganado vacuno para la categoría de *gestión del estiércol* implementando datos de SENACSA, parámetros basados en juicio de expertos nacionales y el ajuste de factores por defecto del *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*.
- Desagregación de sistemas de gestión de estiércol, teniendo en cuenta los porcentajes por defecto del *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*, para aquellas categorías de ganado con los que no se cuenta información registrada en el país.
- Estimación de las emisiones indirectas de N₂O por la lixiviación en los sistemas de gestión del estiércol.

Para el plan de mejora se considera lo siguiente:

- Refinamiento de los datos de actividad para mejorar los niveles de estimación, específicamente, en las poblaciones de ganado del país, para una mejor caracterización y agrupación teniendo en cuenta regiones del país.
- Continuar con el fomento de desarrollo de factores de emisión país específico para las categorías principales del sector o fuentes de emisión importantes, como lo son la categoría de *fermentación entérica* y la fuente de N₂O orina y estiércol depositado por animales de pastoreo.
- Proseguir con la generación de espacios con expertos, academia y otros actores importantes del sector para la mejor desagregación de los datos de actividad, parámetros y factores, así como la inclusión de nuevas fuentes de emisión.
- Trabajar en el mejoramiento de la información oficial, para su uso en los próximos inventarios, involucrando a los principales actores del sector.

RE 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura

6.1. Panorama general del sector

El sector UTCUTS incluye las emisiones y absorciones de GEI asociadas a las actividades del uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura en tierras gestionadas. **ES EL ÚNICO SECTOR QUE PRESENTA ABSORCIONES EN EL INGEI**, por lo que se constituye como uno de los más relevantes para el país.

Incluye los cambios en las existencias de carbono producidos en los depósitos (biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo), divididas en cada una de las subcategorías de uso de la tierra: tierras que permanecen como tales y tierras convertidas en otros usos. Las categorías incluidas en el INGEI de Paraguay son:

- 4.A. *Tierras Forestales*
- 4.B. *Tierras de Cultivo*
- 4.C. *Pastizales*
- 4.D. *Humedales*
- 4.E. *Asentamientos*

4.F. Otras Tierras

En el contexto nacional, se incluye la estimación de emisiones y absorciones de CO₂ en los depósitos de carbono de biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo, generadas por actividades relacionadas con el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y la silvicultura. Se asume que todas las tierras son gestionadas y que los suelos son minerales.

Se evidencia en el país la existencia de productos maderables y de pérdidas por perturbaciones (incendios). Sin embargo, debido a la falta de información y de tiempo, no fue posible su estimación. En este INGEI, se aunaron los esfuerzos para obtener datos sobre superficies quemadas y se lograron importantes avances que presentan un primer acercamiento para poder estimar estas pérdidas por perturbaciones (incendios). Sin embargo, luego de un análisis de los mismos, y teniendo en cuenta su representatividad, se decidió seguir trabajando en la mejora de estas informaciones para posteriormente reportar con mayor exactitud y exhaustividad en futuros inventarios. Esto podría sobreestimar las absorciones de las existencias de carbono en crecimiento y subestimar las emisiones resultantes del sector.

En Paraguay, las emisiones de GEI del sector UTCUTS provienen principalmente de *tierras convertidas a tierras de cultivo*, específicamente de *tierras forestales convertidas a tierras de cultivo* (cultivos agrícolas y actividades ganaderas), y de *tierras convertidas a pastizales*, específicamente *tierras forestales a pastizales* (actividades ganaderas). Mientras que las absorciones de GEI provienen de *tierras forestales* debidas al incremento de la biomasa de los bosques nativos y a las plantaciones forestales, de *tierras de cultivo* debidas a los cultivos leñosos y a las prácticas de suelo (sistema de siembra directa), y a los *pastizales* (*Por tierras de pastoreo, ya sean pastizales naturales y pasturas implantadas*).

El sector UTCUTS representó el 41,26 % del balance nacional de GEI en 2019, correspondiente a emisiones netas de 25.885,32 kt CO₂ eq, disminuyendo en un 28,72 % desde 1990 y en un 3,06 % desde 2017. A nivel de categorías, *tierras forestales*, *tierras de cultivo* y *pastizales* son las que más contribuyen al balance de GEI del sector, siendo la categoría de *tierras forestales* la única reportada como sumidero neto que aumentó en un 19,15 % desde 1990. Por otro lado, la categoría de *tierras de cultivo* disminuyó en un 59,12 % y la categoría de *pastizales* aumentó 148,56 % desde 1990, contribuyendo en mayor medida a las emisiones netas totales. En la Tabla RE 6.1 y en la Figura RE 6.1 se observa un resumen del reporte inventariado por categorías, y en el Anexo 5.5 se presentan los resultados de la serie completa. Los valores negativos (-), indican absorciones y los valores positivos (+), emisiones.

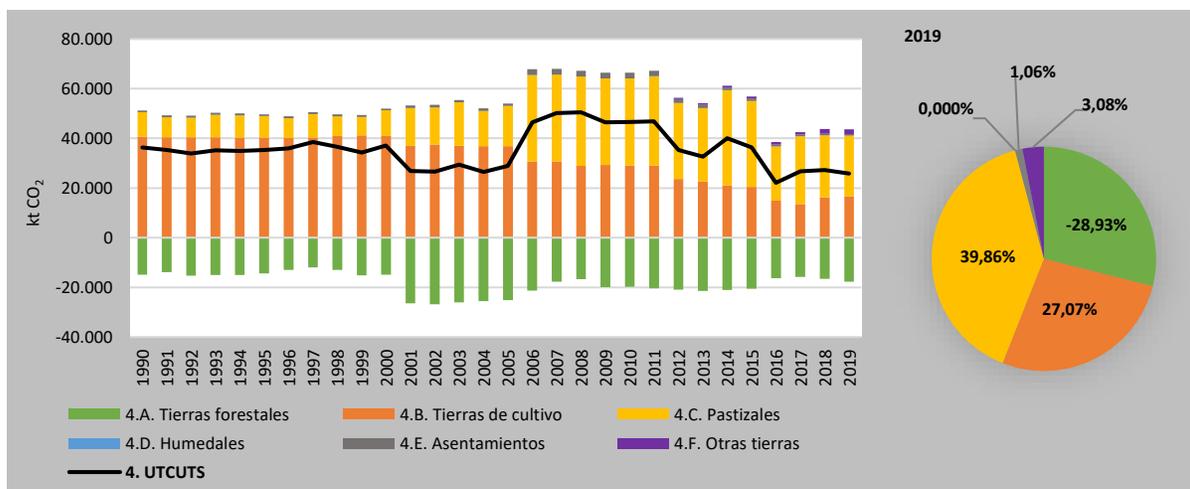
Tabla RE 6.1. Sector UTCUTS: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.A. Tierras forestales	-14.917,97	-14.349,27	-14.854,21	-25.127,43	-19.819,20	-20.513,22	-15.808,63	-16.539,67	-17.774,28
4.B. Tierras de cultivo	40.674,00	40.316,33	40.919,24	36.828,04	29.039,81	20.459,54	13.562,19	16.249,75	16.629,16
4.C. Pastizales	9.851,07	8.644,06	10.380,90	16.257,90	35.098,05	34.546,85	27.214,88	24.953,26	24.486,15
4.D. Humedales	2,19	2,19	2,19	2,31	35,26	0,00	0,00	0,00	0,00
4.E. Asentamientos	706,30	706,30	706,30	968,19	2.285,87	1.020,37	758,69	653,76	653,76
4.F. Otras tierras	NO	NO	NO	NO	NO	790,66	975,80	1.890,53	1.890,53
Total	36.315,58	35.319,61	37.154,42	28.929,00	46.639,79	36.304,19	26.702,92	27.207,63	25.885,32

Observación: los valores presentados para las categorías de *tierras forestales*, *tierras de cultivo* y *pastizales*, ya corresponden al balance entre emisiones y absorciones de la categoría.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 6.1. Sector UTCUTS: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.2. Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación utilizados

Con el objetivo de estimar las existencias de carbono, la emisión y absorción de los gases de efecto invernadero asociadas a las actividades del sector UTCUTS, se necesita información en cuanto a la clasificación, datos de la superficie y muestreo que represente a varias categorías de usos de la tierra. Las *Directrices del IPCC de 2006* describen lo siguiente:

Categoría de uso de la tierra: es el uso general de la tierra especificada al nivel nacional, con subcategorías que se refieren a circunstancias especiales significativas para la estimación de emisiones y absorciones. Pueden estratificarse según el clima o la zona ecológica, el suelo, el tipo de vegetación, etc. Las categorías de uso de la tierra en este INGEI 1990-2019 se mencionan en la sección 2.6.1.

Subcategoría de uso de la tierra: corresponde a la subdivisión de la categoría de uso de la tierra, clasificándose como la tierra que permanece en la misma categoría (es decir, que tiene la misma utilización a través de la serie temporal) o bien como tierra convertida en una nueva categoría de uso de la tierra (que representa un cambio en el uso de la tierra). Las subcategorías en este INGEI 1990-2019 son:

- *Tierras forestales: tierras forestales que permanecen como tales, tierras convertidas a tierras forestales,*
- *Tierras de cultivo: tierras de cultivo que permanecen como tales, tierras convertidas a tierras de cultivo (tierras forestales convertidas a tierras de cultivo),*
- *Pastizales: pastizales que permanecen como tales, tierras convertidas a pastizales (tierras forestales convertidas a pastizales),*
- *Humedales: tierras forestales convertidas a humedales,*
- *Asentamientos: tierras forestales convertidas a asentamientos,*
- *Otras tierras: tierras forestales convertidas a otras tierras.*

Las categorías y subcategorías de uso de la tierra pueden estratificarse nuevamente en base a las prácticas de gestión de uso de la tierra y a las características biofísicas para crear unidades espaciales más homogéneas que puedan ser utilizadas para la estimación de las emisiones y absorciones.

Las prácticas de gestión de la tierra determinan la cantidad de biomasa recolectada y de residuos que quedan para descomponerse en el campo. Estas actividades que se realizan en la superficie influyen en las existencias de C y provocan las emisiones de GEI y absorciones de CO₂ en las categorías y subcategorías de uso y cambio de uso de la tierra. La práctica de gestión como la intensidad de la labranza, puede influir en las ganancias o pérdidas de la materia orgánica del suelo y afectar a la descomposición física y microbiana de la materia orgánica del suelo. Paraguay cuenta con porcentajes de labranza cero (siembra directa) por cultivos (soja, trigo, girasol, maíz, canola), permitiendo obtener las absorciones asociadas a esta actividad en la categoría de *tierras de cultivo* para toda la serie temporal.

La subdivisión específica del área de la tierra dentro de una categoría de uso de la tierra es un nivel más detallado generalmente basado en variables como la región climática, el tipo de suelo, el tipo de vegetación, etc. Paraguay utilizó la subdivisión del territorio nacional en estratos desarrollado por el INFONA en 2018, siendo estos: bosque húmedo de la región oriental (BHRO), bosque subhúmedo del cerrado (BSHC), bosque subhúmedo inundable del río Paraguay (BSHIRP), bosque seco chaqueño (BSCH). Además, Paraguay empleó otras subdivisiones en las estimaciones según los datos obtenidos: en *tierras forestales* se clasificaron como: bosques (desagregados por los estratos mencionados), plantaciones forestales y otras tierras forestales (palmar); y en *tierras de cultivo* se identificaron: cultivos perennes leñosos, cultivos anuales con sistema de siembra directa (SSD), cultivos anuales con sistema de siembra convencional (SSC).

Con relación a los cambios de uso de la tierra, se tuvieron en cuenta los cambios de *tierras forestales* a los otros usos de la tierra. Según los Mapas refinados de cobertura forestal y usos de la tierra de los periodos 2000-2011, 2011-2015 y 2015-2019 (generados por INFONA en 2022), los cambios identificados son:

- ***Tierras forestales a tierras de cultivo:*** pérdida de bosque nativo por usos agrícolas y habilitación de pasturas.
- ***Tierras forestales a asentamientos:*** pérdida de bosque nativo por caminos, centros urbanos, asentamientos (invasiones/tierras en conflicto), loteamientos.
- ***Tierras forestales a otras tierras:*** pérdida de bosque nativo, en su mayoría, por cultivos ilícitos y habilitación de canteras.

El Reporte Nacional de Cobertura Forestal y cambios de uso de la tierra 2017 a 2020, indica que el cambio de uso de la tierra de 2 hasta 20 hectáreas, se encuentra relacionado al desarrollo de asentamientos humanos e infraestructura; la expansión de áreas de ocupación o invasión, los cultivos de pequeña y mediana escala, la extracción de madera, los cultivos de subsistencia; actividades que están relacionadas a sectores socioeconómicos vulnerables. Por otro lado, la pérdida de cobertura forestal en unidades mayores a 20 hectáreas se encuentra relacionada a usos agropecuarios y a cultivos ilícitos. (INFONA, 2022)

A los efectos de este INGEI, Paraguay utiliza las definiciones que se presentan a continuación:

Tierras gestionadas: es aquella en la que ha habido intervención humana y donde se han aplicado prácticas para la realización de actividades de producción, ecológicas o sociales.

Tierras forestales: esta categoría incluye a los bosques nativos, bosques protectores de cauces hídricos, reforestaciones que no son con fines comerciales y plantaciones con fines comerciales. El bosque nativo se define como un ecosistema natural con diversidad biológica, intervenido o no, regenerado o restaurado por sucesión natural o técnicas forestales de enriquecimiento con especies nativas, que produce bienes, provee servicios ambientales y sociales, cuya superficie mínima es de 1 ha, con una altura de los árboles igual o mayor a 3 m en la Región Occidental e igual o mayor a 5 m en la Región Oriental, y que alcance con una cobertura mínima de copas en su estado natural del 10 % en la Región Occidental y 30% para la Región Oriental. También se incluyen las palmas y bambúes nativos (tacuaras) que alcancen los parámetros señalados.

Tierras de cultivo: comprende la vegetación de áreas cultivadas, destinadas a actividades agrícolas (cultivos anuales y perennes) y a actividades ganaderas (pasturas implantadas que no pudieron ser diferenciadas de las tierras de cultivo).

Pastizales: se considera toda el área cubierta por pastizales naturales, tierras de pastoreo y las pasturas implantadas (que pudieron ser diferenciadas de las tierras de cultivo).

Humedales: incluye la tierra que está cubierta o saturada de agua durante todo el año o durante parte de este y que no está dentro de las categorías de *tierras forestales*, *tierras de cultivo*, *pastizales* o *asentamientos*.

Asentamientos: abarca toda la tierra desarrollada, incluidas las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos.

Otras tierras: se considera a todas aquellas zonas de suelo desnudo o rocas, como canteras o cerros sin vegetación.

Bosque Húmedo de la Región Oriental (BHRO): comprende a los bosques altos nativos de la Región Oriental del Paraguay clasificado como bosque higrofitico subtropical (Hueck, 1978), como bosque húmedo templado cálido por Holdridge (1969) y Selva del Alto Paraná por Tortorelli (1966), con alturas que pueden llegar hasta 30-40 m y cuya estructura tiene tres estratos verticales y un sotobosque, considerado como el de mayor biodiversidad del país. Los suelos son bien drenados y predominantemente derivados de basalto y areniscas.

Bosque Subhúmedo del Cerrado (BSHC): comprende a los bosques nativos del cerrado de Concepción, cuya estructura tiene dos estratos verticales y un sotobosque con predominancia de gramíneas. Las comunidades naturales están constituidas por bosques en galería, cuevas, bosques semicaducifolios medios y bajos, cerrados, sabanas arboladas y acantilados. Los suelos son predominantemente derivados de granito y de calcáneos.

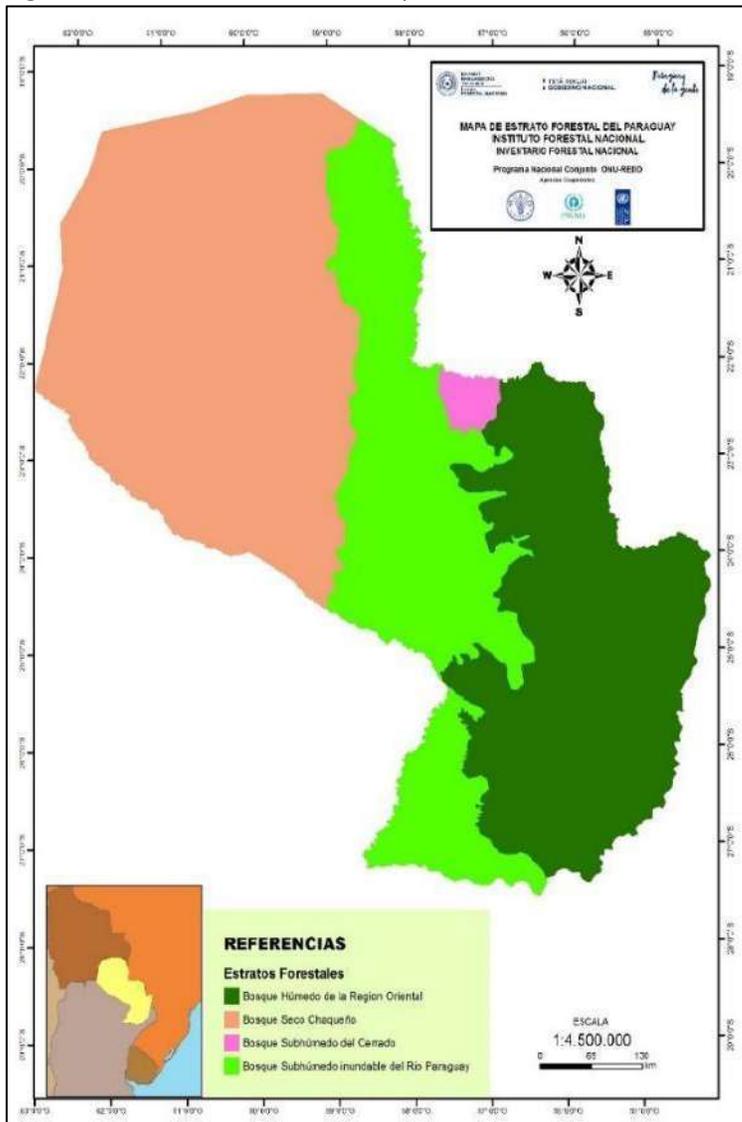
Bosque Subhúmedo Inundable del Río Paraguay (BSHIRP): comprende a los bosques en isletas, bosques asociados con palmares de toda la planicie del Río Paraguay. Las comunidades naturales están constituidas por bosques en galería, sabanas palmares, bosques semicaducifolios medios y bajos. Los suelos son predominantemente derivados de sedimentos marinos y sedimentos aluviales, generalmente inundados o mal drenados a imperfectamente drenados.

Bosque Seco Chaqueño (BSCH): comprende a los bosques abiertos del Chaco Central hasta la frontera de Bolivia. Las principales comunidades naturales la conforman el bosque semicaducifolio

xerofítico, los paleocauces con sabanas arboladas de espartillo y los cerrados. Los suelos son derivados predominantemente de sedimentos eólicos (Loess).

En la Figura 2.6.2 se presenta el Mapa de Estrato Forestal del Paraguay desarrollado por INFONA.

Figura RE 6.2. Sector UTCUTS: mapa de estrato forestal del Paraguay – INFONA.



Fuente: INFONA.

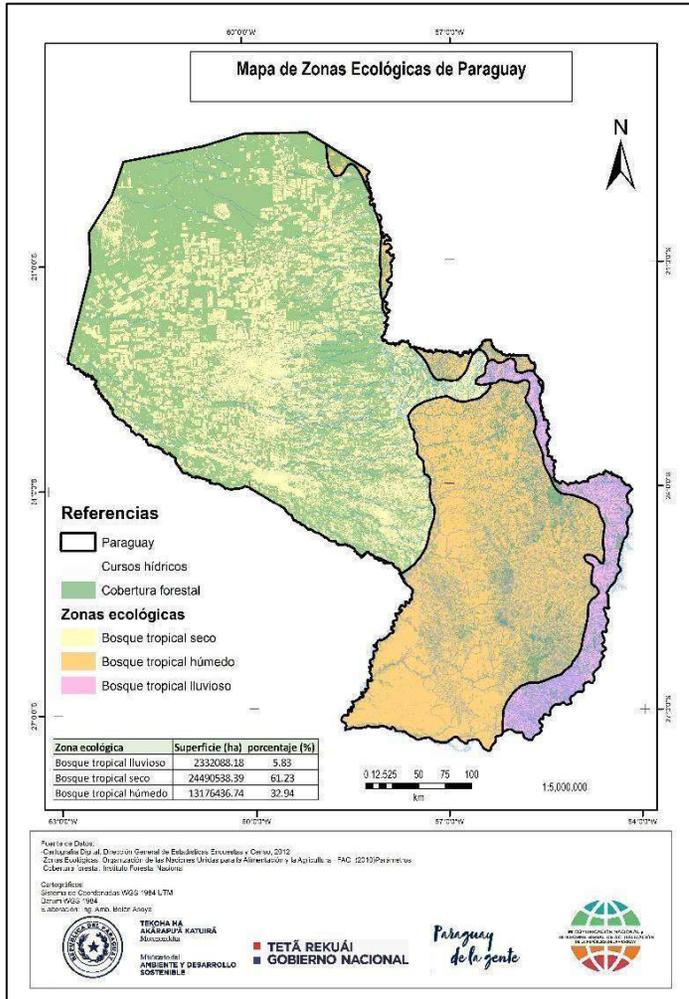
A continuación, se presenta la definición generada por INFONA de bosque palmar, la cual se tuvo en cuenta para el presente INGEI:

Bosque de Palmar (BP): comprende a los bosques dominados por palmares distribuidos en toda la planicie inundable de la cuenca del Río Paraguay, con diferentes densidades y grado de perturbación. La especie de palma dominante es *Copernicia alba*.

La clasificación de zonas ecológicas adoptada en este INGEI corresponde a la distribución del territorio nacional según el Mapa de Zonas Ecológicas Globales de la FAO propuesta en las

Directrices del IPCC de 2006 y actualizada en su Refinamiento de 2019. En la Figura RE 6.3, se presenta el Mapa de Zonas Ecológicas del Paraguay.

Figura RE 6.3. Sector UTCUTS: mapa de zonas ecológicas del Paraguay.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.3. Métodos utilizados para la representación de las tierras

Teniendo en cuenta el contenido de información, tipos de recopilación y atributos, el procedimiento de estimación de superficies corresponde a la combinación de métodos 1 y 3 de representación de las tierras incluidas en las *Directrices del IPCC de 2006*.

Método 1: Superficie total de uso de la tierra donde no existen datos de las conversiones entre los usos de la tierra.

No se conoce la ubicación exacta o el patrón de usos de la tierra dentro de la unidad espacial y, pueden provenir de datos tabulares ya que es probable que los conjuntos de datos hayan sido elaborados con otros fines, tales como de estadísticas agrícolas o de silvicultura. Las informaciones tabulares obtenidas de las instituciones claves del sector enmarcadas en este método es por ejemplo el de cultivos perennes y leñosos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Por

tanto, la subcategoría estimada según este método corresponde al de *tierras de cultivo que permanecen como tales*.

Método 3: Datos y conversión del uso de la tierra explícitos en el espacio.

Se caracteriza por las observaciones explícitas en el espacio de las categorías de uso de la tierra y de las conversiones del uso de la tierra, empleando mapas que se obtienen de imágenes por detección remota. Las informaciones de superficies para generar la representación de tierras, fueron obtenidas a partir de los Mapas Refinados de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC desarrollado por el INFONA en 2022, para los períodos de 2000-2005-2011, 2011-2013-2015 y 2015-2017-2019.

Las matrices de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra generadas para el presente inventario se realizaron a partir de las informaciones resultantes de la evaluación de exactitud temática (EET) de los mapas mencionados en el párrafo anterior, quienes se encuentran distribuidas según los estratos: Bosque Seco Chaqueño (BCSCH), Bosque Subhúmedo del Cerrado (BSHC), Bosque Subhúmedo Inundable del Río Paraguay (BSHIRP), Bosque Húmedo de la Región Oriental (BHRO), Palmar y Plantaciones Forestales. Para 1990-2000 se utilizaron informaciones de cobertura forestal del artículo científico *Assesment of Paraguay’s forest cover change using Landsat observations* elaborado por Huang et al. (2009) junto con técnicas de empalme (interpolaciones) para obtener la serie temporal completa.

En la Tabla RE 6.4 se presenta un resumen de las fuentes de información de las superficies para cada categoría estimada.

Tabla RE 6.4. Sector UTCUTS: resumen de fuentes de información de las superficies para las estimaciones

<i>Categoría</i>	<i>Subcategoría</i>	<i>Fuentes de Información</i>
Tierras forestales	Tierras forestales que permanecen como tales	Huang et al. (2009), INFONA (2022)
		Plantaciones forestales de INFONA
	Tierras convertidas a tierras forestales	Plantaciones forestales de INFONA, PAYCO y SILVER FORESTAL
Tierras de cultivo	Tierras de cultivo que permanecen como tales	Cultivos perennes leñosos del MAG Cultivos anuales del MAG
	Tierras convertidas a tierras de cultivo	Huang et al. (2009), INFONA (2022)
Pastizales	Pastizales que permanecen como tales	Huang et al. (2009) y INFONA (2022)
	Tierras forestales convertidas a pastizales	Huang et al. (2009) y INFONA (2022)

<i>Categoría</i>	<i>Subcategoría</i>	<i>Fuentes de Información</i>
Humedales	Tierras forestales convertidas a Humedales	Huang et al. (2009) y INFONA (2022)
Asentamientos	Tierras forestales convertidas a Asentamientos	Huang et al. (2009) y INFONA (2022)
Otras tierras	Tierras forestales convertidas a Otras tierras	Huang et al. (2009) y INFONA (2022)

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.4. Tierras Forestales

En esta categoría se estiman las emisiones y absorciones de GEI, debidas a cambios en la biomasa, materia orgánica muerta y en el carbono orgánico del suelo divididas en las subcategorías *de tierras forestales que permanecen como tales* y *tierras convertidas a tierras forestales*.

En el contexto nacional, para la subcategoría *de tierras forestales que permanecen como tales* se estiman las emisiones y absorciones de CO₂ del depósito de biomasa y se supone que el C en los depósitos de MOM y carbono del suelo está en equilibrio, en conformidad con lo establecido en el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento de 2019*. Para estimar los demás depósitos (MOM y carbono del suelo) en un Nivel 2, se precisa aún contar con información clasificada de tipos de bosques, prácticas de gestión y regímenes de perturbaciones a nivel país, que sean representativas con los mapas generados por INFONA.

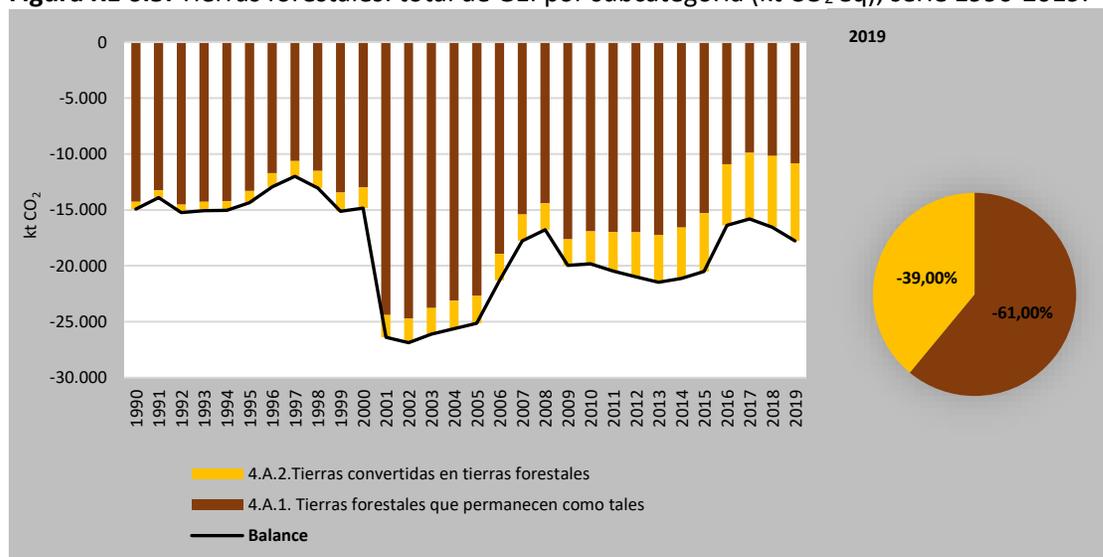
En 2019, el balance de GEI contabilizó -17.774,28 kt CO₂ eq representando el 28,93 % del total de emisiones netas del sector, manteniendo su condición de sumidero en toda la serie temporal, aumentando la absorción en un 19,15 % desde 1990 y en un 12,43 % desde 2017. Las absorciones de la subcategoría *tierras forestales que permanecen como tales* han disminuido en un 24,06 % con respecto al año base, posiblemente debido al desmonte y al aumento de la extracción de madera para combustible, mientras que para la subcategoría *tierras convertidas en tierras forestales*, el balance ha incrementado su tendencia a la absorción neta en un 984,61 % con respecto al año base y en un 17,30 % con respecto a 2017. El significativo aumento de las absorciones netas fue debido al aumento del área reforestada con respecto a los inicios de la serie temporal. Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por subcategoría, el 39 % corresponde a *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales*, y el 61 % a *tierras forestales que permanecen como tales*. En la Tabla RE 6.5 y en la Figura RE 6.5 se observa el resumen del balance de CO₂ de *tierras forestales*.

Tabla RE 6.5. Tierras forestales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	-14.278,90	-13.302,71	-13.006,36	-22.702,52	-16.930,84	-15.304,71	-9.899,58	-10.171,67	-10.842,86
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	-639,07	-1.046,56	-1.847,85	-2.424,91	-2.888,36	-5.208,51	-5.909,06	-6.368,00	-6.931,43
Total	-14.917,97	-14.349,27	-14.854,21	-25.127,43	-19.819,20	-20.513,22	-15.808,63	-16.539,67	-17.774,28

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 6.5. Tierras forestales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.5. Tierras de Cultivo

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones de CO₂ generadas en terrenos arables y laborables, en los que la estructura de la vegetación está por debajo de los umbrales utilizados para las *tierras forestales* y no se espera que los excedan en el futuro. Se encuentran divididas en las subcategorías de *tierras de cultivo que permanecen como tales* y *tierras convertidas a tierras de cultivo*.

En el contexto nacional, se estimaron las subcategorías de: *tierras de cultivo que permanecen como tales* para los depósitos de biomasa y carbono del suelo (con respecto al depósito de MOM, debido a la falta de datos, se utilizó la suposición del método de nivel 1 el cual asume que las existencias de madera muerta y hojarasca no existen en las tierras de cultivo o están en equilibrio); y de *tierras convertidas en tierras de cultivo*, específicamente *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* se estimaron para los depósitos de biomasa, MOM y carbono del suelo.

En Paraguay, desde 1990 se implementa el sistema de siembra directa, también conocido como labranza cero sobre rastrojo. Este tipo de gestión se realiza en los cultivos permanentes de soja, trigo, girasol, maíz y canola; y a partir de esa información se obtuvo el cambio en las existencias de carbono del depósito de suelos minerales.

En 2019, el balance de GEI contabilizó 16.629,16 kt CO₂ eq representando el 27,07 % del total de emisiones del sector, disminuyendo en un 59,12 % desde 1990 y aumentando en un 22,61 % desde 2017. El principal motivo de la disminución desde 1990 se debió al aumento de la superficie de

cultivos con sistema de gestión de siembra directa que fue expandiéndose a nivel nacional en los cultivos mencionados y a la promulgación de la Ley de Deforestación Cero que abarca a la Región Oriental, y el motivo del aumento de 2017 a 2019 se encuentra relacionado con el incremento de superficies de *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo*. La subcategoría de *tierras de cultivo que permanecen como tales* presenta absorciones en casi toda la serie temporal, incluye el balance de CO₂ en los depósitos de carbono de biomasa con un 2,07 % y de carbono del suelo con un 97,93 %. La subcategoría de *tierras convertidas en tierras de cultivo*, específicamente *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo*, establece a los depósitos de biomasa con un 88,68 %, MOM con un 8,93 %, y carbono del suelo con un 2,39 %.

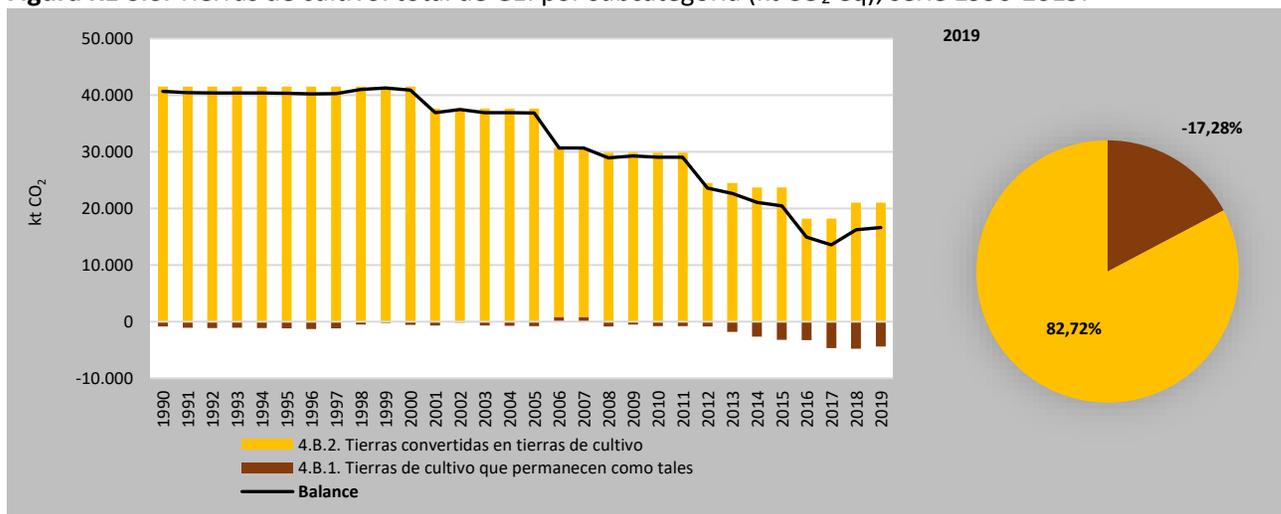
Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por subcategoría, *tierras de cultivo que permanecen como tales* mantiene su condición de sumidero en casi toda la serie temporal (menos en 2006 y 2007 que presenta emisiones de CO₂), con un 17,28 %, y *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* es la que más contribuye al total de emisiones de la categoría con un 82,72 %. En la Tabla RE 6.6 y en la Figura RE 6.6 se presentan los resultados de emisiones de GEI de *tierras de cultivo*.

Tabla RE 6.6. Tierras de cultivo: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	-838,25	-1.195,91	-593,00	-791,41	-776,04	-3.227,80	-4.644,79	-4.768,73	-4.389,32
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo	41.512,24	41.512,24	41.512,24	37.619,45	29.815,85	23.687,33	18.206,98	21.018,48	21.018,48
Total	40.674,00	40.316,33	40.919,24	36.828,04	29.039,81	20.459,54	13.562,19	16.249,75	16.629,16

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 6.6. Tierras de cultivo: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.6. Pastizales

Esta categoría abarca las emisiones y absorciones de CO₂ debidas a cambios en los depósitos de carbono de biomasa, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo, asociadas con la gestión del pastizal y los cambios de esta gestión. Se encuentra dividida en las subcategorías de *pastizales que permanecen como tales* y *tierras convertidas a pastizales*.

En el contexto nacional, se estimaron las subcategorías de *pastizales que permanecen como tales* para el depósito de carbono del suelo de los pastizales naturales y de las pasturas implantadas (ganadería), y *tierras convertidas en pastizales*, específicamente *tierras forestales convertidas en pastizales* para los depósitos de biomasa, MOM y carbono del suelo.

Para distribuir las superficies de pastizales según su estado y gestión, se realizó un dictamen de expertos en junio de 2022, con base en lo propuesto por las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento de 2019*, y se generó la distribución porcentual de superficies según estado y gestión del país presentada en la Tabla RE 6.7.

Tabla RE 6.7. Pastizales: distribución porcentual de superficies según estado y gestión del territorio nacional.

Clasificación	Regiones	Estado/gestión	Porcentaje (%)
Pasturas implantadas	Occidental	Pastizal mejorado	85
		Pastizal moderadamente degradado	15
	Oriental	Pastizal mejorado	85
		Pastizal moderadamente degradado	15
Pastizales (campos naturales)	BSCH	Pastizal mejorado	0
		Pastizal moderadamente degradado	0
		Gestionado nominalmente	100
	BSHIRP	Pastizal mejorado	90
		Pastizal moderadamente degradado	10
	BSHC	Pastizal mejorado	0
		Pastizal moderadamente degradado	0
		Gestionado nominalmente	100
	BHRO	Pastizal mejorado	30
		Pastizal moderadamente degradado	70

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES según dictamen de expertos.

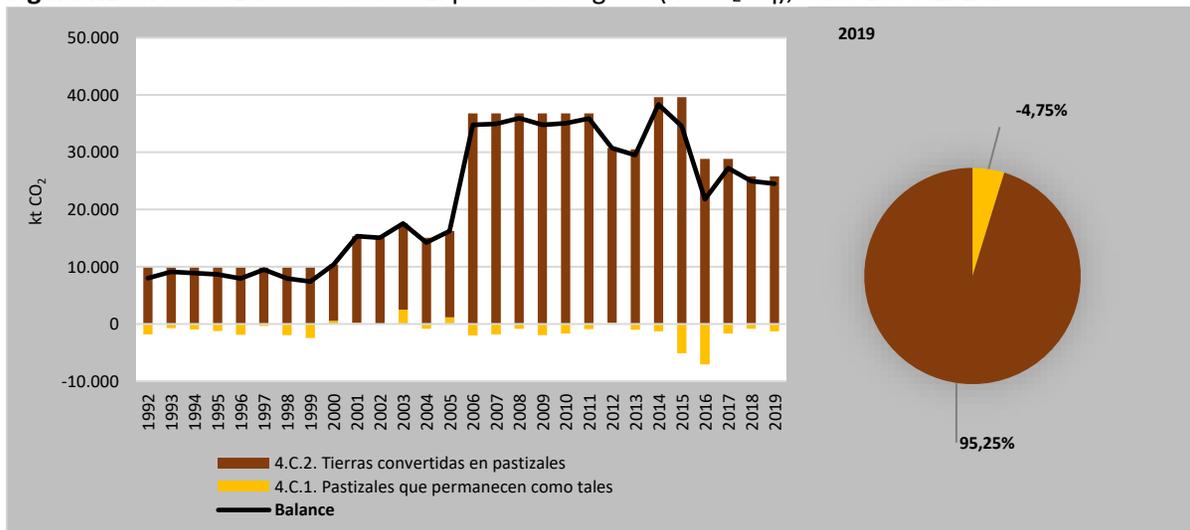
En 2019, el balance de GEI contabilizó 24.486,15 kt CO₂ eq representando el 39,86 % del total de emisiones del sector, aumentando en un 148,56 % desde 1990 y disminuyendo en un 10,03 % desde 2017. El principal motivo del aumento desde 1990 podría ser debido a las habilitaciones de *tierras forestales convertidas en pastizales* (pasturas implantadas). En este último año de la serie temporal, en la subcategoría de *pastizales que permanecen como tales*, las absorciones disminuyeron en un 25,68 % desde 1991 y en un 22,18 % desde 2017; y en la subcategoría de *tierras forestales convertidas en pastizales*, las emisiones aumentaron en un 161,61 % desde 1990 y disminuyeron en un 10,72 % desde 2017. La subcategoría de *pastizales que permanecen como tales* incluye el balance de CO₂ del depósito de carbono del suelo, y la subcategoría de *tierras convertidas en pastizales*, específicamente *tierras forestales convertidas en pastizales*, incluye las emisiones de CO₂ en los depósitos de biomasa con un 89,27 %, materia orgánica muerta con un 10,73 % y las absorciones de CO₂ en el depósito de carbono del suelo con un porcentaje ínfimo. Respecto a las emisiones y absorciones de CO₂ en términos absolutos por subcategoría, *pastizales que permanecen como tales* mantiene su condición de sumidero en casi toda la serie temporal con un 4,75 %, y *tierras forestales convertidas en pastizales* es la que mayor contribuye al total de emisiones de la categoría con un 95,25 %. En la Tabla RE 6.8 y en la Figura RE 6.7 se observa el resumen de emisiones de GEI de *pastizales*.

Tabla RE 6.8. Pastizales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	0,00	-1.207,01	529,83	1.187,11	-1.685,69	-5.112,30	-1.651,61	-818,22	-1.285,33
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	9.851,07	9.851,07	9.851,07	15.070,79	36.783,74	39.659,16	28.866,49	25.771,49	25.771,49
Total	9.851,07	8.644,06	10.380,90	16.257,90	35.098,05	34.546,85	27.214,88	24.953,26	24.486,15

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 6.7. Pastizales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.7. Humedales

Esta categoría abarca las emisiones de CO₂ de los humedales gestionados como *turberas o bonales* y *tierras inundadas* para producción de energía, irrigación, navegación o recreación.

En el contexto nacional, se realizó la estimación de *tierras forestales convertidas en humedales* en los depósitos de carbono de biomasa.

En Paraguay, la transformación de tierras a humedales ocurre principalmente para actividades de acuicultura, estanques, zonas de almacenamiento de aguas (tajamares, tanques australianos) y como sistemas de tratamiento de efluentes.

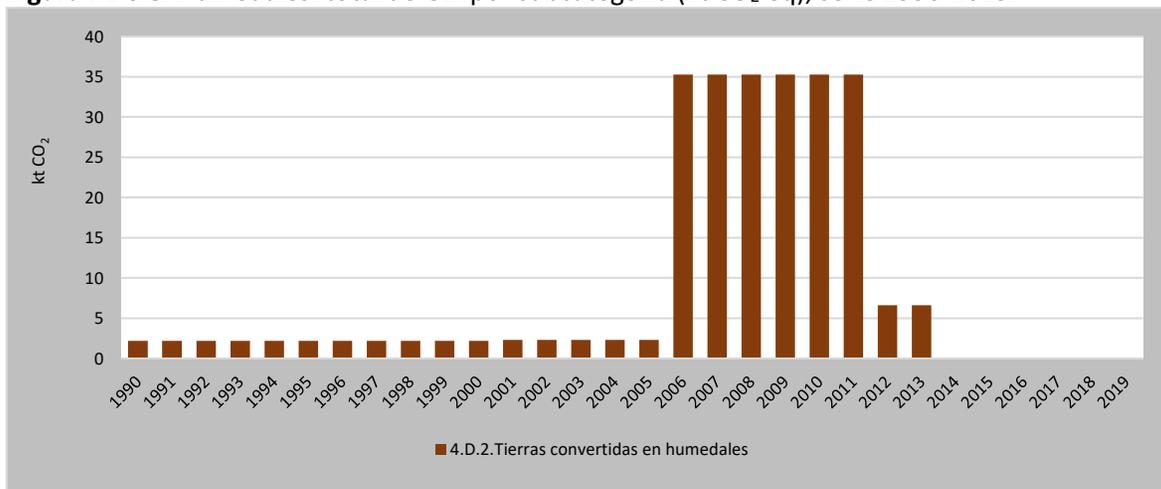
En 2019, según los mapas refinados de INFONA, no hubo conversiones de tierras forestales a humedales. En 2013, se contabilizó una emisión de 6,61 kt CO₂ eq representando el 0,01 % del total de emisiones del sector, aumentando un 201,83 % con relación a 1990 y disminuyendo en un 81,25 % con respecto al período comprendido entre 2006-2011. La tendencia de la categoría es directamente proporcional a los datos de actividad, es por ello, que desde 2014 a 2019 no se registran emisiones ya que no se detectaron cambios de *tierras forestales a humedales* para esos años. En la presente categoría se podría estar subestimando las emisiones de GEI, puesto que ocurren cambios de otros usos de la tierra a *humedales*. En la Tabla RE 6.9 y en la Figura RE 6.8 se observa el resumen de emisiones de GEI de *humedales*.

Tabla RE 6.9. Humedales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.D.1. Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	2,19	2,19	2,19	2,31	35,26	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	2,19	2,19	2,19	2,31	35,26	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 6.8. Humedales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.8. Asentamientos

Esta categoría incluye toda la tierra desarrollada, incluidas las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño, a menos que ya estén incluidos en otras categorías (IPCC, 2006).

En el contexto nacional, aborda las emisiones de CO₂ por la conversión de tierras a asentamientos, específicamente *tierras forestales convertidas en asentamientos*, en los depósitos de biomasa y materia orgánica muerta. La extensión de las superficies de asentamientos que impliquen transiciones de *tierras forestales*, *tierras de cultivo* y *pastizales* pueden ejercer un impacto importante sobre las existencias y los flujos de carbono. El balance de CO₂ resultó en emisiones para toda la serie temporal.

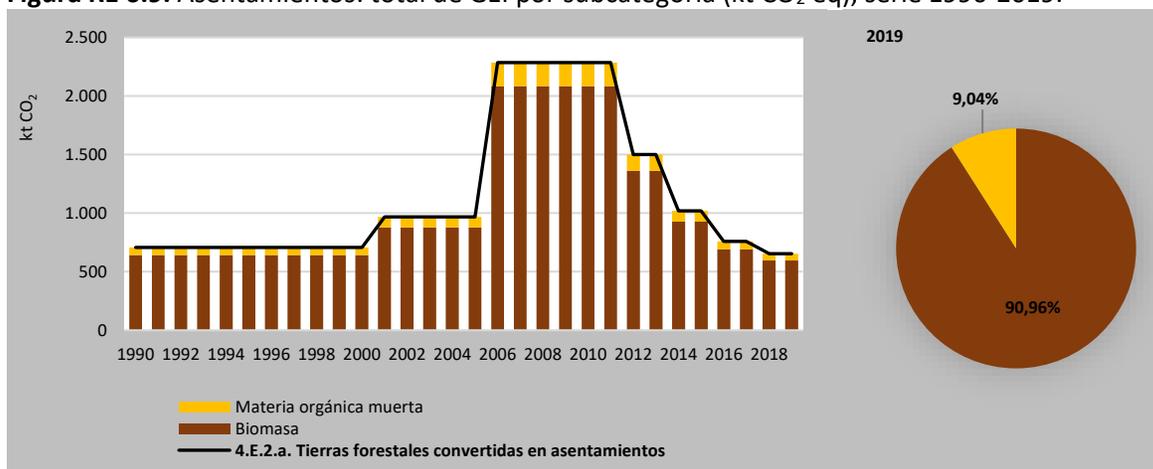
En 2019, el balance de GEI contabilizó 653,76 kt CO₂ eq representando el 1,06 % del total de emisiones del sector, presentando una disminución de 7,42 % con relación a 1990, alcanzando niveles más altos entre 2006 y 2011, y disminuyendo un 13,83 % desde 2017. Estas pérdidas ocurren en el depósito de biomasa en un 90,96 % y en el de materia orgánica muerta en un 9,04 %. La categoría *asentamientos* se podría estar subestimando ya que también existen cambios de otros usos de la tierra a *asentamientos*. En la Tabla RE 6.10 y en la Figura RE 6.9 se observa el resumen de emisiones de GEI de *asentamientos*.

Tabla RE 6.10. Asentamientos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	706,30	706,30	706,30	968,19	2.285,87	1.020,37	758,69	653,76	653,76
Total	706,30	706,30	706,30	968,19	2.285,87	1.020,37	758,69	653,76	653,76

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 6.9. Asentamientos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.9. Otras tierras

Esta categoría incluye el suelo desnudo, roca, hielo y todas aquellas zonas que no estén incluidas en ninguna de las otras cinco categorías (IPCC, 2006).

En el contexto nacional, abarca las emisiones de CO₂ debido a cambios en los depósitos de carbono de biomasa y carbono orgánico de los suelos minerales, ocurridas por el cambio de uso de *tierras forestales a otras tierras*.

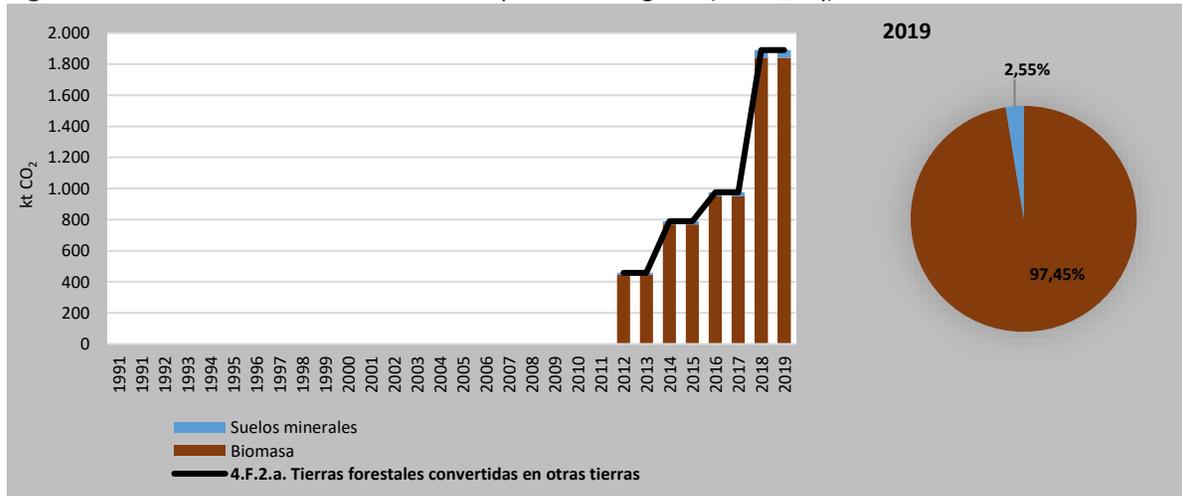
En 2019, el balance de la subcategoría de *tierras forestales convertidas en otras tierras* contabilizó una emisión de 1.890,53 kt CO₂ eq representando el 3,08 % del total de emisiones del sector, distribuidos en un 97,45 % por pérdidas de carbono en el depósito de biomasa y un 2,55 % en el depósito de suelos minerales. Los años estimados son a partir de 2012 en adelante debido a que solo se registran cambios para esos años. En la Tabla RE 6.11 y en la Figura RE 6.10 se observa el resumen de emisiones de GEI de *otras tierras*.

Tabla RE 6.11. Otras tierras: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	NE	NE							
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	NO	NO	NO	NO	NO	790,66	975,80	1.890,53	1.890,53
Total	NE, NO	790,66	975,80	1.890,53	1.890,53				

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de inventarios del MADES.

Figura RE 6.10. Otras tierras: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de inventarios del MADES.

6.10. Nuevos cálculos y planes de mejora

Los nuevos cálculos del sector corresponden a los años 2018-2019, y los recálculos para los años 1990-2017 que ya fueron reportados en el INGEI del IBA3.

Estos nuevos cálculos se realizaron debido a las mejoras metodológicas implementadas, siendo principalmente entre ellas, la utilización de los mapas refinados de cobertura y uso de la tierra según categorías del IPCC para los períodos de 2000-2019 generados por INFONA en 2022.

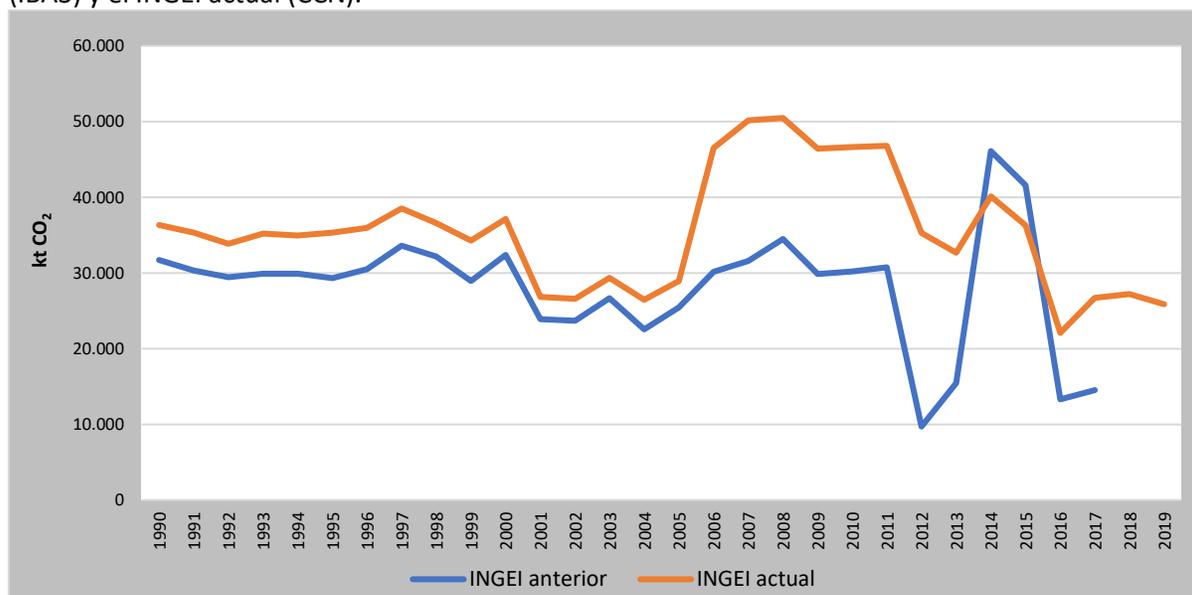
En la Tabla RE 6.12 y en la Figura RE 6.11 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI del sector UTCUTS del INGEI anterior (1990-2017) y el INGEI actual (1990-2019)

Tabla RE 6.12. Sector UTCUTS: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario anterior 1990-2017 (IBA3) y el inventario actual 1990-2019 (CCN).

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	31.709,61	29.301,74	32.382,39	25.457,07	30.218,19	41.603,85	14.510,98		
INGEI actual	36.315,58	35.319,61	37.154,42	28.929,00	46.639,79	36.304,19	26.702,92	27.207,63	25.885,32
Diferencia	-4.605,97	-6.017,86	-4.772,03	-3.471,93	-16.421,59	5.299,65	-12.191,95		
Diferencia %	14,53%	20,54%	14,74%	13,64%	54,34%	-12,74%	84,02%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 6.11. Sector UTCUTS: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

A continuación, se citan las mejoras llevadas a cabo:

- Utilización de mapas refinados de cobertura y uso de la tierra según categorías del IPCC, para los períodos de 2000-2011, 2011-2015, 2015-2019, generados por INFONA en 2022.
- Utilización de nuevos factores de emisión propuestos por el *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*, en las categorías de *tierras de cultivo* para los depósitos de biomasa y carbono del suelo.
- Estimación del cambio de la existencia de carbono en los depósitos de biomasa y MOM, con nuevos datos refinados en 2022 del IFN 2015, para las subcategorías que incluyen el cambio por pérdida de superficies de tierras forestales.
- Estimación del depósito de carbono del suelo en la categoría de pastizales, teniendo en cuenta la desagregación de pastizales según su región y tipo de gestión.

Para el plan de mejora se considera lo siguiente:

- Mejor desagregación de las categorías teniendo en cuenta: los regímenes de gestión (rotación de cultivos), las zonas climáticas, estratos boscosos y regiones del país.
- Continuar con el refinamiento de factores de emisión y parámetros para mejorar los niveles de estimación, con énfasis en las categorías principales.
- Trabajo conjunto con otras instituciones para la generación de nuevos factores de emisión.
- Trabajar en la posible inclusión de nuevos depósitos de carbono (tocones).
- Realización de dictámenes de expertos.
- Obtener datos geospaciales desagregados sobre la subcategoría de tierras inundadas que permanecen como tales que ocurre en el país.

RE 7. Sector Residuos (FCR 5)

7.1. Panorama general del sector

El Sector Residuos incluye las emisiones de GEI producidas por la disposición de residuos sólidos, el tratamiento biológico de residuos, la incineración y quema abierta de residuos y el tratamiento y eliminación de aguas residuales.

Las categorías incluidas junto con los GEI que resultan de las mismas son las siguientes:

5.A. Eliminación de residuos sólidos (CH₄)

5.C. Incineración y quema abierta de residuos (CO₂, CH₄ y N₂O)

5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales (CH₄ y N₂O)

El sector Residuos en Paraguay se caracteriza por una gran debilidad por parte de las instituciones competentes para abocarse a una gestión adecuada. La responsabilidad de la gestión de los residuos sólidos urbanos corresponde a las municipalidades del país, las cuales trabajan de forma poco planificada y con recursos limitados, a lo cual se suma la ausencia de una coordinación efectiva en la formulación de planes, programas y proyectos a nivel nacional, departamental y municipal. En las últimas décadas, ha prevalecido el manejo de los residuos bajo el enfoque de “recolección y disposición final” dejando rezagados el aprovechamiento, valorización, reciclaje y tratamiento de estos.

En cuanto a la gestión de aguas residuales, tanto domésticas como industriales, existe una limitada infraestructura de redes de alcantarillado sanitario y aún son escasos los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

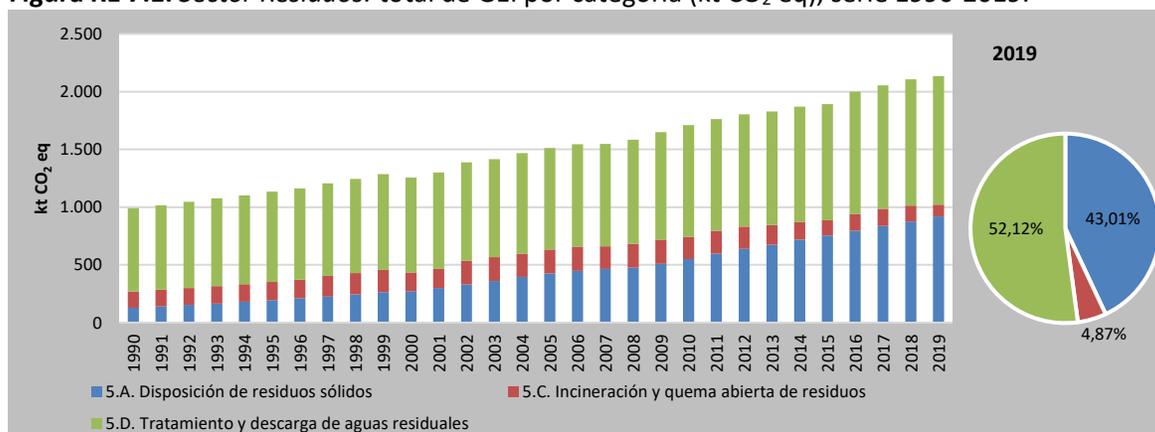
Residuos es uno de los sectores emisores de GEI en el país, con un total de 2.135,01 kt CO₂ eq en el año 2019, representando el 3,40 % del total de emisiones nacionales.

En la Tabla RE 7.1 y Figura RE 7.1 se presentan las emisiones de GEI correspondientes a la serie temporal 1990-2019.

Tabla RE 7.1. Sector Residuos: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
5.A. Disposición de residuos sólidos	128,56	194,67	271,20	425,03	549,61	753,29	836,06	876,52	918,20
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	141,56	156,45	162,73	207,70	192,48	132,32	150,12	136,44	103,94
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	720,39	782,34	821,53	879,13	967,59	1.005,93	1.068,72	1.093,79	1.112,87
Total	990,51	1.133,47	1.255,47	1.511,86	1.709,68	1.891,54	2.054,90	2.106,75	2.135,01

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 7.1. Sector Residuos: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Desde 1990 a 2019 las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 115,55 % y de 2017 a 2019 hubo un aumento del 3,90 %. La principal causa del incremento en la serie temporal 1990-2019 ha sido el aumento de la población, lo cual incide directamente en las emisiones generadas por la disposición de los residuos sólidos y las aguas residuales domésticas. En el año 2019, las emisiones correspondientes a la categoría tratamiento y descarga de las aguas residuales representaron el 52,12 % del total del sector, la disposición de los residuos sólidos un 43,01 % y las de incineración y quema abierta de residuos fueron del 4,87 %. Esto se presenta en la Tabla 2.7.1 y en la Figura 2.7.1.

En cuanto a las subcategorías más relevantes en el año 2019, se encuentra en primer lugar la correspondiente a las aguas residuales domésticas con el 44,26 % de contribución de emisiones, siguiéndole los sitios de disposición de residuos no categorizados con el 26,64 %.

Las principales causas del incremento de las emisiones de GEI del sector son el aumento de la población y el consecuente aumento de la generación de residuos líquidos y sólidos. En la serie temporal se pueden observar algunas variaciones de la tendencia, entre las que podemos mencionar una disminución de las emisiones en el año 2000 y la disminución en el crecimiento de las emisiones en los años 2007 y 2015, como aspectos más resaltantes. Este comportamiento se debe a las variaciones en los porcentajes de quema abierta de los residuos, relacionada posiblemente con variaciones en la cobertura de recolección municipal de los residuos urbanos y al establecimiento de medidas legales de prohibición de quema abierta de residuos (Ley de Residuos Sólidos del 2009, Ordenanzas Municipales en Asunción del 2007 y 2014, Ordenanza Municipal en San Lorenzo del 2011, Ordenanza Municipal en Fernando de la Mora del 2021, entre otras) las cuales inciden en una reducción de dichas prácticas en los últimos años de la serie.

Con respecto a los GEI resultantes de las actividades del sector, como se observa en la Tabla 2.7.2 y en la Figura 2.7.2, el CH₄ es el gas que más influye en el total de emisiones representando el 93,61 % en el año 2019, siguiendo el N₂O con el 4,05 % y por último el CO₂ con el 2,33 %. El CO₂ producido se debe a la incineración y la quema abierta de residuos, el N₂O a la quema abierta de residuos y al tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas, mientras que el CH₄ se produce principalmente por el tratamiento y descarga de aguas residuales y la disposición de los residuos sólidos.

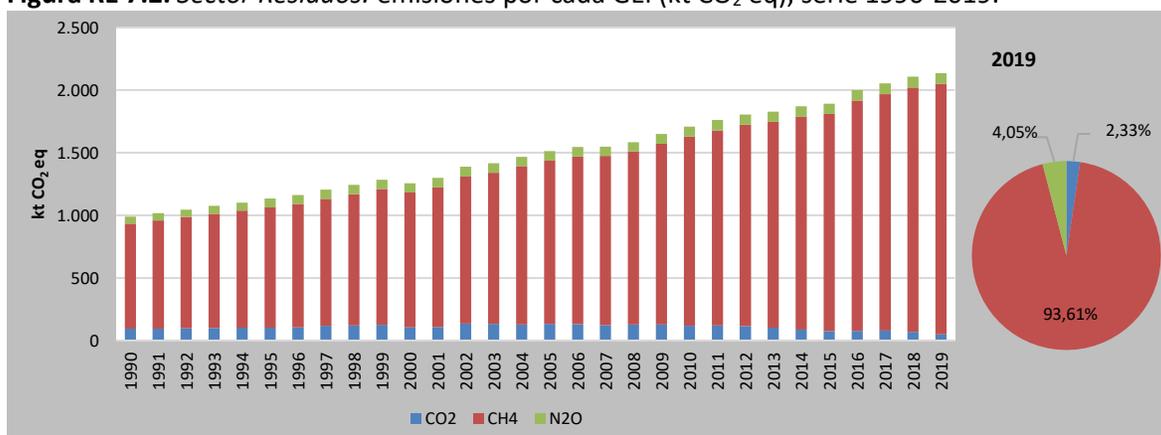
En cuanto a la variación de emisiones entre el año 2019 y el año base del inventario, el CH₄ tuvo un incremento del 137,95 % debido principalmente a las emisiones de las aguas residuales domésticas y a los sitios de eliminación de residuos. En cuanto al N₂O se tuvo un incremento del 53,74 %, mientras que para el CO₂ se presenta una disminución del 47,14 % debido a la disminución de la cantidad de residuos incinerados. El aumento de las emisiones de CH₄ en el último año del inventario con respecto al año 2017 fue del 5,79 %, 0,30 % para el N₂O y una disminución del 37,24% para el CO₂.

Tabla RE 7.2. Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq).

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
CO ₂	94,27	103,77	106,47	132,34	117,24	74,53	79,39	69,13	49,83
CH ₄	839,93	960,64	1.074,86	1.303,76	1.512,73	1.736,05	1.889,20	1.950,69	1.998,61
N ₂ O	56,31	69,05	74,14	75,75	79,71	80,96	86,31	86,94	86,57
Total	990,51	1.133,47	1.255,47	1.511,86	1.709,68	1.891,54	2.054,90	2.106,75	2.135,01

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 7.2. Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

7.2. Disposición de residuos sólidos (FCR 5.A)

El tratamiento y la eliminación de los residuos sólidos municipales, hospitalarios e industriales producen cantidades significativas de CH₄. Además, los sitios de eliminación de residuos sólidos (SERS) producen también dióxido de carbono biogénico (CO₂), así como cantidades más pequeñas de óxido nitroso (N₂O).

La descomposición de la materia orgánica derivada de las fuentes de biomasa (p. ej., residuos de alimentos, madera, etc.) es la fuente principal de liberación de CO₂ a partir de desechos. Estas emisiones de CO₂ no están incluidas en los totales nacionales porque el carbono es de origen biogénico y las emisiones netas se contabilizan en el Sector AFOLU.

De acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006* fueron consideradas las subcategorías correspondientes a los sitios de disposición de residuos sólidos, las cuales son los sitios de disposición de residuos gestionados, no gestionados y no categorizados.

La categoría disposición de residuos sólidos es la principal categoría emisora de GEI del sector Residuos representando el 43,01 % de las emisiones de GEI del sector para el año 2019, alcanzando las emisiones de GEI un total de 918,20 kt CO₂ eq, con un incremento del 614,22 % desde 1990 y en un 9,83 % respecto al año 2017.

El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es el crecimiento de población y, por lo tanto, la generación de residuos. También está determinada por las variaciones en las diferentes formas de disposición final de los residuos sólidos urbanos, lo cual fue cambiando a lo largo del tiempo.

Respecto a las subcategorías, como se observa en la Tabla RE 7.3 y Figura RE 7.3, en el año 2019 la de mayor relevancia es sitios de disposición de residuos no categorizados con un 61,94 % de las emisiones de la categoría, seguida de sitios de disposición de residuos gestionados con un 28,30 % y por último sitios de disposición de residuos no gestionados con un 9,76 %.

Tabla RE 7.3

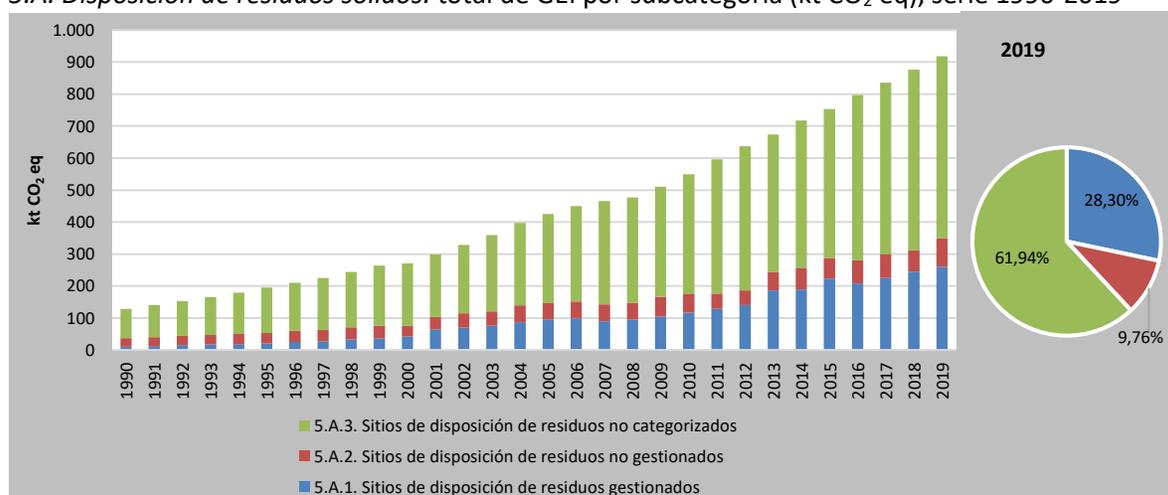
5.A. Disposición de residuos sólidos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

gh	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
5.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	10,57	20,25	41,60	95,50	116,35	222,67	224,90	244,64	259,85
5.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	26,28	32,84	34,42	51,00	58,31	65,08	74,07	67,05	89,62
5.A.3. Sitios de disposición de residuos no categorizados	91,71	141,59	195,18	278,52	374,95	465,53	537,08	564,83	568,74
Total	128,56	194,67	271,20	425,03	549,61	753,29	836,06	876,52	918,20

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 7.3

5.A. Disposición de residuos sólidos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Es de resaltar también la incidencia que tiene sobre las emisiones de GEI la tasa de generación de residuos per-cápita, la cual ha tenido ligeras variaciones a lo largo de los años de la serie temporal que explican el comportamiento de la curva de las emisiones, estando esto relacionado con ciertos cambios de hábitos de la población.

Con respecto al comportamiento de las fracciones de composición de los residuos sólidos urbanos, se puede notar una influencia de los cambios culturales, como por ejemplo un mayor uso de plástico hasta mediados de los años 90, la disminución de los residuos de alimentos y el aumento de los residuos de jardines.

En cuanto a las fracciones correspondientes a los sitios de disposición final se observa una predominancia en toda la serie de los sitios no categorizados, lo que refleja la falta de una gestión planificada de los residuos por parte de las municipalidades en la mayor parte del país.

7.3. Tratamiento biológico de residuos sólidos (FCR 5.B)

Las emisiones relacionadas al tratamiento biológico de los residuos sólidos están relacionadas a las actividades de compostaje y generación de biogás, pero las mismas no fueron estimadas por falta de información.

7.4. Incineración y quema abierta de residuos (FCR 5.C)

Esta categoría incluye las emisiones de GEI que resultan de la combustión de residuos sólidos y líquidos sin recuperación de energía, abarcando la incineración de residuos y la quema abierta de residuos.

La incineración se define como la combustión de los residuos sólidos y líquidos en instalaciones de incineración controladas. Los incineradores modernos de desperdicios poseen cámaras de combustión especialmente diseñadas que producen altas temperaturas de combustión, tiempos largos de residencia y agitación eficiente de los residuos al tiempo que introducen aire para una combustión más completa. Los tipos de residuos incinerados incluyen los residuos sólidos municipales (RSM), residuos industriales, residuos peligrosos, residuos hospitalarios y lodos de aguas servidas. La práctica de la incineración de los RSM es actualmente más común en los países desarrollados, mientras que la incineración de los residuos hospitalarios es común tanto en los países desarrollados y en desarrollo.

La quema abierta de residuos puede definirse como la combustión de materiales combustibles no deseados, tales como papel, madera, plástico, textiles, caucho, residuos de aceites y otros residuos al aire libre o en vertederos abiertos, donde el humo y otras emisiones se liberan directamente al aire, sin pasar por una chimenea o columna. Cabe señalar que, de acuerdo a la normativa nacional, la quema abierta de residuos es una práctica ilegal en el país.

En esta categoría se presentan emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O resultantes de la combustión de residuos, alcanzando un valor de 103,94 kt CO₂ eq en el año 2019, lo que representa un 4,87 % del total del sector, con una disminución del 26,58 % con respecto al año 1990 y del 30,76 % con relación al año 2017. El comportamiento observado de las emisiones se debe a variaciones en las prácticas de quema a cielo abierto de los residuos sólidos domésticos, las cuales están a su vez relacionadas

principalmente con la cobertura de los sistemas de recolección municipal y con las medidas legales de prohibición de quema de residuos.

Respecto a las subcategorías, como se observa en la Tabla RE 7.4 y Figura RE 7.4, en el año 2019 la de mayor relevancia es la quema abierta de residuos con un 99,51 % de las emisiones de la categoría, mientras que la Incineración de residuos representa el 0,49 %.

Tabla RE 7.4

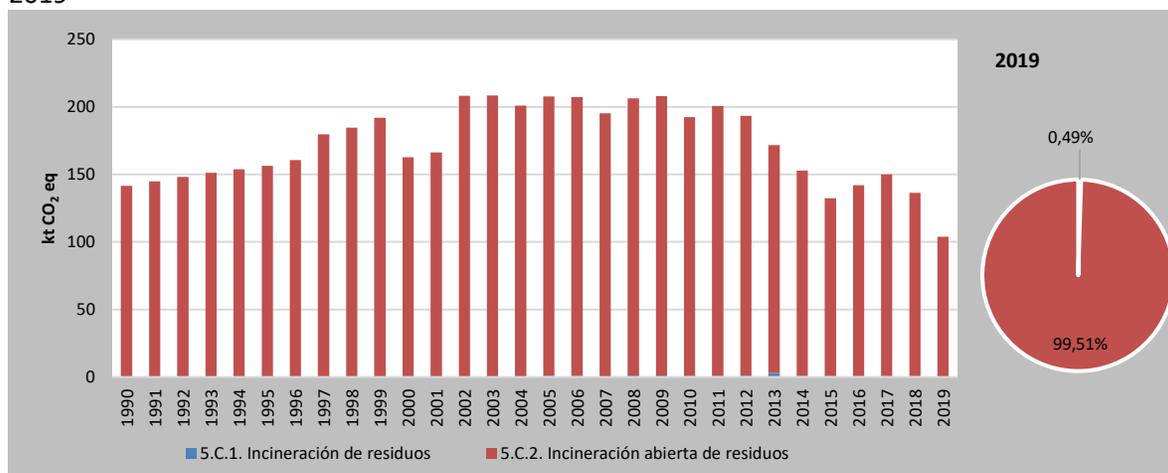
5.C. Incineración y quema abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
5.C.1. Incineración de residuos	0,07	0,41	0,39	1,01	1,07	0,79	0,71	0,67	0,50
5.C.2. Incineración abierta de residuos	141,49	156,04	162,34	206,69	191,41	131,54	149,41	135,77	103,43
Total	141,56	156,45	162,73	207,70	192,48	132,32	150,12	136,44	103,94

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 7.4

5.C. Incineración y quema abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la serie temporal se observa un comportamiento variable de las emisiones, lo cual se debe principalmente a las actividades de quema a cielo abierto cuyos datos provienen de los censos y encuestas reportados por el INE.

7.5. Tratamiento y descarga de aguas residuales (FCR 5.D)

Las aguas residuales representan una fuente de CH₄ cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico, siendo también una fuente de emisiones de N₂O. Las emisiones de CO₂ procedentes de las aguas residuales no se consideran en las Directrices del IPCC porque son de origen biogénico y no se incluyen en el total nacional de emisiones.

Las aguas residuales se originan en una variedad de fuentes domésticas, comerciales e industriales y pueden tratarse in situ (no recolectadas), transferirse por alcantarillado a una instalación central (recolectadas), o eliminarse sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües. Se entiende

por aguas residuales domésticas (o aguas servidas) los residuos de aguas utilizadas en los hogares, mientras que las aguas residuales industriales derivan exclusivamente de las prácticas industriales. La estimación del potencial de producción de CH₄ derivado de los flujos de las aguas residuales industriales se basa en la concentración de materia orgánica degradable en el agua residual, en el volumen de ésta, y en la propensión del sector industrial a tratar sus aguas residuales en sistemas anaeróbicos. Utilizando estos criterios, las fuentes más importantes de agua residual industrial con alto potencial de producción de gas CH₄, son entre otras las siguientes actividades:

- manufactura de la pulpa y el papel
- procesamiento de carne y aves (mataderos)
- producción de alcohol, cerveza, almidón
- producción de sustancias químicas orgánicas
- otros procesamientos de alimentos y bebidas (productos lecheros, aceite vegetal, frutas y verduras, envasadoras, fabricación de jugos, etc.)

Esta categoría incluye las subcategorías de Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas e industriales.

En esta categoría se presentan emisiones de CH₄ y N₂O resultantes del tratamiento y/o eliminación de las aguas residuales, alcanzando un valor de 1.112,87 kt CO₂ eq en el año 2019, lo que representa un 52,12 % del total del sector, con un incremento del 54,48 % con respecto al año 1990 y del 4,13 % con relación al 2017.

Respecto a las subcategorías, como se observa en la Tabla RE 7.5 y Figura RE 7.5, en el año 2019 la de mayor relevancia corresponde a las aguas residuales domésticas con un 84,91 % de las emisiones de la categoría, mientras que las aguas residuales industriales representan el 15,09 %. Las variaciones correspondientes a aguas residuales domésticas están relacionadas con el crecimiento poblacional mientras que las de aguas residuales industriales se deben a las variaciones de la producción anual en los sectores industriales considerados.

Tabla RE 7.5

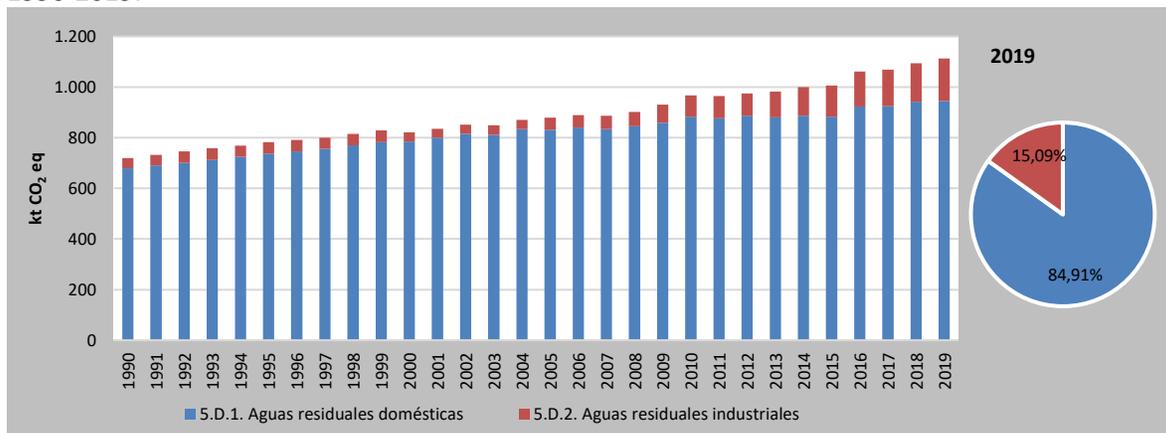
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
5.D.1. Aguas residuales domésticas	680,03	736,89	785,63	831,40	883,07	882,77	924,64	942,90	944,91
5.D.2. Aguas residuales industriales	40,35	45,45	35,90	47,73	84,52	123,16	144,08	150,88	167,96
Total	720,39	782,34	821,53	879,13	967,59	1.005,93	1.068,72	1.093,79	1.112,87

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 7.5

5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

7.6. Nuevos cálculos y planes de mejora

Los nuevos cálculos del sector corresponden a los años 2018-2019, y los recálculos para los años 1990-2017 que ya fueron reportados en el INGEI del IBA3.

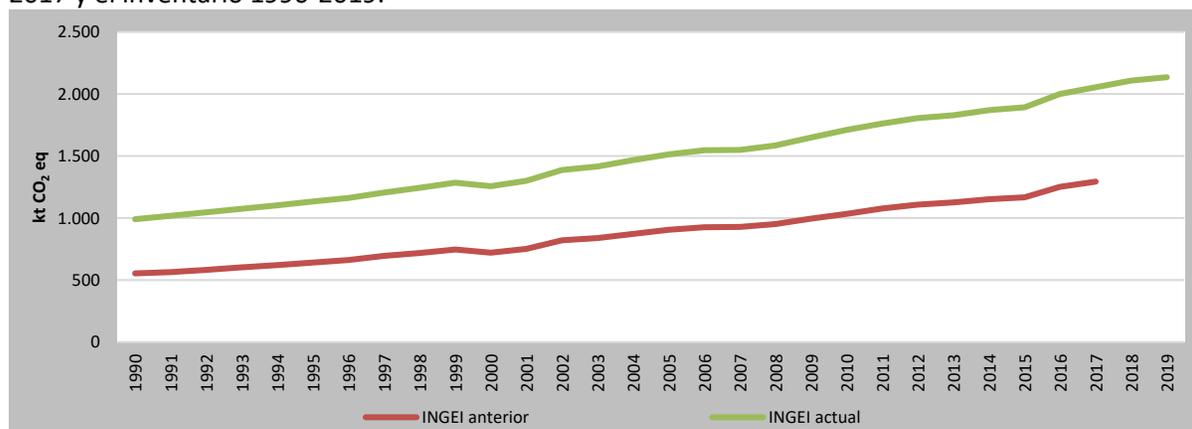
En la Tabla RE 7.6 y en la Figura RE 7.6 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI del sector Residuos del INGEI anterior (1990-2017) y el presente (1990-2019).

Tabla RE 7.6. Sector Residuos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	554,00	641,20	721,90	904,58	1033,47	1166,96	1293,42		
INGEI actual	990,51	1.133,47	1.255,47	1.511,86	1.709,68	1.891,54	2.054,90	2.106,75	2.135,01
Diferencia	436,51	492,27	533,57	607,27	676,21	724,58	761,48		
Diferencia %	44,07%	43,43%	42,50%	40,17%	39,55%	38,31%	37,06%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura RE 7.6. Sector Residuos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Tabla RE 7.6 y Figura RE 7.6 se puede observar las diferencias con respecto al INGEI anterior, lo cual se debe a mejoras presentadas a continuación:

- Se actualizaron los valores de GWP para los gases CH₄ y N₂O correspondientes al AR5.
- En la subcategoría Aguas residuales domésticas se realizó ajuste en parámetro del consumo de proteína de la dieta en periodo 2012 a 2017, según datos de FAOSTAT.
- Se ha corregido el parámetro Fracción de distribución según tipo de tratamiento de Aguas domésticas.
- En la subcategoría Aguas residuales industriales se realizaron ajustes en los datos de producción de carne, leche y cerveza a partir de datos de FAOSTAT para toda la serie; también se actualizaron los datos sobre la producción de aceites para los años 1990-2003 y 2014-2017 a través de tratamientos estadísticos.

Para el plan de mejora se identifican las siguientes acciones:

- Coordinar con el Dpto. de Residuos Sólidos de la Dirección de Calidad Ambiental y con la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental del MADES para obtener datos específicos sobre los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos de todo el país, correspondiente a proceso de licenciamiento ambiental (Ley 294/93).
- Releva datos sobre la gestión de los residuos sólidos domésticos en municipios de todo el país y actualizar información de los vertederos existentes a fin de mejorar la clasificación de los sitios.
- Realizar esfuerzos para regionalizar las emisiones de GEI correspondiente a la categoría Disposición de residuos sólidos.
- Acceder a informaciones del SIAM/MADES sobre sistemas de tratamiento de aguas residuales de proponentes correspondiente a proceso de licenciamiento ambiental (Ley 294/93) a fin de identificar los tipos de tratamiento de efluentes existentes en el país.
- Releva informaciones para mejorar la calidad de los datos de Incineración en cuanto a las características de los residuos incinerados.

- Fortalecer vínculos con instituciones del sector agua y saneamiento (DAPSAN/MOPC, ERSSAN) para actualizar información sobre sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas.
- Releva datos sobre la gestión de los lodos de sistemas de tratamiento y el tipo de tratamiento recibido.
- Establecer vínculos con las principales industrias nacionales para obtener datos sobre la gestión de sus aguas residuales.
- Promover líneas de investigación con universidades y/o centros de investigación para realizar estudios sectoriales que generen informaciones correspondientes a datos de actividades.
- Alentar a las entidades proveedoras de información, a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

Anexo RE

Anexo RE 1: Resumen de métodos aplicados en el inventario nacional de gases de efecto invernadero de Paraguay, serie 1990-2019.

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆		NOx		CO		COVDM		SOx	
	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	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1. Energía	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA
1.A. Actividades de quema de combustible	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO
1.A.1. Industrias de la energía	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO							T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE							T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.3. Transporte	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO							T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO
1.A.4. Otros sectores	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE							T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.5. No especificado	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO							IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	NE, NO, NA	NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	NE, NO, NA	NE, NO, NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA
1.B.1. Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO	NA, NO	NA, NO							NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NE, NO, NA	NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	NE, NO, NA	NE, NO, NA							T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA
1.C. Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO	NO																		
2. IPPU	T1, T2, T3, NE, NA, NO	PS, D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO	NA, NO	NA, NO	T3, NE, NA, NO	NE, NA, NO	T2, NS, NE, NA, NO	D, NS, NE, NA, NO	T2, NS, NE, NA, NO	D, NS, NE, NA, NO	T1, NS, NE, NA, NO	D, NS, NE, NA, NO	T1, T2, NS, NE, NA, NO	D, NS, NE, NA, NO
2.A. Industria de los minerales	T1, T2, T3, NO	PS, D, NO											NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.B. Industria química	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NS, NE, NA, NO	NS, NE, NA, NO	NS, NE, NA, NO	NS, NE, NA, NO	NS, NE, NA, NO	NS, NE, NA, NO	T2, NS, NE, NA, NO	D, NS, NE, NA, NO

													NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.C. Industria de los metales	T1, NE, NO	D, NE, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	T2, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T2, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	D, NE, NO	D, NE, NO	
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	T1, NA	D, NA	NA	NA	NA	NA							NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	T1, NE, NA	D, NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	
2.E. Industria electrónica							NO	NO	NO	NO	NO	NO											
2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono							NO, T1a	NO, D	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO											
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	T3, NE, NA, NO	* NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NS, NE	NS, NE	NS, NE	NS, NE	T1, NS, NE	D, NS, NE	NS, NE	NS, NE	NS, NE	NS, NE	NS, NE
3. Agricultura y ganadería	T1, NE, NO, NA	D, NO, NA	T2, T1, NE, NO	CS, D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA
3.A. Fermentación entérica			T2, T1, NO, NA	CS, D, NE, NO, NA																			
3.B. Gestión del estiércol			T2, T1, NO, NA	CS, D, NE, NO, NA	D, NO, NA	D, NO, NA																	
3.C. Cultivo del arroz			T1, NO	D, NO																			
3.D. Suelos agrícolas					D, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA																	
3.E. Quema prescrita de sabanas			NE	NE	NE	NE							NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.F. Quema de residuos agrícola en el campo			NE	NE	NE	NE							NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.G. Encalado	T1, NE	D																					
3.H. Aplicación de urea	T1	D																					
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NO	NO																					
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA																	
4. UTCUTS	T2, T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.A. Tierras forestales	T2, T1, NE, NO	D, CS	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	NE, NO	NE, NO
4.B. Tierras de cultivo	T2, T1, NE, NO	D, CS	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	NE, NO	NE, NO
4.C. Pastizales	T1, NE, NO	D, CS	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	NE, NO	NE, NO
4.D. Humedales	T1, NE, NO	D, CS	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	NE, NO	NE, NO
4.E. Asentamientos	T1, NE, NO	D, CS	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	NE, NO	NE, NO
4.F. Otras tierras	T1, NE, NO	D, CS	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	NE, NO	NE, NO
4.G. Productos de madera recolectada	NE	NE											NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.H. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO							NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO

5. Residuos	T2a, NA, NO	D, NA, NO	T1,T2, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO
5.A. Disposición de residuos sólidos	NA	NA	T2	D									NA	NA	NA	NA	T1	D		
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos			NE	NE	NE	NE							NA	NA	NA	NA	NE	NE		
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	T2a	D	T1, NE	D, NE	T1	D							T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1, NS	D, NS							NA	NA	NA	NA	NE	NE		
5.E. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO							NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas																				
Tanque internacional	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
Aviación internacional	T1	D	T1	D	T1	D							T1	D	T1	D	T1	D	T1	D
Navegación internacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE							IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NE
Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NE
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	T1	D																		
CO ₂ capturado	NO	NO																		
Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	NO	NO																		

Referencias: T1 = nivel 1; T2 = nivel 2; T2a = nivel 2a; T3 = nivel 3; CS = país específico; PS = planta específica; D = por defecto; IE = incluida en otro lugar; NE = no estimada; NA y sombreado en gris = no aplicable; NO = no ocurre; NS = no significativa; * = Esta categoría no utiliza FE porque se considera emisiones directas de SF₆.

Anexo RE 2: Lista de colaboradores del inventario nacional de gases de efecto invernadero de Paraguay, serie 1990-2019.

Nombre	Institución
Energía	
Daniel Puentes	Viceministerio de Minas y Energía / Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
Tamatia Coronel	Viceministerio de Minas y Energía / Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
Juan Segalés	Vice Ministerio de Transporte / Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
Karen Castillo	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil
Carlos Chena	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil
Victorio Oxilia	Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos / Facultad Politécnica / Universidad Nacional de Asunción
Daniel Ríos	Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos / Facultad Politécnica / Universidad Nacional de Asunción
Rocío Vely	Administración Nacional de Electricidad
Marcelo Benitez	Ministerio de Industria y Comercio
Miguel Cáceres	Petróleos Paraguayos
Verónica Migone	Petróleos Paraguayos
Bernardino Soto	Ministerio de Defensa Nacional
Carmen Adriz de Segovia	Ministerio de Defensa Nacional
Sigrid Rodríguez	Dirección General de Marina Mercante
Alberto D'apollo	Dirección General de Marina Mercante
Jessica Miers	Prefectura General Naval
Cesar Berni	Especialista en biomasa
IPPU	
Luis Ojeda	Dirección Nacional de Aduanas
Fernando Molinas	Dirección Nacional de Aduanas
Carolina Centurión	Ministerio de Industria y Comercio
Sofía Vera	Dirección General de Aire / Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
Gloria Rivas	Departamento de Ozono / Dirección General de Aire / Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
Rocío Vely	Administración Nacional de Electricidad
Cecilia Vergara	Entidad Binacional Yacyreta

Nombre	Institución
Carl Arco	Especialista en cerámica
Representantes	Industrias privadas (cementera, calera, de vidrio y química)
Agricultura y ganadería	
Ken Moriya	Ministerio de Agricultura y Ganadería / Dirección de Extensión Agraria
Anselmo Maciel	Ministerio de Agricultura y Ganadería / Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias
Dalma Domínguez	Ministerio de Agricultura y Ganadería / Vice Ministerio de Ganadería
Claudia Gonzalez	Ministerio de Agricultura y Ganadería / Vice Ministerio de Ganadería
Fatima Colarte	Ministerio de Agricultura y Ganadería / Vice Ministerio de Ganadería (CICLA)
Lourdes Sofía Jou	Ministerio de Agricultura y Ganadería / Dirección General de Planificación
María Meza	Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal
Mara Fleitas	Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal
Silvia Weyer	Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas
Sonia Tomassone	Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas
Natalia Irún	Asociación Rural del Paraguay
Oscar Palacios	Federación de Cooperativas de Producción
Lilian Cabrera	Unión de Gremios de la Producción
Hugo Sanchez	Mesa Paraguaya de Carne Sostenible
Claudia Leiva	SOLIDARIDAD
Lourdes Torres	CAPAINLAC
Patricia Criscioni	Universidad Nacional de Asunción / Facultad de Ciencias Veterinarias
Sonia Tomassone	Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas
María Luisa Ramírez	Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas
Norman Breuer	Universidad Católica de Asunción
UTCUTS	
Wilfrido Caballero	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible / Dirección de Geomática
Carlos Irrazabal	Instituto Forestal Nacional / Dirección General de Bosques
Jazmín Tufari	Instituto Forestal Nacional / Dirección General de Plantaciones forestales

Nombre	Institución
Pablo Benítez Espinola	Instituto Forestal Nacional / Dirección General de Plantaciones forestales
Gabriela Huttemann	Instituto Forestal Nacional / Sistema Nacional de Información Forestal
Hermelinda Villalba	Instituto Forestal Nacional
Anselmo Maciel	Ministerio de Agricultura y Ganadería / Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias
Cesar Berni	Vice Ministerio de Minas y Energías (consultor)
Sonia Tomassone	Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas
Natalia Irún	Asociación Rural del Paraguay
María Luisa Ramírez	Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas
Stefan Isaak	Federación de Cooperativas de Producción
Lilian Cabrera	Unión de Gremios de la Producción
Hugo Sánchez	Mesa Paraguaya de Carne Sostenible
Luis Arrellaga	Paraguay Agricultural Corporation
Carlsteen Felber	Felber Forestal
Lorena Sforza	Guyra Paraguay
Carmen Monges	Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)
Cristina Morales	Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)
Oscar Rodas	Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)
Norman Breuer	Universidad Católica de Asunción
Diego Ocampos	Universidad Nacional de Asunción / Facultad de Ciencias Agrarias
Ken Moriya	Ministerio de Agricultura y Ganadería / Dirección de Extensión Agraria
Lourdes Sofía Jou	Ministerio de Agricultura y Ganadería / Dirección General de Planificación
Larissa Rejalaga	Universidad Nacional de Asunción / Facultad de Ciencias Agrarias
Residuos	
Gilda Cañete	Dirección de Control de la Calidad Ambiental / Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
Ovidio Espinola	Departamento de Sustancias Químicas / Dirección de Control de la Calidad Ambiental / Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
Cynthia Arguello	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
Nancy Cabrera	Instituto Nacional de Estadística

Nombre	Institución
Juan Moreno	Dirección de Agua Potable y Saneamiento / Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
Harry Guth	Ente Regulador de Servicios Sanitarios
Cynthia Guerreño	Municipalidad de Asunción
Norma Giménez	Municipalidad de Asunción
Roberto Lima	Especialista en residuos sólidos
Representantes	Empresa privada de gestión de residuos

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Anexo RE 3: Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay en formato Parte no incluida en el anexo I de la Convención (kt), año 2019.

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	Net CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC			PFC			SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x
		(kt)	(kt)	(kt)	HFC-23 (kt)	HFC-134 (kt)	Otros (kt-CO ₂)	CF ₄ (kt)	C ₂ F ₆ (kt)	Otros (kt-CO ₂)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	33.662,04	846,56	15,60	4,27,E-07	NA, NO	618,28	NA, NO	NA, NO	NA, NO	5,20,E-04	50,41	442,81	100,32	1,77
1.	Energía	7.561,96	17,40	1,10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	50,41	442,72	92,73	1,69
1.A.	Actividades de quema de combustible	7.561,96	17,40	1,10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	50,41	442,72	92,73	1,69
1.A.1	Industrias de la energía	1,66	6,74,E-05	1,35,E-05								1,46,E-03	3,64,E-04	1,80,E-05	1,04,E-03
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción	204,43	1,74	0,23								6,32	32,79	17,22	0,77
1.A.3	Transporte	7.126,37	1,46	0,69								41,32	211,03	45,59	0,11
1.A.4	Otros sectores	229,49	14,19	0,18								2,77	198,89	29,92	0,81
1.A.5	Otros	IE	IE	IE								IE	IE	IE	NE
1.B.	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	NO	NO	NA, NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA, NO	NA, NO	NO	NA, NO
1.B.1	Combustibles sólidos	NO	NO	NO								NO	NO	NO	NA, NO
1.B.2	Petróleo y gas natural	NO	NO	NA, NO								NA, NO	NA, NO	NO	NO
2.	Procesos industriales	664,41	8,82,E-04	NA, NO	4,27,E-07	NA, NO	618,28	NA, NO	NA, NO	NA, NO	5,20,E-04	2,60,E-04	0,09	4,62	0,07
2.A.	Industria de los minerales	579,61	NA	NA								NE, NA, NO	NE, NA, NO	1,24,E-03	NE, NA, NO
2.B.	Industria química	0,20	8,82,E-04	NA, NO								NS, NE, NO, NA	NS, NE, NO, NA	NS, NE, NO, NA	0,07
2.C.	Producción de metales	58,97	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	2,60,E-04	0,09	3,90,E-03	0,01
2.D.	Otras producciones	NA	NA									NS	NS	4,62	NS
2.E.	Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre				NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F.	Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre				4,27,E-07	NA, NO	618,28	NA, NO	NA, NO	NA, NO	5,20,E-04	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.G.	Otros	25,63	NA	NA								NA	NA	NE	NA
3.	Uso de solventes y otros productos	NA	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NE
4.	Agricultura y ganadería	113,25	757,79	14,18	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NA	NA, NO
4.A.	Fermentación entérica		703,74												
4.B.	Gestión del estiércol		22,78	0,41									NO		NO
4.C.	Cultivo de arroz		31,26										NO		NO

4.D.	Suelos agrícolas			13,76											NO		NO
4.E.	Quema prescrita de sabanas		NE	NE							NO	NE	NE				NO
4.F.	Quema de los residuos agrícolas en el campo		NE	NE							NO	NE	NE				NO
4.G.	Otros (enclado + aplicación de urea)	113,25									NO	NO	NO				NO
5.	Cambio y uso de la tierra y Silvicultura	25.272,60	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA						
5.A.	Cambios en el bosque y otros stocks de biomasa leñosa	- 17.774,28															
5.B.	Conversión de bosques y praderas	48.079,44	NE	NE								NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.	Abandono de tierras manejadas	NE															
5.D.	Emisiones y remociones de CO ₂ de los suelos	- 5.032,56		NE													NE
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO								NA	NA	NE	NE	NE	NE
6.	Residuos	49,83	71,38	0,33	NA	1,94,E-03	1,60,E-04	2,97	4,56,E-04	4,56,E-04	4,56,E-04						
6.A.	Disposición de residuos sólidos en tierra		32,79									NA	NA	2,97	NA	NA	NA
6.B.	Manejo de aguas residuales		36,85	0,31								NA	NA	NE	NA	NA	NA
6.C.	Incineración de residuos	0,48	NE	8,44,E-05								1,94,E-03	1,60,E-04	5,91,E-04	4,56,E-04	4,56,E-04	4,56,E-04
6.D.	Otros (Incineración abierta de desechos)	49,35	1,73	0,02								NE	NE	NE	NE	NE	NE
7.	Otros	NO	NO	NO	NA	NO	NO	NO	NO	NO	NO						
Partidas informativas																	
	Bunkers Internacional	185,50	1,30,E-03	0,01	NA	0,17	0,04	2,08,E-03	0,12	0,12	0,12						
	Aviación internacional	185,50	1,30,E-03	0,01								0,17	0,04	2,08,E-03	0,12	0,12	0,12
	Navegación marítima y fluvial internacional	IE	IE	IE								IE	IE	IE	IE	IE	NE
	Operaciones multilaterales	NO	NO	NO	NA	NO	NO	NO	NO	NO	NO						
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	12.379,99															

Referencias: NO = No ocurre, NE = No estimada, NA = No aplicable, IE = Incluida en otro lugar

Capítulo 1. Introducción

En el presente documento, se expondrá los detalles con respecto al informe del inventario nacional de gases de efecto invernadero de la serie temporal 1990-2019, cuyo objetivo principal representa el compromiso del país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), de reportar las emisiones de gases de efecto invernadero identificados por sectores.

1.1. Antecedentes generales sobre inventarios y cambio climático

Paraguay ratificó por Ley No 251/93 el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), seguidamente es adherido por Ley N° 1447/99 al Protocolo de Kioto (PK). En el año 2001, a través del Decreto N° 14943/01 se implementó el Programa Nacional de Cambio Climático (PNCC), que entre otras cosas integra la Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC) y crea la Oficina Nacional de Cambio Climático (ONCC). El PNCC se crea en vista a la necesidad de un programa nacional que evalúe e implemente las acciones vinculadas con las obligaciones asumidas por el Gobierno Nacional dentro del Convenio sobre Cambio Climático, y que a la vez sirva de enlace entre la secretaria de este Convenio y las autoridades nacionales.

Por Resolución N° 150/04 de la SEAM en ese entonces, hoy MADES, se crea la Oficina Nacional de Mecanismo de Desarrollo Limpio (ONMDL) con el propósito de cumplir con los objetivos del Protocolo de Kioto aprobado por el país según Ley N° 1447/99. En el año 2005, por Resolución N° 1663/05 de la SEAM en ese entonces, hoy MADES, se aprueba la Guía y Procedimientos para la presentación de Proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio en Paraguay. El Acuerdo de París ha sido ratificado por Paraguay a través de la Ley N° 5681 del año 2016. Al año siguiente, Paraguay ha dado un paso importante en la lucha por frenar el cambio climático con la promulgación de la Ley N° 5875/17 Nacional de Cambio Climático, la cual tiene por objeto establecer el marco general normativo que permita planificar y responder, de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático y tiene como fin principal contribuir a implementar acciones que reduzcan la vulnerabilidad, mejoren las capacidades de adaptación y permitan desarrollar propuestas de mitigación de los efectos del cambio climático producido por las emisiones de gases de efecto invernadero.

Uno de los hitos más importantes lo constituyen, tanto la presentación ante la CMNUCC de las Comunicaciones Nacionales, como los Informes Bienales de Actualización. La Primera Comunicación Nacional se presentó en el año 2001 e incluyó el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de los años 1990 y 1994; seguidamente la Segunda Comunicación Nacional fue presentada en el 2011 e incluyó el INGEI del año 2000. Estos primeros INGEI fueron elaborados utilizando la metodología del Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) versión revisada en 1996 para todos los sectores. El 30 de diciembre de 2015 se reportó el Primer Informe Bienal de Actualización (IBA1) a la secretaría de la CMNUCC, cuyo reporte incluyó el INGEI año base 2011 y a partir del cual se empezó a utilizar la GPG- LULUCF 2003 para el cálculo de emisiones del sector UTCUTS, mientras que para los otros sectores se continuó utilizando las Directrices del IPCC versión revisada en 1996. La Tercera Comunicación Nacional ante la Convención se presentó en el año 2017, incluyendo los INGEIs correspondientes a los años base 2012, 2005 y 1994 (recalculo). En diciembre de 2018, se ha reportado a la secretaría de la CMNUCC el Segundo Informe Bienal de Actualización (IBA2), en el cual presenta el INGEI de la serie temporal 1990 – 2015,

utilizando por primera vez la metodología del IPCC de 2006, junto a este reporte se incluyó el Anexo Técnico REDD+. Finalmente, continuando con los reportes nacionales, se ha reportado a la CMNUCC, el Tercer Informe Bienal de Actualización, en el cual, en su capítulo 2 se reporta el INGEI de Paraguay, con serie 1990-2017.

1.1.1. Cambio Climático

La ciencia del cambio climático, es aquella a la que se refiere al cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. A su vez, debemos mencionar el efecto invernadero, el cual menciona lo siguiente: el sol calienta directamente la superficie de la Tierra, los océanos y las capas de hielo, pero estas superficies no absorben toda la energía. Parte de esta energía es devuelta hacia la atmósfera en donde es retenida por el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano y otros gases. Los gases que tienen esta propiedad se denominan gases de efecto invernadero (GEI). Gracias al efecto invernadero, los días no son muy calurosos ni las noches demasiado frías. El planeta se mantiene lo suficientemente templado como para permitir la vida. Sin este fenómeno, las fluctuaciones de temperatura serían intolerables. Una pequeña variación en este delicado balance de emisión y absorción de energía puede tener grandes consecuencias. El aumento de las concentraciones de GEI provoca que aumente la capacidad de la atmósfera de retener parte de la energía reflejada por la Tierra, lo cual produce el cambio climático.

Los gases de efecto invernadero (GEI) son componentes gaseosos de la atmósfera, natural o antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es el marco multilateral de implementación de los esfuerzos internacionales para enfrentar los desafíos del cambio climático. Desde su adopción en el 1992 hasta la actualidad se han desarrollado sucesivas reuniones: Conferencia de las partes (COP), que han llevado a que se modifique las obligaciones y responsabilidades de los países que forman parte de la CMNUCC.

Al ratificar la CMNUCC nuestro país asumió una serie de obligaciones, entre las que figuran reportar sus inventarios nacionales de GEI y establecer programas nacionales que contengan medidas para mitigar y facilitar la adecuada adaptación al cambio climático.

1.1.2. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

El inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) es la estimación de los niveles de emisiones y absorciones de GEI provenientes de las actividades humanas, durante un periodo de tiempo determinado.

La presentación del inventario nacional de gases de efecto invernadero de la serie temporal 1990-2017, va en cumplimiento con las Decisiones 17/CP.8 y 2/CP.17.

La Decisión 2/CP.17 que menciona el Resultado de la labor del Grupo de Trabajo Especial sobre la cooperación a largo plazo en el marco de la Convención, en uno de sus párrafos alude que en la decisión 1/CP.16, párrafo 60 c), la Conferencia de las Partes decidió que las Partes que son países en desarrollo, de conformidad con sus capacidades y con el nivel de apoyo prestado para la presentación de informes, deberían presentar informes bienales de actualización que contuvieran información actualizada sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, con inclusión de un informe del inventario nacional y de información sobre las medidas de mitigación, las necesidades en esa esfera y el apoyo recibido.

Es por ello, que los compromisos internacionales de nuestro país, (teniendo en cuenta que Paraguay forma parte de los no incluido en el Anexo I, por ser un país en desarrollo), nos motiva a seguir mejorando la presentación de nuestros informes, utilizando como parámetro los indicadores de calidad, los cuales son: transparencia, precisión, exhaustividad, comparabilidad y consistencia.

Con respecto a la metodología utilizada se utilizan las *Directrices del IPCC de 2006*, con el objeto de estimar los INGEI e informarlos a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). En estas Directrices se describen el marco general, centrado en el alcance, el método y la estructura. La metodología básica aplicada para estimar las emisiones (E) de GEI es la ecuación genérica que multiplica los Datos de Actividad (DA) por sus factores de Emisión (FE) como se muestra a continuación:

Figura 1.1. Metodología básica.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Los sectores incluidos en el inventario nacional de gases de efecto invernadero son los siguientes que se presentan en la Figura 1.2:

Figura 1.2. Sectores incluidos en el INGEI de Paraguay.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Y en cuanto a los gases que se incluyen en el inventario nacional de gases de efecto invernadero son:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido Nitroso (N₂O)
- Hidrofluorocarbono (HFCs)
- Perfluorocarbono (PFCs)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆)

1.1.3. Circunstancias nacionales

La República del Paraguay (en guaraní, Tetã Paraguái), es un país sin litoral, se sitúa en el centro del hemisferio sur del Continente Americano, está comprendida entre los paralelos 19° 18' y 27° 3' de latitud Sur y entre los meridianos 54° 15' y 62° 38' Oeste de Greenwich. El trópico de Capricornio pasa casi exactamente sobre la parte media de su territorio.

Limita al Norte con Brasil y Bolivia, al Este con Brasil y Argentina, al Sur con Argentina y al Oeste con Argentina y Bolivia. El límite con Argentina mide 1.880 km, con Bolivia 750 km y con Brasil 1.290 km. Se halla aproximadamente a 800 km del Océano Pacífico y a 600 km del Atlántico.

El Paraguay cuenta con una gran diversidad biológica debido a la confluencia de varias ecorregiones en su territorio, en total 11 según la Resolución SEAM N° 614/2013. La gran diversidad de especies comprende formaciones boscosas, humedales integrados por un complejo de pastizales, y bosques sujetos a inundaciones periódicas con gran diversidad de aves migratorias y peces. En estas ecorregiones se estima que existen unas 8.000 a 13.000 especies de flora y 100.000 especies de

invertebrados, de estas han sido identificadas 4.490 plantas, 2.434 invertebrados, 297 especies de peces, 681 de aves, 181 de mamíferos, de 189 reptiles y 87 de anfibios.

El Paraguay es un país pluricultural y bilingüe. Sus idiomas oficiales son el español y el guaraní. El Paraguay es un país de gran tradición Católica Apostólica Romana, pero existe, sin embargo, completa libertad de cultos.

El tipo de clima es tropical a subtropical, gobernados por masa de aire tropical durante gran parte del año, y se observa la inclusión de masas de aire de origen polar durante la estación invernal. Los veranos son cálidos y lluviosos y los inviernos son frescos y secos. La temperatura media anual es de 24 °C, la máxima media anual es de 29 °C y la mínima media anual es de 18°C. Existe una marcada diferencia entre la distribución de las precipitaciones en las dos regiones en que se divide el país. En la Región Oriental, la temperatura media anual oscila entre 22 °C y 24 °C, en la Región Occidental, la temperatura media anual oscila entre 24 °C y 26 °C.

El Paraguay es una República Democracia Representativa, Participativa y Pluralista regida por la Constitución Nacional promulgada el 20 de junio de 1992. Como lo dispone nuestra Carta Magna, en unas Elecciones Generales los electores eligen mediante el sufragio, candidatos para el Poder Ejecutivo y el Poder Legislativo, conjuntamente con Gobernadores y Junta Departamental y para el Parlamento del Mercosur cada cinco años en el mes de abril o mayo.

Estos eligen conjunta y directamente a través del voto, a:

- 1 presidente y 1 vicepresidente (Poder Ejecutivo)
- 80 diputados y 80 suplentes (Poder Legislativo)
- 45 senadores y 30 suplentes (Poder Legislativo)
- 17 gobernadores y 17 Juntas Departamentales para cada Gobernación
- 18 titulares y 18 suplentes para el Parlamento del Mercosur

El Gobierno consta de tres poderes: Legislativo, Ejecutivo y Judicial. El Poder Legislativo reside en el Congreso Nacional compuesto por dos Cámaras: la de Senadores y la de Diputado. El término del mandato parlamentario es de 5 años. El Poder Ejecutivo es ejercido por el presidente de la República, por un período de cinco años y este es asistido por 17 (diez y siete) ministros y secretarios de Estado. El Poder Judicial está ejercido por una Corte Suprema de Justicia, integrada por nueve miembros y los tribunales y juzgados que establezcan la Constitución y la Ley.

La economía de Paraguay se caracteriza por el importante peso en el PIB de su sector primario (11,4 %), especialmente agricultura (8,4 %) y ganadería (2,1 %); y es, junto a la electricidad generada en las 2 hidroeléctricas binacionales, la mayor fuente de exportación del país. El sector agropecuario genera el 64 % de los ingresos por exportación. La evolución de la economía paraguaya en los últimos años se ha caracterizado por una reseñable estabilidad macroeconómica y un comportamiento mejor de lo esperado. El crecimiento en los últimos años ha sido significativo, dado el comportamiento del resto de países de la región y, especialmente, de sus principales socios comerciales, Brasil y Argentina. Así, se han alcanzado tasas del 4,9 % en 2014, 3,1 % en 2015, 4,3 % en 2016, 4,8 % en 2017, 3,7 % en 2018 y 0,0 % en 2019.

Tabla 1.1. Principales indicadores del país.

PRODUCTO INTERNO BRUTO-PIB (2021)	USD 40.305 mill.	
PRODUCTO INTERNO BRUTO PER CÁPITA (2020)	USD 5.481	
CRECIMIENTO DEL PIB 2021	4,2%	
CRECIMIENTO DEL PIB 2022 (proyección del BCCP)	0,29%	
INFLACIÓN (2021)	6,8%	
RESERVAS MONETARIAS INTERNACIONALES (mayo 2022)	USD 9,388. 04/22 RIN/PIB:23,29%	
TIPO DE CAMBIO (abril 2022)	6.830 (Gs./USD)	
DEUDA PÚBLICA EXTERNA (diciembre de 2021)	USD 11.213 mill. Deuda Publica/PIB (28,4%/PIB)	
POBLACIÓN ECONÓMIC. ACTIVA (2021)	3.761.255 (72% de la población total)	

Fuente: BCP/DGECC

1.2. Arreglos nacionales para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Paraguay

1.2.1. Arreglos institucionales, legales y procedimentales

Paraguay ha realizado avances importantes en el establecimiento de arreglos institucionales. Así, en el año 2000 por Ley N° 1.561 se crea la Secretaría del Ambiente, la cual por el Artículo 14 inciso g), de la Ley mencionada adquiere carácter de Autoridad de Aplicación de la Ley 251/93 “Que aprueba el convenio sobre cambio climático, adoptado durante la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo - la Cumbre para la Tierra - celebrado en la Ciudad de Río de Janeiro, Brasil”.

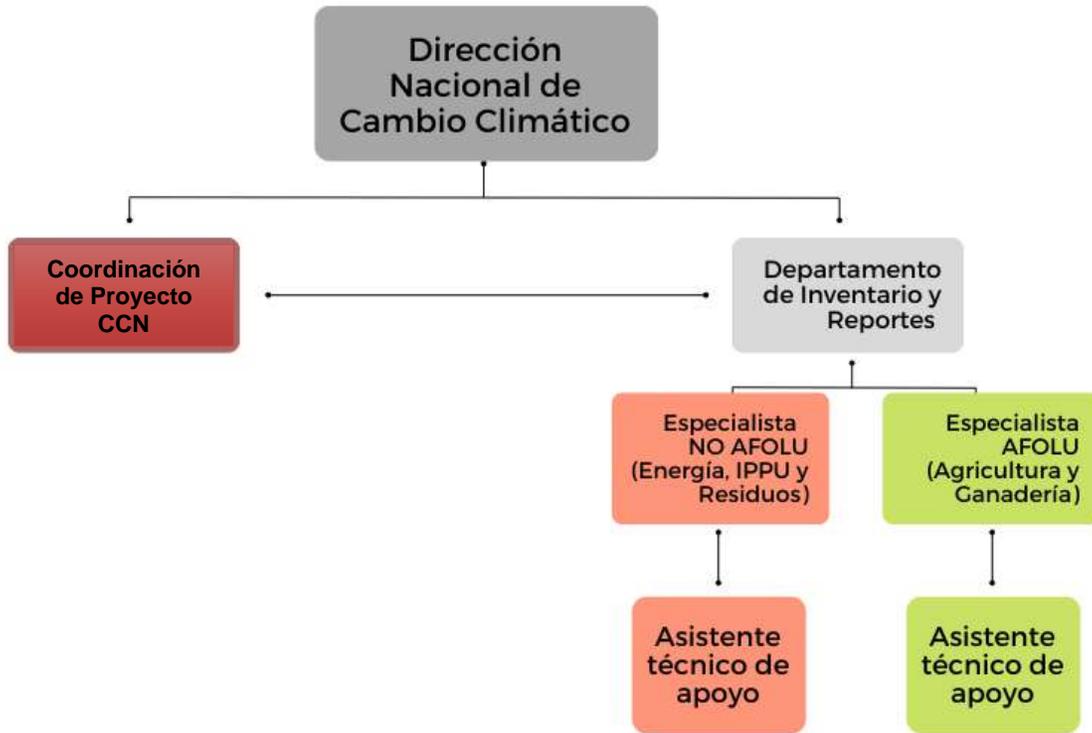
En ese orden, en 2011 se aprueba la Política Nacional de Cambio Climático, cuyo objetivo es instalar el tema del Cambio Climático a nivel nacional e impulsar la implementación de medidas articuladas conducentes a su adecuado abordaje, coherentes con las prioridades del desarrollo nacional y la consolidación de un estado social de derecho, en el marco de los compromisos derivados de los mandatos de las convenciones internacionales y que apunten a la sostenibilidad del sistema. Por Ley 5875/17, se crea la Comisión Nacional de Cambio Climático como órgano colegiado de carácter interinstitucional e instancia deliberativa y consultiva de la Política Nacional de Cambio Climático y la Dirección Nacional de Cambio Climático como instancia ejecutiva de la Política Nacional de Cambio Climático.

La Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC), estaba compuesta inicialmente, según la Ley N° 5875/17 Art. N° 9 por 26 instituciones públicas, privadas, de la academia y la sociedad civil, a las que se sumaron posteriormente otras, dado que la normativa en su Art. N° 10, establece que la Comisión podrá por mayoría de sus miembros, incorporar a otras instituciones o entidades diferentes a las nombradas. Actualmente la CNCC está conformada por 38 instituciones miembros.

Importante es destacar que un paso importante hacia la consolidación y fortalecimiento de la institucionalidad climática se da con la promulgación de la Ley 6123/18 por la cual se eleva al rango de Ministerio a la Secretaría del Ambiente y pasa a denominarse Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. A continuación, se mencionan las instituciones que forman parte de la Comisión Nacional de Cambio Climático.

- MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MADES)
- MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES (MRE)
- MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO (MIC)
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES (MOPC)
- MINISTERIO DE HACIENDA (MH)
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG)
- MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y BIENESTAR SOCIAL (MSPYBS)
- MINISTERIO DE LA MUJER
- SECRETARÍA TÉCNICA DE PLANIFICACIÓN (STP)
- INSTITUTO FORESTAL NACIONAL (INFONA)
- SECRETARÍA DE EMERGENCIA NACIONAL (SEN)
- INSTITUTO PARAGUAYO DEL INDÍGENA (INDI)
- DIRECCIÓN NACIONAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DINAC)
- COMISIÓN NACIONAL DE DEFENSA DE LOS RECURSOS NATURALES (CONADERNA)
- CORTE SUPREMA DE JUSTICIA (CSJ)
- CONSEJO DE GOBERNADORES
- ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD- (ANDE)
- ITAIPU BINACIONAL
- ENTIDAD BINACIONAL YACYRETA
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN (UNA)
- UNIVERSIDAD CATÓLICA NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN (UC)
- RED DE ORGANIZACIONES AMBIENTALES (ROAM)
- UNIÓN INDUSTRIAL PARAGUAYA (UIP)
- ASOCIACIÓN RURAL DEL PARAGUAY (ARP)
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS (MEC)
- CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT)
- MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL (MDS)
- MINISTERIO DE URBANISMO, VIVIENDA Y HÁBITAT (MUVH)
- PETRÓLEOS DEL PARAGUAY (PETROPAR)
- MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
- MINISTERIO DE LA NIÑEZ Y LA ADOLESCENCIA
- FEDERACIÓN POR LA AUTODETERMINACIÓN DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS (FAPI)
- RED DE ONGs POJOAJU
- CÁMARA PARAGUAYA DE EXPORTADORES DE CEREALES Y OLEAGINOSAS (CAPECO)
- UNIÓN DE GREMIOS DE LA PRODUCCIÓN (UGP)
- FEDERACIÓN DE COOPERATIVAS DE LA PRODUCCIÓN (FECOPROD)
- MESA DE FINANZAS SOSTENIBLES
- CÁMARA PARAGUAYA DEL AIRE ACONDICIONADO, REFRIGERACIÓN Y VENTILACIÓN MECÁNICA (CAPAREV)

Figura 1.3. Diagrama de la estructura del Equipo de inventarios nacional de gases de efecto invernadero de Paraguay



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Con respecto al equipo encargado del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), son financiados a través de fondos internacionales a través de proyectos, ya que aún no se cuenta con un presupuesto estimado en el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible para la asignación de esos recursos para el equipo; de igual manera el equipo se encuentra trabajando en la Dirección Nacional de Cambio Climático, específicamente en el departamento de Inventario y Reportes.

Dicho equipo se encuentra liderado por el departamento de Inventario y Reportes y a su vez por la coordinación técnica del proyecto, además, se cuenta con dos especialistas: uno en el sector AFOLU (que corresponde a Agricultura y Ganadería) y otra en el sector NO AFOLU (que corresponde a Energía, IPPU y Residuos). Cada uno con su respectivo asistente técnico de apoyo.

A su vez, ha incorporado a su equipo una asistente técnica en Transparencia, con el fin de mejorar la exactitud de los datos proveídos en el inventario, de realizar controles transversales de control y garantía de la calidad, y también con la finalidad de realizar los planes de mejora correspondiente en cada nuevo reporte.

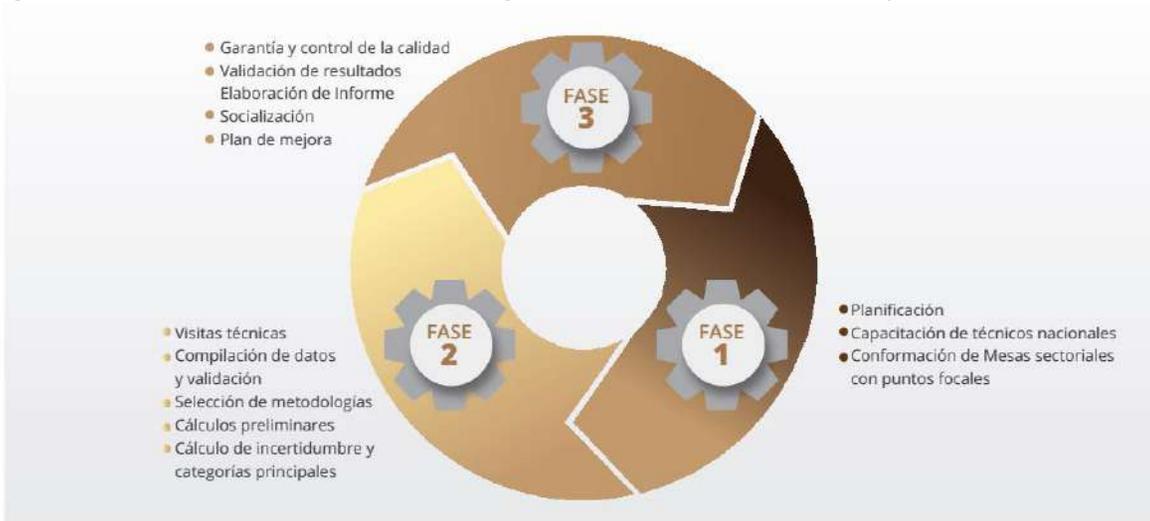
El equipo del INGEI de Paraguay cuenta con el apoyo de todos los miembros de la Comisión Nacional de Cambio Climático para la recopilación de datos, teniendo un punto focal en cada institución correspondientes a los distintos sectores del inventario. Si bien, aun no contamos con legislaciones vigentes con respecto a la provisión de datos, esta se realiza de manera coordinada, y en

colaboración mutua con las instituciones, empresas, organismos no gubernamentales, universidades y/u otros.

1.2.2. Generalidades de la planificación, preparación y gestión del inventario

La elaboración del INGEI es considerado un proceso cíclico, con un enfoque de mejora continua. El proceso de preparación del INGEI conllevó una serie de actividades vinculadas entre sí, en la siguiente Figura se presentan las principales actividades realizadas agrupadas por fases.

Figura 1.4. Ciclo del inventario nacional de gases de efecto invernadero del país.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

La Fase I corresponde a la etapa inicial en la que se realizó la planificación de trabajo y conformación de las mesas. Además, se procedió a la identificación de actores clave en la generación de datos de actividad, según categorías y subcategorías. Asimismo, se ha realizado una revisión de los informes sectoriales presentados en inventarios anteriores, los cuales constituyen una base de datos importante en cuanto a contactos, datos utilizados, entre otras informaciones relevantes que pueden colaborar para mejorar el proceso.

La Fase II comprendió las actividades de compilación de datos, llenado de vacíos con métodos estadísticos, validación, selección de metodología y cálculos preliminares. Se han realizado reuniones de trabajo con los puntos focales designados por las instituciones generadoras de datos en el marco de las mesas interinstitucionales sectoriales (Energía, IPPU, Agricultura y Ganadería, UTCUTS, y Residuos). En el Anexo 2.8 se presenta un listado de colaboradores y participantes de las mesas sectoriales.

Finalizada la etapa de recolección de datos de actividad y habiendo identificado los factores de emisión, se realizaron los cálculos de emisiones y absorciones según las metodologías establecidas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). Durante este proceso se realizaron consultas para la aclaración de dudas, vacíos o interpretaciones en base a los datos obtenidos.

Una vez concluido el informe del inventario nacional y sus cálculos correspondientes, el mismo pasó por un proceso de revisión de garantía de calidad (GC), realizado por un equipo de revisores expertos internacionales, quienes no formaron parte del equipo de la elaboración del informe. Teniendo en cuenta las recomendaciones y hallazgos, se concluyó con el informe, el cual fue socializado y validado con los actores claves. Todas aquellas recomendaciones que no pudieron ser realizadas debido a limitaciones en tiempo, recursos y datos disponibles fueron plasmadas en el plan de mejoras a ser tenidas en cuenta en el siguiente ciclo de inventario. Estas actividades corresponden a la Fase III.

El plan de mejora implica una decisión estratégica sobre cuáles son los cambios que deben incorporarse a los diferentes procesos de construcción y/o relevamiento de los datos de actividad y otras informaciones concernientes al cálculo del INGEI.

Con el objetivo de lograr la sostenibilidad de los datos re-colectados, la DNCC estableció un sistema de archivo con el fin de almacenar toda la documentación utilizada y los resultados obtenidos en el proceso de elaboración del INGEI. Este sistema de archivo permite un desarrollo transparente y sostenible, facilitando la elaboración de futuros inventarios. Las documentaciones generadas por el equipo técnico se encuentran almacenadas en un esquema de carpetas organizadas a nivel de sectores (Energía, IPPU, Agricultura y Ganadería, UTCUTS y Residuos) y una carpeta nacional (compilación del INGEI) desde un nivel 0 hasta un nivel 3, en la cual son distribuidas las documentaciones según corresponda. Posteriormente, son entregadas a la DNCC para su respectivo almacenamiento, control, verificación, comunicación y difusión.

1.2.3. Garantía de la calidad, control de la calidad, verificación

La garantía y control de la calidad y verificación de los inventarios es una parte esencial del sistema para que esta se mantenga e incremente en los próximos. Una vez finalizada la etapa de recolección de datos de actividad y habiendo determinado los factores de emisión, se realizaron los cálculos necesarios según la metodología establecida por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio climático (IPCC). Estas actividades corresponden a la última fase del proceso cíclico del inventario.

Durante este proceso se realizan las consultas para la aclaración de dudas, vacíos o interpretaciones en base a los datos proveídos. Una vez concluido el informe del inventario nacional y sus cálculos correspondientes, el mismo pasó por un proceso de revisión de la garantía de la calidad (GC), realizado por un equipo de revisores expertos internacionales, quienes no formaron parte de la elaboración del informe. Teniendo en cuenta las recomendaciones y hallazgos se concluyó con el informe el cual es presentado en este documento.

Además, es importante destacar que todas aquellas recomendaciones que no pudieron ser realizadas debido a limitaciones en tiempo, recursos y datos disponibles fueron plasmadas en el plan de mejora a ser tenidas en cuenta en el siguiente ciclo de inventario.

1.3. Preparación del inventario y gestión, procesamiento y archivo de la información

El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero serie temporal 1990-2019, se ha realizado teniendo en cuenta las actividades que se mencionan en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Actividades para la elaboración del INGEI.

Actividad	Descripción
<p>1. Planear</p>	Recopilar categorías inventariadas y los gases que fueron estimados para las categorías del inventario anterior.
	Recopilar categorías principales y las de mayor incertidumbre, de inventarios anteriores con el fin de ir priorizando
	Recopilar DA, FE, parámetros y valores de incertidumbre utilizados en inventarios anteriores
	Identificación de métodos por categorías de inventarios anteriores.
	Identificar instituciones proveedoras de datos de inventarios anteriores.
	Contactar con las instituciones.
	Analizar e identificar las categorías a ser reportadas.
	Conformación de mesas sectoriales. Primera reunión con los proveedores de datos.
<p>2. Recolectar</p>	Familiarícese con la guía básica de inventario y los requisitos de GC/CC generales y específicos de los sectores
	Comience con el inventario anterior si está disponible, y priorice las categorías principales y las que tienen mayor incertidumbre.
	Seleccione los métodos apropiados sobre la base de importancia de la categoría y la disponibilidad de datos.
	Solicitud de DA, FE, parámetros y valores de incertidumbre de forma oficial.
	Recopile y sistematice los DA, FE, parámetros, estimación de incertidumbre y análisis de sus comportamientos para una serie temporal coherente.
	Control de calidad de los de DA, FE, parámetros y valores de incertidumbre.
	Determinar una fecha tope para la recepción de datos.
	Identificación de vacíos de información.
	Conversiones de unidades de medida de los datos.
	Trabajar con los proveedores de datos para apoyar los flujos de información continua y uniforme.
	Análisis detallado de DA, FE, parámetros y valores de incertidumbre en conjunto con los proveedores de datos.
	Presentación y aprobación los DA y vacíos de información existentes a la mesa sectorial.
Redacción de acta o minuta de reunión. Recepcionar otras circunstancias nacionales adicionales a las recolectadas en las mesas sectoriales.	
<p>3. Estimar</p>	Selección de metodología.
	Carga de datos sistematizados en el Software del IPCC u hojas de cálculos.
	Estimación de los cálculos de emisiones.
	Verifique y revise las estimaciones
	Conversión de unidades de medida de las estimaciones (en Gg CO2 eq)
	Análisis interno de los cálculos de emisiones, de categorías principal y de incertidumbre.
	Identificación de categorías en las que se puedan usar un nivel superior y recopilar datos adicionales identificados como propuesta de mejoras
	Análisis detallados de los resultados preliminares con las mesas sectoriales para su validación de acuerdo a la circunstancias nacional.
	Redacción de acta o minuta de reunión. Recepcionar otras circunstancias nacionales adicionales a las recolectadas en las mesas sectoriales.
<p>4. Escribir</p>	Redacción del Informe borrador del INGEI
	Revisión interna de partes conocedoras del sector inventariado.
	Realización de ajustes solicitados por las partes.
	Remisión del Informe borrador al experto internacional para su garantía de calidad del inventario.
	Recepción de comentarios del experto internacional.
	Bazar revisiones futuras del inventario actual con las revisiones de los inventarios anteriores.
<p>Incorporación de comentarios y ajustes arreglos realizados por el experto internacional</p>	

5. Mejorar	Preparación de un plan nacional de mejoras del inventario.
	Informe final.
6. Finalizar	Documentación de archivos, según el formato establecido para los inventarios.
	Compilación de los informes sectoriales.
	Revisión por la red INGEI.
	Ajustes necesarios.
	Reporte a la CMNUCC.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

El manual de procedimientos es uno de los componentes de un sistema de control interno, el cual se crea para obtener una información detallada, ordenada, sistemática e integral de las instrucciones, informaciones, funciones, sistemas y procedimientos de las distintas operaciones o actividades que se realizan en un inventario. La guía base que se debe seguir es la Directriz IPCC 2006, en donde los compiladores del inventario encargados de elaborar las estimaciones para las categorías específicas de emisiones y absorciones deben familiarizarse con la orientación provista en dos Volúmenes: la orientación pertinente de un volumen por sectores (Volumen 2 Energía, Volumen 3 IPPU, Volumen 4 AFOLU, Volumen 5 Residuos), y la orientación general del Volumen 1.

A su vez, la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC), estableció un manual de archivos con el fin de almacenar toda la documentación utilizada y los resultados obtenidos en el proceso de elaboración del INGEI. Este sistema de archivo permite un desarrollo transparente y reproducible facilitando el desarrollo de inventarios futuros.

A continuación, en la Tabla 1.3 se especifican los proveedores de datos por sector.

Tabla 1.3. Descripción de los proveedores de datos y fuentes de información por sector.

MESA INTERINSTITUCIONAL SECTOR ENERGÍA
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) – Viceministerio de Minas y Energía (VMME)
Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC)
Universidad Nacional de Asunción (UNA) – Facultad Politécnica – Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos (GISE)
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) – Viceministerio de Transporte (VMT)
Ministerio de Industria y Comercio (MIC)
Petróleos Paraguayos (PETROPAR)
Administración Nacional de Electricidad (ANDE)
ITAIPI Binacional (IB)
Ministerio de Defensa Nacional (MDN)
Dirección General de Marina Mercante (DGMM)
Prefectura General Naval (PGN)
MESA INTERINSTITUCIONAL SECTOR IPPU
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) – Dirección General del Aire (DGA) – Departamento de Ozono
Industria Nacional del Cemento (INC)
Dirección Nacional de Aduanas (DNA)
Administración Nacional de Electricidad (ANDE)
Entidad Binacional Yacyretá (EBY)
Instituto Nacional de Estadística (INE)
Ministerio de Industria y Comercio (MIC)

Industrias privadas (cementera, calera, de vidrio y química)
MESA INTERINSTITUCIONAL SECTOR RESIDUOS
Instituto Nacional de Estadística (INE)
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) – Dirección de Agua Potable y Saneamiento (DAPSAN)
Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ERSSAN)
Municipalidad de Asunción – Dirección General de Gestión Ambiental
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) – Dirección de Control de la Calidad Ambiental (DCCA)
Empresa privada de gestión de residuos
MESA INTERINSTITUCIONAL SECTOR AFOLU
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) – Dirección de Geomática
Institución Forestal Nacional (INFONA)
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) – Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad
Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV)
Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semilla (SENAVE)
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA)
Asociación Rural del Paraguay (ARP)
Vice Ministerio de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (VMME-MOPC)
Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA)
Dirección de Servicios Ambientales (MADES)
Federación Paraguaya para siembra directa para una agricultura sustentable (FEPASIDIAS)
Solidaridad Network Paraguay
Federación de cooperativas de producción (FECOPROD)
Guyra Paraguay
WWF
Mesa paraguaya de carne sostenible (MPCS)
Unión de Gremios de Producción (UGP)
Cámara paraguaya de industriales lácteos (CAPAINLAC)
Asociación de productores de leche y criadores de razas lecheras (APROLE)
Asociación de avicultores de Paraguay (AVIPAR)
Dirección Nacional de Aduanas (DNA)
Cámara paraguaya de exportadores y comercializadores de cereales y oleaginosas (CAPECO)
Paraguay agricultural corporation (PAYCO)
Universidad Católica “ Nuestra Señora de la Asunción” (UC)

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Para realizar el trabajo coordinado con los proveedores de datos, cada información se sistematiza de acuerdo a los dos especialistas que tiene el equipo de inventario de Paraguay, los cuales son el especialista AFOLU y el especialista NO AFOLU con sus correspondientes asistentes técnicos.

1.4. Metodologías, métodos y fuentes de la información utilizadas

Paraguay utiliza para el cálculo de sus emisiones las *Directrices del IPCC de 2006* para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, así como también su *Refinamiento de 2019* en los sectores de Agricultura y ganadería, y UTCUTS. Además, para los sectores Energía, IPPU y Residuos, se han estimado los gases precursores y se ha utilizado el Software del IPCC, versión 2.691. Para los sectores de Agricultura y Ganadería, y UTCUTS se han utilizado hojas de trabajo de Excel.

En general, la estimación de emisión de GEI se basa en la fórmula presentada en la Figura 1.1, donde Emisión de la Fuente = Dato de Actividad Humana por Factor de Emisión correspondiente.

El Dato de Actividad Humana (DA) corresponde a los datos sobre la magnitud de la actividad humana generadora de emisiones o remociones (para el caso del sector UTCUTS, por ejemplo) durante un periodo determinado.

El Factor de Emisión (FE) se refiere al coeficiente de relación entre el nivel de actividad y la cantidad de compuesto químico que es la fuente de las emisiones. El INGEI ha utilizado, en su mayoría, factores por defecto del IPCC.

Si bien la fórmula básica aplica a todos los sectores, estos varían en la complejidad, utilización de parámetros específicos y otros factores.

Con relación a los datos de actividad utilizados las principales fuentes provienen de instituciones oficiales, censos, estudios científicos, asociaciones de productores y del sector privado. Se anexa a este informe el listado de datos de actividad utilizados para cada una de las categorías estimadas, detallando en ellas la fuente de las mismas. En los casos de vacíos de datos de actividad se utilizaron técnicas estadísticas de empalme como interpolación y extrapolación siguiendo las Directrices del IPCC de 2006.

En la Tabla 1.4 se presentan los métodos aplicados en el inventario nacional de gases de efecto invernadero, serie temporal 1990-2019, de Paraguay.

Tabla 1.4. Resumen de métodos aplicados en el inventario de Paraguay.

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆		NOx		CO		COVDM		SOx	
	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	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1. Energía	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA
1.A. Actividades de quema de combustible	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO
1.A.1. Industrias de la energía	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO							T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE							T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.3. Transporte	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO							T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO
1.A.4. Otros sectores	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE							T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.5. No especificado	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO							IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	NE, NO, NA	NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	NE, NO, NA	NE, NO, NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA
1.B.1. Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO	NA, NO	NA, NO							NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NE, NO, NA	NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	NE, NO, NA	NE, NO, NA							T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA
1.C. Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO	NO																		
2. IPPU	T1, T2, T3, NE, NA, NO	PS, D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO	NA, NO	NA, NO	T3, NE, NA, NO	NE, NA, NO	T2, NS, NE, NA, NO	D, NS, NE, NA, NO	T2, NS, NE, NA, NO	D, NS, NE, NA, NO	T1, NS, NE, NA, NO	D, NS, NE, NA, NO	T1, T2, NS, NE, NA, NO	D, NS, NE, NA, NO
2.A. Industria de los minerales	T1, T2, T3, NO	PS, D, NO											NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.B. Industria química	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NS, NE, NA, NO	NS, NE, NA, NO	NS, NE, NA, NO	NS, NE, NA, NO	NS, NE, NA, NO	NS, NE, NA, NO	T2, NS, NE, NA, NO	D, NS, NE, NA, NO
2.C. Industria de los metales	T1, NE, NO	D, NE, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	T2, NE, NO	D, NE, NO	T2, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO

														NA, NO	NA, NO										
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	T1, NA	D, NA	NA	NA	NA	NA								NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	T1, NE, NA	D, NE, NA	NE, NA	NE, NA				
2.E. Industria electrónica							NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO												
2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono							NO, T1a	NO, D	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO												
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	T3, NE, NA, NO	* NE, 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
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NS, NE	NS, NE	NS, NE	NS, NE	T1, NS, NE	D, NS, NE	NS, NE	NS, NE				
3. Agricultura y ganadería	T1, NE, NO, NA	D, NO, NA	T2, T1, NE, NO	CS, D, NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE, NA	NE, NA										
3.A. Fermentación entérica			T2, T1, NO, NA	CS, D, NE, NO, NA																					
3.B. Gestión del estiércol			T2, T1, NO, NA	CS, D, NE, NO, NA	D, NO, NA	D, NO, NA																			
3.C. Cultivo del arroz			T1, NO	D, NO																					
3.D. Suelos agrícolas					D, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA																			
3.E. Quema prescrita de sabanas			NE	NE	NE	NE								NE	NE										
3.F. Quema de residuos agrícola en el campo			NE	NE	NE	NE								NE	NE										
3.G. Encalado	T1, NE	D																							
3.H. Aplicación de urea	T1	D																							
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NO	NO																							
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA																			
4. UTCUTS	T2, T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE, NO	NE, NO										
4.A. Tierras forestales	T2, T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO								NE, NO	NE, NO										
4.B. Tierras de cultivo	T2, T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO								NE, NO	NE, NO										
4.C. Pastizales	T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO								NE, NO	NE, NO										
4.D. Humedales	T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO								NE, NO	NE, NO										
4.E. Asentamientos	T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO								NE, NO	NE, NO										
4.F. Otras tierras	T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO								NE, NO	NE, NO										
4.G. Productos de madera recolectada	NE	NE												NE, NO	NE, NO										
4.H. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO								NE, NO	NE, NO										
5. Residuos	T2a, NA, NO	D, NA, NO	T1, T2, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO

5.A. Disposición de residuos sólidos	NA	NA	T2	D									NA	NA	NA	NA	T1	D		
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos			NE	NE	NE	NE							NA	NA	NA	NA	NE	NE		
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	T2a	D	T1, NE	D, NE	T1	D							T1, NE	D, NE						
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1, NS	D, NS							NA	NA	NA	NA	NE	NE		
5.E. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO							NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas																				
Tanque internacional	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, NE	D, NE
Aviación internacional	T1	D	T1	D	T1	D							T1	D	T1	D	T1	D	T1	D
Navegación internacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE							IE	IE	IE	IE	IE	IE	NE	NE
Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NA	NA	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE	IE	IE	IE	NE	NE
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	T1	D																		
CO ₂ capturado	NO	NO																		
Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	NO	NO																		

Referencias: T1 = nivel 1; T2 = nivel 2; T2a = nivel 2a; T3 = nivel 3; CS = país específico; PS = planta específica; D = por defecto; IE = incluida en otro lugar; NE = no estimada; NA y sombreado en gris = no aplicable; NO = no ocurre; NS = no significativa; * = Esta categoría no utiliza FE porque se considera emisiones directas de SF₆.

El INGEI incluye las emisiones antropogénicas y las absorciones de GEI designadas por el Protocolo de Kyoto; dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidroclorofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃). Las emisiones de CH₄, N₂O, HFC y SF₆ se reportan en unidades de kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente (kt CO₂ eq) utilizando los potenciales de calentamiento global (PCG o GWP, por sus siglas en inglés), con horizonte de tiempo de 100 años, del *Quinto Informe de Evaluación del IPCC de 2013*⁸ (AR5, por sus siglas en inglés), cuyos valores se presentan en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Valores de potencial de calentamiento global relativo al CO₂ para un horizonte de 100 años.

Nombre comercial o común	Fórmula química	PCG
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	28
Metano fósil	CH ₄ Fósil	30
Óxido nitroso	N ₂ O	265
Hidrofluorocarbonos (HFC)		
HFC-23	CHF ₃	12.400
HFC-32	CH ₂ F ₂	677
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3.170
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1.300
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4.800
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	138
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	8.060
Compuestos perfluorinados		
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23.500

Fuente: AR5 del IPCC de 2013

Paraguay ha aplicado los PCG del AR5 para hacer compatibles los resultados de su INGEI con otros reportes nacionales relacionados con GEI, como por ejemplo la actualización de las NDC reportada en el año 2021, y otros. Además, teniendo en cuenta la adecuación a los próximos reportes ante la CMNUCC, como los informes bienales de transparencia, (BTR por sus siglas en inglés), donde se deben utilizar estos valores de PCG para el reporte de emisiones y absorciones.

⁸ Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

Actualmente, ya se encuentra publicado el *Sexto Informe de Evaluación del IPCC*⁹(AR6, por sus siglas en inglés), el cual presenta una nueva métrica GWP* que propone que el metano es un gas de vida corta en la atmósfera. Paraguay se encuentra investigando al respecto con el fin de reportar también las emisiones de GEI con esta nueva métrica, teniendo en cuenta que las MPD (Modalidades, Procedimientos y Directrices) señala que “Cada Parte deberá utilizar los valores del GWP para un horizonte temporal de 100 años que figuran en el AR5, o los que contenga otro informe de evaluación del IPCC posterior que haya aprobado la CP/RA (Conferencia de las Partes que sirve como reunión de las Partes del Acuerdo de París), para informar de las emisiones y absorciones agregadas de GEI, expresadas en CO₂ eq”. Además, menciona que “cada Parte podrá utilizar otros sistemas de medición (por ejemplo, el potencial de cambio de la temperatura media mundial) para proporcionar información adicional sobre las emisiones y absorciones agregadas de GEI, expresadas en CO₂ eq.

Por lo tanto, las emisiones de GEI pueden calcularse con distintas métricas de equivalencias en CO₂, y a modo de información adicional, en el presente INGEI se estimaron las emisiones del año 2019 con la métrica de potencial de cambio de la temperatura media global (GTP, por sus siglas en inglés) del AR5. En el Anexo 15 se presentan los resultados obtenidos.

1.5. Análisis de categorías principales

Los resultados del análisis de categorías principales (ACP) proporcionan a un país una lista de sus categorías de inventario más importantes y ayuda al país a priorizar los esfuerzos para mejorar el inventario a lo largo del tiempo. El Método 1 permite identificar las categorías principales según su aporte al nivel absoluto de emisiones y absorciones nacionales, y a la tendencia de emisiones y absorciones.

Para mejorar el inventario, puede ser necesario considerar la aplicación de metodologías más exactas o de nivel superior, recopilar datos de actividad más detallados o desarrollar factores de emisión específicos del país. Todas estas actividades requieren recursos adicionales y no es posible realizar mejoras para cada categoría de inventario a la vez. Es por ello que el ACP proporciona un aporte importante al plan nacional de mejora del inventario.

Para el análisis de las categorías principales del INGEI se aplicó el Método 1, en el cual se identifican las categorías principales utilizando un umbral predeterminado de emisiones acumulativas. Las categorías principales son aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, suman el 95 % del nivel total (Tabla 1.6). Además, se ha realizado de forma sistemática y objetiva un análisis cuantitativo de las relaciones que existen entre el nivel y la tendencia de las emisiones y absorciones de cada categoría y las emisiones y absorciones nacionales totales.

⁹ <https://www.unep.org/es/resources/informe/sexto-informe-de-evaluacion-del-ipcc-cambio-climatico-2022>

Tabla 1.6. Resumen del análisis de categorías principales (1990-2019) Método 1.

Código de categoría IPCC	Categoría IPCC	GEI	1990	2019	Tendencia
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO2	x	x	x
3.A.	Fermentación entérica	CH4	x	x	x
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	N2O		x	
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	N2O		x	x
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO2	x	x	x
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO2		x	x
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO2	x	x	x
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO2	x	x	
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CO2		x	x
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO2	x	x	
4.F.	Otras tierras	CO2		x	
5.A	Disposición de residuos sólidos	CH4		x	
5.D	Tratamiento y descarga de aguas residuales	CH4		x	

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Además, se ha realizado el siguiente análisis tendencial tomando como año base el año 2000, de manera a evitar que los vacíos de información referente a algunas categorías no estimadas en el año 1990 afecten a este análisis.

Tabla 1.7. Resumen del análisis de categorías principales (2000-2019) Método 1.

Código de categoría IPCC	Categoría IPCC	GEI	2000	2019	Tendencia
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO2	x	x	x
3.A.	Fermentación entérica	CH ₄	x	x	x
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	CH ₄	x	x	x
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	CO2	x	x	
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO2	x	x	x
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO2	x	x	x
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO2		x	x
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO2	x	x	x
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CO2		x	x
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	x	x	x
4.F.	Otras tierras	CH4	x	x	
5.A	Disposición de residuos sólidos	CH4		x	
5.D	Tratamiento y descarga de aguas residuales	CH4		x	x

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

1.6. Evaluación general de la incertidumbre

Los países No Anexo I son alentados a realizar el cálculo de la incertidumbre del inventario según la Decisión 17/CP.8. El análisis de la incertidumbre es un medio para priorizar los esfuerzos nacionales destinados a aumentar la precisión y exactitud de los inventarios futuros y para guiar las decisiones sobre la elección metodológica.

Para el análisis de la incertidumbre del INGEI 1990-2019 de Paraguay, se desarrolló el Método 1: Propagación del error de las Directrices del IPCC de 2006, que se utiliza para estimar la incertidumbre en las categorías individuales (datos de actividad y factores de emisión) en todo el inventario, ya sea en la tendencia o en un año particular.

El balance de emisiones y absorciones de GEI del país para el año 2019 presenta una incertidumbre total de $\pm 55,99$ %. A nivel sectorial, la incertidumbre total combinada en Energía es $\pm 39,98$ %, en IPPU $\pm 4,17$ %, en Agricultura y Ganadería $\pm 57,07$ %, en UTCUTS $\pm 149,60$ % y en Residuos $\pm 88,07$ %. El valor de incertidumbre total en la tendencia es de $\pm 55,55$ %.

En general, la incertidumbre del INGEI de Paraguay se explica por la alta complejidad de la estimación del sector UTCUTS, el error de muestreo aleatorio estadístico en los datos de actividad del sector Agricultura y Ganadería, además del uso de factores de emisión por defecto, extraídas de las Directrices del IPCC de 2006, en los otros sectores.

1.7. Evaluación general de la exhaustividad

En la exhaustividad se declaran las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros, y de gases. En los casos de elementos faltantes, se documentan las ausencias y se justifican las exclusiones, siguiendo las recomendaciones de las Directrices del IPCC de 2006.

El inventario incluye de forma general a todo el territorio nacional en una serie de tiempo 1990-2017 con emisiones y absorciones de GEI como el CO_2 , CH_4 , N_2O , HFCs, PFCs y SF_6 ; más no fueron estimados por falta de datos y de metodologías apropiadas los gases precursores como el monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM), óxido de nitrógeno (NO_x) y óxidos de azufre (SO_x). Las categorías excluidas se han reportado usando claves de notación.

- NO (no ocurre): Actividades o procesos en una categoría particular que no ocurren dentro de un país.
- NE (no estimado): Emisiones y eliminaciones existentes que no se han estimado.
- NA (no aplicable): actividades en una categoría determinada que no producen emisiones o eliminaciones de un gas específico.
- IE (incluido en otra parte): las emisiones por fuentes y las extracciones por sumideros se estimaron, pero se incluyeron en otra parte del inventario en lugar de la categoría esperada.

Por otro lado, se reportan como Partidas informativas y por tanto no suman en el balance del inventario, las emisiones del transporte internacional aéreo y las emisiones de CO_2 de la biomasa quemada con fines energéticos.

Teniendo en cuenta el proceso de mejora continua de los inventarios nacionales, se espera poder abordar estos vacíos en los próximos reportes.

En la Tabla 1.8 se presentan las categorías no estimadas (NE) para el presente inventario, ya sea por falta de datos de actividad o datos incompletos en la serie.

Tabla 1.8. Fuentes y sumideros de GEI del inventario de Paraguay reportados como no estimados

GEI	Sector	Categorías de fuente y sumidero	Explicación o comentario
CO ₂	Energía	Refinación	
	IPPU	Negro de humo	
	IPPU	Producción de Plomo	
	Agricultura	Quema prescrita de sabanas	
	Agricultura	Quema de residuos agrícolas en el campo	
	UTCUTS	Pastizales convertidos en tierras forestales	
	UTCUTS	Otras tierras convertidas en tierras forestales	
	UTCUTS	Pastizales convertidos en tierra de cultivos	
	UTCUTS	Humedales que permanecen como tales	
	UTCUTS	Tierras de cultivo convertidas en humedales	
	UTCUTS	Pastizales convertidos en humedales	
	UTCUTS	Asentamientos convertidos en humedales	
	UTCUTS	Asentamientos que permanecen como tales	
	UTCUTS	Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	
	UTCUTS	Pastizales convertidos en asentamientos	
	UTCUTS	Humedales convertidos en asentamientos	
	UTCUTS	Otras tierras que permanecen como tales	
	UTCUTS	Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	
	UTCUTS	Pastizales convertidos en otras tierras	
UTCUTS	Humedales convertidos en otras tierras		
UTCUTS	Asentamientos convertidos en otras tierras		
UTCUTS	Productos de madera recolectada		
CH ₄	IPPU	Negro de humo	
	Agricultura	Quema prescrita de sabanas	
	Agricultura	Quema de residuos agrícola en el campo	
	Residuos	Tratamiento biológico de residuos sólidos	
	Residuos	Incineración de residuos	
N ₂ O	Energía	Aplicaciones médicas	
	Agricultura	Mineralización de la materia orgánica del suelo	
	Agricultura	Quema prescrita de sabanas	
	Agricultura	Quema de residuos agrícola en el campo	
	Residuos	Tratamiento biológico de residuos sólidos	
SF ₆	IPPU	Eliminación de equipos eléctricos	

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 1.9. Fuentes y sumideros de GEI del inventario de Paraguay reportados como incluidos en otro lugar.

GEI	Categorías de fuente y sumidero	Categoría incluida en otro lugar (IE)	Asignación según el país	Asignación según las Directrices del IPCC de 2006
CO ₂	1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	1.A.1.c.	1.A.1.c.
		Hierro y acero	1.A.2.a.	1.A.2.a.
		Metales no ferrosos	1.A.2.b.	1.A.2.b.
		Sustancias químicas	1.A.2.c.	1.A.2.c.
		Pulpa, papel e imprenta	1.A.2.d.	1.A.2.d.
		Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	1.A.2.e.	1.A.2.e.
		Minerales no metálicos	1.A.2.f.	1.A.2.f.
		Equipos de transporte	1.A.2.g.	1.A.2.g.
		Maquinarias	1.A.2.h.	1.A.2.h.
		Minería (con excepción de combustibles y cantería)	1.A.2.i.	1.A.2.i.
Madera y productos de la madera	1.A.2.j.	1.A.2.j.		

GEI	Categorías de fuente y sumidero	Categoría incluida en otro lugar (IE)	Asignación según el país	Asignación según las Directrices del IPCC de 2006		
		Construcción	1.A.2.k.	1.A.2.k.		
		Textiles y cueros	1.A.2.l.	1.A.2.l.		
		Industria no especificada	1.A.2.m.	1.A.2.m.		
	1.A.3.b. Transporte terrestre	Automóviles	1.A.3.b.i.	1.A.3.b.i.		
		Camiones para servicio ligero	1.A.3.b.ii.	1.A.3.b.ii.		
		Camiones para servicio pesado y autobuses	1.A.3.b.iii.	1.A.3.b.iii.		
		Motocicletas	1.A.3.b.iv.	1.A.3.b.iv.		
		Emissiones por evaporación procedentes de vehículos	1.A.3.b.v.	1.A.3.b.v.		
		Navegación marítima y fluvial	1.A.3.d.	1.A.3.d.		
		Todo terreno	1.A.3.e.ii.	1.A.3.e.ii.		
		Agricultura/Silvicultura/pesca/Piscifactorías	1.A.4.c.	1.A.4.c.		
		No especificado	1.A.5.	1.A.5.		
		CH ₄ N ₂ O	1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	1.A.1.c.	1.A.1.c.
Hierro y acero	1.A.2.a.			1.A.2.a.		
Metales no ferrosos	1.A.2.b.			1.A.2.b.		
Sustancias químicas	1.A.2.c.			1.A.2.c.		
Pulpa, papel e imprenta	1.A.2.d.			1.A.2.d.		
Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	1.A.2.e.			1.A.2.e.		
Minerales no metálicos	1.A.2.f.			1.A.2.f.		
Equipos de transporte	1.A.2.g.			1.A.2.g.		
Maquinarias	1.A.2.h.			1.A.2.h.		
Minería (con excepción de combustibles y cantería)	1.A.2.i.			1.A.2.i.		
Madera y productos de la madera	1.A.2.j.			1.A.2.j.		
Construcción	1.A.2.k.			1.A.2.k.		
Textiles y cueros	1.A.2.l.			1.A.2.l.		
Industria no especificada	1.A.2.m.			1.A.2.m.		
1.A.3.b. Transporte terrestre	Automóviles		1.A.3.b.i.	1.A.3.b.i.		
	Camiones para servicio ligero		1.A.3.b.ii.	1.A.3.b.ii.		
	Camiones para servicio pesado y autobuses		1.A.3.b.iii.	1.A.3.b.iii.		
	Motocicletas		1.A.3.b.iv.	1.A.3.b.iv.		
	Emissiones por evaporación procedentes de vehículos		1.A.3.b.v.	1.A.3.b.v.		
	Navegación marítima y fluvial		1.A.3.d.	1.A.3.d.		
	Todo terreno		1.A.3.e.ii.	1.A.3.e.ii.		
	Agricultura/Silvicultura/pesca/Piscifactorías		1.A.4.c.	1.A.4.c.		
	No especificado		1.A.5.	1.A.5.		
	N ₂ O		1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	1.A.1.c.	1.A.1.c.
				Hierro y acero	1.A.2.a.	1.A.2.a.
Metales no ferrosos		1.A.2.b.		1.A.2.b.		
Sustancias químicas		1.A.2.c.		1.A.2.c.		
Pulpa, papel e imprenta		1.A.2.d.		1.A.2.d.		
Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco		1.A.2.e.		1.A.2.e.		
Minerales no metálicos		1.A.2.f.		1.A.2.f.		
Equipos de transporte		1.A.2.g.		1.A.2.g.		
Maquinarias		1.A.2.h.		1.A.2.h.		
Minería (con excepción de combustibles y cantería)		1.A.2.i.		1.A.2.i.		
Madera y productos de la madera		1.A.2.j.		1.A.2.j.		
Construcción		1.A.2.k.		1.A.2.k.		
Textiles y cueros		1.A.2.l.		1.A.2.l.		
Industria no especificada		1.A.2.m.		1.A.2.m.		
1.A.3.b. Transporte terrestre		Automóviles	1.A.3.b.i.	1.A.3.b.i.		
		Camiones para servicio ligero	1.A.3.b.ii.	1.A.3.b.ii.		
		Camiones para servicio pesado y autobuses	1.A.3.b.iii.	1.A.3.b.iii.		

<i>GEI</i>	<i>Categorías de fuente y sumidero</i>	<i>Categoría incluida en otro lugar (IE)</i>	<i>Asignación según el país</i>	<i>Asignación según las Directrices del IPCC de 2006</i>
		Motocicletas	1.A.3.b.iv.	1.A.3.b.iv.
		Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	1.A.3.b.v.	1.A.3.b.v.
		Navegación marítima y fluvial	1.A.3.d.	1.A.3.d.
		Todo terreno	1.A.3.e.ii.	1.A.3.e.ii.
		Agricultura/Silvicultura/pesca/Piscifactorías	1.A.4.c.	1.A.4.c.
		No especificado	1.A.5.	1.A.5.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Capítulo 2. Tendencia nacional de gases de efecto invernadero

2.1. Descripción de las emisiones y absorciones de GEI del 2019

Las emisiones totales netas (emisiones menos absorciones) para 2019 estimaron en 62.744,16 kt CO₂ eq. Las emisiones de CO₂ totalizan 34.274,76 kt, mientras que el CH₄ fueron 845,15 kt, en tanto que el CH₄ Fósil las emisiones totalizaron de 1,34 kt, el N₂O corresponde a 15,60 kt, los HFC 618,29 kt CO₂ eq. y el SF₆ 12,22 kt CO₂ eq. La Tabla 2.1 presenta un resumen de las emisiones de Paraguay desagregadas por sectores y categorías. En el Anexo 5.4 se presenta la tabla de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay para el año 2019 con mayor desagregación.

Tabla 2.6 Resumen del Inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero 2019 por sectores y categorías

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero y precursores	CO ₂	CH ₄	CH ₄ Fósil	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO _x
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)			
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	34.274,76	845,15	1,34	15,60	618,29	NA, NO	12,22	NA, NO	50,41	442,81	100,32	1,77
1.	Energía	7.561,96	16,06	1,34	1,10	NA	NA	NA	NA	50,41	442,72	92,73	1,69
1.A.	Actividades de quema de combustible	7.561,96	16,06	1,34	1,10	NA	NA	NA	NA	50,41	442,72	92,73	1,69
1.A.1	Industrias de la energía	1,66	NA	6,74,E-05	1,35,E-05					1,46,E-03	3,64,E-04	1,80,E-05	1,04,E-03
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción	204,43	1,74	0,01	0,23					6,32	32,79	17,22	0,77
1.A.3	Transporte	7.126,37	0,15	1,31	0,69					41,32	211,03	45,59	0,11
1.A.4	Otros sectores	229,49	14,17	0,02	0,18					2,77	198,89	29,92	0,81
1.A.5	No especificado	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NO	NO	NO	NA, NO	NA	NA	NA	NA	NA, NO	NA, NO	NO	NA, NO
1.B.1	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NA, NO
1.B.2	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NO	NO	NO	NA, NO					NA, NO	NA, NO	NO	NO
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO											
2.	Procesos industriales y uso de productos	664,41	8,82,E-04	NA	NE, NA, NO	618,29	NA, NO	12,22	NA, NO	2,60,E-04	0,09	4,62	0,07
2.A.	Industria de los minerales	579,61								NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.B.	Industria química	0,20	8,82,E-04		NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NS, NE, NO, NA	NS, NE, NO, NA	NS, NE, NO, NA	0,07
2.C.	Industria de los metales	58,97	NE, NA, NO		NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	2,60,E-04	0,09	3,90,E-03	0,01
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	25,63	NA		NA					NE, NA	NE, NA	1,24,E-03	NE, NA
2.E.	Industria electrónica					NO	NO	NO	NO				
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO					618,29	NA, NO	NA, NO	NA, NO				
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NA, NO	NA, NO		NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	12,22	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.H.	Otros (industria de la alimentación y las bebidas)	NA	NA		NA	NA	NA	NA	NA	NS, NE	NS, NE	4,62	NS, NE
3.	Agricultura y ganadería	113,25	757,72	NA	14,18	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE, NO	NA
3.A.	Fermentación entérica		703,74										
3.B.	Gestión del estiércol		22,71		0,41							NE	
3.C.	Cultivo del arroz		31,26									NE, NO	

3.D.	Suelos agrícolas				13,76								NE
3.E.	Quema prescrita de sabanas		NE		NE					NE	NE		NE
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo		NE		NE					NE	NE		NE
3.G.	Encalado	76,12											
3.H.	Aplicación de urea	37,14											
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO											
3.J.	Otros (especificar)	NO	NO		NO					NO	NO		NO
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	25.885,32	NE, NO	NA	NE, NO	NA	NA	NA	NA	NE, NA, NO	NE, NA, NO		NE, NA, NO
4.A.	Tierras forestales	-17.774,28	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.B.	Tierras de cultivo	16.629,16	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.C.	Pastizales	24.486,15	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.D.	Humedales	0,00	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.E.	Asentamientos	653,76	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.F.	Otras tierras	1.890,53	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO		NE, NO
4.G.	Productos de madera recolectada	NE											
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO		NO					NO	NO		NO
5.	Residuos	49,83	71,38	NA	0,33	NA	NA	NA	NA	1,94,E-03	1,60,E-04		2,97
5.A.	Disposición de residuos sólidos	NA	32,79							NA	NA		2,97
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos		NE		NE					NE	NE		NE
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	49,83	1,73		0,02					1,94,E-03	1,60,E-04		5,91,E-04
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales		36,85		0,31					NA	NA		NE
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO		NO					NO	NO		NO
Partidas informativas													
	Tanque internacional	185,50	NA	1,30,E-03	0,01	NA	NA	NA	NA	0,17	0,04		2,08,E-03
	Aviación internacional	185,50	NA	1,30,E-03	0,01					0,17	0,04		2,08,E-03
	Navegación internacional	IE	NA	IE	IE					IE	IE		IE
	Operaciones multilaterales	IE	NA	IE	IE					IE	IE		IE
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	12.379,99											
	CO ₂ capturado	NO											

	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	NO											
--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Referencias: NO = no ocurre, NE = no estimada, NA = no aplicable, IE = incluida en otro lugar.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

2.2. Descripción e interpretación de la tendencia de GEI por sector

En 2019, el balance de emisiones netas del Paraguay resultó 62.744,16 kt CO₂ eq, siendo el sector UTCUTS el que contribuye en mayor porcentaje con un 41,26 % de este balance nacional de GEI con 25.885,32 kt CO₂ eq. El sector Agricultura y Ganadería representa el segundo sector con mayor porcentaje de contribución, con 25.086,24 kt CO₂ eq de emisiones, alcanzando un 39,98 %, seguidamente el sector Energía con 8.342,66 kt CO₂ eq representando un 13,30 %. Por su parte el sector Residuos con 2.135,01 kt CO₂ eq con un 3,40 %, mientras que el sector IPPU con un total estimado de 1.294,94 kt CO₂ eq representando un 2,06 % del total de las emisiones.

Según la Tabla 2.2 y Figura 2.1, en la serie temporal de 1990 a 2019, luego de realizar los recálculos correspondientes, el balance ha aumentado en 15,50 % desde 1990 y 0,22 % con respecto al 2017, luego de realizar los recálculos correspondientes, teniendo el pico principal de emisiones netas en la serie 2010.

El sector Energía representa el 13,30 % del total de emisiones de GEI en el año 2019. Presenta un comportamiento creciente en las últimas décadas, representando un aumento de 222,07 % con respecto a 1990 y de 1,71 % desde 2017, siendo la principal causa de este incremento el consumo de combustibles fósiles relacionado al aumento del parque automotor.

El sector IPPU representa el 2,06 % de las emisiones de GEI totales en el año 2019. Para este sector, con respecto a 1990, el aumento es de 411,11 % y 29,48 % con respecto a 2017. El mismo tiene un comportamiento creciente de emisiones y con algunos picos resaltantes relacionados principalmente con las categorías de mayor contribución de GEI en este sector como lo son la producción de cemento y el uso de HFC en equipo de refrigeración y aire acondicionado.

El sector Agricultura y Ganadería representó el 39,98 % del balance nacional en 2019, aumentando en un 76,99 % desde 1990 y aumentando en un 1,78 % desde 2017. El aumento desde 1990 es debido principalmente al incremento del hato de ganado vacuno, que es utilizado como dato de actividad para más de una categoría. Además, aunque en menor medida, existen aumentos en las cantidades de fertilizantes nitrogenados, urea y cal agrícola, y en las superficies de cultivos agrícolas. Las categorías con aportes significativos son fermentación entérica y suelos agrícolas.

El sector UTCUTS representó el 41,26 % del balance nacional de GEI en 2019, correspondiente a emisiones netas de 25.885,32 kt CO₂ eq, disminuyendo en 28,72 % y 3,06 %, desde 1990 y 2017 respectivamente. A nivel de categorías, *tierras forestales*, *tierras de cultivo* y *pastizales* son las que más contribuyen al balance de GEI del sector, siendo la categoría de *tierras forestales* la única reportada como sumidero neto que aumentó en un 19,15 % desde 1990. Por otro lado, la categoría de *tierras de cultivo* disminuyó en un 59,12 % y la categoría de *pastizales* aumentó 148,56 % desde 1990, contribuyendo en mayor medida a las emisiones netas totales.

Y, por último, el sector Residuos, con un total de 2.135,01 kt CO₂ eq en el año 2019, representando el 3,40 % del total de emisiones nacionales. Las principales causas del incremento de las emisiones de GEI del sector son el aumento de la población y el consiguiente aumento de la generación de residuos sólidos y líquidos. Desde 1990, las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 115,55 % y con respecto al año 2017 hubo un aumento de 3,90 %.

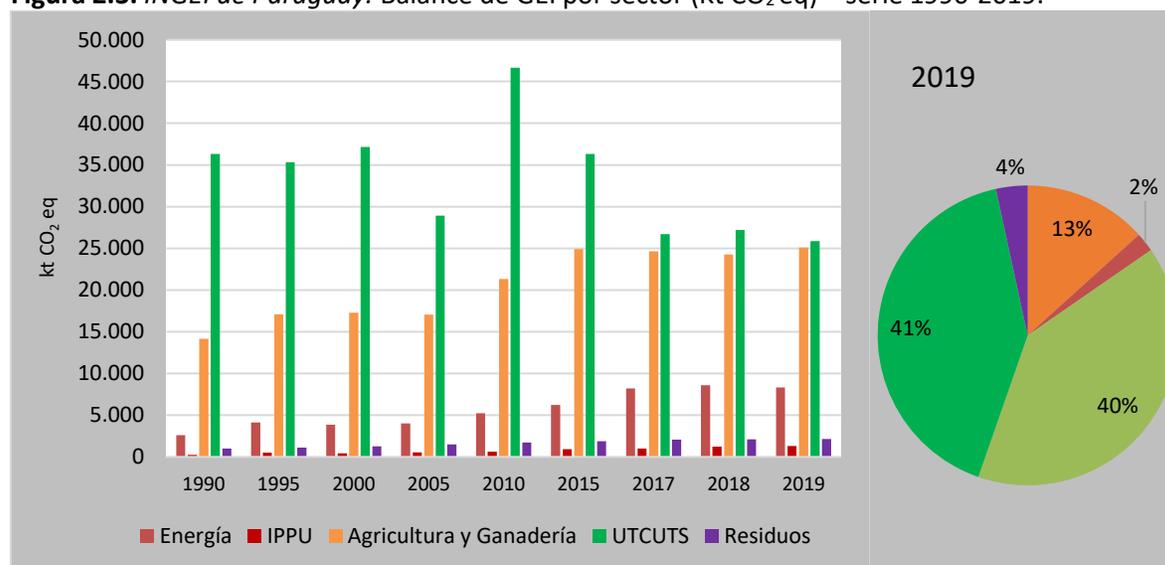
En la Tabla 2.2 y Figura 2.1 se presenta un resumen del balance de GEI por sector, en el Anexo 5.5 se presentan los valores para toda la serie temporal.

Tabla 2.3. INGEI de Paraguay: balance de GEI por sector (kt CO₂ eq).

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
Energía	2.590,32	4.141,80	3.868,66	4.031,06	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66
IPPU	253,36	493,05	449,06	551,55	618,91	922,95	1.000,09	1.218,48	1.294,94
Agricultura y ganadería	14.174,05	17.080,30	17.298,63	17.074,13	21.329,81	24.897,74	24.647,68	24.250,31	25.086,24
UTCUTS	36.315,58	35.319,61	37.154,42	28.929,00	46.639,79	36.304,19	26.702,92	27.207,63	25.885,32
Residuos	990,51	1.133,47	1.255,47	1.511,86	1.709,68	1.891,54	2.054,90	2.106,75	2.135,01
Total	54.323,82	58.168,23	60.026,24	52.097,59	75.521,99	70.242,18	62.607,87	63.380,95	62.744,16

Fuente: Elaboración propia por parte del equipo INGEI del MADES

Figura 2.3. INGEI de Paraguay: Balance de GEI por sector (Kt CO₂ eq) – serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia por parte del equipo INGEI del MADES

2.3. Descripción e interpretación de la tendencia por GEI

En la serie 1990-2019 se observa en la Figura 2.2 que el CO₂ es el gas con mayor participación. En el año 2019 representando un 54,63 %, seguido del metano (CH₄) con 37,72 %, en cuanto al N₂O su aporte fue de 6,59 %, y en menor porcentaje los gases HFC, CH₄ Fósil y SF₆.

En cuanto a las emisiones de CO₂ el principal contribuyente es el sector UTCUTS seguido por el sector Energía. Este gas sufrió una disminución de 11,29 % en relación al año 1990 y de 1,55 % en comparación con el año 2017.

Con respecto al CH₄, las emisiones son generadas principalmente en el sector Agricultura y Ganadería, y en menor aporte en los sectores Residuos y Energía. Este gas sufrió un aumento del 69,30 % en relación al año 1990 y un aumento del 1,14 % con respecto a 2017.

Para emisiones de N₂O el principal contribuyente es el sector Agricultura y Ganadería seguido por el sector Energía y Residuos. Este gas sufrió un aumento de 143,97 % en relación al año 1990 y de 7,68 % en comparación con el año 2017.

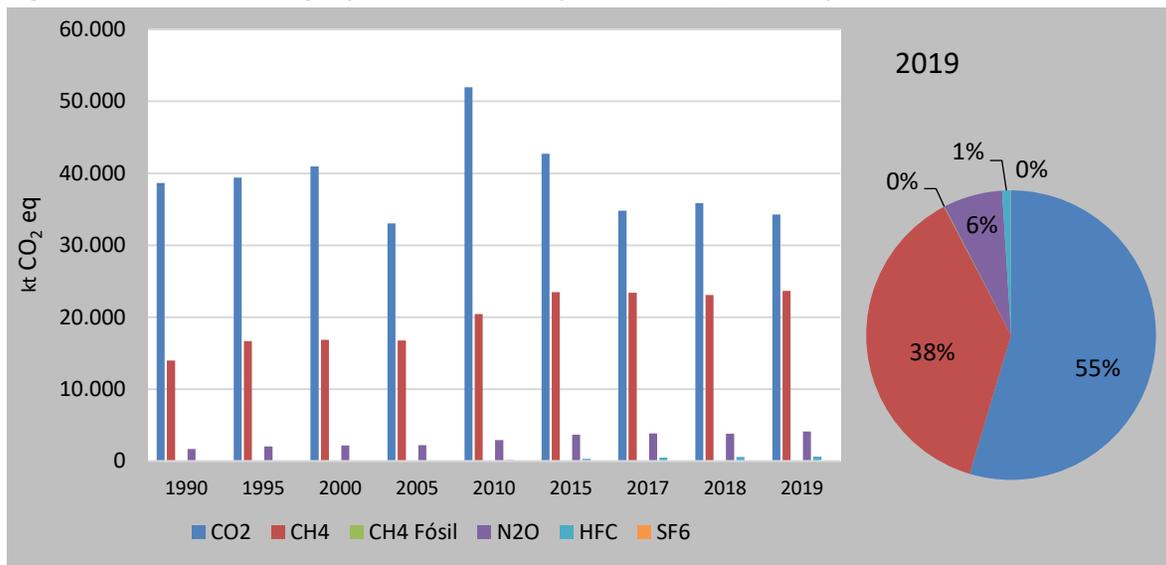
Con relación a los gases HFCs, estos son reportados desde el año 1997 y en la serie se observa un comportamiento creciente desde ese año, con un incremento de 23,74 % con respecto al año 2017. Las emisiones de este gas provienen del sector IPPU, específicamente por el uso de productos sustitutos de las SAO.

Con respecto al CH₄ Fósil, este gas es reportado a partir de este INGEI, y tiene un comportamiento creciente respecto a 1990 de 333,50 % y de 3,75 % con relación al año 2017.

En menor proporción el gas SF₆ presenta un aumento del 100 % desde el año 1990 y una disminución de 31,58 % desde 2017. Las emisiones provienen del sector IPPU, específicamente por la manufactura y utilización de otros productos.

En la Figura 2.2 se presenta un resumen del balance de GEI por cada GEI y en los Anexos 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10 y 5.11 se presentan los valores para toda la serie temporal.

Figura 2.4. INGEI de Paraguay: Balance de GEI por cada GEI (kt CO₂ eq)



Fuente: Elaboración propia por parte del equipo técnico del INGEI

Capítulo 3. Sector Energía (FCR 1)

El presente capítulo se refiere al sector energía que abarca todas las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que emanan de la combustión y las fugas de combustibles.

3.1. Panorama general del sector

3.1.1. Descripción del sector

El sector energía incluye tres grandes categorías que generan emisiones de GEI. Estas categorías corresponden a las emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles, emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles y captura o almacenamiento de CO₂ como se menciona en las *Directrices del IPCC de 2006*.

Las categorías y subcategorías incluidas junto con los GEI que resultan de las mismas son las siguientes:

1.A. Actividades de quema de combustible

1.A.1. Industrias de la energía (CO₂, CH₄ y N₂O)

1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción (CO₂, CH₄ y N₂O)

1.A.3. Transporte (CO₂, CH₄ y N₂O)

1.A.4. Otros sectores (CO₂, CH₄ y N₂O)

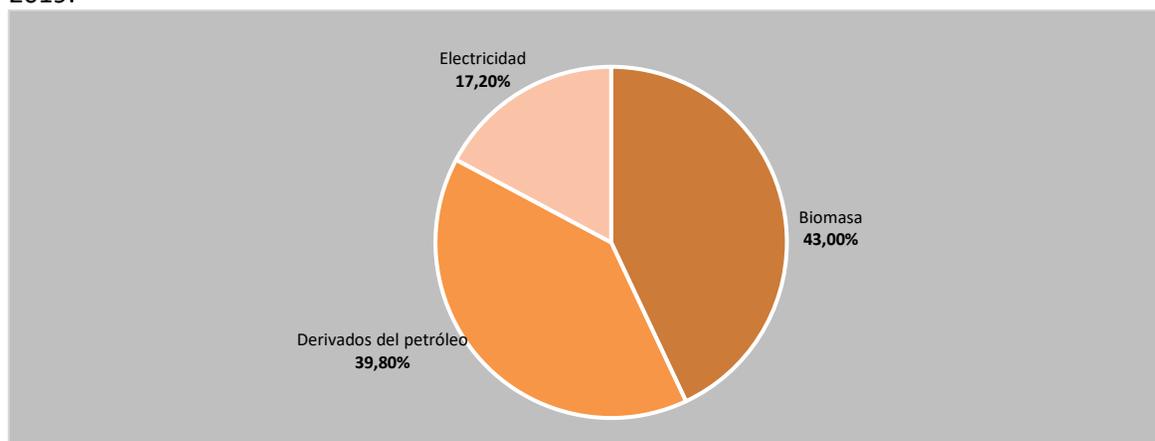
1.B. Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles

1.B.2. Petróleo y gas natural (CH₄)

El sector energético, principalmente con la quema de combustibles fósiles, a nivel mundial aporta la mayor cantidad de emisiones de GEI como menciona el Greenhouse Gas Management Institute (GHGMI) (2023). En Paraguay, el sector energía contribuyó en un 13,30 % del total de emisiones en el año 2019, considerando que gran parte de la energía consumida es de fuente renovable procedente de la generación eléctrica a partir de sus centrales hidroeléctricas en operación: la Hidroeléctrica de Acaray operada por ANDE, la Hidroeléctrica de Yacyretá de Paraguay-Argentina y la Hidroeléctrica de Itaipú de Paraguay-Brasil.

La estructura del consumo final de energía en el país se caracteriza por una fuerte participación de la biomasa y los productos derivados de la biomasa. Le siguen en participación los derivados del petróleo y, finalmente, la electricidad. En la Figura 3.1 se observa que en el año 2019 la Biomasa representó un 43,00 % del consumo final, los derivados del petróleo un 39,80 % y la electricidad un 17,20 %.

Figura 3.1. Sector Energía: estructura por fuente energética en el consumo final de energía, año 2019.



Fuente: VMME/MOPC, 2021 (con base en el BEN 2019 disponible en el Anexo 4).

Los recursos energéticos nacionales están compuestos casi exclusivamente por fuentes renovables de energía (hidroenergía y biomasa). El uso de otras fuentes alternativas de energía primaria (biodiesel, solar, etc.) es aún limitado y no intervienen de manera significativa en el balance energético nacional (BEN) (VMME/MOPC, 2021).

En los BEN se visualiza que el suministro de energía en Paraguay se completa con la importación de derivados del petróleo (diésel, gasolinas, gas licuado de petróleo, entre otros) para su uso en los sectores del transporte, comercial, residencial y la industria, entre otros. La principal actividad relacionada con la generación de emisiones en este sector del país corresponde a transporte terrestre por carreteras.

Hasta el año 2005, Paraguay disponía de una refinería de petróleo, propiedad de la empresa estatal PETROPAR, que operaba desde 1970 procesando petróleo crudo importado, pasando luego a importar directamente los diversos combustibles derivados de petróleo (VMME/MOPC, 2021).

3.1.2. Tendencia de los GEI del sector

Las emisiones totales del sector energía estimadas de GEI directos en el año 2019 fueron de 8.342,66 kt CO₂ eq, representando el 13,30 % del total de emisiones nacionales.

En la Tabla 3.1 y Anexo 5.4 se reporta el resumen de los resultados del inventario de 2019 del sector energía por gas, categoría, subcategoría y fuente; y, la tabla resumen de emisiones de 1990 en el Anexo 5.3. Adicionalmente se presentan los resultados de toda la serie temporal en los Anexos del 5.5 al 5.12.

Tabla 3.1. Sector Energía: emisiones por gas, categoría, subcategoría y fuente (kt) para 2019

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	CH ₄ Fósil	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO _x
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)			
1.	Energía	7.561,96	16,06	1,34	1,10	NA	NA	NA	NA	50,41	442,72	92,73	1,69
1.A.	Actividades de quema de combustible	7.561,96	16,06	1,34	1,10	NA	NA	NA	NA	50,41	442,72	92,73	1,69
1.A.1.	Industrias de la energía	1,66	NA	6,74,E-05	1,35,E-05	NA	NA	NA	NA	1,46,E-03	3,64,E-04	1,80,E-05	1,04,E-03
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	1,66	NA	6,74,E-05	1,35,E-05					1,46,E-03	3,64,E-04	1,80,E-05	1,04,E-03
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	NA	NA	NA	NA					NA	NA	NA	NA
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	204,43	1,74	0,01	0,23	NA	NA	NA	NA	6,32	32,79	17,22	0,77
1.A.2.a.	Hierro y acero	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.b.	Metales no ferrosos	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.c.	Sustancias químicas	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.g.	Otros (especificar)	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.3.	Transporte	7.126,37	0,15	1,31	0,69	NA	NA	NA	NA	41,32	211,03	45,59	0,11
1.A.3.a.	Aviación civil	31,09	NA	2,19,E-04	8,76,E-04					0,03	4,06	0,06	0,02
1.A.3.b.	Transporte terrestre	7.095,28	0,15	1,31	0,69					41,29	206,97	45,53	0,09
1.A.3.c.	Ferrocarriles	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	IE	NA	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	IE	NA	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.4.	Otros sectores	229,49	14,17	0,02	0,18	NA	NA	NA	NA	2,77	198,89	29,92	0,81
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	15,08	0,14	1,19,E-03	1,72,E-03					0,12	0,31	0,16	0,03
1.A.4.b.	Residencial	214,42	14,03	0,02	0,17					2,65	198,58	29,76	0,78
1.A.4.c.	Agricultura / silvicultura / pesca	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.5.	Otros (especificar)	IE	IE	IE	IE	NA	NA	NA	NA	IE	IE	IE	NE
1.A.5.a.	Estacionaria	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.5.b.	Móvil	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NO	NO	NO	NA, NO	NA	NA	NA	NA	NA, NO	NA, NO	NO	NA, NO
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NO	NO	NO	NA, NO
1.B.1.a.	Minería y manejo del carbón	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
1.B.1.b.	Transformación de combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.1.c.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NO	NO	NO	NA, NO	NA	NA	NA	NA	NA, NO	NA, NO	NO	NO
1.B.2.a.	Petróleo	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.	Gas natural	NO	NO	NO								NO	NO
1.B.2.c.	Venteo y quemado	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.d.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1.C.1.	Transporte de CO ₂	NO											
1.C.2.	Inyección y almacenamiento	NO											
1.C.3.	Otros	NO											

Referencias: IE = incluida en otro lugar; NA = no aplicable; NE = no estimada; NO = no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Algunas fuentes de emisiones dentro del sector energía no ocurren en el país (NO), otras por falta de información suficiente se han incluido dentro de las estimaciones de otras categorías (IE) o no fueron estimadas (NE).

Las emisiones de GEI en el sector energía presentan un comportamiento creciente, con un aumento del 222,07 % con respecto al año 1990 y del 1,71 % con respecto al año 2017. El gran crecimiento observado en la serie histórica se debe principalmente al incremento del consumo de combustibles fósiles relacionado al aumento del parque automotor.

La contribución porcentual del sector energía en el inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) pasó del 4,77 % en el año 1990 a un 13,10 % en el año 2017, representando un 13,30 % en el año 2019.

En la serie temporal se observan picos de emisiones en los años 1998, 2011, 2018 y leves descensos en los años 2000, 2007; lo cual se puede explicar por la relación existente entre el consumo de combustibles y las actividades económicas reflejadas en los valores del producto interno bruto (PIB) reportadas por el Banco Central del Paraguay (BCP) (2021). Se resalta la gran influencia que ejerce el transporte terrestre por el aumento significativo del parque automotor a partir del 2008 con la importación de vehículos usados de menor costo y el consecuente aumento del consumo de combustible, principalmente de la gasolina y el diésel, que resultan determinantes en las variaciones de las emisiones de GEI observadas en los últimos años, posteriormente reducida en el 2019, y así también el comportamiento de las industrias, relacionado a la demanda de combustibles.

A nivel de categorías, las emisiones correspondientes a actividades de quema de combustibles representan casi el total de las emisiones de GEI del sector energía durante la serie temporal, representado en los años posteriores al 2005, el 100 % del total de las emisiones.

En la Tabla 3.2 y Figura 3.2 se puede observar un resumen del total de GEI del inventario del sector energía por categoría y en el Anexo 5.5 los resultados de toda la serie.

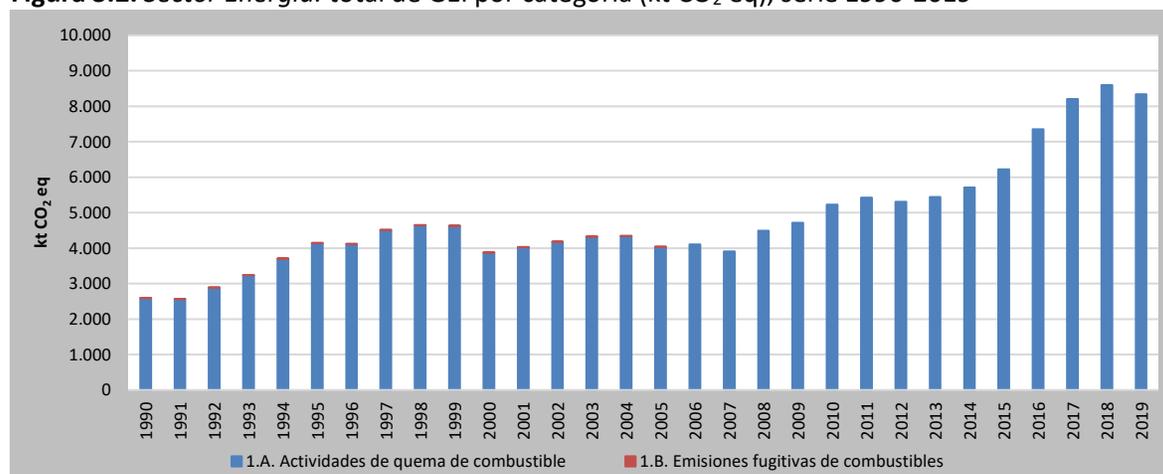
Tabla 3.2. Sector Energía: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq)

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A. Actividades de quema de combustible	2.590,08	4.141,64	3.868,58	4.031,03	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	0,24	0,15	0,08	0,02	NO	NO	NO	NO	NO
Total	2.590,32	4.141,80	3.868,66	4.031,06	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66

Referencia: NO= no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.2. Sector Energía: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En cuanto a las subcategorías, el transporte representa el 88,14 % de las emisiones del sector energía en el año 2019, siendo la de mayor relevancia el transporte terrestre. Le sigue en importancia la correspondiente a otros sectores con un aporte del 8,07 % siendo la de mayor relevancia el Residencial.

En la Tabla 3.3 y Figura 3.3 se puede observar el resumen del total de GEI del inventario del sector energía por subcategoría y en el Anexo 5.5 los resultados de toda la serie.

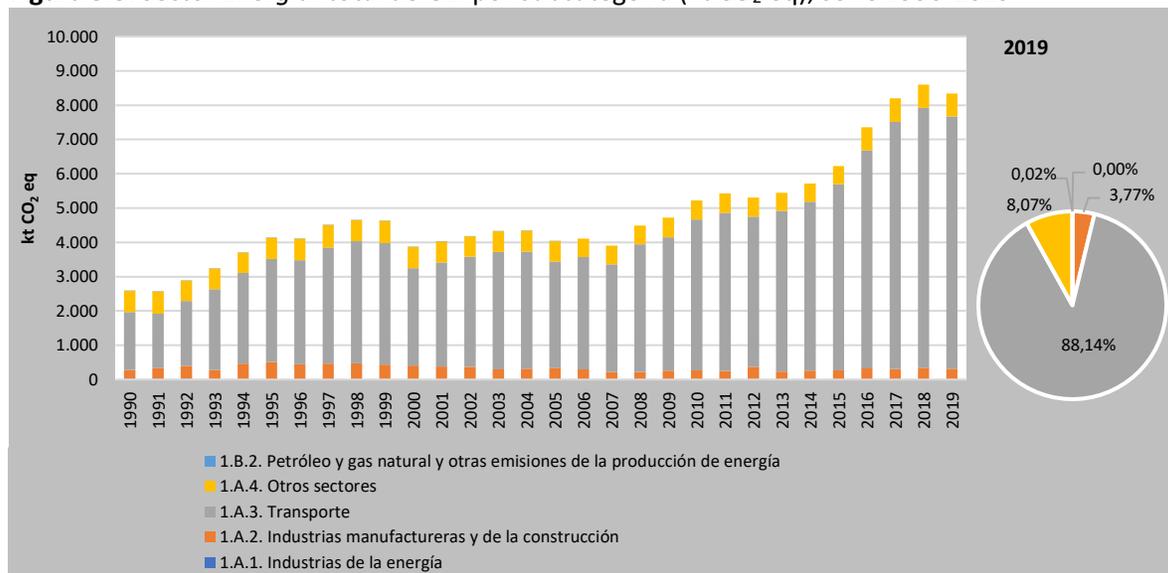
Tabla 3.3. Sector Energía: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A.1. Industrias de la energía	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,42	1,47	1,67
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	252,30	505,03	405,95	347,63	272,71	267,76	306,76	342,41	314,26
1.A.3. Transporte	1.683,59	3.010,58	2.841,73	3.094,91	4.388,76	5.426,97	7.205,44	7.573,71	7.353,39
1.A.4. Otros sectores	623,70	621,99	618,28	588,13	561,98	529,75	688,66	680,19	673,33
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	0,24	0,15	0,08	0,02	NO	NO	NO	NO	NO
Total	2.590,32	4.141,80	3.868,66	4.031,06	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66

Referencia: NO= no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.3. Sector Energía: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Con respecto a la contribución de cada GEI estimado en el sector, en la Tabla 3.4 y Figura 3.4 se pueden observar su evolución en la serie temporal, siendo el CO₂ el principal GEI emitido, representando en el año 2019 el 90,64 % de las emisiones con 7.561,96 kt CO₂ eq, el 5,87 % corresponde al CH₄ con 489,74 kt CO₂ eq, y el 3,49 % a N₂O con 290,96 kt CO₂ eq.

El principal impulsor de las emisiones de CO₂ corresponde a transporte, siguiendo en importancia residencial y comercial, industrias manufactureras y en menor medida la industria de la energía.

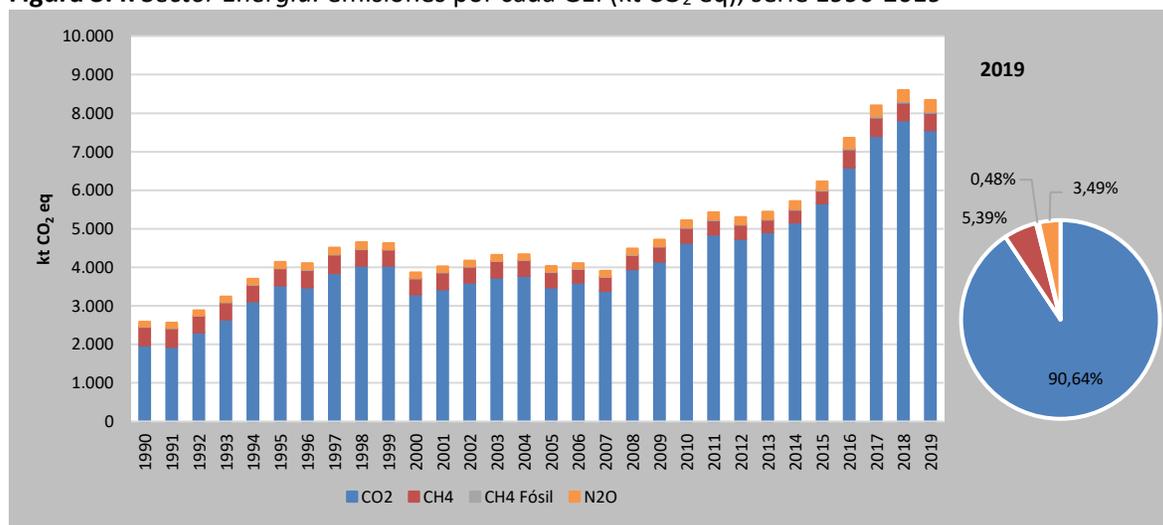
Según los resultados del INGEI, entre los años 1990 a 2019, las emisiones de CO₂ tuvieron un incremento del 282,23 %, las emisiones de CH₄ se incrementaron 1,37 % y el N₂O tuvo un aumento del 125,91 %. Con respecto al año 2017, en el año 2019 las emisiones de CO₂ se incrementaron un 2,05 %, el CH₄ disminuyó un 5,80 % y el N₂O aumentó un 6,76 %. Se podría decir que esta disminución de CH₄ en el sector Energía se debió a una disminución de consumo de biomasa, principalmente de madera / desechos de madera y en segundo lugar el carbón vegetal en la subcategoría residencial mayoritariamente, así como en la subcategoría comercial/institucional y en la subcategoría Industria manufacturera y de la construcción.

En la Tabla 3.4 y Figura 3.4 se puede observar un resumen de emisiones por GEI del inventario del sector energía y en los Anexos del 5.6 al 5.11 los resultados de toda la serie.

Tabla 3.4. Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq)

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
CO ₂	1.978,40	3.526,70	3.296,77	3.478,94	4.636,22	5.656,06	7.409,84	7.813,91	7.561,96
CH ₄	473,88	445,47	416,21	401,28	387,90	333,09	481,24	459,79	449,63
CH ₄ Fósil	9,25	15,45	12,53	12,54	20,64	27,96	38,66	41,92	40,11
N ₂ O	128,79	154,17	143,16	138,29	179,04	208,65	272,54	282,17	290,96
Total	2.590,32	4.141,80	3.868,66	4.031,06	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.4. Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para las categorías consideradas, correspondientes a actividades de quema de combustibles y emisiones fugitivas de combustibles, fueron utilizadas las metodologías propuestas por las *Directrices del IPCC de 2006* para las estimaciones de GEI directos y para sus precursores se ha utilizado las metodologías propuestas por *European Monitoring and Evaluation Programme / European Environment Agency (EMEP/EEA) air pollutant emission inventory guidebook 2019: Technical guidance to prepare national emission inventories*. Se aplicaron métodos de Nivel 1 para todas las estimaciones, con factores de emisión (FE) por defecto en todos los casos. Adicionalmente para actividades de quema de combustibles se aplicó el método de referencia como verificación de las emisiones de CO₂ del método sectorial.

El cálculo de las emisiones de GEI directos para este sector se realizó a través del IPCC Inventory Software - versión 2.691 y se utilizaron hojas de trabajo en Excel para el cálculo de emisiones de los gases precursores.

En el sector energía los datos de actividad (DA) son en su mayoría las cantidades de combustibles quemados, lo que es suficiente para una estimación de las emisiones de GEI aplicando un método Nivel 1. Estas informaciones son recopiladas, analizadas y publicadas a nivel nacional por el Viceministerio de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (VMME/MOPC) bajo el nombre de Balances Energéticos Nacionales (BEN) en el Sistema de información energética nacional (SIEN)¹⁰.

Los BEN constituyen un elemento de carácter general y sistemático para la evaluación del comportamiento del sistema energético del país y constituyen un instrumento para la elaboración de los planes y la toma de decisiones en el sector (VMME/MOPC, 2022).

¹⁰Disponible en: https://www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com_content&view=article&id=1405

Los datos del BEN están disponibles en unidades energéticas de Terajulio (TJ) con los factores de conversión proporcionados por el VMME/MOPC para la mayoría de los combustibles, los cuales se presentan en la Tabla 3.5.

Los datos del balance nacional de energía útil (BNEU) se encuentran en unidades de energía de kilotonelada equivalente de petróleo (ktep), por lo que se tuvieron que convertir a TJ utilizando la relación 1 ktep = 41,868 TJ.

En el caso de los datos proporcionados por la DINAC, el consumo de combustibles está expresado en unidades de volumétricas y de masa, como: litros (lt) y kilogramos (kg) u otra unidad como metro cubico (m³); en casos como éstos, se realizan las conversiones a unidades de energía (TJ) utilizando los valores de densidad del combustible proporcionados por la misma institución (Tabla 3.5).

Así, para la conversión de unidades de volumen a masa, se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 3. 1. Fórmula para conversión de unidad de volumen a masa

$$m (kg) = \mu \times V$$

En donde:

m = masa en kilogramo (kg)

μ = densidad del combustible en kg/m³

V = volumen en litros (lt). La relación de volúmenes es 1 m³ = 1000 lts.

Seguidamente se procede a la conversión de kg a toneladas (t) y luego a kilotoneladas (kt). Para finalmente realizar la conversión a unidades de energía TJ y así poder introducir el dato en la planilla de cálculo y realizar las estimaciones correspondientes; entonces, el total anual en kt debe ser multiplicado por el valor calórico neto (VCN) seleccionado, por tanto:

Ecuación 3. 2. Fórmula para conversión unidad de masa a energía

$$Total\ anual\ (TJ) = Total\ anual\ (kt) \times VCN$$

Sobre esta última ecuación, es importante destacar la equivalencia entre Gg = kt para las conversiones respectivas.

En la siguiente tabla se presentan los valores de las variables utilizadas para realizar las conversiones necesarias.

Tabla 3.5. Sector Energía: factores de conversión por combustible

Denominación de combustibles			Valor calórico neto (TJ/Gg)		Densidad (kg/m ³)	
IPCC	BEN	DINAC	Directrices del IPCC de 2006	VMME/MOPC	VMME/MOPC	DINAC
Petróleo crudo	Petróleo crudo		42,30			
Gasolina para motores	Gasolina		44,30	39,92	814,00	
Gasolina para la aviación	Gasolina	Aeronafta	44,30	39,92	814,00	800,00

Denominación de combustibles			Valor calórico neto (TJ/Gg)		Densidad (kg/m ³)	
IPCC	BEN	DINAC	Directrices del IPCC de 2006	VMME/MOPC	VMME/MOPC	DINAC
Nafta	Gasolina		44,50	39,92	814,00	
Queroseno para motor a reacción	Kerosene y Jet Fuel	Jet A1	44,10	40,50	852,00	800,00
Otro queroseno	Kerosene y Jet Fuel		43,80	40,50	852,00	
Gas/Diesel oil	Diesel Oil		43,00	41,00	884,00	
Fuelóleo residual	Fuel Oil		40,40	42,84	911,00	
Gases licuados de petróleo	Gas licuado de petróleo		47,30	45,81	550,00	
Coque de petróleo	Coque de petróleo		32,50	32,51		
Antracita	Carbón mineral		26,70	29,29		
Madera / Desechos de madera	Leña		15,60	15,06	768,80	
Otra biomasa sólida primaria	Otra biomasa		11,60	14,64		
Carbón vegetal	Carbón vegetal		29,50	28,87	250,00	
Otros biocombustibles líquidos	Etanol		27,40	26,19	831,00	

Referencia: Sombreado en gris = valores utilizados.

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 e información proporcionada por VMME/MOPC, 2020; y, DINAC, 2020.

En todos los casos, los FE utilizados para calcular las emisiones de GEI en sector de Energía, fueron valores por defecto extraídos de las *Directrices del IPCC de 2006* para los GEI directos y del *EMEP/EEA del 2019* para los gases precursores.

En la Tabla 3.6 se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 3.6. Sector Energía: resumen de métodos aplicados por categoría

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1. Energía	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NA, NO
1.A. Actividades de quema de combustible	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	NE, NO, NA	NE, NO, NA	T1, NE, NO, NA	D, NE, NO, NA	NE, NO, NA	NE, NO, NA
1.C. Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO	NO				

Referencias: T1 = nivel 1; D = por defecto; IE = incluida en otro lugar; NE = no estimada; NA = no aplicable; NO = no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2. Actividades de quema de combustibles (FCR 1.A)

3.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría actividades de quema de combustible abarca a las emisiones resultantes de la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para suministrar calor o trabajo mecánico a un proceso, o bien para utilizar fuera del aparato como se menciona en las *Directrices del IPCC de 2006*.

En el contexto nacional, esta categoría incluye principalmente las emisiones producidas por el consumo de energía que demanda el transporte, las residencias, los comercio y las industrias, así como aquellas producidas por generadoras de energía.

En esta sección se realiza una comparación de los resultados de las emisiones de CO₂ con el *método sectorial* y el *método de referencia* permitiendo verificar la validez de los cálculos realizados como se indica en las *Directrices del IPCC de 2006*.

Por otra parte, también se exponen las metodologías y resultados de partidas informativas correspondientes a la aviación internacional y las correspondientes a las emisiones de CO₂ por quema de biomasa y la situación sobre el consumo no energético de combustibles.

Esta categoría representa prácticamente el total de las emisiones del sector energía, representando el 100,00 % en el año 2019 con 8.342,66 kt CO₂ eq. Como se puede apreciar en la Tabla 3.7, desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 222,10 % y con respecto al año 2017 en un 1,71 %, debido principalmente al aumento en el uso de combustibles líquidos derivados del petróleo en el transporte terrestre.

Los GEI de esta categoría están dados en el año 2019 principalmente por el CO₂ y en menor medida el CH₄ y N₂O.

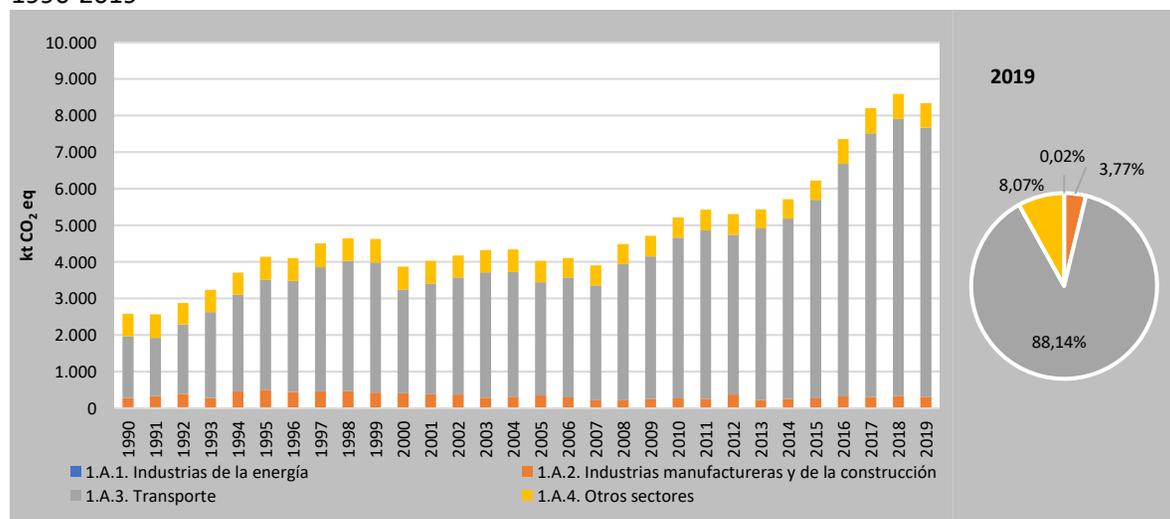
A nivel de subcategorías, se puede observar en la Tabla 3.7 y en la Figura 3.5 que transporte es la de mayor importancia con un 88,14 % del total, seguido de otros sectores (comercial / institucional y residencial) con 8,07 %, un 3,77 % de industrias manufactureras y de la construcción y 0,02 % de industrias de la energía. En el Anexo 5.5 se muestran los resultados de toda la serie.

Tabla 3.7. Actividades de quema de combustible: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A.1. Industrias de la energía	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,42	1,47	1,67
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	252,30	505,03	405,95	347,63	272,71	267,76	306,76	342,41	314,26
1.A.3. Transporte	1.683,59	3.010,58	2.841,73	3.094,91	4.388,76	5.426,97	7.205,44	7.573,71	7.353,39
1.A.4. Otros sectores	623,70	621,99	618,28	588,13	561,98	529,75	688,66	680,19	673,33
Total	2.590,08	4.141,64	3.868,58	4.031,03	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.5. Actividades de quema de combustible: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de emisiones de GEI de la categoría actividades de quema de combustible se aplicó el método Nivel 1, según las *Directrices del IPCC de 2006* con FE por defecto y utilizando las ecuaciones descritas a continuación.

Ecuación 3.3. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria Nivel 1

$$Emisiones_{gases\ efecto\ invernadero} = Consumo\ combustible_{combustible} \cdot Factor\ de\ emisión_{GEI,combustible}$$

Donde:

Emisiones_{GEI,combustible} = emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI),

Consumo combustible_{combustible} = cantidad de combustible quemado (TJ),

Factor de emisión_{GEI,combustible} = factor de emisión por defecto de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg gas/TJ). Para el caso del CO₂, incluye el factor de oxidación del carbono, que se supone es 1.

Fuente: Ecuación 2.1; Capítulo 2; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006.

Para calcular el total de emisiones por gas de la categoría de fuente, se suman las emisiones calculadas en la Ecuación 3.4 para todos los combustibles:

Ecuación 3.4. Total de emisiones por gas de efecto invernadero

$$Emisiones_{GEI} = \sum_{combustibles} Emisiones_{GEI,combustible}$$

Fuente: Ecuación 2.2; Capítulo 2; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006

Las ecuaciones utilizadas para estimar emisiones de la combustión móvil se presentan en la sección correspondiente según fuente de emisión.

En la Tabla 3.8 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 3.8. *Actividades de quema de combustible:* resumen de métodos aplicados por subcategoría

Subcategoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.A. Actividades de quema de combustible	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA	T1, IE, NE, NO, NA	D, IE, NE, NO, NA
1.A.1. Industrias de la energía	T1, NA, NO	D, NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.3. Transporte	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO
1.A.4. Otros sectores	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.5. No especificado	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO

Referencias: T1 = nivel 1; D = por defecto; IE = incluida en otro lugar; NO = no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los DA correspondientes a esta categoría provienen principalmente de los BEN elaborados por el VMME/MOPC. Para la aviación se utilizaron datos de la DINAC.

En algunos casos, los vacíos de información, fueron completados mediante tratamientos estadísticos cuyos resultados se presentan en la sección de las correspondientes subcategorías.

A continuación, se presentan las Tablas 3.9, 3.10 y Figuras 3.6, 3.7, donde se observa un resumen de los tipos de combustibles consumidos, en el Anexo 3.1.1 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990-2019 y en el Anexo 5.1 una descripción de los métodos estadísticos aplicados.

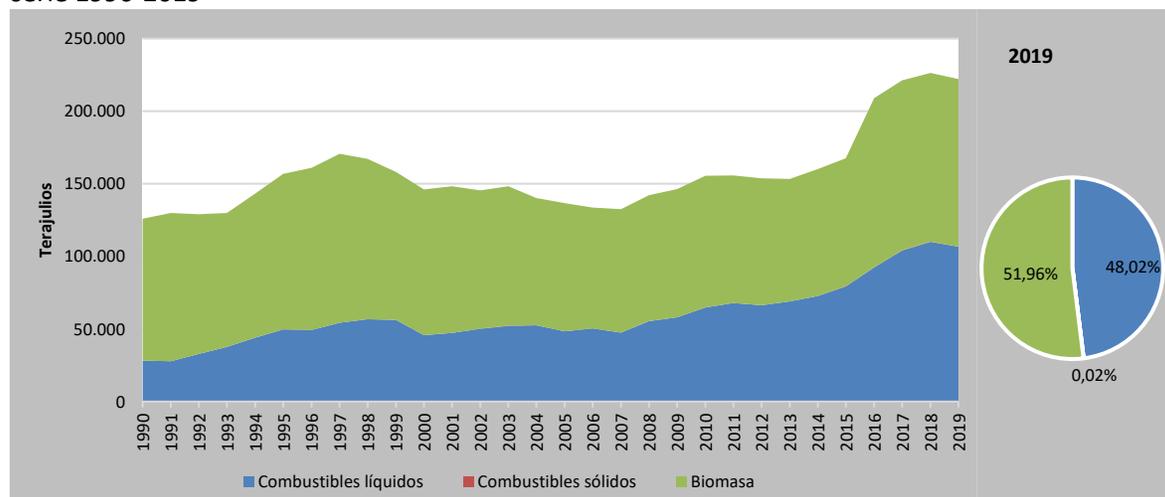
Tabla 3.9. Actividades de quema de combustible: consumo por tipo de combustible (terajulios)

Año	Combustibles líquidos	Combustibles sólidos	Biomasa
1990	28.279,45	0,33	97.646,40
1995	49.730,65	0,45	107.034,94
2000	45.861,47	1,62	100.334,52
2005	48.486,12	8,79	88.143,45
2010	64.890,74	4,95	90.670,18
2015	79.308,79	108,70	88.262,70
2017	104.121,75	39,91	117.078,20
2018	109.987,30	157,46	116.196,43
2019	106.674,06	48,12	115.438,40

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015; información proporcionada por VMME/MOPC, 2018; DINAC, 2020; Emblema, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3.6. Actividades de quema de combustible: consumo por tipo de combustible (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015; información proporcionada por VMME/MOPC, 2018; DINAC, 2020; Emblema, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Tabla 3.10. Actividades de quema de combustible: consumo de combustible por tipo (terajulios)

Año	Combustibles líquidos								
	Gasolina para motores	Nafta	Gasolina para la aviación	Queroseno para motor a reacción	Otro queroseno	Gas/Diesel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Coque de petróleo
1990	5.683,46	55,47	4,69	1.053,26	387,66	16.484,12	2.265,61	2.345,17	-
1995	10.146,95	63,66	8,46	1.262,23	390,13	31.297,16	3.360,88	3.201,17	-
2000	7.119,40	71,31	15,27	540,75	222,55	30.752,19	3.350,15	3.789,85	-
2005	6.555,07	52,81	27,56	763,37	66,76	34.353,99	2.907,49	3.759,07	-
2010	13.605,47	58,96	117,17	1.072,99	15,33	44.335,22	1.935,96	3.749,64	-
2015	20.639,01	58,96	151,66	1.434,62	18,89	51.331,26	1.883,80	3.790,59	-

Año	Combustibles líquidos								
	Gasolina para motores	Nafta	Gasolina para la aviación	Queroseno para motor a reacción	Otro queroseno	Gas/Diesel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Coque de petróleo
2017	29.908,57	58,96	151,94	2.438,25	20,04	65.995,35	201,26	3.711,52	1.635,86
2018	32.873,76	58,96	127,93	2.902,10	20,04	67.966,11	174,83	3.971,07	1.892,50
2019	31.267,17	58,96	149,75	2.882,60	20,04	66.335,77	235,26	4.016,52	1.707,98

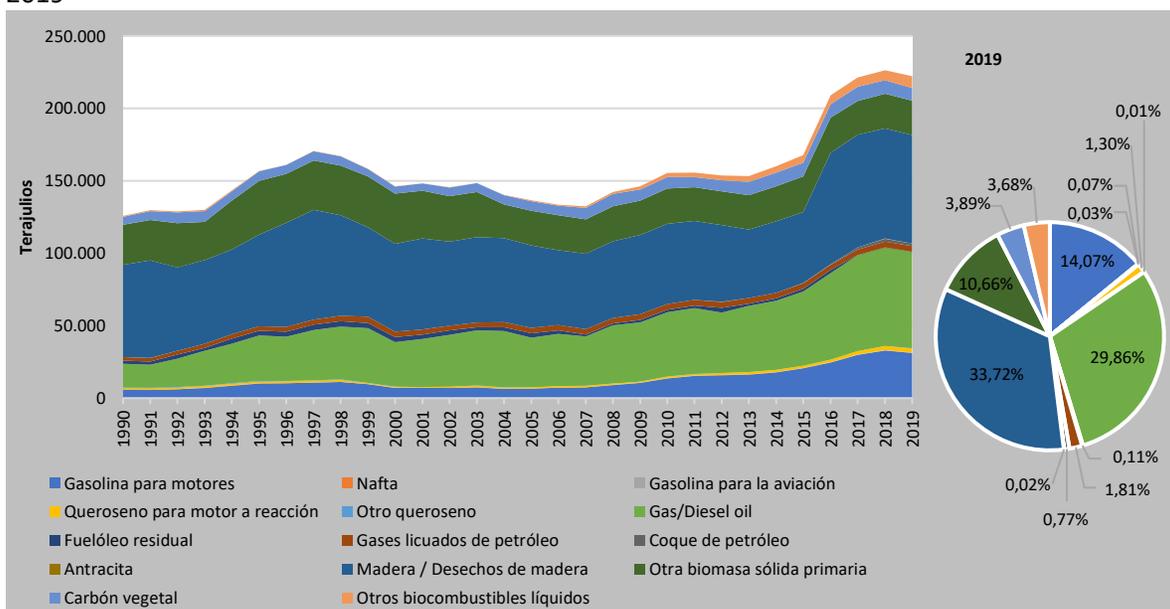
Año	Combustibles sólidos	Biomasa			
	Antracita	Madera / Desechos de madera	Otra biomasa sólida primaria	Carbón vegetal	Otros biocombustibles líquidos
1990	0,33	63.793,78	27.658,13	5.511,21	683,28
1995	0,45	63.221,41	37.112,29	6.406,16	295,08
2000	1,62	60.568,92	34.754,61	4.919,38	91,61
2005	8,79	56.854,53	24.065,95	6.518,76	704,21
2010	4,95	55.363,36	24.484,77	7.809,23	3.012,82
2015	108,70	49.140,32	24.440,40	9.466,63	5.215,35
2017	39,91	77.609,47	23.334,48	9.804,40	6.329,85
2018	157,46	76.041,93	23.930,79	9.315,93	6.907,78
2019	48,12	74.921,13	23.692,09	8.652,22	8.172,96

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015, información proporcionada por VMME/MOPC, 2018; DINAC, 2020; Emblema, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Se puede observar que en el último año del INGEI el principal combustible utilizado fue la leña (madera/desechos de madera) que representa un 33,72 % del total, siguiéndole el diésel con un 29,86 % del total.

Figura 3.7. Actividades de quema de combustible: consumo por combustible (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015, información proporcionada por VMME/MOPC, 2018; DINAC, 2020; Emblema, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

3.2.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Para el cálculo de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, se aplican los FE por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*.

En la Tabla 3.11 y el Anexo 3.1.2 se presentan los FE utilizados por subcategoría, GEI y combustible.

Tabla 3.11. Actividades de quema de combustible: factores de emisión (kg/TJ) aplicados por subcategoría, GEI y combustible

Subcategoría/combustible	FE - CO ₂	FE - CH ₄	FE - N ₂ O
1.A.1. Industrias de la energía			
Nafta	73.300,00	3,00	0,60
Otro queroseno	71.900,00	3,00	0,60
Gas/Diesel oil	74.100,00	3,00	0,60
Fuelóleo residual	77.400,00	3,00	0,60
Gases licuados de petróleo	63.100,00	1,00	0,10
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción			
Nafta	73.300,00	3,00	0,60
Otro queroseno	71.900,00	3,00	0,60
Gas/Diesel oil	74.100,00	3,00	0,60
Fuelóleo residual	77.400,00	3,00	0,60
Gases licuados de petróleo	63.100,00	1,00	0,10
Coque de petróleo	97.500,00	3,00	0,60
Antracita	98.300,00	10,00	1,50
Madera / Desechos de madera	112.000,00	30,00	4,00
Otra biomasa sólida primaria	100.000,00	30,00	4,00
Carbón vegetal	112.000,00	200,00	4,00
Otros biocombustibles líquidos	79.600,00	3,00	0,60
1.A.3. Transporte			
Gasolina para la aviación	70.000,00	0,50	2,00
Queroseno para motor a reacción	71.500,00	0,50	2,00
Gasolina para motores	69.300,00	33,00	3,20
Gas/Diesel oil	74.100,00	3,90	3,90
Gases licuados de petróleo	63.100,00	62,00	0,20
Otros biocombustibles líquidos	79.600,00	18,00	41,00
Madera / Desechos de madera	112.000,00	300,00	4,00
1.A.4. Otros sectores			
Otro queroseno	71.900,00	10,00	0,60
Fuelóleo residual	77.400,00	10,00	0,60
Gases licuados de petróleo	63.100,00	5,00	0,10
Madera / Desechos de madera	112.000,00	300,00	4,00
Carbón vegetal	112.000,00	200,00	1,00
Otros biocombustibles líquidos	79.600,00	10,00	0,60

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

3.2.3. Comparación entre el método sectorial y el método de referencia

3.2.3.1. Descripción y tendencia del CO₂ de la comparación entre métodos

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, la comparación de los resultados de las emisiones de CO₂ obtenidos con el *método de referencia* y el *método sectorial* permite verificar la validez de los cálculos realizados.

En las mismas *Directrices* se menciona que el *método de referencia* es un método de arriba hacia abajo que utiliza los datos de provisión de energía del país para calcular las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles principalmente.

Por otra parte, el *método sectorial* es un método de abajo hacia arriba que usa los valores específicos de consumo de combustible de cada subcategoría para calcular las emisiones de CO₂, que en su conjunto suman el total nacional de la categoría actividades de quema de combustible del sector energía como se menciona en las *Directrices del IPCC de 2006*.

En el contexto nacional, la tendencia de las emisiones de CO₂ presenta para algunos años diferencias no muy significativas entre ambos métodos, las cuales se deben a: consideraciones diversas en el

uso final y de transformación de los combustibles, ausencia de datos en las estadísticas nacionales de energía disponible en los BEN en los años 1990 a 2004, los cuales fueron estimados con análisis estadísticos o de otras fuentes, inconsistencia de datos de combustibles entre los años 1997 y 1999 debido al traspaso de responsabilidad de elaboración de balances energéticos de la Secretaría Técnica de Planificación (STP) al VMME/MOPC, entre otros.

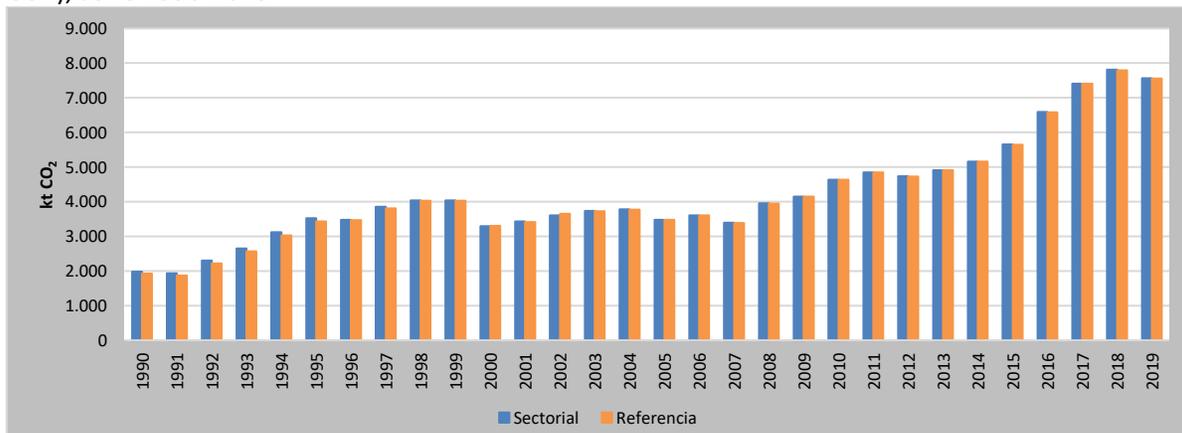
En la Tabla 3.12 y en las Figuras 3.8, 3.9 se observa un resumen comparativo de las emisiones de CO₂ calculadas por el *método de referencia* y por el *método sectorial* y en el Anexo 3.1.3 el comparativo de toda la serie histórica 1990-2019.

Tabla 3.12. Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia (kt CO₂)

Método	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
Referencia	1.929,97	3.431,73	3.302,08	3.477,21	4.633,75	5.643,12	7.403,29	7.795,75	7.554,58
Sectorial	1.978,40	3.526,70	3.296,77	3.478,94	4.636,22	5.656,06	7.409,84	7.813,91	7.561,96
Diferencia	-48,42	-94,97	5,31	-1,74	-2,48	-12,94	-6,55	-18,15	-7,37
Diferencia %	-2,45%	-2,69%	0,16%	-0,05%	-0,05%	-0,23%	-0,09%	-0,23%	-0,10%

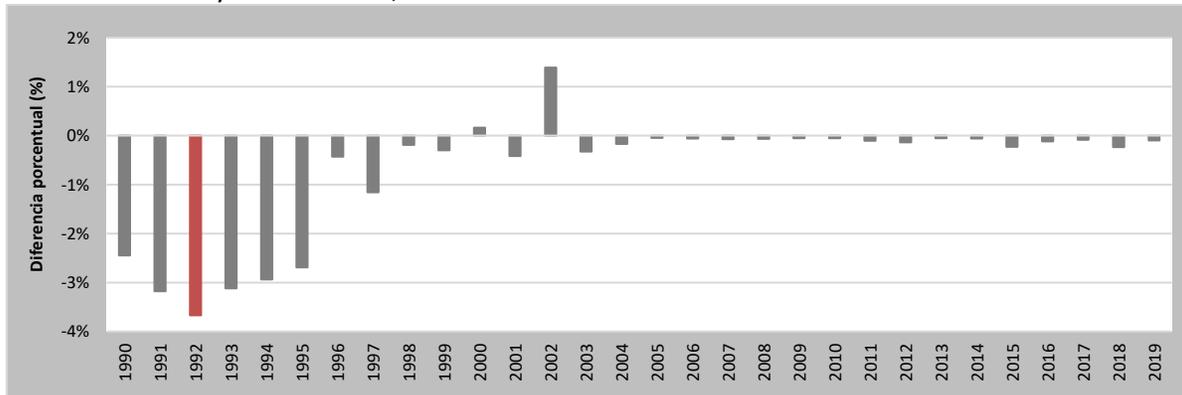
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.8. Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia (kt CO₂), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.9. Comparación entre métodos: diferencia porcentual entre las emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia, serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Considerando los criterios de las *Directrices del IPCC de 2006*, donde se menciona un 5 % como diferencia máxima aceptable entre ambos métodos, se puede considerar como admisibles las diferencias existentes.

3.2.3.2. Aspectos metodológicos específicos del método de referencia

La estimación de CO₂ mediante el *método de referencia* consiste en un método de arriba hacia abajo, en el que la hipótesis es que se conserva el carbono, de modo que, por ejemplo, el carbono del petróleo crudo es igual al contenido total de carbono de todos los productos derivados (IPCC, 2006).

La metodología del *método de referencia* desglosa el cálculo de las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustible en 5 pasos según las *Directrices del IPCC de 2006*:

- Paso 1: estimar el consumo aparente de combustible en unidades originales
- Paso 2: convertirlo en una unidad común de energía
- Paso 3: multiplicarlo por el contenido de carbono para computar el carbono total
- Paso 4: computar el carbono excluido
- Paso 5: corregir el carbono sin oxidar y convertir en emisiones de CO₂

Se expresan estos pasos en la siguiente ecuación:

Ecuación 3. 5. Emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustible a través del método de referencia

$$Emisiones\ CO_2 = \sum_{\text{todos los combustibles}} \left[\left((Consumo\ aparente_{\text{combustible}} \cdot Factor\ conv_{\text{combustible}} \cdot CC_{\text{combustible}}) \cdot 10^{-3} \right) - Carbono\ excluido_{\text{combustible}} \right] \cdot FOC_{\text{combustible}} \cdot 44/12$$

Donde:

Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ (Gg CO₂)

Consumo aparente_{combustible} = producción + importaciones – exportaciones – tanques de combustible internacionales – cambio en las existencias

Factor conversión_{combustible} = factor de conversión para el combustible en unidades de energía (TJ) sobre una base de VCN

CC_{combustible} = contenido de carbono (tonelada de C/TJ)

Carbono excluido_{combustible} = carbono en la alimentación a procesos y uso no energético excluido del combustible, emisiones de la quema (Gg C)

FOC_{combustible} = fracción de carbono que se oxida. Normalmente el valor es 1, lo que refleja la oxidación completa. Se usan los valores inferiores únicamente para justificar el carbono que queda retenido en forma indefinida en la ceniza o en el hollín. Nótese que ton C/TJ es idéntico a kg C/GJ

44/12 = relación del peso molecular del CO₂ al C.

Fuente: Ecuación 6.1; Capítulo 6; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006

3.2.3.2.1. Datos de actividad específicos del método

Para el *método de referencia* son utilizados como fuente de DA, las estadísticas de los balances de energía referentes a la producción de combustibles y su comercio externo (internacional), así como las modificaciones que sufren las existencias de éstos; a partir de esta información se estima el consumo aparente.

A continuación, se presenta un resumen de los DA utilizados en el *método de referencia*.

Tabla 3.13. Actividades de quema de combustible: consumo aparente de combustible por tipo (terajulios) aplicados en el método de referencia

Año	Petróleo crudo	Gasolina para motores	Queroseno para motor a reacción	Gas/Diesel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Coque de petróleo	Antracita
1990	13.475,83	2.350,57	-2.308,58	10.762,92	217,99	2.059,36	0,00	s/d
1995	8.666,32	8.479,71	-1.217,60	27.462,94	789,94	3.177,75	0,00	s/d
2000	4.650,22	6.670,38	54,07	28.788,31	1.623,46	3.759,21	0,00	s/d
2005	1.390,29	6.466,36	76,35	33.697,50	2.439,55	3.759,07	0,00	8,79
2010	0,00	13.781,60	122,63	44.335,22	1.934,59	3.749,64	0,00	4,95
2015	0,00	20.849,62	162,36	51.331,26	1.882,43	3.790,59	0,00	127,97
2017	0,00	30.119,47	263,86	65.995,36	199,89	3.711,51	1.635,86	39,91
2018	0,00	33.060,65	310,25	67.966,12	173,46	3.971,06	1.892,50	157,46
2019	0,00	31.475,90	308,36	66.335,70	233,90	4.016,50	1.708,00	48,10

Referencias: s/d = sin datos
Fuente: BEN, 2021.

3.2.3.2.2. Factores de emisión aplicados en el método

En cuanto a los parámetros utilizados, que hacen al FE, relacionados al contenido de carbono, los mismos provienen de las *Directrices del IPCC de 2006*, siendo presentados resumidamente en la Tabla 3.14.

Tabla 3.14. Actividades de quema de combustible: contenido de carbono por combustible (t C/TJ) aplicados en el método de referencia

Combustibles	Contenido de carbono
Petróleo crudo	20,00
Gasolina para motores	18,90
Queroseno para motor a reacción	19,50
Gas/Diesel oil	20,20
Fuelóleo residual	21,10
Gases licuados de petróleo	17,20
Coque de petróleo	26,60
Antracita	26,80

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

3.2.4. Combustibles del transporte internacional

3.2.4.1. Descripción y tendencia de los GEI del transporte internacional

Esta fuente corresponde a las emisiones de combustibles del transporte internacional, según las *Directrices del IPCC de 2006*. En el presente INGEI fueron consideradas sólo las emisiones relacionadas al transporte aéreo, relacionadas a vuelos que salen de un país y llegan a otro. Para el transporte marítimo y fluvial no se han obtenido datos que permitan realizar las estimaciones correspondientes.

Las emisiones de la navegación marítima y fluvial, tanto nacional como internacional, están siendo consideradas dentro de transporte terrestre, a raíz de que no se cuentan con datos desagregados para esta fuente debido a que los emblemas que abastecen de combustible a las embarcaciones, no cuentan con registros de origen y destino de cada tipo de transporte a los cuales vende el combustible. En este contexto, se propone más adelante una serie de mejoras para obtener las informaciones necesarias.

Los GEI emitidos en el transporte aéreo internacional son principalmente el CO₂, así como el CH₄ y el N₂O.

En el año 2019 se tuvieron emisiones de 186,91 kt CO₂ eq, correspondiendo en su totalidad al consumo de jet querosén para motores a reacción. Esto representa un aumento del 173,68 % con relación al año de base (1990) y un 18,22 % más que el año 2017, relacionado principalmente al incremento de los vuelos internacionales.

En la Figura 3.10 se presentan notorias fluctuaciones en los valores del consumo en los años 1999 al 2001, lo cual podría deberse a los cambios en la administración de los datos estadísticos nacionales, pasando de la STP al VMME/MOPC en 1998 y posibles variaciones en el nivel de actividad.

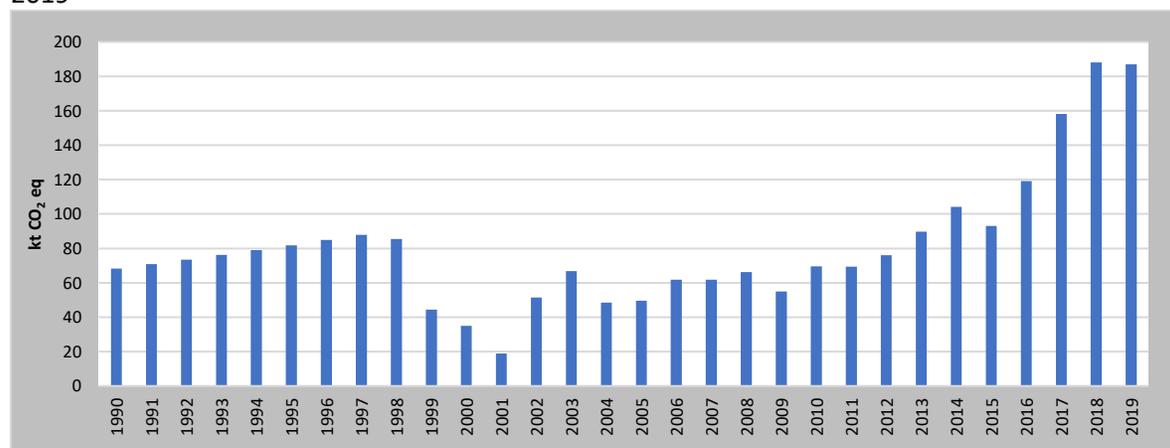
En la Tabla 3.15 y Figura 3.10 se presenta un resumen de los valores estimados de GEI de la fuente Aviación internacional y en el Anexo 5.5 los resultados de toda la serie.

Tabla 3.15. Transporte internacional: emisiones de GEI del transporte aéreo (kt CO₂ eq)

Transporte internacional	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
Aéreo	68,29	81,84	35,06	49,50	69,57	93,02	158,10	188,17	186,91
Total	68,29	81,84	35,06	49,50	69,57	93,02	158,10	188,17	186,91

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.10. Transporte internacional: emisiones de GEI del transporte aéreo (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.4.2. Aspectos metodológicos específicos del transporte internacional

Siguiendo las orientaciones del árbol de decisiones de las *Directrices del IPCC de 2006* y al no ser una categoría principal (ver Anexo 1), se opta por aplicar métodos de Nivel 1 para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, basados totalmente en la cantidad de combustible consumido en la aviación multiplicado por los FE por defecto correspondientes. Para el caso específico de los vuelos internacionales, se considera el combustible jet querosén (jet A1) para motores a turbina.

La presente fuente contribuye con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, las cuales no son sumadas al total de emisiones del país, sino que se cuantifican y reportan como partida informativa. Para su estimación se ha utilizado la Ecuación 3.6.

Ecuación 3. 6. Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la aviación civil

$$Emisiones = Consumo de combustible \cdot Factor de emisión$$

Fuente: Ecuación 3.6.1; Capítulo 3; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006.

3.2.4.2.1. Datos de actividad específicos del transporte internacional

Los DA utilizados fueron los recopilados del consumo de combustible en la aviación civil, provienen de las estadísticas nacionales de energía del BEN (1996-2019). También fueron recopilados datos de consumo de combustibles de la DINAC (2005-2019) y del principal emblema proveedor de combustibles para aviación.

Para los vuelos internacionales se ha considerado que los mismos utilizan en su totalidad el combustible jet querosén, también denominado jet fuel o jet A1, dado que el mismo es utilizado para motores a turbina, propios de los aviones utilizados en vuelos internacionales.

Para la estimación de los datos anteriores al año 1996, fue realizado un tratamiento estadístico a los datos disponibles a través de regresión, resultando el más apropiado el de la media geométrica descrito en el Anexo 5.1.

Cabe aclarar también que de los datos de consumo del combustible jet querosén, proporcionados por el emblema, principal proveedor local desde el año 2005, indican que estimativamente el 90,00 % del mismo se usa para vuelos internacionales y 10,00 % para vuelos nacionales. Se adoptó este criterio para la desagregación del consumo de dicho combustible en los vuelos nacionales e internacionales.

A continuación, se presenta en la Tabla 3.16 y Figura 3.11 un resumen de los DA del transporte internacional y en el Anexo 3.1.1 los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

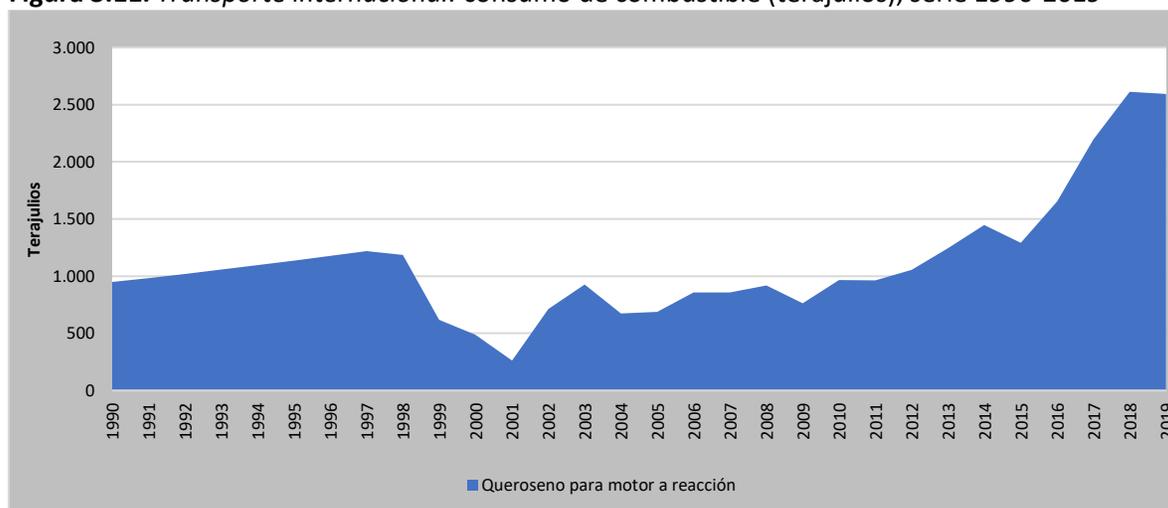
Tabla 3.16. Transporte internacional: consumo de combustible (terajulios).

Año	Queroseno para motor a reacción
1990	947,94
1995	1.136,01
2000	486,68
2005	687,03
2010	965,69
2015	1.291,16
2017	2.194,43
2018	2.611,89
2019	2.594,34

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

Fuente: BEN, 2021; información proporcionada por DINAC, 2020; Emblema, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3.11. Transporte internacional: consumo de combustible (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: BEN, 2021; información proporcionada por DINAC, 2020; Emblema, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

3.2.4.2.2. Factores de emisión aplicados en el transporte internacional

Los FE empleados para el cálculo de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O fueron tomados por defecto por tipo de combustible, del Volumen 2, Capítulo 3, Cuadro 3.6.4 y 3.6.5 de las *Directrices del IPCC de 2006* como se muestran en la Tabla 3.17 y el Anexo 3.1.2.

Tabla 3.17. Transporte internacional: factores de emisión aplicados en transporte aéreo internacional (kg/TJ)

Transporte internacional/combustible	FE - CO ₂	FE - CH ₄	FE - N ₂ O
Aéreo/Queroseno para motor a reacción	71.500,00	0,50	2,00

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

3.2.4.3. Incertidumbre específica del transporte internacional

La incertidumbre combinada de esta fuente, para el 2019, ha sido estimada para cada tipo de combustible y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 3.18 y la evaluación de incertidumbre en el Anexo 2.

Tabla 3.18. Transporte internacional: incertidumbre combinada por fuente, por combustible y por cada GEI

Fuente	Combustible	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(±) %	(±) %	(±) %
1.A.3.a. Aviación civil	Líquido	CO ₂	5,00	5,00	7,07
		CH ₄	5,00	100,00	100,12
		N ₂ O	5,00	150,00	150,08

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

3.2.4.4. Consistencia de la serie temporal del transporte internacional

La serie se considera consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta fuente fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 1) y con las mismas

fuentes de datos (BEN y emblema). Los vacíos de información fueron llenados mediante un mismo método estadístico.

3.2.4.5. Nuevos cálculos del transporte internacional

En la Tabla 3.19 se presenta un comparativo de emisiones. Para el actual INGEI se adoptaron valores de PCG del AR5 del IPCC, lo que justifica las diferencias con el inventario anterior (IBA3) en el cual se utilizó en PCG del AR2 del IPCC.

Tabla 3.19. Transporte internacional: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	68,38	81,94	35,10	49,56	69,66	93,13	158,28		
INGEI actual	68,29	81,84	35,06	49,50	69,57	93,02	158,10	188,17	186,91
Diferencia	-0,09	-0,10	-0,04	-0,06	-0,09	-0,11	-0,18		
Diferencia %	-0,13%	-0,12%	-0,11%	-0,13%	-0,12%	-0,12%	-0,12%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.4.6. Plan de mejoramiento específico del transporte internacional

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la fuente para los futuros inventarios:

- Establecer acciones pertinentes con la DINAC y/o propiciar las condiciones para la creación de registros desagregados del consumo de combustibles en la aviación entre vuelos nacionales e internacionales, a fin de complementar esta acción, realizar un dictamen de expertos que mejore la estimación utilizada actualmente sobre la fracción de combustibles en vuelos nacionales e internacionales en la serie temporal.
- Desagregar el consumo de combustibles en la navegación entre nacionales e internacionales a través de estrategia conjunta con actores involucrados (VMME y VMT del MOPC, MIC, DGMM, entre otros).
- Transparentar la definición de nacional e internacional considerada por las partes suministradoras de DA, y realizar los ajustes pertinentes, de modo de demostrar coherencia con la definición de las *Directrices del IPCC de 2006*.
- Apoyar y participar en las acciones que viene desarrollando el VMME/MOPC a través del proceso de armonización del lenguaje a nivel nacional en el subsistema de energía conforme a las recomendaciones de Naciones Unidas y alineados a los requerimientos del INGEI, para desglosar el consumo de combustibles por actividad en los datos del BEN y unificar criterios de elección de factores de conversión para la elaboración de los balances energéticos.
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

3.2.5. Emisiones de CO₂ de la biomasa usada con fines energéticos

3.2.5.1. Descripción y tendencia del CO₂ de la biomasa

Los productos de la biomasa usada con fines energéticos incluyen el consumo final de biocombustibles sólidos y biocombustibles líquidos. En los primeros se identifican la leña, el carbón vegetal, bagazo y otros con consumos marginales como aserrín y la cáscara de coco. El etanol usado para la mezcla con gasolina de motor o directamente como alcohol combustible en vehículos Flex, integra el grupo de biocombustibles líquidos.

En conformidad con las *Directrices del IPCC de 2006*, las emisiones de CO₂ procedentes de los combustibles de la biomasa se estiman y declaran en el sector UTCUTS, como parte de la metodología de dicho sector. En el sector energía, las emisiones de CO₂ procedentes de la combustión de biomasa se presentan a modo de informar y para la verificación cruzada con el sector UTCUTS. Pero, no se incluyen en la sumatoria de las emisiones del sector energía, para evitar el doble computo con el sector UTCUTS. No obstante, las emisiones de CH₄ y N₂O sí se estiman e incluyen en el sector energía y en los totales nacionales.

En 2019, las emisiones de CO₂ de la biomasa contabilizaron 12.379,99 kt CO₂. Desde el año 1990, las emisiones de CO₂ se han incrementado en un 16,99 % y con respecto al 2017 hubo una ligera disminución correspondiente al 1,96 %.

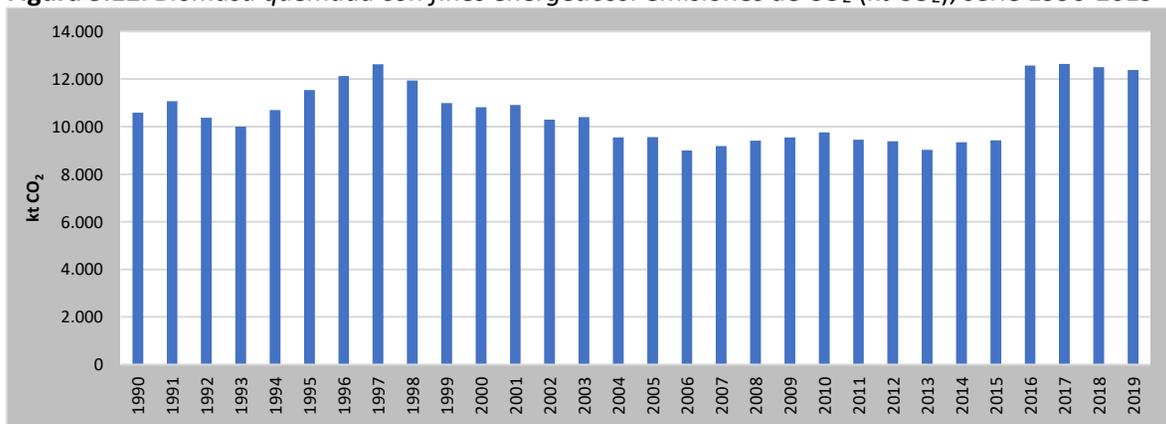
La cantidad estimada de CO₂ procedente de la combustión de biomasa para la producción de energía se presenta en la Tabla 3.20 y Figura 3.12, los resultados de toda la serie se presentan en los Anexo 5.5 y 5.6.

Tabla 3.20. Biomasa quemada con fines energéticos: emisiones de CO₂ (kt CO₂)

Partida informativa	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	10.582,36	11.533,01	10.817,44	9.560,46	9.763,63	9.423,16	12.627,66	12.503,02	12.379,99
Total	10.582,36	11.533,01	10.817,44	9.560,46	9.763,63	9.423,16	12.627,66	12.503,02	12.379,99

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.12. Biomasa quemada con fines energéticos: emisiones de CO₂ (kt CO₂), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Se puede observar que las emisiones de CO₂ por quema de la biomasa para fines energéticos, ha permanecido relativamente estable en el periodo 1990-2015, con ligeros incrementos alrededor del año 1997 y principalmente en los últimos años 2016 al 2019. La principal causa de dicho incremento está relacionada con la variación del valor de densidad de la leña utilizada en el BEN, lo cual parte de una revisión y actualización realizada en el año 2019 por el VMME/MOPC y aplicada para los años 2016 a 2019 de la serie temporal.

3.2.5.2. Aspectos metodológicos específicos del CO₂ de la biomasa

Para la estimación de las emisiones de CO₂ de la biomasa se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* al no tratarse de una categoría principal (ver Anexo 1), usando DA del BEN y FE por defecto. El consumo de biomasa se produce en actividades de combustión estacionaria y móvil.

Para aplicar una estimación de emisión del consumo de combustibles de la subcategoría en un Nivel 1 se aplicó la Ecuación 3.3, 3.4, 3.8 y 3.9 para cada categoría de fuente y combustible.

3.2.5.2.1. Datos de actividad específicos de la biomasa

Los DA fueron obtenidos principalmente del BEN, donde se presentan los consumos nacionales de los diferentes tipos de biomasa utilizados para fines energéticos. En algunos casos, donde se presentan vacíos de informaciones de etanol, se recurrió a tratamientos estadísticos para completar todos los años de la serie temporal, empleando el método estadístico de tendencia lineal al punto con los resultados de mayor coherencia descrito en el Anexo 5.1.

A continuación, se presentan las Tablas 3.21, 3.20 y Figuras 3.13, 3.14 con el resumen de los DA correspondientes a la biomasa quemada con fines energéticos por fuente y por tipo de combustible, y en el Anexo 3.1.1 los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

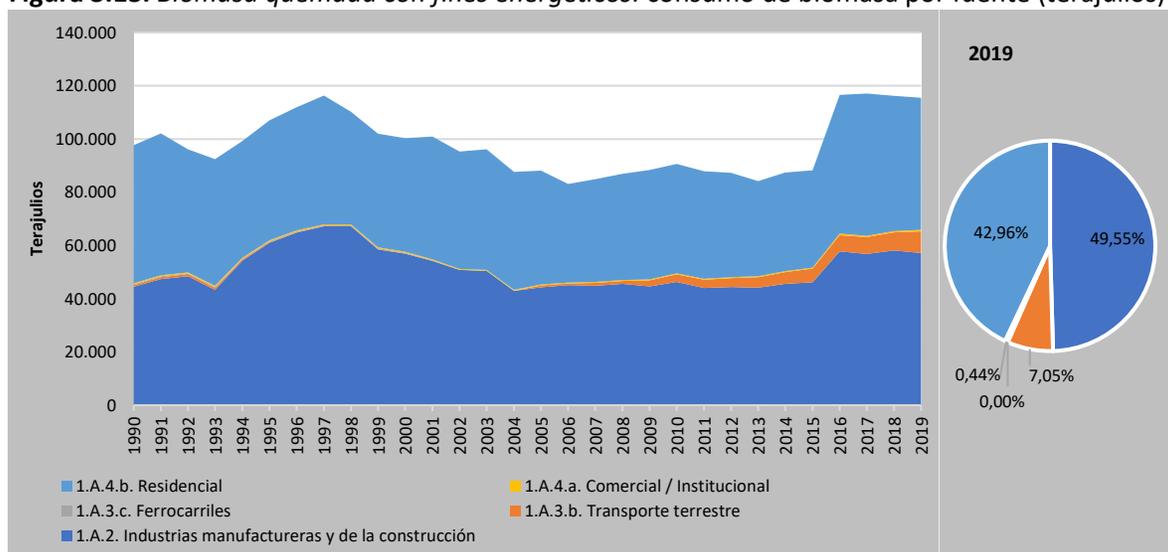
Tabla 3.21. Biomasa quemada con fines energéticos: consumo de biomasa por fuente (terajulios)

Año	Fuente				
	1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	1.A.3.b. Transporte terrestre	1.A.3.c. Ferrocarriles	1.A.4.a. Comercial / Institucional	1.A.4.b. Residencial
1990	44.487,11	640,15	325,35	397,10	51.796,69
1995	61.013,58	252,71	328,36	357,75	45.082,54
2000	56.977,96	49,99	296,73	345,65	42.664,19
2005	44.319,98	660,85	0,00	359,40	42.803,22
2010	46.242,82	2.973,34	0,00	361,95	41.092,07
2015	46.169,19	5.175,87	0,00	374,34	36.543,30
2017	56.838,78	6.290,37	0,00	530,37	53.418,68
2018	58.082,69	6.868,30	0,00	516,89	50.728,55
2019	57.199,18	8.133,48	0,00	509,14	49.596,60

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

Fuente: BEN, 2021; y, el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3.13. Biomasa quemada con fines energéticos: consumo de biomasa por fuente (terajulios)



Fuente: BEN, 2021; y, el llenado de vacíos de información mediante estadística.

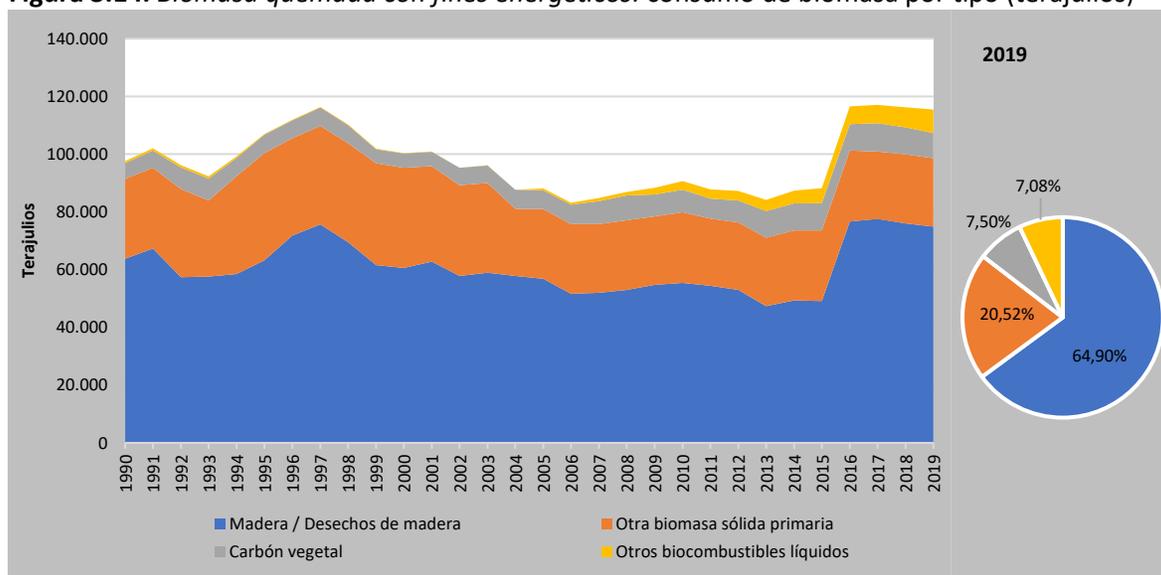
Tabla 3.22. Biomasa quemada con fines energéticos: consumo de biomasa por tipo (terajulios)

Año	Combustible			
	Madera / Desechos de madera	Otra biomasa sólida primaria	Carbón vegetal	Otros biocombustibles líquidos
1990	63.793,78	27.658,13	5.511,21	683,28
1995	63.221,41	37.112,29	6.406,16	295,08
2000	60.568,92	34.754,61	4.919,38	91,61
2005	56.854,53	24.065,95	6.518,76	704,21
2010	55.363,36	24.484,77	7.809,23	3.012,82
2015	49.140,32	24.440,40	9.466,63	5.215,35
2017	77.609,47	23.334,48	9.804,40	6.329,85
2018	76.041,93	23.930,79	9.315,93	6.907,78
2019	74.921,13	23.692,09	8.652,22	8.172,96

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

Fuente: BEN, 2021; y, el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3.14. Biomasa quemada con fines energéticos: consumo de biomasa por tipo (terajulios)



Fuente: BEN, 2021; y, el llenado de vacíos de información mediante estadística.

3.2.5.2.2. Factores de emisión aplicados para la biomasa

Los FE utilizados son valores por defecto extraídos de las *Directrices del IPCC de 2006*, los cuales son presentados en la Tabla 3.23 y el Anexo 3.1.2.

Tabla 3.23. Biomasa quemada con fines energéticos: factores de emisión aplicados por tipo de biomasa (kg/TJ)

Combustible	FE - CO ₂
Madera / Desechos de madera	112.000,00
Otra biomasa sólida primaria	100.000,00
Carbón vegetal	112.000,00
Otros biocombustibles líquidos	79.600,00

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

3.2.6. Materias primas y uso no energético de los combustibles

Las emisiones de GEI de los usos no energéticos de los combustibles, vinculados al consumo / uso de lubricantes (incluido grasas y aceites), ceras de parafina y asfaltos, se reportan en el sector IPPU.

Como plan de mejora respecto a este ítem, se propone identificar la asignación apropiada de los lubricantes según su uso final, estimar las emisiones de GEI correspondientes a su uso en motores de dos tiempos y reportarlas en transporte terrestre o más específicamente en la fuente Motocicletas a modo de evitar el doble cómputo o las omisiones de GEI.

3.2.7. Industrias de la energía (FCR 1.A.1)

3.2.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

Esta subcategoría incluye las 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. Todas las actividades de combustión que respaldan la refinación de los productos del petróleo incluyen la quema en el sitio para la generación de electricidad y calor para uso propio, excepto las emisiones por evaporación que ocurren en las mismas que se contabilizan en la categoría de emisiones fugitivas según las *Directrices del IPCC de 2006*.

En el contexto nacional, se tienen emisiones de GEI por actividades generadas por la quema de combustibles debido a las actividades de generación de energía eléctrica en centrales térmicas en el proceso de refinación de petróleo en los años que estuvo operativa la única refinería de petróleo que dispone el país y la manufactura de combustibles sólidos como la producción de carbón vegetal. Cabe mencionar sobre este último punto que no hay metodología en las *Directrices del IPCC de 2006* ya que, en rigor, no se produce una combustión sino una pirolisis, de manera que no son aplicables los factores por defecto del IPCC para combustión.

En el primer caso, la electricidad generada por la quema de combustibles constituye una alternativa para aquellas zonas donde no llega el sistema de distribución de energía eléctrica alimentada por las hidroeléctricas. En el caso de las actividades de refinación de petróleo, las mismas se realizaron hasta el año 2005, año en el que quedó inactiva. Por los motivos expuestos, esta subcategoría no tiene actualmente mucha relevancia a nivel nacional.

A nivel país, y a lo largo del periodo de estudio, la ANDE (2022) genera energía eléctrica a través de algunas centrales térmicas, alimentadas por diésel, en ciudades que no están conectadas a la red eléctrica nacional, entre ellas las centrales de Bahía Negra, Loma Plata, Filadelfia y Nueva Mestre. Esto con una tendencia decreciente a fin de llegar a un suministro total de energía de fuentes renovables, manteniendo las centrales térmicas solo para casos de emergencias.

En el año 2019, la presente subcategoría contribuye en un 0,02 % al total del sector Energía con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. Se observa una disminución del 94,52 % considerando el año 2019 con respecto a 1990, mientras que hubo un aumento del 17,28 % con respecto al año 2017. En el año 2005 cesan las actividades de la refinación de petróleo de PETROPAR.

El principal impulsor de las emisiones de GEI en la industria de la energía para el año 2019 fue el combustible diésel utilizado en las centrales térmicas existentes en el país. La cantidad de GEI estimada de industrias de la energía se presenta en la Tabla 3.24 y Figura 3.15.

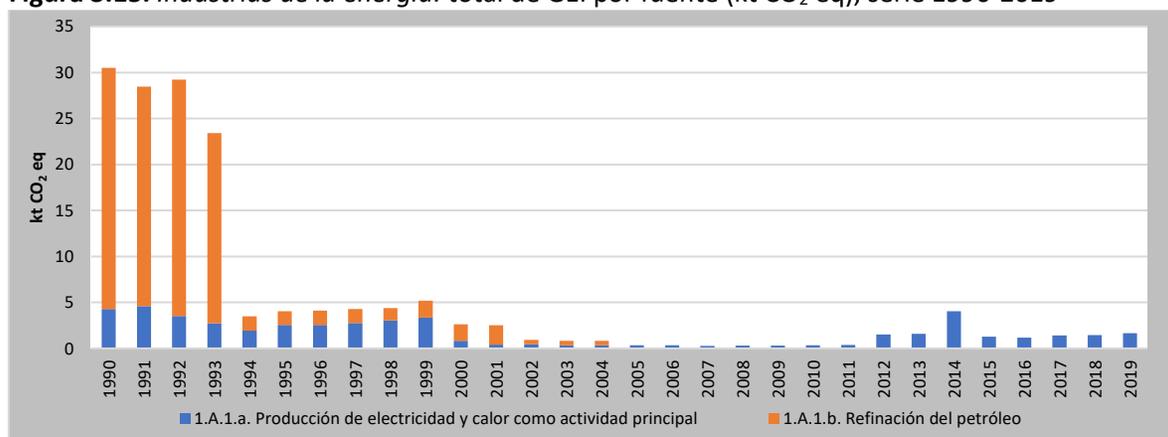
Tabla 3.24. Industrias de la energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq)

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	4,29	2,55	0,83	0,36	0,35	1,27	1,42	1,47	1,67
1.A.1.b. Refinación del petróleo	26,20	1,50	1,80	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,42	1,47	1,67

Referencia: NO= no ocurre

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.15. Industrias de la energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.7.2. Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las metodologías aplicadas por fuente y por tipo de GEI.

Tabla 3.25. Industrias de la energía: resumen de métodos aplicados por fuente

Fuente	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.A.1. Industrias de la energía	T1, NA, NO	D, NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO
1.A.1.a. Actividad principal Producción de electricidad y calor	T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO
1.A.1.a.i. Generación de electricidad	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía (CHP)	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.A.1.b. Refinación del petróleo	T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO
1.A.1.c. Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
1.A.1.c.i. Manufactura de combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.A.1.c.ii. Otras industrias de la energía	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Referencias: T1 = nivel 1; D = por defecto; IE = incluida en otro lugar; NO = no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

De acuerdo con el árbol de decisiones de las *Directrices del IPCC de 2006* y al no tratarse de una categoría principal (ver Anexo 1) se realizan las estimaciones de CO₂, CH₄ y N₂O aplicando el Nivel 1, utilizando los FE por defecto y DA nacionales.

Para aplicar una estimación de emisión del consumo de combustibles de la subcategoría en un Nivel 1 se aplicó la Ecuación 3.3 y 3.4 para cada categoría de fuente y combustible.

3.2.7.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

El país cuenta con estadísticas nacionales de energía disponible en los BEN elaborados por el VMME/MOPC, en donde se contabiliza la quema de diésel para generar electricidad. Parte de la generación de energía eléctrica en el país proviene de la quema de combustibles fósiles, siendo responsabilidad de la ANDE, organismo nacional de electricidad.

En los datos del BEN correspondientes a los años 1997 y 1998, se observan valores nulos de consumo, lo cual se debe a que entre los años 1996 y 1997 se realizó el traspaso de la administración y gestión de los datos energéticos nacionales desde la STP al VMME/MOPC, lo cual generó un vacío de información. Este vacío ha sido completado mediante el método estadístico promedio de proporción descrito en el Anexo 5.1.

Se puede observar un comportamiento general muy irregular del consumo de diésel en las centrales termoeléctricas de la ANDE. Esto se explica por cambios operacionales y de suministro de combustible. El descenso brusco del año 2000 se debe a la ampliación del servicio de suministro eléctrico proveniente de centrales hidroeléctricas en ciudades que dependían de centrales térmicas. Entre los años 2001 y 2011 se observa un consumo estable correspondiente a la operación de las centrales térmicas de las ciudades de Bahía Negra y Fuerte Olimpo.

El crecimiento desde el año 2012 se debe a centrales térmicas de ANDE para el abastecimiento de energía a las ciudades de Loma Plata, Filadelfia y Salto del Guairá, disminuyendo en 2015 por la habilitación en Salto del Guairá de una subestación eléctrica conectada a la red nacional de fuente hidroeléctrica, continuando luego con un leve crecimiento por la demanda de la energía en las ciudades abastecidas con centrales térmicas, según se visualiza en información desglosada por central térmica obtenida de los anuarios estadísticos del INE.

En cuanto a los datos de refinamiento de petróleo, según el VMME/MOPC (2021), Paraguay disponía desde el año 1970 de una refinería de petróleo propiedad de la empresa estatal PETROPAR y cuyas operaciones fueron cerradas en el año 2005. La refinería estuvo procesando petróleo crudo importado y cesó sus actividades por no tener rentabilidad, pasando a importar directamente los diversos combustibles derivados de petróleo. Los BEN proporcionan informaciones del autoconsumo de combustibles como: GLP, gasolina, kerosene, diésel, fuel oil utilizados en la refinería de petróleo.

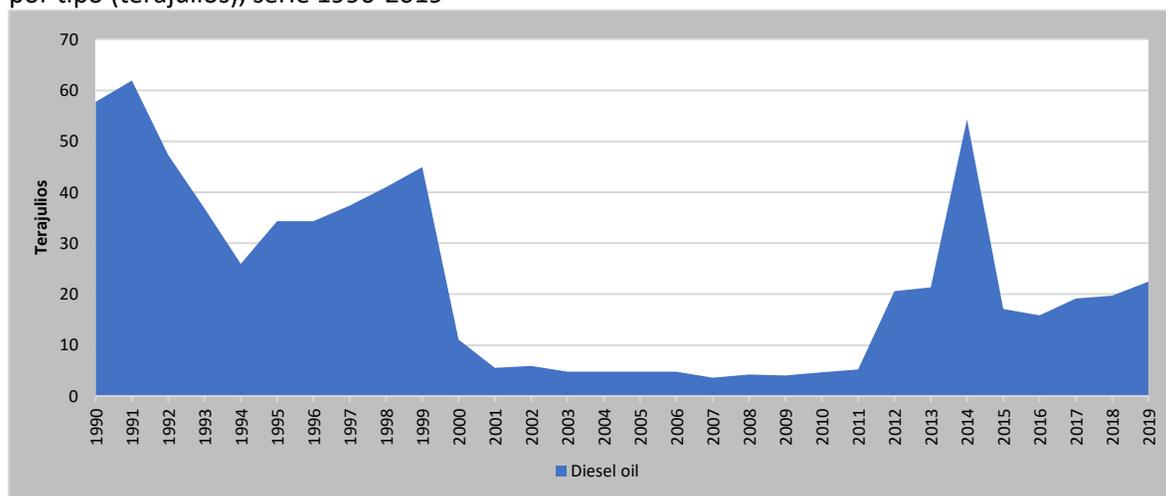
En la Tabla 3.26 y las Figuras 3.16, 3.17 se presenta un resumen de DA utilizados, y en el Anexo 3.1.1 los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

Tabla 3.26. Industrias de la energía: consumo de combustible por fuente y tipo (terajulios)

Año	1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	1.A.1.b. Refinación del petróleo				
	Diesel oil	Nafta	Otro queroseno	Gas/Diesel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo
1990	57,74	1,67	0,00	11,71	324,26	0,42
1995	34,31	8,79	0,42	9,20	0,42	1,67
2000	11,13	15,37	0,00	4,25	0,00	5,62
2005	4,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2010	4,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2015	17,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	19,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	19,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	22,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

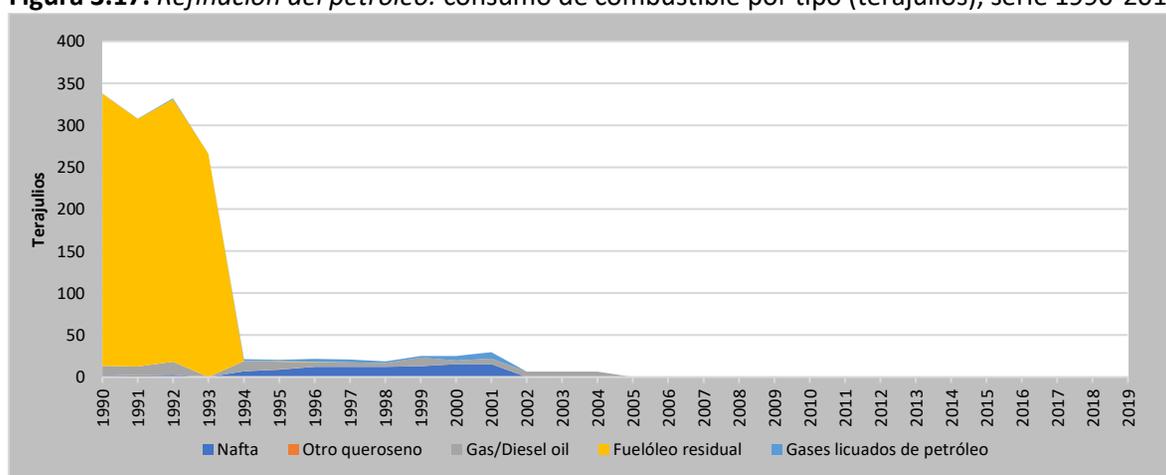
Fuente: BEN, 2021; y, el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3.16. Producción de electricidad y calor como actividad principal: consumo de combustible por tipo (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: BEN, 2021; y, el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3.17. Refinación del petróleo: consumo de combustible por tipo (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: BEN, 2021.

3.2.7.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Los FE empleados para el cálculo de las emisiones de GEI de la subcategoría fueron tomados por defecto por tipo de combustible, del Volumen 2, Capítulo 2, Cuadro 2.2 de las *Directrices del IPCC de 2006* para todos los GEI estimados como se muestra en la Tabla 3.27 y el Anexo 3.1.2.

Tabla 3.27. Industrias de la energía: factores de emisión (kg/TJ) aplicados por combustible

Combustible	FE - CO ₂	FE - CH ₄	FE - N ₂ O
Nafta	73.300,00	3,00	0,60
Otro queroseno	71.900,00	3,00	0,60
Gas/Diesel oil	74.100,00	3,00	0,60
Fuelóleo residual	77.400,00	3,00	0,60
Gases licuados de petróleo	63.100,00	1,00	0,10

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

3.2.7.3. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2019, ha sido estimada para cada tipo de combustible y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 3.28 y la evaluación de incertidumbre en el Anexo 2.

Tabla 3.28. Industrias de la energía: incertidumbre combinada por fuente, por combustible y por cada GEI

Fuente	Combustible	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(±) %	(±) %	(±) %
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	Líquido	CO ₂	10,00	7,00	12,21
		CH ₄	10,00	150,00	150,33
		N ₂ O	10,00	100,00	100,50
1.A.1.b. Refinación del petróleo	Líquido	CO ₂	20,00	7,00	21,19
		CH ₄	20,00	150,00	151,33
		N ₂ O	20,00	100,00	101,98

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

La fuente refinación del petróleo no ocurre en el 2019 por tanto no se estima su incertidumbre combinada en ese año.

3.2.7.4. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

La serie se considera consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta subcategoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 1) y con la misma fuente de dato (BEN). Los vacíos de información fueron llenados mediante un mismo método estadístico.

3.2.7.5. Nuevos cálculos de la subcategoría

En la Tabla 3.29 se muestra un comparativo de emisiones. Para el actual INGEI se adoptaron valores de PCG del AR5 del IPCC, mas no se registra diferencias significativas con el INGEI anterior.

Tabla 3.29. Industrias de la energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,42		
INGEI actual	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,42	1,47	1,67
Diferencia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Diferencia %	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.7.6. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la subcategoría para los futuros inventarios:

- Relevar datos históricos de combustible diésel utilizado por la ANDE en sus centrales termoeléctricas, recurriendo a los registros de la institución.
- Relevar datos históricos de combustibles utilizados por PETROPAR para la refinación de petróleo, recurriendo a los registros de la institución.
- Apoyar y participar en las acciones que viene desarrollando el VMME/MOPC a través del proceso de armonización del lenguaje a nivel nacional en el subsistema de energía conforme a las recomendaciones de Naciones Unidas y alineados a los requerimientos del INGEI, para desglosar el consumo de combustibles por actividad en los datos del BEN y unificar criterios de elección de factores de conversión para la elaboración de los balances energéticos.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de licencias ambientales y realización de auditorías ambientales.
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

3.2.8. Industrias manufactureras y de la construcción (FCR 1.A.2)

3.2.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

Incluyen las emisiones por la quema de combustibles en la industria, la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias (IPCC, 2006).

A nivel país no se cuenta con datos desagregados por tipo de industrias, más el VMME/MOPC cuenta con estadísticas nacionales considerando los diferentes tipos de combustibles (carbón mineral, GLP, gasolina, diésel, fuel oil, otro kerosene, etanol, carbón vegetal, leña y otras biomásas).

El comportamiento del consumo de combustible en el sector industrial depende en gran medida de la utilización de leña y otras biomásas, siendo el coque de petróleo y el fuel oil los más relevantes de origen fósil, utilizado en industrias minerales, químicas, entre otros.

La presente subcategoría contribuye en un 3,77 % al total del sector energía para el 2019 con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.

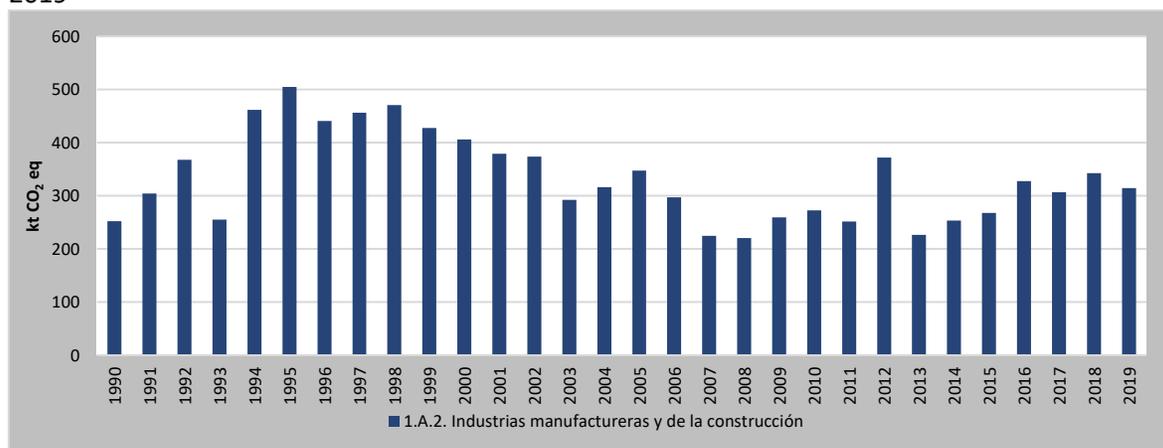
En 2019, las emisiones de GEI contabilizaron 314,26 kt CO₂ eq. Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 24,56 % y 2,45 % con respecto al 2017, tal como se observa en la Tabla 3.30 y Figura 3.18. En Anexo 5.5 se presenta los resultados de toda la serie.

Tabla 3.30. Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI (kt CO₂ eq)

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	252,30	505,03	405,95	347,63	272,71	267,76	306,76	342,41	314,26
Total	252,30	505,03	405,95	347,63	272,71	267,76	306,76	342,41	314,26

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.18. Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.8.2. Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

En la Tabla 3.31 se presenta un resumen de las metodologías aplicadas por fuente y por tipo de GEI.

Tabla 3.31. Industrias manufactureras y de la construcción: resumen de métodos aplicados por fuente

Fuente	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.2.a. Hierro y acero	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.b. Metales no ferrosos	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.c. Sustancias químicas	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.f. Minerales no metálicos	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.g. Equipo de transporte	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.h. Maquinaria	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.j. Madera y productos de la madera	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.k. Construcción	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.l. Textiles y cueros	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.m. Industria no especificada	IE	IE	IE	IE	IE	IE

Referencias: T1 = nivel 1; D = por defecto; IE = incluida en otro lugar.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Para la estimación de emisiones de CO₂, N₂O y CH₄ se utilizan metodologías de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* al no tratarse de una categoría principal (ver Anexo 1). De esta forma, se utilizan los FE por defecto y DA nacional.

Para aplicar una estimación de emisión de Nivel 1 se requiere aplicar las Ecuaciones 3.3 y para calcular el total de emisiones por gas de la subcategoría de fuente, se suman las emisiones calculadas en la Ecuación 3.3 para todos los combustibles, como se indica en la Ecuación 3.4.

3.2.8.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

Se utilizan datos estimados de quema del combustible procedente de las estadísticas nacionales de energía (BEN), considerando los diferentes tipos de combustible: carbón mineral, GLP, gasolina, diésel, fuel oil, otro kerosene, etanol, carbón vegetal, leña y otras biomásas.

El comportamiento del consumo de combustible en industrias depende en gran medida de la utilización de leña y otras biomásas, siendo el fuel oil el más relevante entre los de origen fósil, utilizado para la producción de cemento y vidrio principalmente, incorporándose el consumo de coque de petróleo en los últimos años, así como un ligero aumento de antracita en los últimos años, utilizado para la producción de acero y cemento. Se puede decir que el consumo, tanto de fuel oil como de antracita, depende en gran medida de su demanda como combustible en las industrias mencionadas. El aumento en la demanda de antracita en los últimos años puede atribuirse a su utilización en la producción de acero por parte de la empresa ACEPAR S.A., que entre los años 2014 a 2018, arrendó sus instalaciones a la empresa VETORIAL S.A. Sin embargo, esta última ha enfrentado numerosos problemas operativos en los últimos años y actualmente se encuentra inactiva. Además, desde el año 2014, ha comenzado la operación de una industria privada de cemento, lo que también podría haber contribuido al aumento en la demanda de antracita.

El comportamiento del consumo de GLP presenta irregularidades en la serie histórica, lo cual puede ser explicado por el ingreso de contrabando, no reflejándose esto en los datos oficiales. Se observa también la ausencia de datos de GLP, kerosene, gasolina y etanol, anteriores al año 2004. Esto se explica por la no contabilización de dichos consumos en el BEN considerando que la administración de dichos datos por parte del VMME/MOPC se inició en el año 1999, siendo antes realizado por la STP. También se debe considerar que en el año 1997 se implementa la digitalización de los registros de Aduanas a través del sistema SOFIA.

También se explica la ausencia de datos del consumo de diésel en industria desde el año 2000, pasando luego a ser incluido en transporte del BEN. Las disminuciones presentadas en la serie temporal del consumo de leña y otras biomásas en industria se puede explicar por el aumento sostenido del consumo de electricidad de fuente hidroeléctrica, relacionado con la ampliación de la cobertura de la red de distribución de energía eléctrica.

Según justificación realizada por el VMME/MOPC con respecto al comportamiento de los combustibles correspondientes a esta subcategoría, tenemos que el consumo de fuel oil en los períodos 1997-1999 y 2002-2004, coincide aproximadamente con el comportamiento del valor agregado (en moneda nacional a precios constantes) por la suma de los sectores económicos, industria más construcción, lo que explicaría parcialmente dicho comportamiento. En los años 2007-2008, el consumo coincide aproximadamente con el comportamiento del valor agregado (en moneda nacional a precios constantes) para el sector económico industria (descontando construcción), lo que explicaría parcialmente dicho comportamiento.

Respecto al consumo de antracita se menciona que considerando el valor de consumo más alto registrado de este producto (año 2018), la antracita representa el 0,05 % del consumo final total de combustibles fósiles a nivel nacional y el 0,02 % del consumo final total de energía. En el periodo 1990-2004, no se dispone de consumos registrados en el VMME/MOPC completando los vacíos mediante métodos estadísticos.

El consumo de carbón vegetal en industria está vinculado a la producción de acero. En general el comportamiento del consumo de dicha biomasa y la producción de acero crudo tienen un comportamiento relativamente similar. En los períodos 1994-1997 y 1999-2001, se observan ciertas fluctuaciones que asumimos estarían explicadas por las condiciones del proceso productivo. En período anterior a 1999, los balances fueron elaborados por la STP. No se dispone de elementos que pudieran explicar el comportamiento del consumo de leña en ese período o si se trata de errores de cálculo, registro o estimación. En período 2000-2001, el comportamiento del consumo de leña en estos períodos coincide aproximadamente con el comportamiento del valor agregado (en moneda nacional a precios constantes) para el sector económico industria (descontando construcción), lo que explicaría parcialmente dicho comportamiento.

De la misma manera, el consumo de diésel en período anterior a 1999 se obtiene de datos de los BEN elaborados por la STP. No se dispone de elementos que pudieran explicar el comportamiento del consumo en ese período o si se trata de errores de cálculo, registro o estimación. A partir del BNEU realizado en 2011, se conoce que se registran consumos de diésel en industrias estarían en torno al 1,60 % del consumo total del producto a nivel nacional. Sin embargo, siguiendo la metodología aplicada en el balance en términos de energía final que se elabora anualmente, estos consumos están registrados en transporte. Los consumos de gasolina registrados para industria representan alrededor del 0,20 % del consumo total del producto, siendo éste aún menor de acuerdo con lo registrado en el BNEU del año 2011. Estos consumos no están vinculados directamente a los niveles de producción o gestión del sector por lo que no resulta evidente una razón que explique el comportamiento observado.

Los tratamientos estadísticos realizados a los datos para el llenado de vacíos de la presente subcategoría fueron: el método estadístico de tendencia lineal al punto para otro querosén, GLP, nafta y etanol; el método estadístico interpolación/extrapolación lineal para diésel; y, el método estadístico de imputación con media geométrica para carbón mineral descrito en el Anexo 5.1.

En la Tabla 3.32 y Figura 3.19 se presenta un resumen de DA utilizados, y en el Anexo 3.1.1 los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

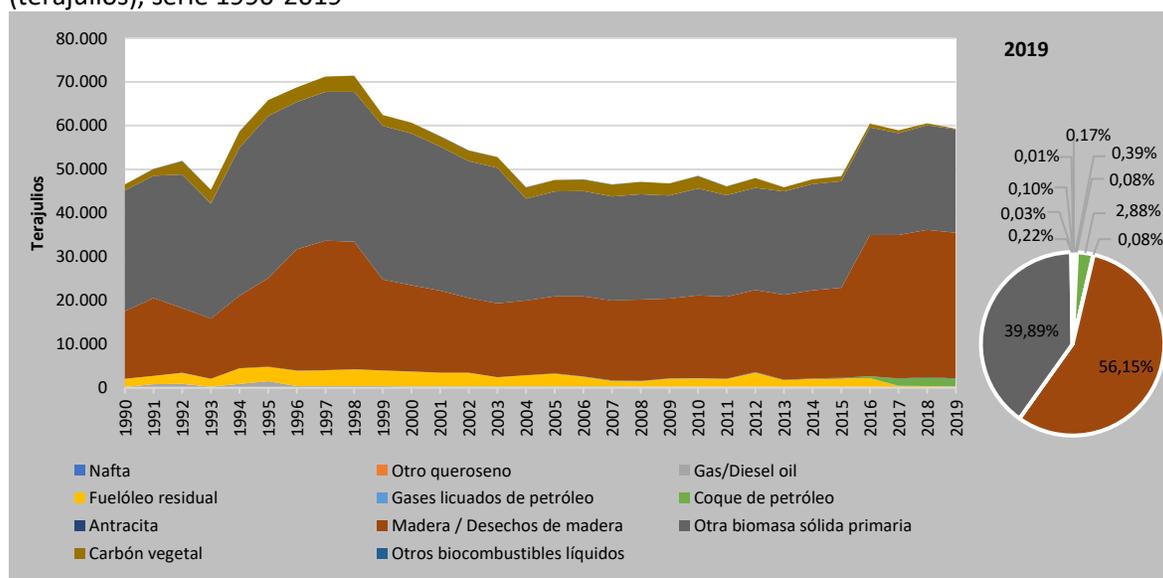
Tabla 3.32. Industrias manufactureras y de la construcción: consumo de combustible por tipo (terajulios)

Año	Nafta	Otro queroseno	Gas/Diesel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Coque de petróleo	Antracita	Madera / Desechos de madera	Otra biomasa sólida primaria	Carbón vegetal	Otros biocombustibles líquidos
1990	53,80	34,95	55,23	1.928,82	11,33	0,00	0,33	15.398,29	27.658,13	1.408,84	21,85
1995	54,87	29,05	1.413,78	3.349,71	4,18	0,00	0,45	20.207,72	37.112,29	3.672,21	21,36
2000	55,94	23,16	252,21	3.341,18	30,64	0,00	1,62	19.754,34	34.754,61	2.448,14	20,87
2005	52,81	21,45	207,79	2.898,93	67,66	0,00	8,79	17.639,58	24.065,95	2.592,49	21,96
2010	58,96	5,03	163,37	1.931,81	64,54	0,00	4,95	18.909,34	24.484,77	2.829,22	19,49
2015	58,96	6,28	143,85	1.879,50	42,40	0,00	108,70	20.614,85	24.440,40	1.094,45	19,49
2017	58,96	6,62	121,08	198,43	42,91	1.635,86	39,91	32.851,70	23.334,48	633,11	19,49
2018	58,96	6,62	109,69	172,00	48,85	1.892,50	157,46	33.691,28	23.930,79	441,13	19,49
2019	58,96	6,62	98,30	232,43	49,10	1.707,98	48,12	33.355,38	23.692,09	132,22	19,49

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015; información proporcionada por VMME/MOPC, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3.19. Industrias manufactureras y de la construcción: consumo de combustible por tipo (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015; información proporcionada por VMME/MOPC, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

3.2.8.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Los FE empleados para el cálculo de las emisiones de GEI de la subcategoría son valores por defecto por tipo de combustible, siendo extraídos del Volumen 2, Capítulo 2, Cuadro 2.3 de las *Directrices del IPCC de 2006* para todos los GEI estimados como se muestra en la Tabla 3.33 y el Anexo 3.1.2.

Tabla 3.33. Industrias manufactureras y de la construcción: factores de emisión (kg/TJ) aplicados por combustible

Combustible	FE - CO ₂	FE - CH ₄	FE - N ₂ O
Nafta	73.300,00	3,00	0,60
Otro queroseno	71.900,00	3,00	0,60
Gas/Diesel oil	74.100,00	3,00	0,60
Fuelóleo residual	77.400,00	3,00	0,60
Gases licuados de petróleo	63.100,00	1,00	0,10
Coque de petróleo	97.500,00	3,00	0,60
Antracita	98.300,00	10,00	1,50
Madera / Desechos de madera	112.000,00	30,00	4,00
Otra biomasa sólida primaria	100.000,00	30,00	4,00
Carbón vegetal	112.000,00	200,00	4,00
Otros biocombustibles líquidos	79.600,00	3,00	0,60

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

3.2.8.3. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2019, ha sido estimada para cada tipo de combustible y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 3.34 y la evaluación de incertidumbre en el Anexo 2.

Tabla 3.34. Industrias manufactureras y de la construcción: incertidumbre combinada por combustible y por cada GEI

Combustible	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
Sólido	CO ₂	20,00	7,00	21,19
	CH ₄	20,00	150,00	151,33
	N ₂ O	20,00	100,00	101,98
Líquido	CO ₂	20,00	7,00	21,19
	CH ₄	20,00	150,00	151,33
	N ₂ O	20,00	100,00	101,98
Biomasa	CO ₂	100,00	7,00	100,24
	CH ₄	100,00	150,00	180,28
	N ₂ O	100,00	100,00	141,42

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

3.2.8.4. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

La serie se podría considerar parcialmente consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta subcategoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 1) y con las mismas fuentes de datos (BEN) a excepción del consumo de diésel en industrias para los años 2011 y su actualización en el 2013, cuyos datos fueron extraídos de los BNEU generados por el VMME/MOPC, además de la actualización del BNEU del 2018 generados por la Consultoría para la Elaboración de una Prospectiva Energética de la República del Paraguay 2018-2050 del PNUD, y así también el consumo de antracita para el año 2015 cuyo dato fue ajustado según recomendación del VMME/MOPC. Los vacíos de información según tipo de combustible fueron llenados mediante un mismo método estadístico.

3.2.8.5. Nuevos cálculos de la subcategoría

En la Tabla 3.35 se presenta un comparativo de emisiones. Para el actual INGEI se adoptaron valores de PCG del AR5 del IPCC y se han actualizado los datos estadísticos correspondientes a los consumos de diésel para los años 2000-2010, 2012, 2014-2017, cuyos valores fueron descontando de transporte terrestre, según recomendación del VMME/MOPC.

Tabla 3.35. Industrias manufactureras y de la construcción: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	249,29	498,83	411,86	349,91	270,80	262,22	300,28		
INGEI actual	252,30	505,03	405,95	347,63	272,71	267,76	306,76	342,41	314,26
Diferencia	3,01	6,20	-5,91	-2,27	1,91	5,55	6,48		
Diferencia %	1,19%	1,23%	-1,46%	-0,65%	0,70%	2,07%	2,11%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.8.6. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la subcategoría para los futuros inventarios:

- Establecer los vínculos necesarios con las organizaciones pertinentes (MIC, empresas privadas, etc.) a los efectos de posibilitar la desagregación del consumo de combustible por tipo de industria (hierro y acero, metales no ferrosos, sustancias químicas, etc.).
- Apoyar y participar en las acciones que viene desarrollando el VMME/MOPC a través del proceso de armonización del lenguaje a nivel nacional en el subsistema de energía conforme a las recomendaciones de Naciones Unidas y alineados a los requerimientos del INGEI, para desglosar el consumo de combustibles por actividad en los datos del BEN y unificar criterios de elección de factores de conversión para la elaboración de los balances energéticos.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de licencias ambientales y realización de auditorías ambientales.
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

3.2.9. Transporte (FCR 1.A.3)

3.2.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

Según las *Directrices del IPCC del 2006*, esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en todas las actividades del transporte nacional (aéreo, terrestre, ferrocarriles, navegación, etc.), excluyendo el transporte militar y el transporte internacional (marítimo y aéreo), que se reportan por separado.

En el caso del INGEI de Paraguay, en esta subcategoría se consideran las actividades de transporte aéreo nacional, terrestre y ferrocarriles. Las demás subcategorías no son reportadas debido a la falta de disponibilidad de datos, estando incluidas dentro del transporte terrestre.

La subcategoría transporte representa, para el año 2019, un 88,14 % al total de emisiones de GEI del sector energía, con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. En dicho año, las emisiones de GEI alcanzaron 7.353,39 kt CO₂ eq. Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 336,77 % y con respecto al 2017 se ha producido un aumento del 2,05 %.

El principal impulsor lo constituye el transporte terrestre, donde también está incluido el consumo de combustible en la navegación, maquinarias agrícolas, de construcción, entre otros; representando en el año 2019 el 99,57 % de las emisiones de la subcategoría transporte. Cabe mencionar que se contaba con transporte por ferrocarril hasta el año 2001, el cual tenía locomotoras a vapor que utilizaban como combustible la biomasa.

En cuanto a la contribución de la aviación nacional, se tienen emisiones de GEI resultantes del tráfico civil de pasajeros y de carga que parten y llegan al mismo país (vuelos comerciales, privados, agrícolas, etc.) como se menciona en las *Directrices del IPCC de 2006*, con un aporte del 0,43 % a las emisiones de la subcategoría transporte. La cantidad de GEI estimada en transporte se presenta en la Tabla 3.36 y en la Figura 3.20.

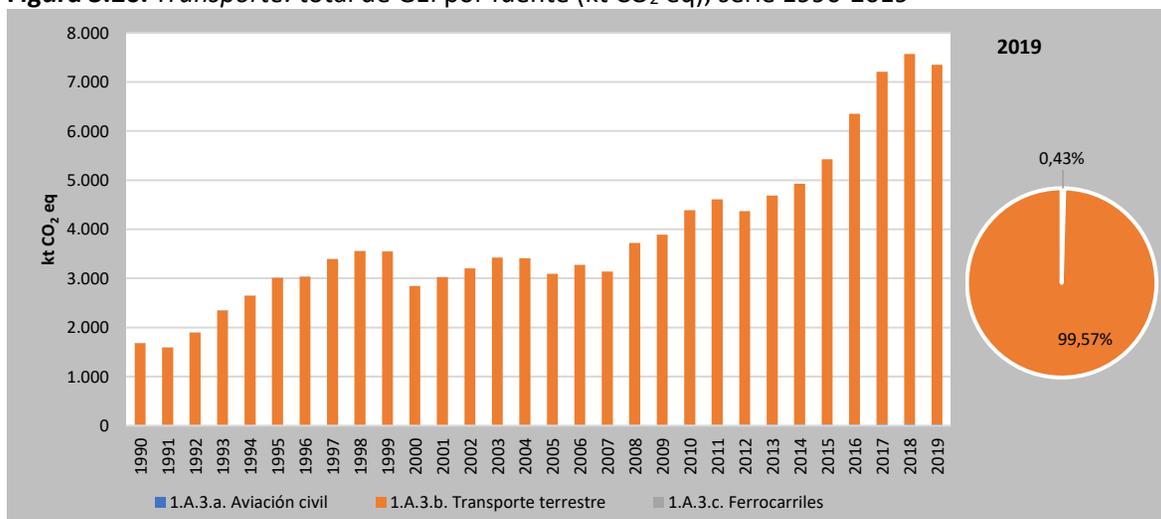
Tabla 3.36. Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq)

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A.3.a. Aviación civil	7,92	9,69	4,97	7,44	16,00	21,03	28,29	29,93	31,33
1.A.3.b. Transporte terrestre	1.672,59	2.997,78	2.833,95	3.087,46	4.372,77	5.405,94	7.177,15	7.543,78	7.322,06
1.A.3.c. Ferrocarriles	3,08	3,11	2,81	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Total	1.683,59	3.010,58	2.841,73	3.094,91	4.388,76	5.426,97	7.205,44	7.573,71	7.353,39

Referencia: NO= no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.20. Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.9.2. Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

La siguiente tabla presenta un resumen de las metodologías aplicadas por fuente y por tipo de GEI.

Tabla 3.37. Transporte: resumen de métodos aplicados por fuente

Fuente	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.A.3. Transporte	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO
1.A.3.a. Aviación civil	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.a.i. Aviación internacional (Tanques internacionales)	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.a.ii. Aviación de cabotaje	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.b. Transporte terrestre	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO
1.A.3.b.i. Automóviles	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.b.i.1. Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.b.i.2. Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.b.ii. Camiones para servicio ligero	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.b.ii.1. Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.b.ii.2. Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.b.iv. Motocicletas	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.b.v. Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.b.vi. Catalizadores basados en urea	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.A.3.c. Ferrocarriles	T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.d.i. Navegación marítima y fluvial internacional (tanques internacionales)	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.d.ii. Navegación marítima y fluvial nacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.e. Otro transporte	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO	IE, NO
1.A.3.e.i. Transporte por gasoductos	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.A.3.e.ii. Todo terreno	IE	IE	IE	IE	IE	IE

Referencias: T1 = nivel 1; D = por defecto; IE = incluida en otro lugar; NA = no aplicable; NO = no ocurre
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Aviación de cabotaje

Se aplica método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* al no tratarse de una categoría principal (ver Anexo 1) el cual se basa en una cantidad agregada de datos sobre el consumo de combustible para la aviación multiplicada por los FE por defecto.

Se realizan estimaciones de las emisiones de la aviación nacional, por separado de la aviación internacional mediante la Ecuación 3.6 y teniendo en cuenta los combustibles utilizados son sumadas en la Ecuación 3.4, estimando así las emisiones relacionadas al consumo de combustible jet A1 para motores a turbina y aeronauta, ambos combustibles para vuelos locales.

Transporte terrestre

Por ser considerada categoría principal (ver Anexo 1) de acuerdo con las evaluaciones de nivel y tendencia (según IBA3), correspondería aplicar las estimaciones de CO₂ en un Nivel 2. Sin embargo, al no contar con datos de contenido de carbono, factor de oxidación y valor calórico neto (inferior), entre otros parámetros de los combustibles quemados en transporte terrestre específicos del país, se opta por estimar en un Nivel 1.

El Nivel 1 parte de la estimación de cantidad por tipo de combustible quemado (que se considera igual al combustible vendido), FE por defecto para CO₂, CH₄, N₂O y los factores de contenido de carbono por defecto. El cálculo de emisiones se representa en la Ecuación 3.7 y teniendo en cuenta los combustibles utilizados son sumadas en la Ecuación 3.4.

Ecuación 3. 7. Emisión de CO₂ del transporte terrestre

$$Emisión = \sum_a [Combustible_a \cdot EF_a]$$

Donde:

Emisión = Emisiones de CO₂ (kg)

Combustible_a = combustible vendido (TJ)

EF_a = factor de emisión (kg/TJ). Es igual al contenido de carbono del combustible multiplicado por 44/12.

a = tipo de combustible (p. ej., gasolina, diésel, gas natural, GLP, etc.)

Fuente: Ecuación 3.2.1; Capítulo 3; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006.

El FE de CO₂ toma en cuenta todo el carbono del combustible, incluido el que se emite en forma de CO₂, CH₄, CO, Compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COVDM) y el material particulado. El carbono presente en el combustible derivado de la biomasa se declara como elemento informativo y no se contabiliza en los totales, para evitar el cómputo doble, puesto que las emisiones netas de la biomasa ya se contabilizan en el sector UTCUTS. Aunque las emisiones de CO₂ del carbono biogénico no estén incluidas en los totales del sector energía, la quema de biocombustibles en las fuentes móviles genera CH₄ y N₂O antropogénicos, que se calculan y declaran en las estimaciones de las emisiones de este sector, según se indica en las *Directrices del IPCC del 2006*.

Para estimar las emisiones de CH₄ y N₂O de los vehículos terrestres, la metodología aplicada se basa en el combustible vendido, empleando FE por defecto basados en el tipo de combustible. La ecuación correspondiente al método de Nivel 1 para estimar el CH₄ y N₂O de los vehículos terrestres y es la siguiente:

Ecuación 3. 8. Emisiones de Nivel 1 de CH₄ y N₂O del transporte terrestre

$$Emisión = \sum_a [Combustible_a \cdot EF_a]$$

Donde:

Emisiones = emisión de CH₄ y N₂O en kg

EF_a = factor de emisión (kg/TJ)

Combustible_a = combustible consumido, (TJ) (representado por el combustible vendido)

a = tipo de combustible a (p. ej., diésel, gasolina, gas natural, GLP)

Fuente: Ecuación 3.2.3; Capítulo 3; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006

La ecuación correspondiente al método de Nivel 1 implica los siguientes pasos:

Paso 1: determinar la cantidad por tipo de combustible consumido para el transporte terrestre, mediante datos nacionales.

Paso 2: para cada tipo de combustible, multiplicar la cantidad de combustible consumido por los FE por defecto de CH₄ y N₂O adecuados.

Paso 3: las emisiones de cada contaminante se suman en todos los tipos de combustible.

En un Nivel 2, las emisiones de CH₄ y N₂O son más difíciles de estimar con exactitud que las del CO₂ porque los FE dependen de la tecnología del vehículo, del combustible y de las condiciones de uso.

Ferrocarriles

Para el caso de ferrocarriles, se aplica el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* al no tratarse de una categoría principal (ver Anexo 1), basado en el consumo del combustible utilizado por los FE por defecto, de acuerdo con la siguiente ecuación:

Ecuación 3. 9. Método general para las emisiones procedentes de las locomotoras

$$Emisiones = \sum_j (Combustible_j \cdot EF_j)$$

Donde:

Emisiones = emisiones (kg)

Combustible_j = tipo de combustible j consumido (representado por el combustible vendido) en (TJ)

EF_j = factor de emisión por tipo de combustible j, (kg/TJ)

j = tipo de combustible

Fuente: Ecuación 3.4.1; Capítulo 3; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006

3.2.9.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

La principal fuente de DA la constituyen las estadísticas nacionales de energía del BEN, donde se tienen datos del consumo de los diferentes tipos de combustible utilizados en el sector de transporte.

Aviación de cabotaje

Los datos recopilados de consumo de combustible de la aviación civil provienen de las estadísticas nacionales de energía (BEN), de la DINAC y también se obtuvieron datos del principal emblema proveedor de combustibles para aviación.

Para la aviación nacional se utilizaron datos de consumo de aeronauta provistos por DINAC y datos de consumo de jet kerosene obtenidos a partir del BEN, con datos de fracción de consumo jet kerosene a nivel nacional provistos por el emblema.

Para los vuelos de cabotaje se utilizan dos tipos de combustibles: la aeronauta que representa el total consumido en el país y jet kerosene cuyo consumo estimado en vuelos de cabotaje representa el 10 % del total. Como los datos proporcionados por la DINAC son a partir del año 2005 y los del BEN a partir de 1996, se aplicaron métodos estadísticos de media geométrica para el llenado de vacíos de información en los primeros años de ambos combustibles descrito en el Anexo 5.1.

Transporte terrestre

Las emisiones procedentes de los vehículos terrestres (autos, camionetas, motos, vehículos de carga, entre otros) se generan de los combustibles vendidos dentro del territorio nacional (GLP, etanol, diésel y gasolina), cuyos datos se obtienen del BEN.

Considerando la falta de información discriminada de los combustibles utilizados para actividades de navegación, éstos forman parte del global correspondiente a esta fuente. Respecto a las estadísticas del BEN referente al consumo de gasolina en el transporte terrestre, éstas incluyen a la aeronauta, por tal motivo fueron descontados los valores provistos por DINAC.

El consumo de GLP está relacionado en gran medida al precio del petróleo y sus derivados y la tecnología utilizada en los vehículos. También se puede mencionar con respecto al GLP, el ingreso de contrabando procedente de Bolivia, no reflejándose este consumo en los datos oficiales.

El comportamiento del consumo de etanol está directamente relacionado al uso de vehículos alcohólicos y al aumento de vehículos con motores flex en los últimos años. Según justificación realizada por el VMME/MOPC, el balance de etanol se elabora siguiendo un procedimiento metodológico ascendente siendo el consumo final el cálculo de partida. Este se estima a partir de los porcentajes de mezcla contenidos en las ventas de gasolina en las estaciones de servicio, lo cual es regulado por el MIC. Las variaciones observadas en el consumo de etanol están en correspondencia con las políticas implementadas por el Gobierno para el uso del etanol y la formación respecto a los niveles de mezcla.

El comportamiento del consumo de diésel se encuentra muy relacionado a las variables económicas reflejado en el PIB. La disminución en el consumo de gasolina en los años 2000 y 2001 coincide con una crisis económica y posterior recuperación. A partir de 2007 se presenta un aumento significativo del parque automotor por la importación de vehículos usados de menor costo y el consecuente aumento de gasolina. También se observa que el aumento en los años 2013 y 2014 coincide con la disminución del precio de la gasolina.

Cabe aclarar también, con respecto a la metodología de relevamiento de datos en el BEN, que, de acuerdo con justificaciones realizadas por el VMME/MOPC, los consumos de gasolina de motor y diésel para el sector del transporte se elaboran según la metodología de balance descendente. Esta metodología comienza con la oferta de diésel y gasolina y determina después la forma en que cada una de ellas ha sido utilizada. Esta sucesión lógica conduce a lo que cabe denominar el balance energético descendente, cuya forma general es la siguiente:

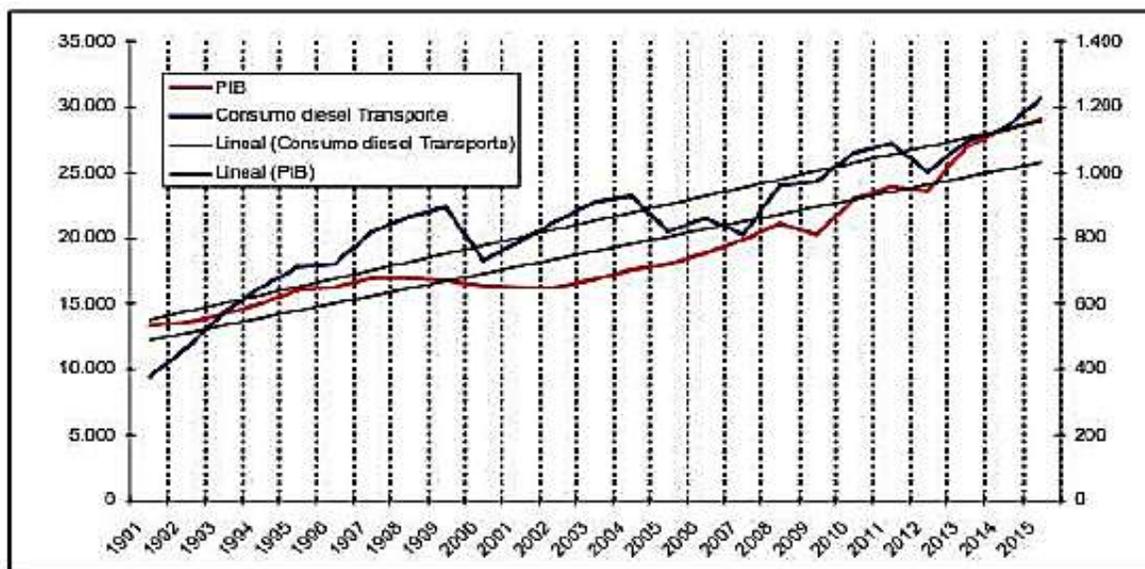
Ecuación 3. 10. Consumo final sector transporte

$$\text{Importaciones (de acuerdo a registros de la DNA) + Ventas (de acuerdo a registros del MIC) + Variación de inventarios (de acuerdo a registros de PETROPAR complementados con estimados de otras fuentes) = Consumo final sector transporte}$$

Fuente: VMME/MOPC, 2018.

La metodología utilizada en la elaboración del balance de diésel y gasolina da lugar a que puedan producirse diferencias (a juicio del VMME/MOPC no significativas) respecto al dato del consumo si éste se hubiese registrado por el método ascendente. Estas diferencias pueden estar asociadas a errores, por ejemplo, en la determinación de la variación de inventarios. Una variable que puede ser asociada a los niveles de consumo registrado es el comportamiento del PIB. En el caso específico del diésel, el coeficiente de correlación para la serie 1991-2015 entre el consumo de diésel y el PIB en valores constantes es de 0,89 (relativamente alto). La relación entre los niveles de consumo de diésel (en ktep) y el comportamiento del PIB se puede observar en el siguiente gráfico donde además están representadas las tendencias lineales que caracterizan el comportamiento de ambas series de tiempo (ver Figura 3.21).

Figura 3.21. Correlación entre PIB y consumo de Diesel, serie 1991-2015



Fuente: Departamento de Planificación y Estadística-VMME/MOPC, s.a.

En el período anterior a 1999, los BEN fueron elaborados por la STP, no disponiéndose de elementos que pudieran explicar el comportamiento del consumo en ese período o si se trata de errores de cálculo, registro o estimación.

Ferrocarriles

Las locomotoras que operaron en Paraguay funcionaron hasta el año 2001. Las mismas funcionaban a vapor mediante la combustión de leña, dejando de funcionar como servicio suburbano de pasajeros en 1999, cesando totalmente sus actividades en el año 2001. Estos datos fueron obtenidos de las estadísticas nacionales disponibles en el BEN.

En la Tabla 3.38 y las Figuras 3.22, 3.23, 3.24 se presenta un resumen de los DA utilizados, en el Anexo 3.1.1 los valores para toda la serie temporal y en el Anexo 5.1 una descripción de los métodos estadísticos aplicados.

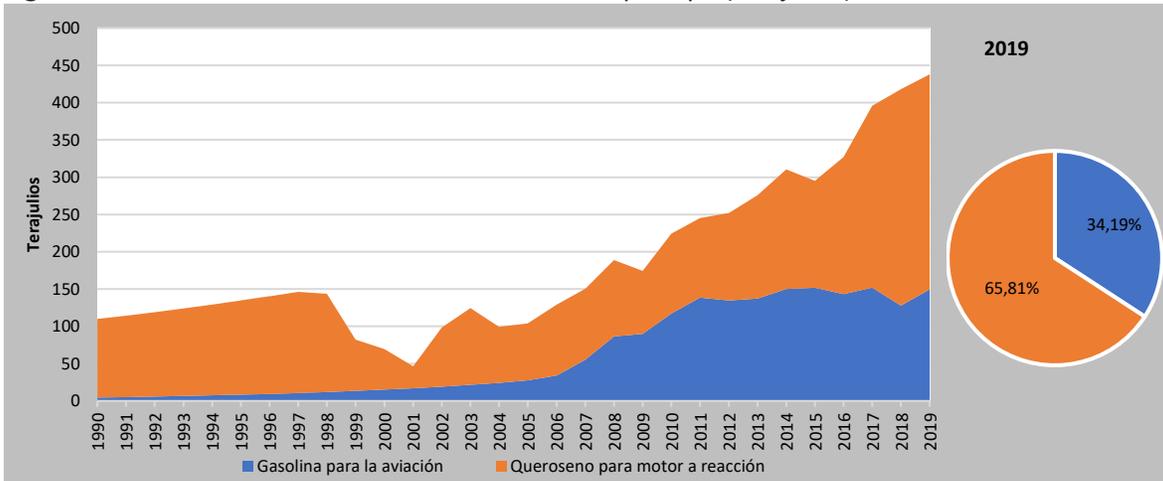
Tabla 3.38. Transporte: consumo de combustible por fuente y tipo (terajulios)

Año	1.A.3.a. Aviación civil		1.A.3.b. Transporte Terrestre				1.A.3.c. Ferrocarriles
	Gasolina para la aviación	Queroseno para motor a reacción	Gasolina para motores	Gas/Diesel oil	Gases licuados de petróleo	Otros biocombustibles líquidos	Madera / Desechos de madera
1990	4,69	105,33	5.683,46	16.359,44	460,66	640,15	325,35
1995	8,46	126,22	10.146,95	29.839,87	424,68	252,71	328,36
2000	15,27	54,08	7.119,40	30.484,60	506,61	49,99	296,73
2005	27,56	76,34	6.555,07	34.141,39	684,15	660,85	0,00
2010	117,17	107,30	13.605,47	44.167,15	730,58	2.973,34	0,00
2015	151,66	143,46	20.639,01	51.170,30	435,05	5.175,87	0,00
2017	151,94	243,83	29.908,57	65.855,12	344,08	6.290,37	0,00
2018	127,93	290,21	32.873,76	67.836,71	344,08	6.868,30	0,00
2019	149,75	288,26	31.267,17	66.215,01	347,52	8.133,48	0,00

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

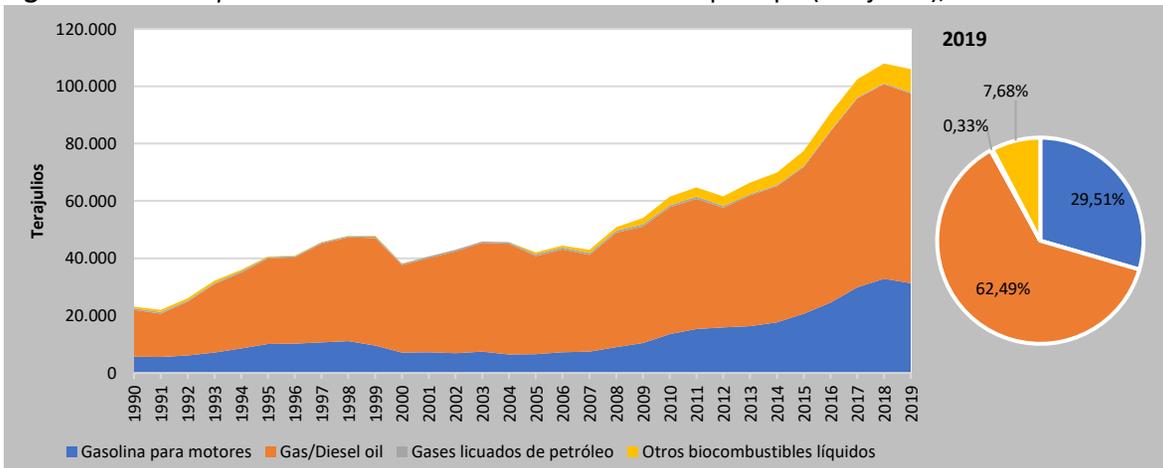
Fuente: BEN, 2021; información proporcionada por DINAC, 2020; VMME/MOPC, 2018; y, Emblema, 2018.

Figura 3.22. Aviación civil: consumo de combustible por tipo (terajulios), serie 1990-2019



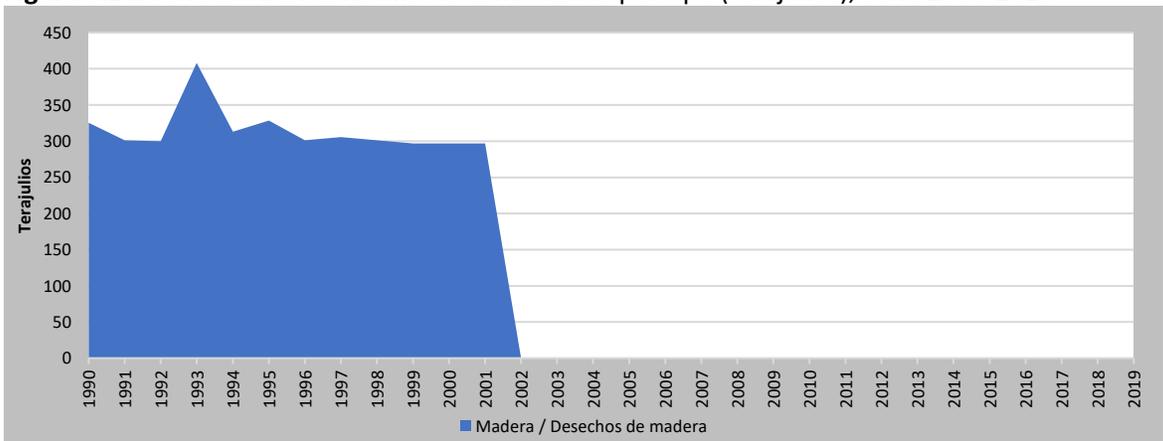
Fuente: BEN, 2021; información proporcionada por DINAC, 2020; VMME/MOPC, 2018; y, Emblema, 2018.

Figura 3.23. Transporte terrestre: consumo de combustible por tipo (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: BEN, 2021; información proporcionada por DINAC, 2020; y, VMME/MOPC, 2018.

Figura 3.24. Ferrocarriles: consumo de combustible por tipo (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: BEN, 2021.

3.2.9.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Los FE empleados para el cálculo de las emisiones de GEI de la subcategoría son valores por defecto por tipo de combustible siendo extraídos de las Directrices del IPCC de 2006 para todos los GEI estimados, específicamente del Volumen 2, Capítulo 1, Cuadro 1.4 y Capítulo 3, Cuadro 3.2.1 y 3.2.2 para transporte terrestre; Capítulo 2, Cuadro 2.4 para ferrocarriles; y, Capítulo 3, Cuadro 3.6.4 y 3.6.5 para la aviación de cabotaje como se visualiza en la Tabla 3.39 y el Anexo 3.1.2.

Tabla 3.39. Transporte: factores de emisión (kg/TJ) aplicados por combustible

Combustible	FE - CO ₂	FE - CH ₄	FE - N ₂ O
Gasolina para la aviación	70.000,00	0,50	2,00
Queroseno para motor a reacción	71.500,00	0,50	2,00
Gasolina para motores	69.300,00	33,00	3,20
Gas/Diesel oil	74.100,00	3,90	3,90
Gases licuados de petróleo	63.100,00	62,00	0,20
Otros biocombustibles líquidos	79.600,00	18,00	41,00
Madera / Desechos de madera	112.000,00	300,00	4,00

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

3.2.9.3. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2019, ha sido estimada para cada tipo de combustible y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 3.40 y la evaluación de incertidumbre en el Anexo 2.

Tabla 3.40. Transporte: incertidumbre combinada por fuente, por combustible y por cada GEI

Fuente	Combustible	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(±) %	(±) %	(±) %
1.A.3.a - Aviación civil	Líquido	CO ₂	5,00	5,00	7,07
		CH ₄	5,00	100,00	100,12
		N ₂ O	5,00	150,00	150,08
1.A.3.b - Transporte terrestre	Líquido	CO ₂	5,00	5,00	7,07
		CH ₄	5,00	3,00	5,83
		N ₂ O	5,00	3,00	5,83
	Biomasa	CO ₂	100,00	7,00	100,24
		CH ₄	100,00	150,00	180,28
		N ₂ O	100,00	100,00	141,42
1.A.3.c. Ferrocarriles	Biomasa	CO ₂	100,00	7,00	100,24
		CH ₄	100,00	150,00	180,28
		N ₂ O	100,00	100,00	141,42

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

La fuente ferrocarriles no ocurre en el 2019 por tanto no se estima su incertidumbre combinada en ese año.

3.2.9.4. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

La serie se podría considerar parcialmente consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta subcategoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método

(Nivel 1) y con las mismas fuentes de datos (BEN) a excepción de los combustibles extraídos de transporte como el consumo de diésel de industrias para los años 2011, 2013, 2018 en los BNEU y así también los datos de gasolina de aviación provistos por la DINAC del periodo 2005-2019, ambos incluidos dentro de transporte en el BEN según indicación del VMME/MOPC. Los vacíos de información según tipo de combustible fueron llenados mediante un mismo método estadístico y extraídos también de transporte en los años posteriores a 1999 para diésel y en los años iniciales hasta 2004 para gasolina.

3.2.9.5. Nuevos cálculos de la subcategoría

En la Tabla 3.41 se presenta un comparativo de emisiones. Para el actual INGEI se adoptaron valores de PCG del AR5 del IPCC y se han actualizado los datos estadísticos correspondientes a los consumos de diésel consumido en industrias manufactureras y de la construcción para los años 2000-2010, 2012, 2014-2017, cuyos valores fueron descontando de transporte terrestre, según recomendación del VMME/MOPC.

Tabla 3.41. Transporte: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	1.685,25	3.012,80	2.833,48	3.092,69	4.394,73	5.442,58	7.224,85		
INGEI actual	1.683,59	3.010,58	2.841,73	3.094,91	4.388,76	5.426,97	7.205,44	7.573,71	7.353,39
Diferencia	-1,66	-2,22	8,24	2,22	-5,97	-15,61	-19,41		
Diferencia %	-0,10%	-0,07%	0,29%	0,07%	-0,14%	-0,29%	-0,27%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.9.6. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la subcategoría para los futuros inventarios:

- Establecer acciones pertinentes con la DINAC y/o propiciar las condiciones para la creación de registros desagregados del consumo de combustibles en la aviación entre vuelos nacionales e internacionales, a fin de complementar esta acción, realizar un dictamen de expertos que mejore la estimación utilizada actualmente sobre la fracción de combustibles en vuelos nacionales e internacionales en la serie temporal y transparentar la definición de nacional e internacional considerada por las partes suministradoras de DA, y realizar los ajustes pertinentes, de modo de demostrar coherencia con la definición de las *Directrices del IPCC de 2006*.
- Desagregar el consumo de combustibles en la navegación entre nacionales e internacionales a través de estrategia conjunta con actores involucrados (VMME y VMT del MOPC, MIC, DGMM, entre otros).
- Identificar laboratorios y realizar análisis laboratorial de muestras representativas de los combustibles utilizados en el transporte terrestre del país, con el fin de obtener parámetros que construyan los factores de emisión específicos.
- Establecer los vínculos necesarios con las organizaciones pertinentes (VMT/MOPC, Registro automotor, DNA, entre otras) a los efectos de posibilitar la desagregación del consumo de combustible por tipo de transporte (motos, autos, camiones, etc.).

- Establecer vínculos con los organismos competentes a los efectos de relevar datos de consumo de combustibles de vehículos y maquinaria móvil utilizados en actividades de agricultura, silvicultura, pesca, industria, construcción, residencial, todo terreno, equipos de apoyo de tierra de los aeropuertos, etc.
- Relevar datos de consumo de lubricantes en motores de dos tiempos.
- Apoyar y participar en las acciones que viene desarrollando el VMME/MOPC a través del proceso de armonización del lenguaje a nivel nacional en el subsistema de energía conforme a las recomendaciones de Naciones Unidas y alineados a los requerimientos del INGEI, para desglosar el consumo de combustibles por actividad en los datos del BEN y unificar criterios de elección de factores de conversión para la elaboración de los balances energéticos.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de licencias ambientales y realización de auditorías ambientales.
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

3.2.10. Otros sectores (FCR 1.A.4)

3.2.10.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en edificios comerciales e institucionales, en los hogares y en actividades relacionadas con la agricultura, la silvicultura y la pesca según las *Directrices del IPCC de 2006*.

De las fuentes que incluyen esta subcategoría, en el presente INGEI se reportan comercial / institucional y residencial. Para agricultura / silvicultura / pesca se consideran que sus emisiones por quema de combustibles están incluidas en transporte terrestre, debido a la falta de desagregación de datos oficiales proporcionados por el VMME/MOPC a través del BEN.

La fuente comercial / institucional corresponde a emisiones relacionadas a la quema de combustibles para cocción, calentamiento de agua, calefacción, transporte interno, entre otros artefactos. Mientras que en la fuente residencial se consideran las emisiones de la quema de combustibles en los hogares o residencias para iluminación, cocción, calentamiento de agua, calefacción, entre otros artefactos como se indica en el BNEU (2011).

La presente subcategoría contribuye en un 8,07 % al total del sector energía para el 2019 con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O que, en dicho año, las emisiones de GEI alcanzaron 673,33 kt CO₂ eq. Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 7,96 % y con respecto al 2017 se ha producido una disminución del 2,23 %.

El principal impulsor en esta subcategoría es residencial, cuyas emisiones contribuyen al 97,10 % del total en el año 2019. En esta fuente el principal combustible es la biomasa, utilizada en las cocinas de los hogares, y el GLP entre los combustibles fósiles como sustituto de la biomasa en conjunto con la electricidad.

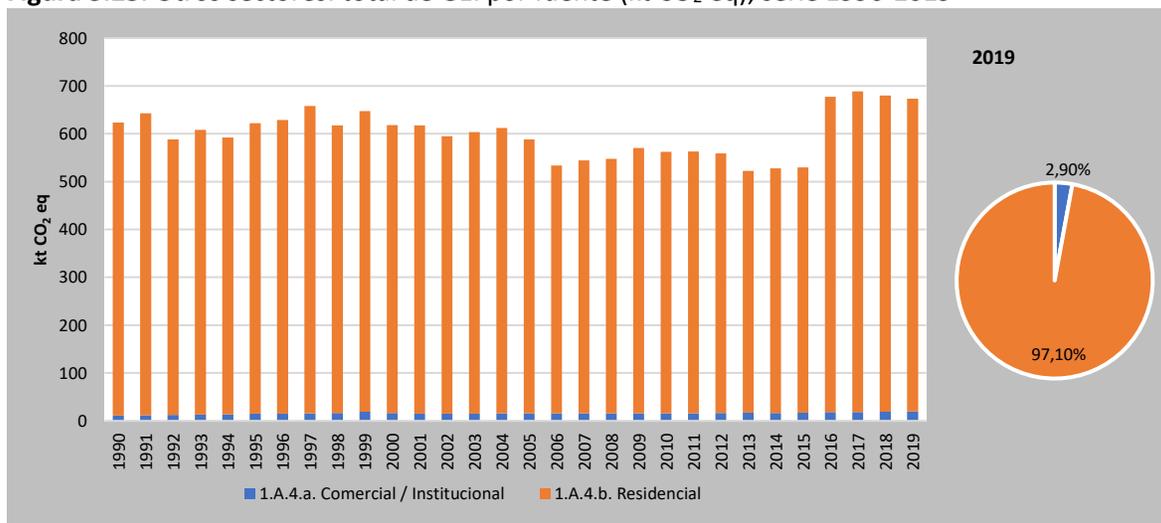
La cantidad de GEI estimada en otros sectores se presenta en la Tabla 3.42 y en la Figura 3.25.

Tabla 3.42. Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq)

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.A.4.a. Comercial / Institucional	11,38	14,82	16,70	15,76	15,52	16,97	18,46	19,41	19,52
1.A.4.b. Residencial	612,33	607,17	601,57	572,37	546,47	512,77	670,20	660,79	653,81
Total	623,70	621,99	618,28	588,13	561,98	529,75	688,66	680,19	673,33

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.25. Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.10.2. Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* al no tratarse de una categoría principal (ver Anexo 1). Se describe más arriba, en la Sección 3.2.2, las ecuaciones utilizadas (Ecuación 3.3 y 3.4), con DA del BEN y FE por defecto.

En la siguiente tabla resumen se presentan las metodologías aplicadas por fuente y por tipo de GEI.

Tabla 3.43. Otros sectores: resumen de métodos aplicados por fuente

Fuente	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.A.4. Otros sectores	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.4.a. Comercial / Institucional	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.4.b. Residencial	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.4.c. Agricultura / silvicultura / pesca	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.4.c.i. Estacionaria	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.4.c.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.4.c.iii. Pesca (combustión móvil)	IE	IE	IE	IE	IE	IE

Referencias: T1 = nivel 1; D = por defecto; IE = incluida en otro lugar.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.10.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

Todos los DA de las emisiones de la subcategoría provienen de los BEN de las series anuales desde 1990 hasta el 2019.

El VMME/MOPC realizó tratamientos a los datos disponibles en el BEN debido a que los mismos estaban agregados para las fuentes comercial / institucional y residencial. Esta desagregación fue realizada a partir de los datos del BNEU (2011) extrapolando las fracciones de cada fuente para toda la serie. De esta forma se pudo estimar la fracción del total para comercial / institucional por separado de residencial.

En la fuente comercial / institucional, el comportamiento del consumo de leña en la serie temporal podría deberse a la sustitución gradual de dicho combustible por GLP y electricidad, utilizados principalmente en los establecimientos gastronómicos para la cocción de alimentos. El consumo de carbón vegetal y GLP está relacionado a su uso en cocción de alimentos en servicios de comida, estando más vinculado a las áreas urbanas y suburbanas. Respecto al fuel oil, si bien el consumo es ínfimo, su uso estaría relacionado al funcionamiento de calderas de baja presión u hornos en establecimientos comerciales, hospitales o edificios.

En cuanto a la fuente residencial, el consumo de leña presenta una tendencia en disminución que puede deberse a la sustitución gradual de dicho combustible por GLP y electricidad, utilizados principalmente en las cocinas de los hogares. El consumo de carbón vegetal presenta un gradual aumento, el cual está relacionado a usos específico, no tanto en un uso diario, sino en la cocción de ciertos alimentos (asado) de hogares, más vinculado a áreas urbanas y semiurbanas. Además, se puede mencionar que, a diferencia de la leña, en este caso predomina un mercado más organizado desde la producción hasta el consumo final. El consumo de GLP en residencial está relacionado principalmente con la cocción de alimentos en los hogares, teniendo una tendencia de consumo creciente, lo que no se evidencia en los registros oficiales debido al ingreso por contrabando. Se observa un consumo decreciente de otro querosén debido a la sustitución por el consumo de etanol o alcohol de quemar.

Se registraron vacíos de información de los combustibles fuel oil y etanol en el periodo 1990 al 2004, para lo cual se aplicó el método de tendencia lineal al punto para el llenado de vacíos de información descrito en el Anexo 5.1.

En la Tabla 3.44 y las Figuras 3.26, 3.27 se presenta un resumen de DA utilizados, y en el Anexo 3.1.1 los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

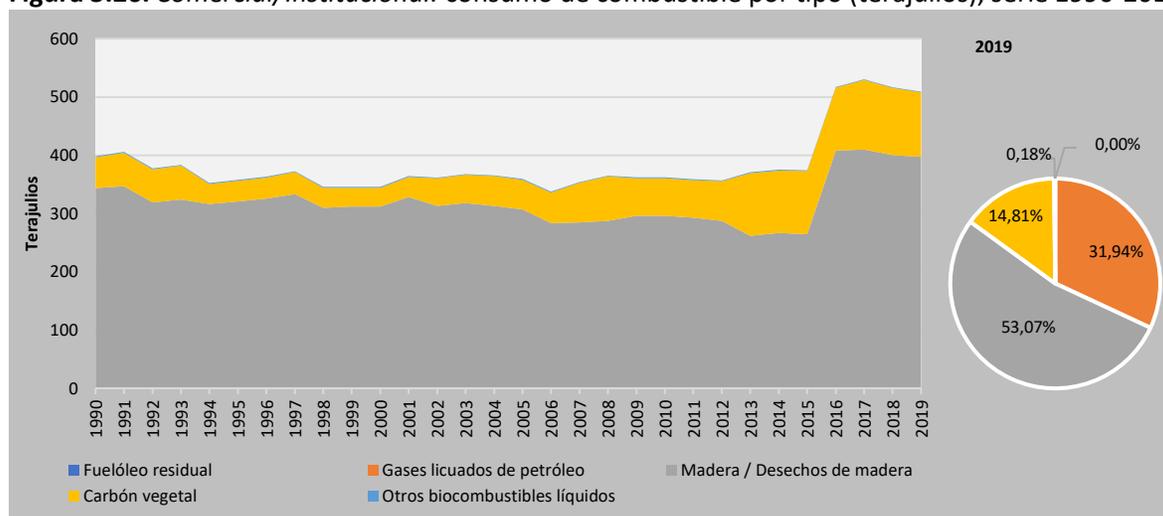
Tabla 3.44. Otros sectores: consumo de combustible por fuente y tipo (terajulios)

Año	1.A.4.a. Comercial / Institucional					1.A.4.b. Residencial					
	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Madera / Desechos de madera	Carbón vegetal	Otros biocombustibles líquidos	Otro queroseno	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Madera / Desechos de madera	Carbón vegetal	Otros biocombustibles líquidos
1990	0,04	123,60	342,30	53,33	1,47	352,71	11,07	1.749,16	47.727,84	4.049,04	19,81
1995	0,04	182,86	320,76	35,54	1,45	360,66	9,30	2.587,78	42.364,57	2.698,41	19,56
2000	0,03	214,30	312,09	32,13	1,43	199,39	7,54	3.032,68	40.205,76	2.439,11	19,32
2005	0,03	198,48	306,88	51,04	1,48	45,31	7,08	2.808,78	38.908,07	3.875,23	19,92
2010	0,01	195,00	295,83	64,74	1,38	10,30	2,77	2.759,52	36.158,19	4.915,27	18,61
2015	0,01	218,67	264,12	108,84	1,38	12,61	2,92	3.094,47	28.261,35	8.263,34	18,61
2017	0,01	219,42	409,76	119,23	1,38	13,42	1,45	3.105,11	44.348,01	9.052,06	18,61
2018	0,01	236,16	400,14	115,37	1,38	13,42	1,45	3.341,98	41.950,51	8.759,43	18,61
2019	0,01	238,91	397,00	110,76	1,38	13,42	1,45	3380,99	41168,75	8409,24	18,61

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

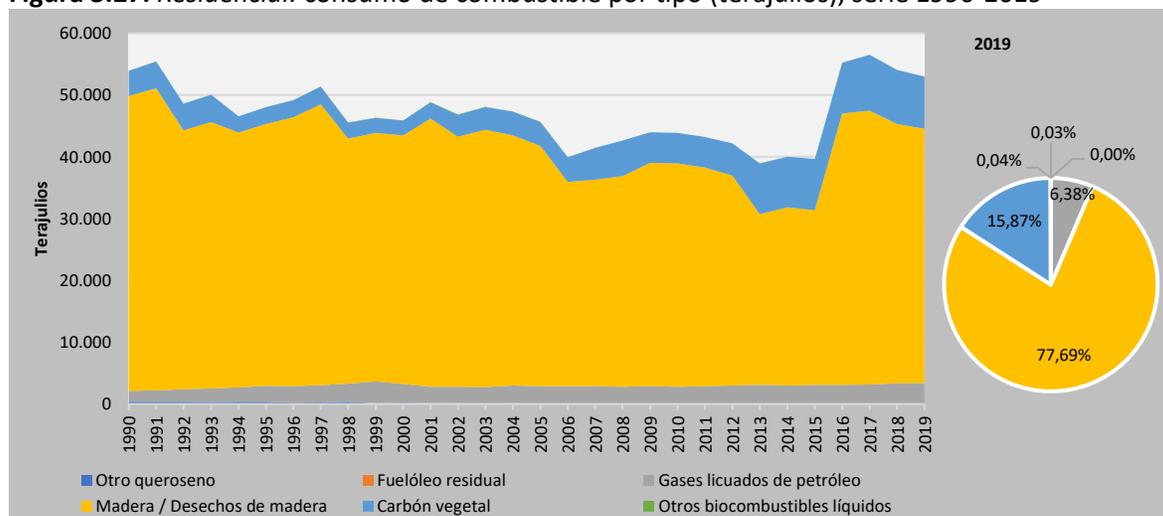
Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015; información proporcionada por VMME/MOPC, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3.26. Comercial/Institucional: consumo de combustible por tipo (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015; información proporcionada por VMME/MOPC, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3.27. Residencial: consumo de combustible por tipo (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015; información proporcionada por VMME/MOPC, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

3.2.10.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

Los FE empleados para el cálculo de las emisiones de GEI de la subcategoría son valores por defecto por tipo de combustible, lo cuales fueron tomados del Volumen 2, Capítulo 2, Cuadro 2.4 de las *Directrices del IPCC de 2006* para todos los GEI estimados como se visualiza en la Tabla 3.45 y el Anexo 3.1.2.

Tabla 3.45. Otros sectores: factores de emisión (kg/TJ) aplicados por combustible

Combustible	FE - CO ₂	FE - CH ₄	FE - N ₂ O
Otro queroseno	71.900,00	10,00	0,60
Fuelóleo residual	77.400,00	10,00	0,60
Gases licuados de petróleo	63.100,00	5,00	0,10
Madera / Desechos de madera	112.000,00	300,00	4,00
Carbón vegetal	112.000,00	200,00	1,00

Combustible	FE - CO ₂	FE - CH ₄	FE - N ₂ O
Otros biocombustibles líquidos	79.600,00	10,00	0,60

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

3.2.10.3. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2019, ha sido estimada para cada tipo de combustible y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 3.46 y la evaluación de incertidumbre en el Anexo 2.

Tabla 3.46. Otros sectores: incertidumbre combinada por fuente, por combustible y por cada GEI

Fuente	Combustible	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(±) %	(±) %	(±) %
1.A.4.a - Comercial / Institucional	Líquido	CO ₂	25,00	7,00	25,96
		CH ₄	25,00	150,00	152,07
		N ₂ O	25,00	100,00	103,08
	Biomasa	CO ₂	100,00	7,00	100,24
		CH ₄	100,00	150,00	180,28
		N ₂ O	100,00	100,00	141,42
1.A.4.b - Residencial	Líquido	CO ₂	25,00	7,00	25,96
		CH ₄	25,00	150,00	152,07
		N ₂ O	25,00	100,00	103,08
	Biomasa	CO ₂	100,00	7,00	100,24
		CH ₄	100,00	150,00	180,28
		N ₂ O	100,00	100,00	141,42

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

3.2.10.4. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

La serie se considera consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta subcategoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 1) y con las mismas fuentes de datos (BEN, distribuidas por fuente por el VMME/MOPC con base en el BNEU 2011). Los vacíos de información según tipo de combustible fueron llenados mediante un mismo método estadístico.

3.2.10.5. Nuevos cálculos de la subcategoría

En la Tabla 3.47 se presenta un comparativo de emisiones. Para el actual INGEI se adoptaron valores de PCG del AR5 del IPCC.

Tabla 3.47. Otros sectores: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	525,75	536,19	536,99	507,39	485,12	463,50	590,16		
INGEI actual	623,70	621,99	618,28	588,13	561,98	529,75	688,66	680,19	673,33
Diferencia	97,95	85,80	81,29	80,74	76,86	66,25	98,50		
Diferencia %	15,71%	13,79%	13,15%	13,73%	13,68%	12,51%	14,30%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.2.10.6. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la subcategoría para los futuros INGEI:

- Establecer vínculos con los organismos competentes a los efectos de relevar datos de consumo de combustibles de vehículos y maquinaria móvil utilizados en actividades de agricultura / silvicultura / pesca.
- Apoyar y participar en las acciones que viene desarrollando el VMME/MOPC a través del proceso de armonización del lenguaje a nivel nacional en el subsistema de energía conforme a las recomendaciones de Naciones Unidas y alineados a los requerimientos del INGEI, para desglosar el consumo de combustibles por actividad en los datos del BEN y unificar criterios de elección de factores de conversión para la elaboración de los balances energéticos.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de licencias ambientales y realización de auditorías ambientales.
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

3.2.11. No especificado (FCR 1.A.5)

Esta subcategoría incluye todas las emisiones de quema de combustible que no se hayan declarado en otra subcategoría. En particular considera la quema de combustible de actividades militares dentro del país y de manera informativa en operaciones multilaterales según las *Directrices del IPCC de 2006*.

La quema de combustible de esta subcategoría se reporta en transporte terrestre, por lo que el país lo reporta con la nomenclatura IE (incluida en otro lugar).

No fue posible estimar esta subcategoría por falta de información desagregada, se considera que con el formato de presentación actual se resguarda la confidencialidad de los usuarios, más queda como oportunidad de mejora identificar el consumo de combustible de operaciones multilaterales en ciertos años (los cuales también se desconocen) y así extraerlos de las emisiones nacionales.

3.2.12. Actividades de GCCV de la categoría Actividades de quema de combustible (1.A)

3.2.12.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para todas las subcategorías y las actividades propias del equipo técnico INGEI (ver Anexo 5.13). Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad específica de esta categoría, son las siguientes:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Elaboración de plantillas metodológicas y un resumen de este por cada fuente de la categoría.

- Revisión detallada de los datos obtenidos del BEN, BNEU, DINAC, INE, ANDE, métodos estadísticos, entre otros, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Elaboración de plantillas de datos que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas, referencias y otras informaciones, dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.
- Chequeo cruzado información pública nacional del BEN versus publicaciones del INE (1.A.1.a) y la Agencia Internacional de la Energía (AIE) (1.A.2).
- Chequeo cruzado de los datos entregados por las instituciones versus la información pública nacional e internacional (1.A.3).
- Chequeo de la importación de datos desde los BNE a la planilla consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software IPCC.
- Chequeos cruzados entre planillas de datos y cálculo, junto con chequeos dentro de hojas y libros.
- Comparación de los datos utilizados en el inventario actual con las del inventario anterior.
- Consolidación de los valores del BEN mediante vínculos automatizados en las plantillas de DA con el formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual y posibles errores asociados.
- Verificar en manejo de datos que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Plantillas de datos protegidas con contraseña.
- Plantillas de datos con verificación de ceros y uso de minigráficos.
- Creación de tabla de referencia con los factores de conversión de densidad y VCN utilizados.
- Verificación que los datos que se repiten en varios años sean consistentes.

Verificación de cálculos

- Tablas reportes generadas por el software IPCC posteriormente vinculadas a las tablas FCR elaboradas por la RedINGEI y transportadas al documento de informe.
- Verificación que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada a través de la serie temporal.
- Comparación de emisiones de GEI entre el inventario actual y el inventario anterior.
- Verificación de cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.
- Comparación de resultados del método sectorial y el método referencia.

Verificación del informe

- Verificar que las tablas y figuras correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar la exactitud y coherencia de los títulos de las tablas y figuras.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.

Verificación de la documentación

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

3.2.12.2. Garantía de la calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

3.2.12.3. Verificación

No se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

3.3. Emisiones fugitivas de combustibles (FCR 1.B)

Esta categoría abarca las emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles. Incluye todas las emisiones intencionales y no intencionales emanadas de la extracción, procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles al punto de uso final. Abarca las subcategorías de combustibles sólidos, petróleo y gas natural según las *Directrices del IPCC de 2006*.

En el país sólo se identifican las emisiones fugitivas de petróleo, específicamente para este inventario la refinación del mismo, la cual cesa sus actividades en el año 2005. No se identifica la fabricación de combustibles sólidos (actividades mineras) ni de gas natural.

3.3.1. Combustibles sólidos (FCR 1.B.1)

No se identifican actividades correspondientes a esta subcategoría, por tanto, se consideran que no ocurren en el país.

3.3.2. Petróleo y gas natural (FCR 1.B.2)

3.3.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

Según las *Directrices del IPCC de 2006* se consideran emisiones fugitivas a todas las emisiones intencionales o no intencionales de GEI liberadas durante la extracción, el procesamiento, almacenamiento y la distribución de combustibles fósiles.

Esta subcategoría comprende las emisiones fugitivas provenientes de todas las actividades de petróleo y gas natural con excepción de los aportes de la quema de combustible. Estos sistemas comprenden toda la infraestructura necesaria para producir, recopilar, procesar o refinar y llevar al mercado el gas natural y los productos derivados del petróleo. Las fuentes primarias de estas emisiones pueden incluir las fugas de equipos, pérdidas por evaporación, el venteo, la quema y las emisiones accidentales. Entre las actividades de refinación de petróleo se consideran el procesamiento de petróleo crudo, gases naturales líquidos y petróleo crudo sintético, para producir productos finales refinados (p. ej. combustibles y lubricantes).

En el ámbito nacional, Paraguay cuenta con una única refinería de petróleo, la cual es propiedad de la empresa estatal PETROPAR. Las operaciones de esta refinería fueron cerradas en el año 2005. La instalación está ubicada en el Municipio de Villa Elisa, a 15 km del centro de Asunción, en las proximidades del Río Paraguay, abarcando un área de 64 has. En consecuencia, las actividades comprendidas en esta subcategoría están relacionadas con la refinación de petróleo para la generación de productos finales refinados. El transporte de estos productos se llevaba a cabo mediante barcas, las cuales se utilizaban para la importación. Es importante señalar que las Directrices del IPCC de 2006 no proporcionan un factor de emisión por defecto para el transporte por barcas. Finalmente, cabe destacar que típicamente la refinería recuperaba la totalidad de los gases de escape, y las prácticas de venteo y/o quema en antorcha eran esporádicas.

La presente subcategoría deja de ocurrir en el país entre el 2005 y contribuye en años anteriores con emisiones fugitivas de CH₄ por el procesamiento de petróleo crudo, tal como se observa en la Tabla 3.48 y Figura 3.28.

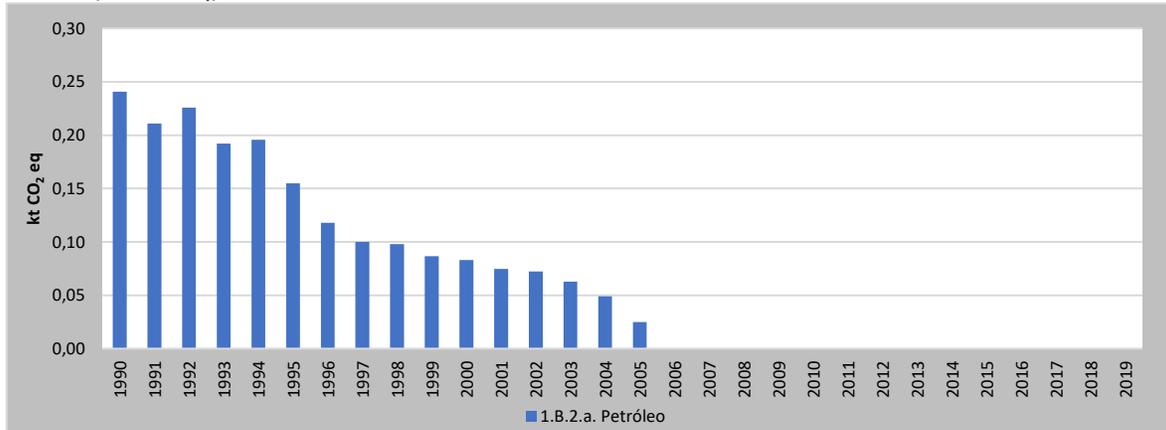
Tabla 3.48. *Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq)*

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
1.B.2.a. Petróleo	0,24	0,15	0,08	0,02	NO	NO	NO	NO	NO
Total	0,24	0,15	0,08	0,02	NO	NO	NO	NO	NO

Referencia: NO= no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 3.28. *Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2019*



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.3.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

Las emisiones fugitivas son una fuente directa de GEI debido a la liberación de CH₄. El Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* comprende la aplicación de los FE por defecto correspondientes a un parámetro de la actividad representativo (normalmente la producción) para cada segmento o subcategoría aplicable de la industria del petróleo del país.

Se aplica un método de Nivel 1 al no tratarse de una categoría principal (ver Anexo 1), con las ecuaciones que se presentan a continuación:

Ecuación 3. 11. Estimación de las emisiones fugitivas procedentes de un segmento de la industria

$$E_{gas, segmento de la industria} = A_{segmento de la industria} \cdot EF_{gas, segmento de la industria}$$

Fuente: Ecuación 4.2.1; Capítulo 4; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006.

Ecuación 3. 12. Total de emisiones fugitivas procedentes de los segmentos de la industria

$$E_{gas} = \sum_{segmento de la industria} E_{gas, segmento de la industria}$$

Donde:

E gas, segmento de la industria = Emisiones anuales (Gg)

EF gas, segmento de la industria = factor de emisión (Gg/unidad de actividad)

A segmento de la industria = valor de la actividad (unidades de actividad)

Fuente: Ecuación 4.2.2; Capítulo 4; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006.

En la siguiente tabla resumen se presentan las metodologías aplicadas por fuente y por tipo de GEI.

Tabla 3.49. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: resumen de métodos aplicados por fuente

Fuente	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.B.2. Petróleo y gas natural	NE, NA, NO	NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
1.B.2.a. Petróleo	NE, NA, NO	NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
1.B.2.a.i. Venteo	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
1.B.2.a.ii. Quema en antorcha	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
1.B.2.a.iii. Todos los demás	NE, NA, NO	NE, NA, NO	T1, NE, NO	D, NE, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
1.B.2.a.iii.1. Exploración	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.2. Producción y refinación	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.3. Transporte	NA, NO	NA, NO	NE, NO	NE, NO	NA, NO	NA, NO
1.B.2.a.iii.4. Refinación	NE, NO	NE, NO	T1, NO	D, NO	NE, NO	NE, NO
1.B.2.a.iii.5. Distribución de productos de petróleo	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NA, NO	NA, NO
1.B.2.a.iii.6. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b. Gas natural	NO	NO	NO	NO		
1.B.2.b.i. Venteo	NO	NO	NO	NO		
1.B.2.b.ii. Quema en antorcha	NO	NO	NO	NO		
1.B.2.b.iii. Todos los demás	NO	NO	NO	NO		
1.B.2.b.iii.1. Exploración	NO	NO	NO	NO		
1.B.2.b.iii.2. Producción	NO	NO	NO	NO		
1.B.2.b.iii.3. Procesamiento	NO	NO	NO	NO		
1.B.2.b.iii.4. Transmisión y almacenamiento	NO	NO	NO	NO		
1.B.2.b.iii.5. Distribución	NO	NO	NO	NO		
1.B.2.b.iii.6. Otros	NO	NO	NO	NO		

Referencias: T1 = nivel 1; D = por defecto; NE = no estimada; NA = no aplicable; NO = no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.3.2.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

La actividad considerada como fuente de emisiones fugitivas corresponde a la refinación de petróleo en el procesamiento de petróleo crudo importado. Dichas estadísticas nacionales fueron obtenidas del BEN.

La refinería estatal PETROPAR estuvo en funcionamiento hasta el año 2005, procesando petróleo crudo importado. A partir del 2006 cesaron sus actividades por no tener rentabilidad esta actividad, pasando a importar directamente los diversos combustibles derivados de petróleo.

En la Tabla 3.50 y Figura 3.29 se presenta un resumen de DA utilizados, y en el Anexo 3.1.1 los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

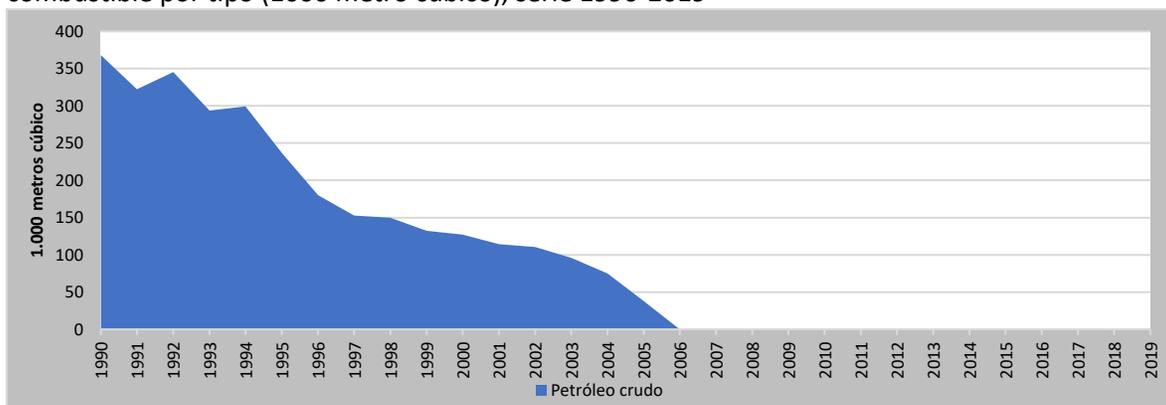
Tabla 3.50. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: consumo de combustible por tipo (1000 metro cúbico)

Año	Petróleo crudo
1990	368,09
1995	236,72
2000	127,02
2005	37,98
2010	0,00
2015	0,00

Año	Petróleo crudo
2017	0,00
2018	0,00
2019	0,00

Fuente: BEN, 2021.

Figura 3.29. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: consumo de combustible por tipo (1000 metro cúbico), serie 1990-2019



Fuente: BEN, 2021.

3.3.2.2. Factores de emisión aplicados en la subcategoría

El FE empleado para el cálculo de las emisiones de GEI es un valor por defecto por tipo de combustible, extraído del Volumen 2, Capítulo 4, Cuadro 4.2.4 de las *Directrices del IPCC 2006* para el GEI estimado como se visualiza en la Tabla 3.51 y el Anexo 3.1.2.

Tabla 3.51. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: factores de emisión (Gg CH₄/Unidad de DA) aplicados por combustible

Combustible	FE - CH ₄
Petróleo crudo	2,18,E-05

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

3.3.2.3. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2019, ha sido estimada para cada tipo de combustible y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 3.52 y la evaluación de incertidumbre en el Anexo 2.

Tabla 3.52. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: incertidumbre combinada por fuente, por combustible y por cada GEI

Fuente	Combustible	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(±) %	(±) %	(±) %
1.B.2.a. Petróleo	Líquido	CH ₄	15,00	100,00	101,12

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

La fuente Petróleo no ocurre en el 2019 por tanto no se estima su incertidumbre combinada en ese año.

3.3.2.4. Consistencia de la serie temporal de la subcategoría

La serie se considera consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta subcategoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 1) y con las mismas fuentes de datos (BEN).

3.3.2.5. Nuevos cálculos de la subcategoría

En la Tabla 3.53 se presenta un comparativo de emisiones. Para el actual INGEI se adoptaron valores de PCG del AR5 del IPCC, lo que justifica las diferencias con el inventario anterior.

Tabla 3.53. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	0,17	0,11	0,06	0,02	NO	NO	NO		
INGEI actual	0,24	0,15	0,08	0,02	NO	NO	NO	NO	NO
Diferencia	0,07	0,05	0,02	0,01	NO	NO	NO		
Diferencia %	30,00%	29,99%	29,99%	30,04%	NO	NO	NO		

Referencias: NO = no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.3.2.6. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la subcategoría para los futuros INGEI:

- Relevar información de la fuente oficial (PETROPAR).
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

3.3.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía (FCR 1.B.3)

No se identifican actividades correspondientes a esta subcategoría, por tanto, se consideran que no ocurren en el país.

3.3.4. Actividades de GCCV de la categoría Emisiones fugitivas de combustibles (1.B)

3.3.4.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría y las actividades propias del equipo técnico (ver Anexo 5.13). Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Elaboración de plantillas metodológicas y un resumen de este por cada fuente de la categoría.
- Revisión detallada de los datos obtenidos, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.

- Elaboración de plantillas de datos que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas, referencias y otras informaciones, dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.
- Comparación de los datos utilizados en el inventario actual con las del inventario anterior.
- Consolidación de los valores del BEN mediante vínculos automatizados en las plantillas de DA con el formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual y posibles errores asociados.
- Chequeo de la importación de datos desde los BEN a la planilla consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Creación de tabla de referencia con los factores de conversión de densidad y VCN utilizados.
- Plantillas de datos protegidas con contraseña.
- Plantillas de datos con verificación de ceros y uso de minigráficos.
- Verificación que los datos que se repiten en varios años sean consistentes.

Verificación de cálculos

- Tablas reportes generadas por el software del IPCC posteriormente vinculadas a las tablas FCR elaboradas por la RedINGEI y transportadas al documento de informe.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada a través de la serie temporal.
- Comparación de emisiones de GEI entre el inventario actual y el inventario anterior.
- Verificación de cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.

Verificación del informe

- Verificar que las tablas y figuras correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar la exactitud y coherencia de los títulos de las tablas y figuras.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.

Verificación de la documentación

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

3.3.4.2. Garantía de la calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

3.3.4.3. Verificación

No se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

3.4. Transporte y almacenamiento de CO₂ (FCR 1.C)

No se identifican actividades correspondientes a esta categoría, por tanto, se consideran que no ocurren en el país.

Capítulo 4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (FCR 2)

El presente capítulo abarca todas las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) resultantes de los procesos industriales y por el uso de productos.

4.1. Panorama general del sector

4.1.1. Descripción del sector

El sector procesos industriales y uso de productos (IPPU, por sus siglas en inglés) incluye categorías que abarcan actividades que generan emisiones de GEI relacionadas con los procesos de producción industrial que transforman los materiales por medios químicos o físicos, del uso de GEI en productos y de usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles, se excluyen las emisiones vinculadas a la combustión de energía.

Las categorías y subcategorías incluidas junto con los GEI que resultan de las mismas son las siguientes:

2.A. Industria de los minerales

- 2.A.1. Producción de cemento (CO₂)
- 2.A.2. Producción de cal (CO₂)
- 2.A.3. Producción de vidrio (CO₂)
- 2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos (CO₂)

2.B. Industria química

- 2.B.5. Producción de carburo (CO₂, CH₄)

2.C. Industria de los metales

- 2.C.1. Producción de hierro y acero (CO₂)
- 2.C.5. Producción de plomo (CO₂)

2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente

- 2.D.1. Uso de lubricantes (CO₂)
- 2.D.2. Uso de la cera de parafina (CO₂)

2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono

- 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado (HFC)
- 2.F.3. Protección contra incendios (HFC)

2.G. Manufactura y utilización de otros productos

- 2.G.1. Equipos eléctricos (SF₆)

La Agencia de Información Paraguaya (2020) señala que la división industrial representa el 19,00 % de la economía del país basado en datos del Banco Central del Paraguay (BCP) y emplea a 384.810 personas en forma directa según la Encuesta Permanente de Hogares Continua del 2019 realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE). El Sistema de Cuentas Nacionales del BCP destaca que dentro de la división industrial los rubros de mayor peso son el de la carne, con una participación del 13,00 %, bebidas y tabaco con 12,00 % y química con el 11,00 %. Los rubros que obtuvieron un

desempeño destacado en los últimos años fueron los productos químicos, metálicos y el de bebidas y tabaco.

En cuanto a las inversiones privadas realizadas en el periodo de agosto de 2018 a julio de 2020, bajo el régimen de la Ley 60/90 de Fomento a las inversiones y del régimen de maquila, se observa que el principal destino de las inversiones con el 88,00 %, es la división industrial, el segundo lugar lo ocupa la división de los servicios con el 7,40 %, seguido de la división agroganadero y de explotación de minas y canteras con el 4,20 % y 0,40 % respectivamente (Agencia de Información Paraguaya, 2020).

Dentro de la división industrial, el rubro metalúrgico y el de la construcción, son los principales destinos de la inversión nacional y extranjera, con una participación del 29,00 % y 24,60 %, respectivamente como menciona la Agencia de Información Paraguaya (2020).

Sin embargo, la economía del Paraguay se basa principalmente en la agricultura y ganadería. La industrialización está poco desarrollada y se reduce, principalmente, a la transformación de los productos agrícolas y ganaderos; no obstante, en las últimas décadas, la división industrial ha dado muestra de un nuevo dinamismo, favorecido y alimentado en gran medida por condiciones favorables, como la estabilidad macroeconómica, así como una política de incentivos a la inversión y producción.

4.1.2. Tendencia de los GEI del sector

Las emisiones totales del sector IPPU estimadas de GEI directos en el año 2019 fueron de 1.294,94 Kt de CO₂ eq, representando el 2,06 % del total de emisiones nacionales.

En la Tabla 4.1 y Anexo 5.4 se reporta el resumen de los resultados del inventario de 2019 del sector IPPU por gas, categoría y subcategoría; y, la tabla resumen de emisiones de 1990 en el Anexo 5.3. Adicionalmente se presentan los resultados de toda la serie temporal en los Anexos del 5.5 al 5.12.

Tabla 4. 1. Sector IPPU: emisiones por gas, categoría y subcategoría (kt) para 2019

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO _x (kt)
2.	Procesos industriales y uso de productos	664,41	8,82,E-04	NE, NA, NO	618,29	NA, NO	12,22	NA, NO	2,60,E-04	0,09	4,62	0,07
2.A.	Industria de los minerales	579,61	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.A.1.	Producción de cemento	434,50										NE
2.A.2.	Producción de cal	140,21										
2.A.3.	Producción de vidrio	1,01										
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	3,89							NE	NE	NE	NE
2.A.5.	Otros (especificar)	NO							NO	NO	NO	NO
2.B.	Industria química	0,20	8,82,E-04	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NO, NA	NE, NO, NA	NE, NO, NA	0,07
2.B.1.	Producción de amoníaco	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
2.B.2.	Producción de ácido nítrico			NO					NO			
2.B.3.	Producción de ácido adípico	NO		NO					NO	NO	NO	
2.B.4.	Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	NO		NO							NO	NO
2.B.5.	Producción de carburo	0,20	8,82,E-04						NE	NE	NE	NE
2.B.6.	Producción de dióxido de titanio	NO										
2.B.7.	Producción de ceniza de sosa	NO										
2.B.8.	Producción petroquímica y de negro de humo	NE	NE						NE	NE	NE	NE
2.B.9.	Producción fluoroquímica				NO	NO	NO	NO				
2.B.10.	Otros (Producción de ácido sulfúrico)	NA	NA	NA					NE	NE	NE	0,07
2.C.	Industria de los metales	58,97	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	2,60,E-04	0,09	3,90,E-03	0,01
2.C.1.	Producción de hierro y acero	58,21	NE						2,60,E-04	0,09	3,90,E-03	NE
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	NE	NE						NE	NE	NE	NE
2.C.3.	Producción de aluminio	NO				NO	NO		NO	NO	NO	NO
2.C.4.	Producción de magnesio	NO			NO	NO	NO		NO	NO	NO	NO
2.C.5.	Producción de plomo	0,76										0,01
2.C.6.	Producción de cinc	NO										NO
2.C.7.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	25,63	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE, NA	NE, NA	1,24,E-03	NE, NA
2.D.1.	Uso de lubricantes	24,52	NA	NA					NA	NA	NE	NA
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	1,11	NA	NA					NA	NA	NE	NA
2.D.3.	Otros (Pavimentación asfáltica)	NA	NA	NA					NE	NE	1,24,E-03	NE
2.E.	Industria electrónica	NA	NA	NA	NO	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA
2.E.1.	Circuitos integrados o semiconductores				NO	NO	NO	NO				
2.E.2.	Pantalla plana tipo TFT				NO	NO	NO	NO				
2.E.3.	Células fotovoltaicas				NO	NO	NO	NO				
2.E.4.	Fluidos de transferencia térmica				NO	NO	NO	NO				
2.E.5.	Otros (especificar)				NO	NO	NO	NO				
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	NA	NA	NA	618,29	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA	NA	NA	NA
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado				612,45	NA	NA	NA				
2.F.2.	Agentes espumantes				NO	NO	NO	NO				
2.F.3.	Protección contra incendios				5,83	NA	NA	NA				
2.F.4.	Aerosoles				NO	NO	NO	NO				

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO _x (kt)
2.F.5.	Solventes				NO	NO	NO	NO				
2.F.6.	Otras aplicaciones				NO	NO	NO	NO				
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	12,22	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.G.1.	Equipos eléctricos				NA	NA	12,22	NA				
2.G.2.	SF ₆ y PFC de otros usos de productos					NO	NO					
2.G.3.	N ₂ O de usos de productos			NE								
2.G.4.	Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.H.	Otros (Industria de la alimentación y las bebidas)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE	4,62	NE

Referencias: NA = no aplicable; NE = no estimada; NO = no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES

Algunas fuentes de emisiones dentro del sector IPPU no ocurren en el país (NO), como el caso del NF_3 al ser un gas utilizado en la industria electrónica, actividad que no se realiza en Paraguay, y otras por falta de información suficiente no fueron estimadas (NE).

La contribución porcentual del sector IPPU en el inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) pasó del 0,47 % en el año 1990 a 1,60 % en el año 2017, representando un 2,06 % en el año 2019.

El crecimiento del último año con respecto al año 1990 es del 411,11 % y con respecto al año 2017 un 29,48 %. En la serie se observa un comportamiento creciente de las emisiones de GEI, resaltando picos de emisiones en los años 1995, 2006 y 2016 y descensos notorios en los años 2001, 2011 y 2017, los cuales se pueden explicar por la relación directa con la producción de cemento, así como la refrigeración y aire acondicionado con un aumento de emisiones de HFC en los últimos años, del 2015 al 2019.

Respecto a las categorías de mayor contribución en el sector IPPU en 2019, tenemos al uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono con 47,75 %, seguido de la industria de los minerales con 44,76 %.

En la Tabla 4.2 y Figura 4.1 se puede observar el resumen del total de GEI del inventario del sector IPPU por categoría, y en el Anexo 5.5 se presentan los valores para toda la serie.

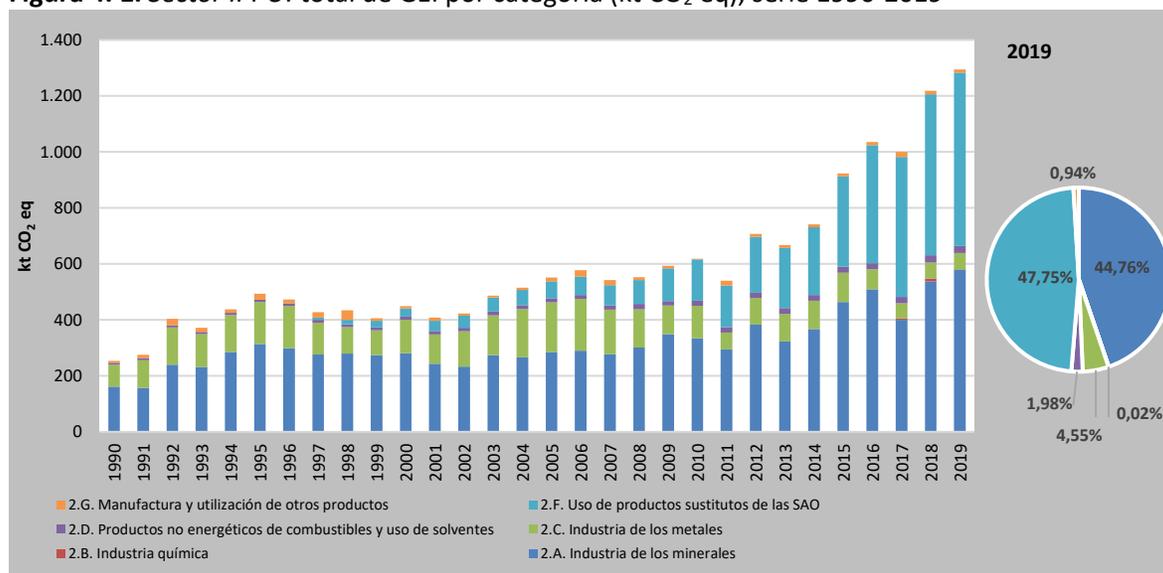
Tabla 4. 2. Sector IPPU: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq)

<i>Categoría</i>	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.A. Industria de los minerales	162,07	313,92	280,76	285,59	334,76	464,35	399,95	537,51	579,61
2.B. Industria química	NO	NO	NO	NO	NO	NO	5,07	10,96	0,22
2.C. Industria de los metales	78,18	149,50	119,17	177,16	115,94	104,27	54,27	55,78	58,97
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	7,00	8,72	11,16	14,31	17,95	21,08	23,27	26,19	25,63
2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO	NO	NO	30,22	60,85	147,68	322,67	499,67	576,06	618,29
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	6,11	20,92	7,76	13,63	2,59	10,58	17,86	11,99	12,22
Total	253,36	493,05	449,06	551,55	618,91	922,95	1.000,09	1.218,48	1.294,94

Referencia: NO= no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 4. 1. Sector IPPU: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En cuanto a las subcategorías de mayor contribución en el sector IPPU en 2019, tenemos la de refrigeración y aire acondicionado con 47,30 %, seguido de producción de cemento con 33,55 % y la producción de cal con 10,83 %.

En la Tabla 4.3 y Figura 4.2 se puede observar el resumen del total de GEI del inventario del sector IPPU por subcategoría.

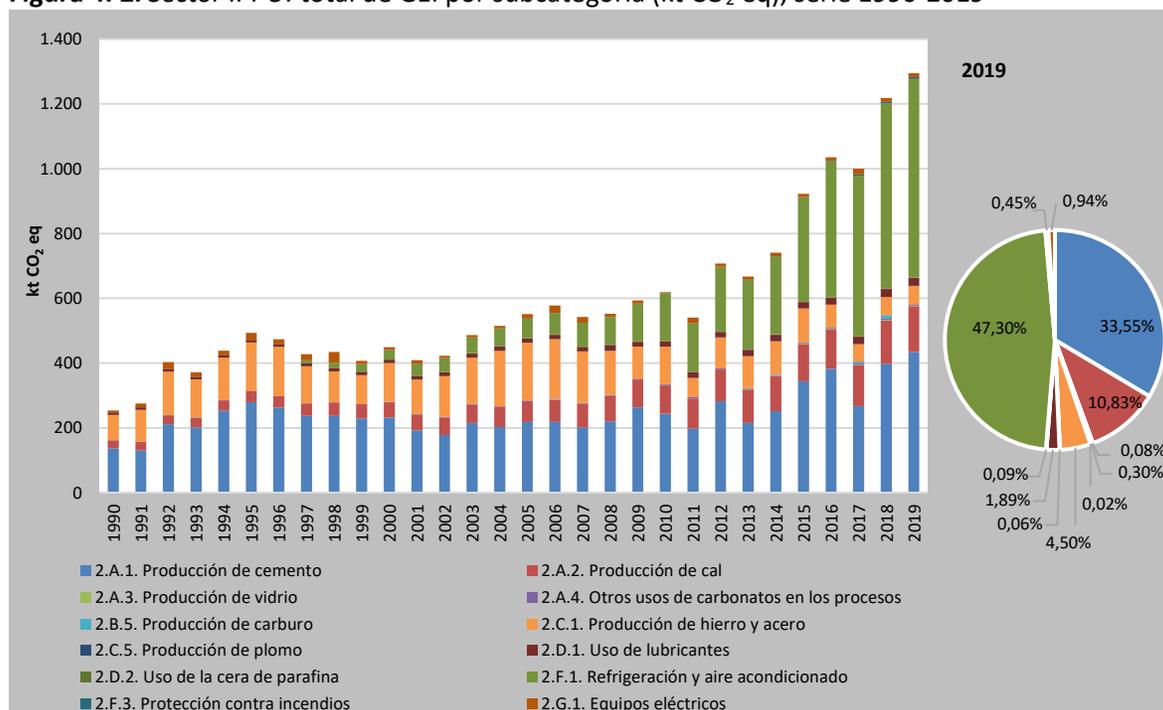
Tabla 4. 3. Sector IPPU: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.A.1. Producción de cemento	136,47	279,28	232,44	218,25	243,81	344,06	266,88	398,39	434,50
2.A.2. Producción de cal	25,02	33,80	47,19	65,21	87,84	115,09	127,28	133,65	140,21
2.A.3. Producción de vidrio	0,04	0,06	0,09	0,14	0,15	2,07	1,33	1,32	1,01
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	0,54	0,78	1,04	1,99	2,96	3,14	4,46	4,15	3,89
2.B.5. Producción de carburo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	5,07	10,96	0,22
2.C.1. Producción de hierro y acero	78,18	149,50	119,17	177,16	115,84	103,83	53,94	55,40	58,21
2.C.5. Producción de plomo	NE	NE	NE	NE	0,10	0,44	0,33	0,38	0,76
2.D.1. Uso de lubricantes	6,99	8,66	10,74	13,10	17,03	19,91	21,88	24,86	24,52
2.D.2. Uso de la cera de parafina	0,01	0,06	0,42	1,21	0,91	1,17	1,39	1,33	1,11
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	NO	NO	30,22	60,85	147,68	321,70	496,41	570,99	612,45
2.F.3. Protección contra incendios	NO	NO	NO	NO	NO	0,97	3,26	5,07	5,83
2.G.1. Equipos eléctricos	6,11	20,92	7,76	13,63	2,59	10,58	17,86	11,99	12,22
Total	253,36	493,05	449,06	551,55	618,91	922,95	1.000,09	1.218,48	1.294,94

Referencia: NE = no estimado; NO= no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 4. 2. Sector IPPU: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En el año 2019 se observa que, entre los GEI, el más significativo es el CO₂ que representa el 51,31 % del total, seguido de los HFCs con un 47,75 %, en menor medida el SF₆ con una contribución del 0,94 % y el CH₄ con el 0,002 %.

En la Tabla 4.4 y Figura 4.3 se puede observar el resumen del total de GEI del inventario del sector IPPU por cada GEI, y en los Anexos del 5.6 al 5.11 se presentan los valores del sector por cada GEI para toda la serie temporal 1990-2019.

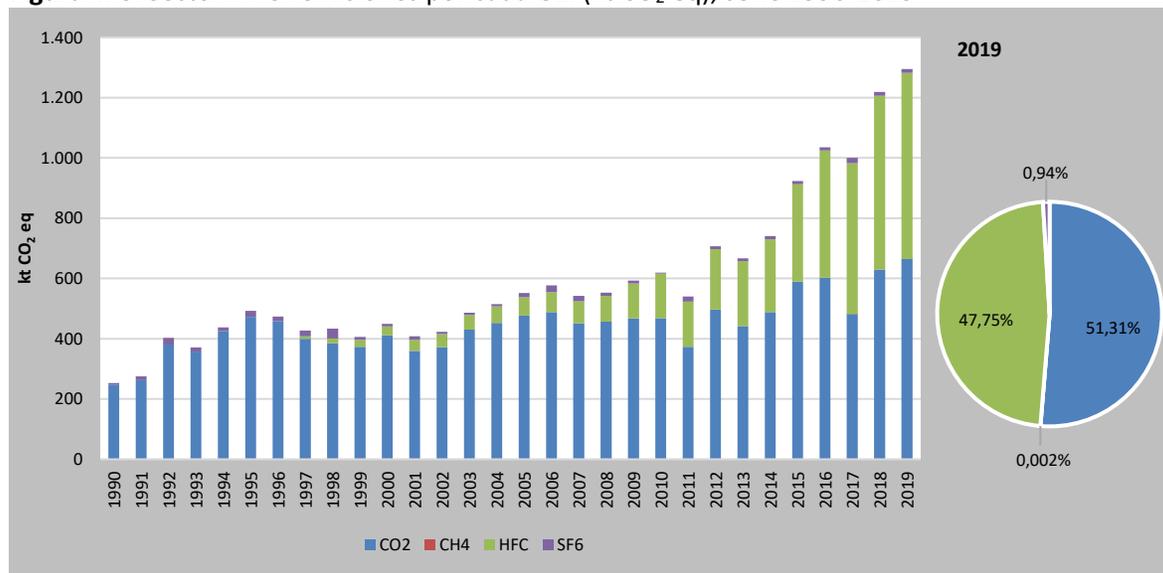
Tabla 4. 4. Sector IPPU: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq)

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
CO ₂	247,25	472,14	411,09	477,06	468,65	589,70	482,00	629,23	664,41
CH ₄	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,56	1,21	0,02
HFC	NO	NO	30,22	60,85	147,68	322,67	499,67	576,06	618,29
SF ₆	6,11	20,92	7,76	13,63	2,59	10,58	17,86	11,99	12,22
Total	253,36	493,05	449,06	551,55	618,91	922,95	1.000,09	1.218,48	1.294,94

Referencia: NO= no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 4. 3. Sector IPPU: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de las emisiones de GEI del sector IPPU se aplicaron métodos de Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3 propuestos por las *Directrices del IPCC del 2006*, utilizando como instrumento de cálculo el IPCC Inventory Software, versión 2.691.

Métodos de Nivel 2 se aplicaron para emisiones de CO₂ en la categoría de industria de los minerales (específicamente en la producción de cemento y cerámicas) y método de Nivel 3 para la estimación de emisiones en la producción de vidrio y el uso de SF₆ equipos eléctricos.

Los datos de actividad (DA) del sector IPPU son en su mayoría datos de producción de las diferentes industrias cuyos procesos conllevan a la emisión de GEI, o bien son cantidades de productos cuyo uso genera la emisión de GEI. Por lo tanto, se cuenta con una gran cantidad de fuentes de DA, parámetros y estadística que incluyen tanto al sector privado (empresas y otras entidades) como al sector público (estadísticas nacionales del INE, registros de importaciones y exportaciones de la DNA, entre otros).

Los datos proporcionados por la DNA están expresados en unidad másica (kg), y se realiza las conversiones a unidades de toneladas (t) utilizando la relación 1 t = 1.000 kg; en el caso de los productos no energéticos, se realizan las conversiones a unidades de energía (TJ) utilizando la relación 1 kt = 1.000.000 kg, y multiplicando por el valor calórico neto (VCN) 40,20 TJ/Gg de las *Directrices del IPCC de 2006*, utilizando la Ecuación 3.2 y la equivalencia entre Gg = kt para las conversiones respectivas.

Mayoritariamente, y de forma muy general, para la estimación de las emisiones del sector se usan unidades de toneladas (t) o terajulios (TJ) de sustancia producida o usada. Los DA utilizados se detallan en las secciones correspondientes a cada categoría y se presentan en el Anexo 3.2.1.

Con respecto a los FE utilizados, los mismos corresponden generalmente a valores por defecto extraídos de las *Directrices del IPCC de 2006*, a excepción de la producción de cemento donde se obtuvieron valores de planta específicas del parámetro de óxido de calcio (CaO).

En la siguiente tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 4. 5. Sector IPPU: resumen de métodos aplicados por categoría

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
	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. IPPU	T1, T2, T3, NE, NA, NO	PS, D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO	NA, NO	NA, NO	T3, NE, NA, NO	* NE, NA, NO
2.A. Industria de los minerales	T1, T2, T3, NO	PS, D, NO										
2.B. Industria química	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.C. Industria de los metales	T1, NE, NO	D, NE, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	T1, NA	D, NA	NA	NA	NA	NA						
2.E. Industria electrónica							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO							NO, T1a	NO, D	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	T3, NE, NA, NO	* NE, NA, NO
2.H. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Referencias: T1 = nivel 1; T2 = nivel 2; T3 = nivel 3; PS = planta específica; D = por defecto; NA = no aplicable; NE = no estimada; NO = no ocurre.
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.2. Industria de los minerales (FCR 2.A)

4.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría industria de los minerales incluye las emisiones de CO₂ 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 como se menciona en las *Directrices del IPCC de 2006*.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los procesos productivos de producción de cemento, cal, vidrio, materiales cerámicos y uso de ceniza de sosa o carbonato de sodio.

En el caso de la producción de cemento, el CO₂ se genera durante la producción del Clinker, el cual luego se somete a la trituración para formar el cemento. En la producción del Clinker se calcina la caliza, compuesta de carbonato de calcio (CaCO₃) para producir cal (CaO) y CO₂; la cal reacciona con la sílice, alúmina y el óxido de hierro, para formar el Clinker (IPCC, 2006).

Para la producción de cal, el óxido de calcio (CaO o cal viva) se forma al calentar la piedra caliza como resultado de la transformación de los carbonatos contenido en la misma. Este proceso se efectúa generalmente en hornos a altas temperaturas, donde como resultado de la reacción se libera CO₂. Según los requerimientos del producto (por ej., metalurgia, pulpa y papel, materiales de construcción, tratamiento de efluentes, ablandamiento de aguas, control del pH y estabilización de suelos) se utiliza principalmente la piedra caliza con fuerte proporción de calcio (calcita) (IPCC, 2006).

En el caso de la producción de vidrio, si bien existen diferentes variedades de productos, la mayor parte del vidrio producido son las de cal sodada, la cual está compuesta por sílice (SiO₂), sosa (Na₂O) y cal (CaO). Las principales materias primas que emiten CO₂ en el proceso de fabricación del vidrio son: la piedra caliza, la dolomita y la ceniza de sosa. También se utiliza como materia prima una fracción de vidrio reciclado (cullet) (IPCC, 2006).

Las Directrices del IPCC de 2006 también habla sobre la subcategoría otros usos de carbonatos incluyen a la producción de materiales cerámicos y el uso de ceniza de sosa o carbonato de sodio. Los materiales cerámicos incluyen principalmente la producción de ladrillos y tejas, así como tuberías de arcilla vitrificada, productos refractarios, productos de arcilla expandida, azulejos y cerámica para el piso, sanitarios, vajillas y ornamentos cerámicos, etc. Las emisiones relacionadas con los procesos de producción de las cerámicas provienen de la calcinación de los carbonatos contenidos en la arcilla, así como de la inclusión de aditivos. De manera análoga a los procesos de producción del cemento y de la cal, los carbonatos se calientan a altas temperaturas en un horno, lo que produce óxidos y CO₂. Es importante tener en cuenta que los datos sobre los carbonatos reflejen los carbonatos puros y no las rocas carbonatadas.

Según se menciona en las Directrices del IPCC de 2006, en el caso de la ceniza de sosa o carbonato de sodio (Na₂CO₃), la misma es utilizada en una variedad de aplicaciones, incluidas la producción de vidrio, de jabones y de detergentes, la desulfuración de gases de combustión por vía húmeda, los productos químicos, la pulpa y el papel y otros productos de consumo común. Tanto la producción como el consumo de la ceniza de sosa producen la liberación de CO₂. Las emisiones de la producción de ceniza de sosa se deben declarar en la categoría de industria química, mientras que las emisiones provenientes de su uso se declaran en esta categoría. Cabe mencionar que la ceniza de sosa utilizada en la producción de vidrio se contabiliza en la subcategoría correspondiente.

La categoría industria de los minerales presenta sólo emisiones del gas CO₂ que representa el 44,76 % del sector IPPU para el año 2019. En cuanto a su evolución en el tiempo, esta categoría tuvo un incremento del 257,63 % con respecto al año 1990 y un aumento del 44,92 % con respecto al año 2017, lo cual se debe principalmente a la contribución de la subcategoría producción de cemento con un aporte del 74,96 % al total de emisiones, siguiéndole la producción de cal con el 24,19 %.

El comportamiento de la tendencia de esta categoría está fuertemente marcado por las variaciones de la producción de cemento en la serie temporal, donde las oscilaciones observadas en las emisiones están directamente relacionadas con dichas fluctuaciones. Este comportamiento irregular de la industria de cemento se debe a variaciones en la producción de Clinker originadas, en varias ocasiones, por paradas temporales debidas al desabastecimiento de combustible (fuel oil). En el año 2015 se observa un crecimiento de la producción nacional debido a la operación de una nueva industria cementera, la cual inició sus operaciones en el segundo semestre del 2014. En el 2017 se presenta una disminución importante debido a un cambio tecnológico (fuel oil a coque de

petróleo) en una de ellas, lo cual ocasionó un importante tiempo de parada y afectó significativamente la producción de Clinker en dicho año.

Si bien en el año 2017 se observó que las emisiones tuvieron una leve disminución con respecto al año anterior debido principalmente al aumento de la importación de Clinker para la producción de cemento, esa tendencia se revirtió en los años siguientes continuando el incremento de las emisiones al 2019.

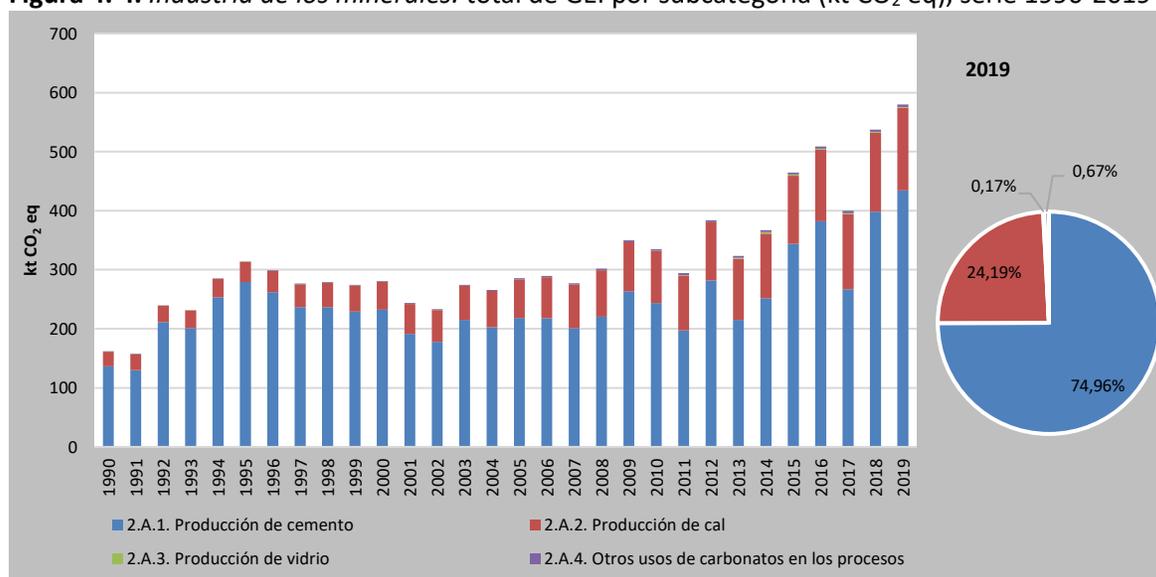
En la Tabla 4.6 y Figura 4.4 se presenta un resumen del total de GEI por subcategoría.

Tabla 4. 6. Industria de los minerales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.A.1. Producción de cemento	136,47	279,28	232,44	218,25	243,81	344,06	266,88	398,39	434,50
2.A.2. Producción de cal	25,02	33,80	47,19	65,21	87,84	115,09	127,28	133,65	140,21
2.A.3. Producción de vidrio	0,04	0,06	0,09	0,14	0,15	2,07	1,33	1,32	1,01
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	0,54	0,78	1,04	1,99	2,96	3,14	4,46	4,15	3,89
Total	162,07	313,92	280,76	285,59	334,76	464,35	399,95	537,51	579,61

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 4. 4. Industria de los minerales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría se aplicaron métodos de Nivel 1 para la producción de cal y otros usos de la ceniza de sosa usando DA país específico y FE por defecto, de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*; para la producción de cemento y cerámica se aplicaron métodos de Nivel 2 utilizando parámetros específicos; y, para la producción de vidrio se aplicó el método de Nivel 3.

Siguiendo las orientaciones del árbol de decisiones de las *Directrices del IPCC de 2006* y al no ser una categoría principal (ver Anexo 1), se podría aplicar métodos de Nivel 1, mas como se cuenta con

información suficiente de ciertas subcategorías y fuentes, se opta por estimar en niveles superiores algunas de ellas.

En la siguiente tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría, fuente y por tipo de GEI.

Tabla 4. 7. Industria de los minerales: resumen de métodos aplicados por subcategoría y fuente

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
	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.A. Industria de los minerales	T1, T2, T3, NO	PS, D, NO										
2.A.1. Producción de cemento	T2	PS										
2.A.2. Producción de cal	T1	D										
2.A.3. Producción de vidrio	T3	D										
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	T1, T2, NO	D										
2.A.4.a. Cerámicas	T2	D										
2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	T1	D										
2.A.4.c. Producción de magnesia no metalúrgica	NO	NO										
2.A.4.d. Otros	NO	NO										
2.A.5. Otros	NO	NO										

Referencias: T1 = nivel 1; T2 = nivel 2; T3 = nivel 3; PS = planta específica; D = por defecto; NA = no aplicable; NO = no ocurre.
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

A continuación, se describen las ecuaciones metodológicas utilizadas para cada subcategoría:

Producción de cemento

Se aplica metodología de Nivel 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*, para ello se utilizan datos oficiales sobre la producción de Clinker y datos sobre el contenido de CaO del Clinker a nivel de plantas industriales, expresados como un parámetro que hace al FE. La Ecuación 4.1 fue utilizada para el cálculo de emisiones de esta subcategoría.

Ecuación 4. 1. Emisiones basadas en los datos sobre producción de Clinker (Nivel 2)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = M_{cl} \cdot EF_{cl} \cdot CF_{ckd}$$

Donde:

Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ proveniente de la producción de cemento, toneladas.

M_{cl} = peso (masa) de Clinker producido, toneladas.

EF_{cl} = factor de emisión para el Clinker, toneladas de CO₂/toneladas de Clinker. Este factor de emisión del Clinker (EF_{cl}) no está corregido para el CKD.

CF_{ckd} = factor corrector de las emisiones para el CKD, sin dimensión.

Fuente: Ecuación 2.2; Capítulo 2; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

Producción de cal

Se aplica metodología de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*, basada en la aplicación de FE por defecto a los datos nacionales de producción de cal recabados de grandes industrias privadas y

así también de las artesanales. No es necesario dar cuenta del LKD para una buena práctica de Nivel 1. El cálculo de emisiones se basa en la Ecuación 4.2.

Ecuación 4.2. Emisiones basadas en los datos de producción nacional de cal, por tipos

$$Emisiones\ de\ CO_2 = \sum_i (EF_{cal,i} \cdot M_{i,i})$$

Donde:

Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ proveniente de la producción de cal, toneladas

EF_{cal,i} = factor de emisión para la cal de tipo i, toneladas de CO₂/ toneladas de cal

M_{i,i} = producción de cal de tipo i, toneladas

Fuente: Ecuación 2.6; Capítulo 2; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

Producción de vidrio

Se aplica método de Nivel 3 de las *Directrices del IPCC de 2006* para el cálculo de emisiones de CO₂, mediante la Ecuación 4.3, basado en DA específicos de las instalaciones sobre la contabilización de la entrada de carbonato al horno de fundición de vidrio (composición química y calcinación alcanzada) y los factores de emisión pertinentes para el método de Nivel 3.

Ecuación 4.3. Emisiones basadas en las entradas de carbonatos (Nivel 3)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = \sum_i (M_i \cdot EF_i \cdot F_i)$$

Donde:

Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ proveniente de la producción de vidrio, toneladas

EF_i = factor de emisión para el carbonato en particular i, toneladas de CO₂/ toneladas de carbonato

M_i = peso o masa del carbonato i consumido (extraído de la mina), toneladas

F_i = fracción de calcinación alcanzada para el carbonato i, fracción

Fuente: Ecuación 2.12; Capítulo 2; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

Cuando se desconozca la fracción de calcinación alcanzada para un carbonato en particular, puede suponerse que la fracción de calcinación es igual a 1.

Otros usos de carbonatos en los procesos

En la producción de materiales cerámicos se tienen emisiones de CO₂ que son el resultado de la calcinación de las materias primas (particularmente de la arcilla, de los esquistos, de la piedra caliza, de la dolomita y otros carbonatos presentes), para la estimación de emisiones se aplicó el método de Nivel 2, basado en la Ecuación 4.4. Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el Nivel 2 se estima a partir de una consideración de consumo y de la estequiometría del proceso químico y requiere datos nacionales de carbonatos primarios consumidos en el país.

Ecuación 4.4. Método para otros usos de los carbonatos en los procesos (Nivel 2)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = (M_{ls} \bullet EF_{ls}) + (M_d \bullet EF_d)$$

Donde:

Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ proveniente de otros usos de carbonatos en los procesos, toneladas

M_{ls} o M_d = masa de piedra caliza o dolomita respectivamente (consumo), toneladas (Respecto de la pureza)

EF_{ls} o EF_d = factor de emisión para la calcinación de la piedra caliza o de la dolomita respectivamente, toneladas de CO₂/ toneladas de carbonato

Fuente: Ecuación 2.15; Capítulo 2; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

Para la estimación de emisiones de otros usos de ceniza de sosa se aplicó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* el cual utiliza la ecuación de emisiones basadas en la masa de los carbonatos consumidos, en este caso contenida en la ceniza de sosa. Las emisiones se estiman mediante la multiplicación de la cantidad de ceniza de sosa consumida al nivel nacional por el factor de emisión por defecto del carbonato de sodio según Ecuación 4.5.

Ecuación 4.5. Emisiones basadas en la masa de los carbonatos consumidos (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = M_c \bullet (0,85 EF_{ls} + 0,15 EF_d)$$

Donde:

Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ provenientes otros usos de carbonatos en los procesos, toneladas

M_c = masa del carbonato producido, toneladas

EF_{ls} o EF_d = factor de emisión para la calcinación de la piedra caliza o de la dolomita, toneladas de CO₂/ toneladas de carbonato

Fuente: Ecuación 2.14; Capítulo 2; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

La ceniza de sosa es esencialmente carbonato de sodio, no piedra caliza ni dolomita. Por ello, el método de Nivel 1 para la ceniza de sosa no requiere la fracción por defecto de 85/15 por ciento.

4.2.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad utilizados en esta categoría provienen de informaciones proporcionadas por empresas del rubro, en algunos casos proporcionados directamente y en otros obtenidas por encuestas. También se utilizaron como fuente de datos los registros de importaciones de la Dirección Nacional de Aduanas (DNA) y para algunos casos fueron realizados tratamientos estadísticos a los datos disponibles para completar los vacíos existentes en la serie temporal.

Para el caso de cemento, los datos requeridos fueron provistos oficialmente por las industrias cementeras existentes en el país. Una de ellas es una empresa estatal creada por Ley, la cual utiliza una tecnología de fabricación de "sistema húmedo". En el periodo 1990-2013 era la única industria productora de cemento del país, y desde el año 2014 comienza a operar otra empresa con capital privado.

En cuanto a la producción de cal, el tipo considerado para esta categoría es la de cal viva, ya que el tipo de cal dolomita es contemplado en el sector de Agricultura y Ganadería. Se obtuvieron datos

de 2 principales industrias privadas de producción de cal en el país (una de ellas con datos del periodo 2008-2017 que abarca la producción de cal en la zona de Vallemí, y la otra del 2021) además de la producción artesanal de cal mediante relevamiento de datos realizado en el 2021 a industrias artesanales que desarrollan esta actividad en la zona de Vallemí. Sobre esta base, y utilizando información de una publicación histórica con datos para 1990 y 1991 realizado por Fernando Wiens, se aplicaron técnicas de empalme de datos con método estadístico de progresión geométrica para construir una serie temporal coherente (para el año 2021 se ha sumado datos proyectados de las 3 fuentes principales y posteriormente proyectado hacia atrás). Por la inexistencia de otros datos, se considera apropiado considerar esta información para elaborar el INGEI, no representando las mismas partes de las estadísticas oficiales. Cabe mencionar que en esta categoría no se contempla toda la cal producida a nivel nacional, por lo que no se considera una doble contabilidad de datos de emisiones con otras categorías.

En el rubro de producción de vidrio se identifica una sola industria en el país que opera desde el año 2006. Anteriormente, la misma operaba en otra planta industrial de la cual no se tiene mucha información. El principal producto consiste en vidrio para recipientes tipo ámbar/verde y flint (botellas) utilizadas en la industria de alimentos y bebidas, utilizando como materia prima el carbonato de caliza y sodio, datos de planta que permiten estimar en un Nivel 3. Además, utiliza vidrio reciclado tipo cullet (dato de planta que permite estimar en un Nivel 2 el cual es utilizado como método de verificación), cuya proporción es variable de acuerdo con las condiciones del mercado y disponibilidad de materia prima. A partir de los datos disponibles se aplicó el método estadístico de progresión geométrica e interpolación lineal (descrito en el Anexo 5.1) a datos de producción de vidrio y el promedio de carbonatos respectivamente, completando así la serie de datos faltantes. Los valores de proporción de cullet utilizados en cada año corresponden a datos específicos, a partir del año 2006, proporcionados por la única planta industrial de vidrio en el país que debido a la inexistencia de datos para los años anteriores a 2006, se ha adoptado el valor de 0,57 como un valor constante en ese periodo.

En cuanto a datos del sector cerámico, se utilizaron los datos de relevamiento realizado por Carl Arco, especialista en este rubro. Este relevamiento se basó en encuesta realizada a nivel nacional sobre la producción de materiales cerámicos, tanto a nivel industrial como artesanal. Los datos de producción de materiales cerámicos obtenidos fueron extrapolados en base al comportamiento del producto interno bruto (PIB) industrial para obtener la serie 1990-2019. También se basaron en datos de análisis de laboratorio, realizado para determinar el porcentaje (%) de carbonatos en arcilla, tomando muestras representativas de las principales zonas productivas del país. Para dicho sector se ha estimado un creciente aumento de la producción en la serie temporal, a excepción del año 2019 donde se observa una ligera disminución por una crisis resultante de la desaceleración de la economía del país que derivó en una marcada disminución de los precios de los productos cerámicos, con lo cual quebraron algunas empresas.

Para obtener datos del consumo de ceniza de sosa, se recurrió a registros de importaciones de la DNA, obteniendo datos desde el 1997, año en el cual se inició el proceso de digitalización de los registros de importación y exportación del país. Para completar la serie temporal desde el año 1990, se aplicó el método estadístico de media geométrica descrito en el Anexo 5.1. Las emisiones de la producción de ceniza de sosa se deben declarar en la categoría de industria química, pero este no es el caso de Paraguay, mientras que las emisiones provenientes de su uso se declaran en esta categoría. Como en el país no se produce este producto, su consumo se basa íntegramente en los

productos importados. Cabe mencionar que la ceniza de sosa utilizada en la producción de vidrio se contabiliza en la subcategoría correspondiente.

En la Tabla 4.8 y Figuras del 4.5 al 4.9 se presenta un resumen de los parámetros de DA por subcategoría y fuente, y en el Anexo 3.2.1 se presentan los parámetros de DA utilizados en toda la serie temporal.

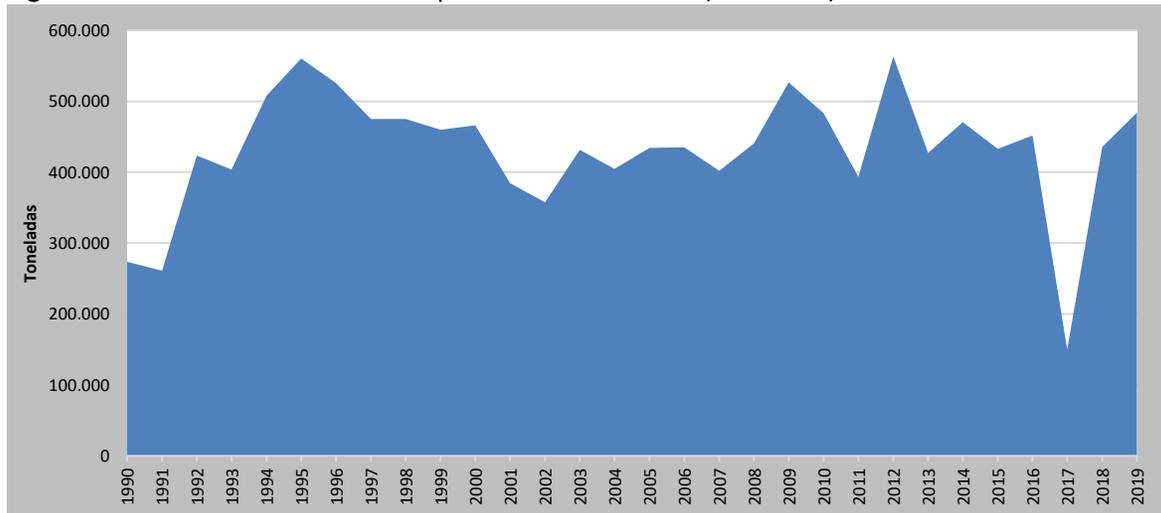
Tabla 4. 8. Industria de los minerales: parámetros de datos de actividad por subcategoría y fuente

Año	2.A.1. Producción de cemento	2.A.2. Producción de cal	2.A.3. Producción de vidrio		2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos			
	Producción de Clinker	Producción de cal viva	Carbonato Soda Solvay	Carbonato Caliza	2.A.4.a. Cerámica			2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa
					Producción de productos cerámicos	Arcilla contenida en productos cerámicos	Promedio de carbonato contenido en arcilla	Importación de ceniza de sosa
Toneladas	toneladas	toneladas	fracción	toneladas	fracción	Fracción	toneladas	
1990	273.786,20	33.355,00	55,15	36,99	718.015,00	1,10	0,00155	12,63
1995	560.302,41	45.062,28	85,08	57,07	1.015.229,00	1,10	0,00155	47,21
2000	466.321,24	62.925,26	131,26	88,04	1.318.011,00	1,10	0,00155	116,56
2005	434.084,70	86.943,94	195,19	130,92	1.654.381,00	1,10	0,00155	1.807,08
2010	483.015,22	117.118,31	203,54	150,43	2.085.543,00	1,10	0,00155	3.367,61
2015	432.752,60	153.448,39	2.984,78	1.887,60	2.654.493,00	1,10	0,00155	2.768,32
2017	149.755,37	169.704,01	2.205,08	945,37	2.943.845,00	1,10	0,00155	5.421,10
2018	435.487,56	178.201,17	2.151,14	961,96	2.981.788,00	1,10	0,00155	4.621,37
2019	484.194,00	186.944,55	1.733,30	654,64	2.825.404,00	1,10	0,00155	4.276,03

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

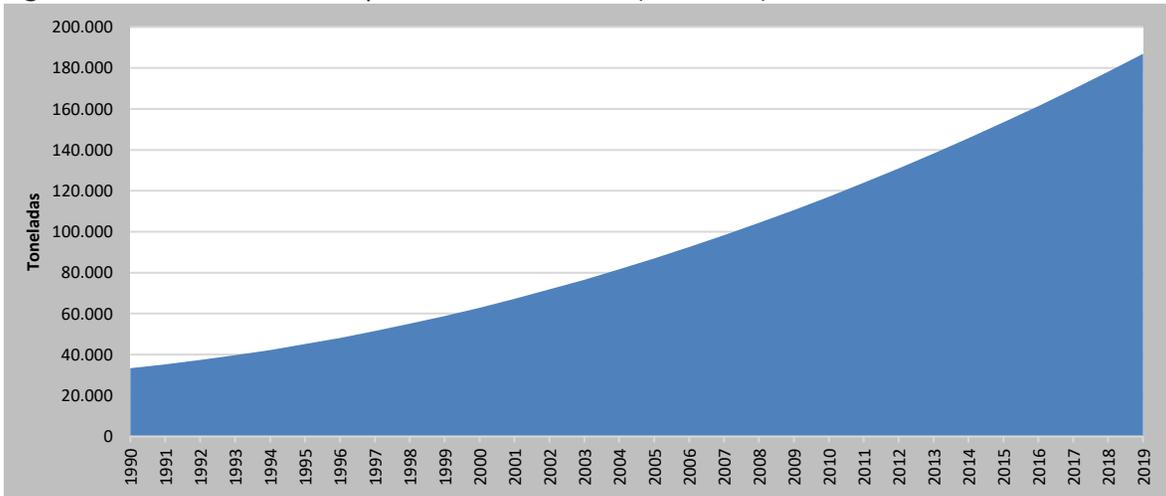
Fuente: Industrias cementeras, Industrias caleras, Industrias de vidrio, Wiens, Arco, DNA, datos obtenidos de las Directrices del IPCC de 2006 y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 5. Producción de cemento: producción de Clinker (toneladas)



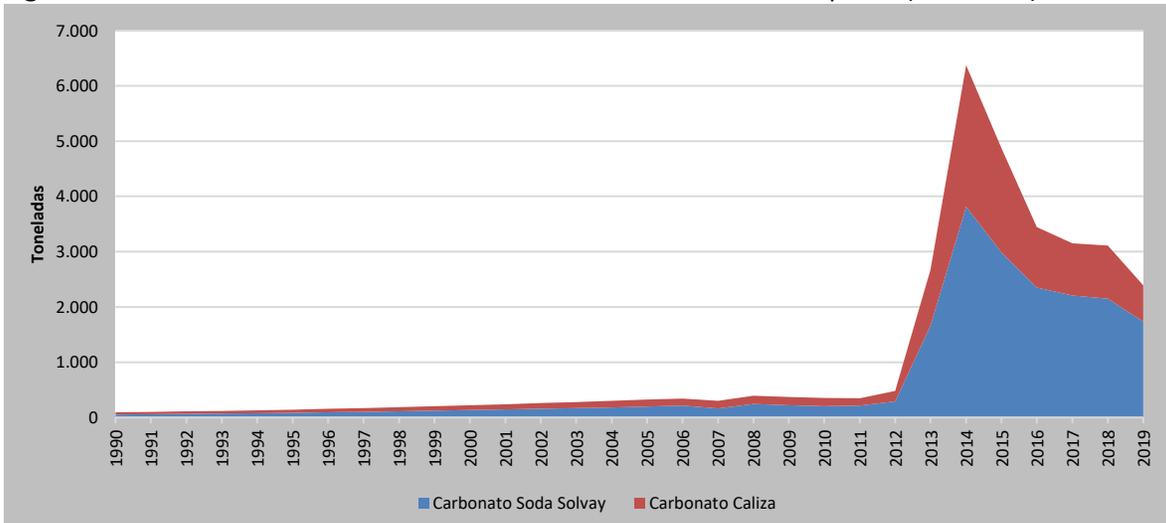
Fuente: Industrias cementeras.

Figura 4. 6. Producción de cal: producción de cal viva (toneladas)

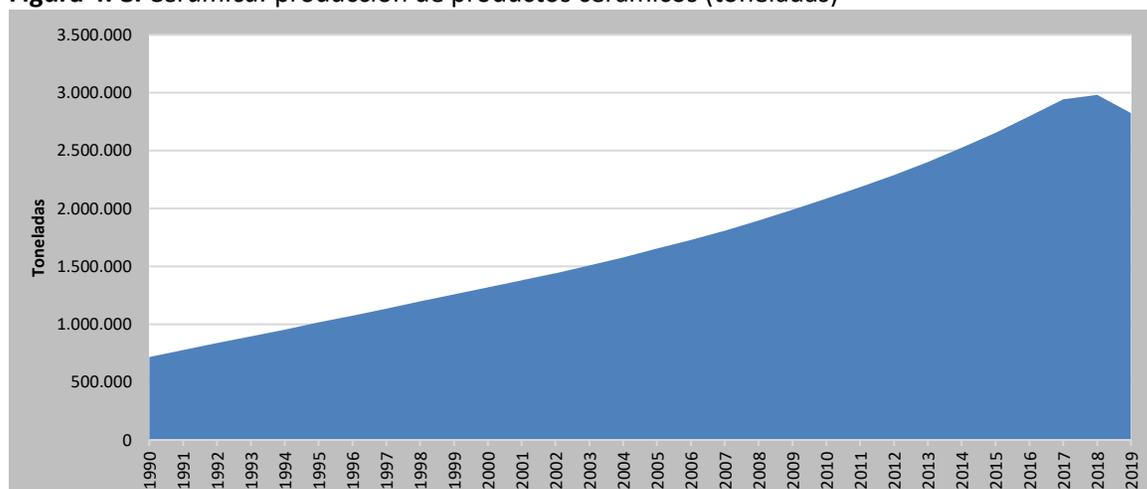


Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en la información proporcionada por Industrias caleras, Industria cementera, Wiens y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

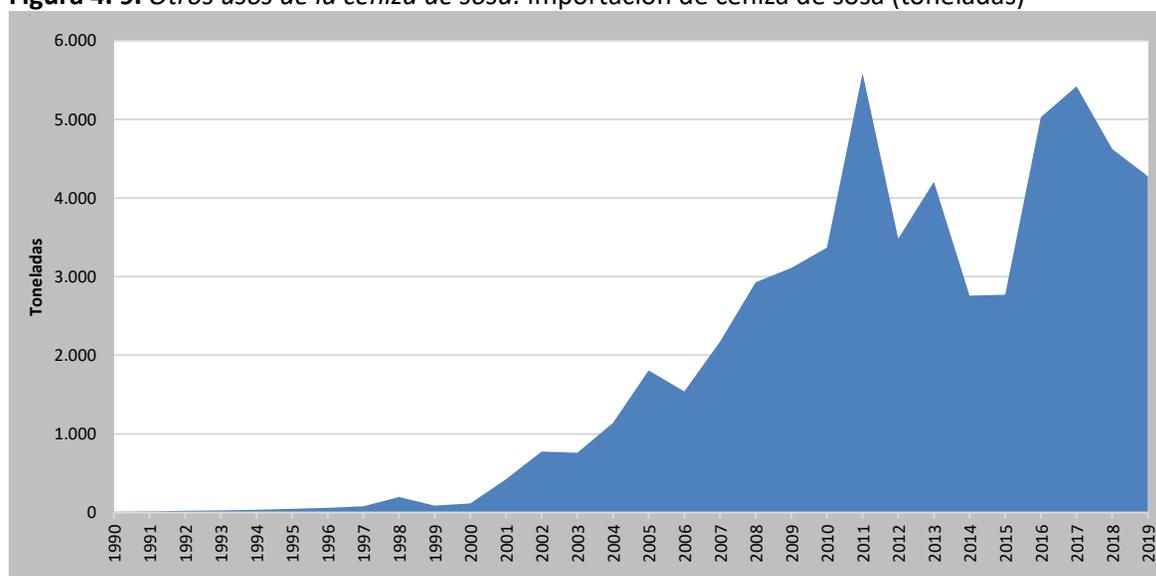
Figura 4. 7. Producción de vidrio: carbonatos utilizados como materia prima (toneladas)



Fuente: Industria de vidrio y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 8. Cerámica: producción de productos cerámicos (toneladas)

Fuente: Arco y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 9. Otros usos de la ceniza de sosa: importación de ceniza de sosa (toneladas)

Fuente: DNA y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

4.2.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los FE empleados para el cálculo de las emisiones de GEI de la categoría fueron valores por defecto tomados de las *Directrices del IPCC de 2006*, a excepción de datos específicos obtenidos de plantas industriales cementeras.

Para el caso de producción de cemento, los FE empleados se calcularon siguiendo las *Directrices del IPCC de 2006* para aplicar el método de Nivel 2. Para calcular un FE para el Clinker se utilizaron los datos del contenido promedio anual de Ca O en el Clinker para cada planta industrial, utilizando las fracciones de Ca O en el carbonato de calcio considerando que el mismo proviene en un 100,00 % del CaCO_3 y que se alcanza un 100,00 % de calcinación en el horno. Para el caso de una de las plantas que no dispone de los datos de contenido de Ca O para toda la serie temporal, se aplicó el método estadístico proporcional media geométrica, en donde se mantuvo constante el valor 0,62 t Ca O / t

Clinker hasta el cuarto decimal de la cifra total para completar los vacíos de información hasta el año 2017, desde el año 2018 dicha planta comenzó a utilizar filtro de mangas como tratamiento, por lo que se utiliza un factor de corrección por defecto para el CKD denominado “polvo de horno de cemento” tomado de las *Directrices del IPCC de 2006*. En el caso de los datos de contenido de Ca O de la segunda planta, la misma utilizó filtro de mangas como tratamiento desde su instalación en el país, por lo que es aplicado directamente el mismo factor de corrección por defecto para el CKD obtenido de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Para la subcategoría de producción de cal, el FE empleado en un Nivel 1, para el cálculo de las emisiones de GEI fue tomado por defecto del Volumen 3, Capítulo 2, Cuadro 2.4 de las *Directrices del IPCC de 2006*. De acuerdo con la información obtenida del rubro, en Paraguay se produce cal viva, por lo tanto, se utiliza el valor por defecto de la cal con fuerte proporción de calcio para la estimación de emisiones de CO₂.

En el caso de producción de vidrio, el FE empleado en un Nivel 3, para el cálculo de las emisiones de GEI de la categoría fue tomado por defecto del Volumen 3, Capítulo 2, Cuadro 2.1 de las *Directrices del IPCC de 2006* para el tipo de carbonato caliza y sodio utilizado en el proceso de fabricación de vidrio.

Para la producción cerámica, el FE empleado para el cálculo de las emisiones de GEI fue tomado por defecto del Volumen 3, Capítulo 2, Cuadro 2.1 de las *Directrices del IPCC de 2006* para el GEI estimado, considerando que el tipo de carbonato predominante en el país es el de calcio.

Para el uso de ceniza de sosa, el FE empleado para el cálculo de las emisiones de GEI fue tomado por defecto del Volumen 3, Capítulo 2, Cuadro 2.1 de las *Directrices del IPCC de 2006* para el carbonato de sodio.

En las Tablas 4.9, 4.10 y en el Anexo 3.2.2 se presentan los FE utilizados por subcategoría, fuente y GEI.

Tabla 4. 9. Industria de los minerales: factores de emisión aplicados por subcategoría y fuente

Subcategoría/fuente		FE - CO ₂	
		Valor	Unidad
2.A.1. Producción de cemento		Ver siguiente tabla	
2.A.2. Producción de cal		0,75	ton CO ₂ /ton cal con fuerte proporción de calcio
2.A.3. Producción de vidrio		0,41492	ton CO ₂ /ton carbonato de sodio o ceniza de sosa (Na ₂ CO ₃)
		0,43971	ton CO ₂ /ton carbonato calcita o aragonita (CaCO ₃)
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	2.A.4.a. Cerámica	0,43971	ton CO ₂ /ton carbonato calcita o aragonita (CaCO ₃)
	2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	0,41492	ton CO ₂ /ton carbonato de sodio o ceniza de sosa (Na ₂ CO ₃)

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 4. 10. Producción de cemento: parámetros de factores de emisión aplicados

Año	FE - CO ₂									
	Contenido de CaO en clinker		Proporción CaO en CaCO ₃	Requerimiento CaCO ₃ por tonelada de clinker		Factor de emisión de CO ₂ de carbonato de calcio (FE _{cl})	Factor de emisión para el clinker local		Corrección CKD	
	Cementera 1	Cementera 2		Cementera 1	Cementera 2		Cementera 1	Cementera 2	Cementera 1	Cementera 2
	ton CaO/ton clinker	ton CaO/ton clinker	ton CaO/ton CaCO ₃	ton CaCO ₃ /ton clinker	ton CaCO ₃ /ton clinker	ton CO ₂ /ton CaCO ₃	ton CO ₂ /ton clinker	ton CO ₂ /ton clinker	Adimensional	
1990	0,62		0,56	1,11		0,44	0,49		1,02	
1995	0,62		0,56	1,11		0,44	0,49		1,02	
2000	0,62		0,56	1,11		0,44	0,49		1,02	
2005	0,63		0,56	1,12		0,44	0,49		1,02	
2010	0,63		0,56	1,13		0,44	0,49		1,02	
2015	0,64	0,66	0,56	1,14	1,17	0,44	0,50	0,52	1,02	1,00
2017	0,63	0,67	0,56	1,13	1,19	0,44	0,50	0,52	1,02	1,00
2018	0,62	0,66	0,56	1,11	1,19	0,44	0,49	0,52	1,00	1,00
2019	0,63	0,66	0,56	1,12	1,18	0,44	0,49	0,52	1,00	1,00

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en la información proporcionada por industrias cementeras, datos obtenidos de las Directrices del IPCC de 2006 y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

4.2.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada, para el 2019, ha sido estimada por subcategoría y fuente para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 4.11 y la evaluación de incertidumbre en el Anexo 2.

Tabla 4. 11. Industria de los minerales: incertidumbre combinada

Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	2,24	3,00	3,74
2.A.2. Producción de cal	CO ₂	2,24	2,00	3,00
2.A.3. Producción de vidrio	CO ₂	3,00	3,00	4,24
2.A.4.a. Cerámica	CO ₂	3,00	5,00	5,83
2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	CO ₂	3,00	5,00	5,83

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

4.2.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La serie se considera consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método según subcategoría (Nivel 1, 2 o 3) y con las mismas fuentes de datos (industrias cementeras, DNA) a excepción de la subcategoría producción de cal y cerámica con datos de diferentes fuentes (industrias privadas, artesanales y estadísticas nacionales), con una cobertura geográfica a nivel nacional. Los vacíos de información fueron llenados mediante un mismo método estadístico según cada subcategoría.

4.2.5. Actividades de GCCV de la categoría

4.2.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para todas las subcategorías y las actividades propias del equipo técnico (ver Anexo 5.13). Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad específica de esta categoría, son las siguientes:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Elaboración de plantillas metodológicas y un resumen de este para cada subcategoría.
- Revisión detallada de los datos obtenidos, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Elaboración de plantillas de datos que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas, referencias y otras informaciones, dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.
- Chequeos cruzados de la tendencia de la información reportada por la industria para la producción de Clinker versus la tendencia de la producción de cemento.
- Chequeos cruzados de la tendencia de la información reportada por la industria para la producción de Clinker versus la producción de Clinker estimada bajo los supuestos de Nivel 1, que considera un contenido de Clinker del 75 % para el cemento producido en el país.
- Chequeo cruzado de la información reportada por industrias e instituciones versus la información pública.
- Comparación de los datos utilizados en el inventario actual con las del inventario anterior.
- Valores con vínculos automatizados en las plantillas de DA con el formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual y posibles errores asociados.
- Chequeo de la importación de datos desde la base original a la planilla de datos y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Plantillas de datos protegidas con contraseña.
- Plantillas de datos con verificación de ceros y uso de mini gráficos.
- Verificación que los datos que se repiten en varios años sean consistentes.

Verificación de cálculos

- Tablas reportes generadas por el software del IPCC posteriormente vinculadas a las tablas FCR elaboradas por la RedINGEI y transportadas al documento de informe.
- Verificación que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada a través de la serie temporal.
- Comparación de emisiones de GEI entre el inventario actual y el inventario anterior.
- Verificación de cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.
- Comparación entre las emisiones calculadas en Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 2/Nivel 3.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Reproducción de cálculos de los años 1990 y 2017 como método de control de cálculo del software IPCC. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.

Verificación del informe

- Verificar que las tablas y figuras correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar la exactitud y coherencia de los títulos de las tablas y figuras.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.

Verificación de la documentación

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

4.2.5.2. Garantía de la calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

4.2.5.3. VerificaciónProducción de cemento

Se compararon las emisiones resultantes de la aplicación del método Nivel 1 y Nivel 2 para la subcategoría 2.A.1. Producción de cemento. Para el método de Nivel 1 se ha utilizado datos de producción de Clinker de las mismas industrias, aplicándole un factor de emisión de 0,51 toneladas de CO₂ y un factor de corrección de 1,02 arrojando un factor de emisión por defecto para el Clinker de 0,52 toneladas de CO₂/ toneladas de Clinker.

En el actual inventario se ha aplicado un método de Nivel 2, utilizando datos de producción de Clinker y contenido de CaO de las mismas industrias, este último permite ajustar el factor de emisión el cual es multiplicado por un factor de corrección de CKD de 1,02 (con pérdida) o 1 (sin pérdida) arrojando un factor de emisión por defecto para el Clinker específico del país, este valor varía anualmente y es presentado en la sección de factores de emisión de esta categoría.

Tabla 4. 12. Producción de cemento: comparación entre la estimación de emisiones de CO₂ (kt CO₂ eq) aplicando los métodos de Nivel 1 y 2

<i>Año</i>	<i>Nivel 1</i>	<i>Nivel 2</i>	<i>Diferencia</i>
1990	142,42	136,47	5,95
1995	291,47	279,28	12,19
2000	242,58	232,44	10,14
2005	225,81	218,26	7,56
2010	251,26	243,81	7,45
2015	349,83	344,06	5,77
2017	267,39	266,88	0,51

Año	Nivel 1	Nivel 2	Diferencia
2018	403,72	398,39	5,33
2019	438,63	434,50	4,13

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 4. 10. Producción de cemento: comparación entre la estimación de emisiones de CO₂ (kt CO₂ eq) aplicando los métodos de Nivel 1 y 2



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Producción de vidrio

Se compararon las emisiones resultantes de la aplicación del método Nivel 1, 2 y 3 para la subcategoría. En el método de Nivel 1 se ha utilizado datos de producción de vidrio de la misma industria que supone una proporción de cullet por defecto de 50,00 % y un factor de emisión de 0,20 toneladas de CO₂ / toneladas de vidrio.

En el método de Nivel 2, se utiliza datos de producción de vidrio y cullet de la misma industria definiendo que el tipo de vidrio producido era recipiente flint y ambar/verde que supone un factor de emisión de 0,21 kilogramos de CO₂ / kilogramos de vidrio.

En el actual inventario se ha aplicado un método de Nivel 3, utilizando datos de carbonatos caliza y sodio que entran en el proceso de producción de vidrio como materia prima, y que supone un factor de emisión de 0,41492 toneladas CO₂ / toneladas carbonato de sodio o ceniza de sosa (Na₂CO₃) y 0,43971 toneladas CO₂ / toneladas carbonato calcita o aragonita (CaCO₃).

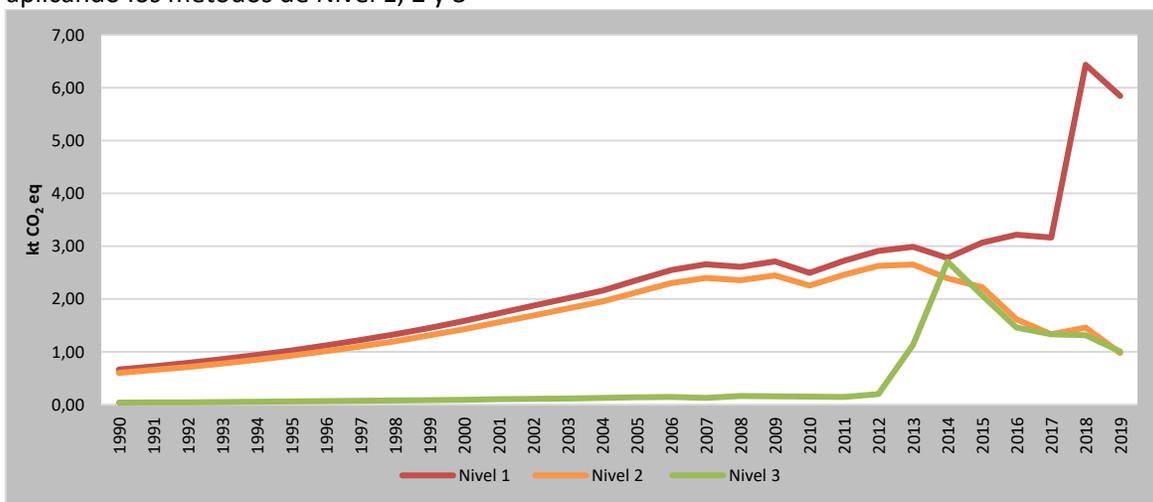
Tabla 4. 13. Producción de vidrio: comparación entre la estimación de emisiones de CO₂ (kt CO₂ eq) aplicando los métodos de Nivel 1, 2 y 3

Año	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Diferencia	
				N1 - N3	N2 - N3
1990	0,67	0,60	0,04	0,63	0,56
1995	1,03	0,93	0,06	0,97	0,87
2000	1,58	1,43	0,09	1,49	1,34
2005	2,36	2,13	0,14	2,22	1,99
2010	2,49	2,25	0,15	2,34	2,10
2015	3,07	2,22	2,07	1,00	0,16

Año	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Diferencia	
				N1 - N3	N2 - N3
2017	3,16	1,33	1,33	1,83	0,00
2018	6,44	1,46	1,32	5,12	0,14
2019	5,85	0,98	1,01	4,84	-0,03

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 4. 11. Producción de vidrio: comparación entre la estimación de emisiones de CO₂ (kt CO₂ eq) aplicando los métodos de Nivel 1, 2 y 3



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.2.6. Nuevos cálculos de la categoría

Se efectuaron las siguientes modificaciones con respecto al inventario anterior:

- Se adoptaron valores de GWP del AR5 del IPCC.
- Para la subcategoría producción de cemento se han realizado ajustes en los valores de producción de Clinker, de acuerdo a datos proporcionados por una de las industrias del rubro para los años 1996, 1997, 2016 y 2017.
- En producción de cal se ajustaron los datos de producción en el periodo 1992-2017 basados en un relevamiento realizado en la zona de Vallemí del Dpto. de Concepción a través de visitas a la región y a estudio de consultoría, lo cual se complementó con un tratamiento estadístico a los datos.
- La subcategoría producción de vidrio fue estimada en un Nivel 3 con datos del consumo de carbonatos (caliza y sodio) usados como materia prima en la producción de vidrio. Se realizaron ajustes de los datos en los años 2014, 2015 y 2017 y realizó tratamiento estadístico en el periodo 1990-2005. Además, se actualizaron los valores de cullet, a partir de datos proporcionados por la industria en el periodo 2014-2017, dato utilizado como método de verificación.

En la siguiente tabla se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría Industria de los minerales del INGEI anterior (1990-2017) y el presente (1990-2019).

Tabla 4. 14. Industria de los minerales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	163,44	314,35	274,43	261,47	286,10	382,78	316,45		
INGEI actual	162,07	313,92	280,76	285,59	334,76	464,35	399,95	537,51	579,61
Diferencia	-1,37	-0,43	6,33	24,12	48,66	81,57	83,50		
Diferencia %	-0,85%	-0,14%	2,25%	8,45%	14,54%	17,57%	20,88%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.2.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Indagar sobre cuánto representan la producción de cal estimada en términos del total producido en el país.
- Definir estrategia de relevamiento de datos del sector cal en el tiempo, considerando la informalidad existente, estableciendo vínculos directos con las principales empresas y asociaciones productoras de cal a fin de obtener datos de producción.
- Establecer vínculos con la Cámara Paraguaya de la Industria Cerámica y con asociaciones de productores.
- Coordinar con el MIC y el INE una estrategia de relevamiento y registro de datos de actividades industriales.
- Promover líneas de investigación con universidades y centros de investigación para realizar estudios sectoriales que generen informaciones a ser utilizadas por el INGEI como datos de actividades, características de los procesos productivos y otras informaciones útiles para el inventario.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de Licencias Ambientales y realización de Auditorías Ambientales.
- Alentar a las entidades proveedoras de información a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

4.3. Industria química (FCR 2.B)

4.3.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría industria química incluye las emisiones de GEI que resultan de la producción de varios productos inorgánicos y orgánicos para los cuales la experiencia de varios países ha confirmado que contribuyen significativamente a los niveles de emisión mundial o nacional de GEI. Las subcategorías asociadas son la producción de amoníaco, ácido nítrico, ácido adípico, caprolactama, glioxil y ácido glioxílico, carburo, dióxido de titanio, ceniza de sosa, petroquímica y de negro de humo, otros (IPCC, 2006).

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones del proceso productivo correspondiente a la producción de carburo, también se identifica que ocurre la producción petroquímica y de negro de humo que por falta de información no ha podido ser estimada, la

producción de ácido sulfúrico por otra parte emite gas precursor el cual fue estimado en el presente informe. Las demás actividades productivas no están identificadas de que ocurran en el país.

En cuanto a las emisiones de GEI asociadas a la producción de carburos, se considera el carburo de silicio (SiC) en el país. La producción de carburo se traduce en la emisión de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂). Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el carburo de silicio es un abrasivo artificial importante que se produce a partir de la arena de sílice o de cuarzo y del coque de petróleo. El uso de materias primas que contienen carbono en el proceso de producción se traduce en emisiones de CO₂ y de CO. En el coque de petróleo, la presencia de azufre (S) y de componentes volátiles que contienen hidrógeno provoca la formación y emisión de CH₄ y SO₂ hacia la atmósfera.

La producción de carburo en el país se presenta a partir del año 2017 con la instalación de una nueva industria destinada a los mercados de exportación.

Esta categoría presenta emisiones de los gases CO₂ y CH₄, los cuales representaron el 0,02 % del sector IPPU en el año 2019. Este comportamiento decreciente se explica por el cese de las actividades del establecimiento industrial por su clausura por parte de las autoridades ambiental, debido a problemas de contaminación ambiental. Cabe mencionar que se presenta una doble contabilidad de datos por el uso de coque de petróleo, debido a que el mismo se contabiliza como combustible en la categoría de industrias manufactureras y de la construcción en el sector de Energía. No se cuentan con datos suficientes para segregar las emisiones de coque de petróleo de esta categoría.

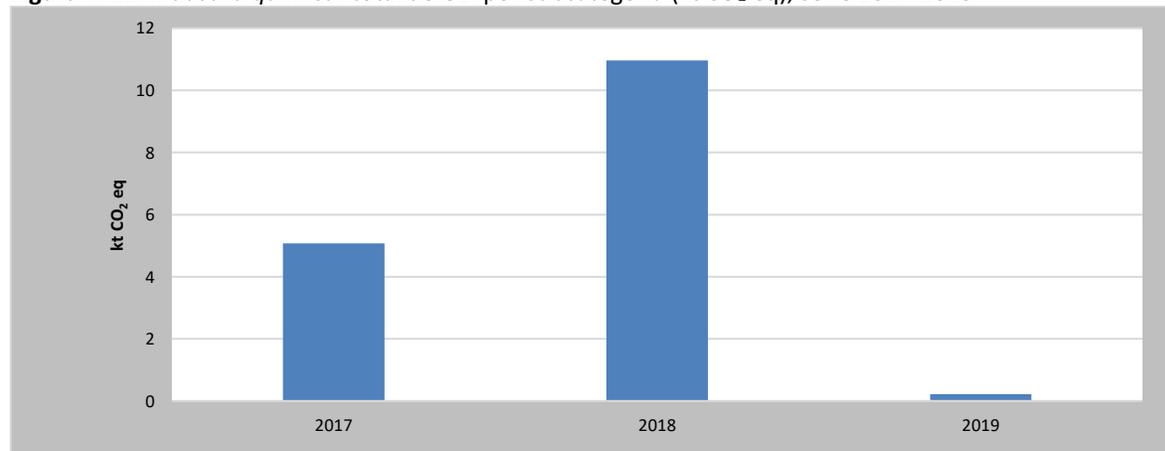
En la Tabla 4.15 y Figura 4.12 se presenta un resumen del total de GEI por subcategoría.

Tabla 4. 15. Industria química: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.B.5. Producción de carburo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	5,07	10,96	0,22
Total	NO	NO	NO	NO	NO	NO	5,07	10,96	0,22

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 4. 12. Industria química: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 2017-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.3.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Considerando que no es categoría principal (ver Anexo 1), se adopta el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*, donde las emisiones se estiman en base a los datos de la actividad correspondientes a la producción de carburo de silicio y de factores de emisión por defecto. La ecuación utilizada es la siguiente:

Ecuación 4.6. Emisiones de la producción de carburo

$$E_{CO_2} = AD \cdot EF$$

Donde:

E_{CO_2} = emisiones de CO_2 , toneladas

AD = datos de la actividad sobre el consumo de la producción de carburo, toneladas de carburo producido

EF = factor de emisión de CO_2 .

Fuente: Ecuación 3.11; Capítulo 3; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

En la siguiente tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría, fuente y por tipo de GEI.

Tabla 4. 16. Industria química: resumen de métodos aplicados por subcategoría y fuente

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
	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.B. Industria química	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.B.1. Producción de amoníaco	NO	NO	NO	NO	NO	NO						
2.B.2. Producción de ácido nítrico					NO	NO						
2.B.3. Producción de ácido adípico	NO	NO			NO	NO						
2.B.4. Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	NO	NO			NO	NO						
2.B.5. Producción de carburo	NO, T1	NO, D	NO, T1	NO, D								
2.B.6. Producción de dióxido de titanio	NO	NO										
2.B.7. Producción de ceniza de sosa	NO	NO										
2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo	NO, NE	NO, NE	NO, NE	NO, NE								
2.B.8.a. Metanol	NO	NO	NO	NO								
2.B.8.b. Etileno	NO	NO	NO	NO								
2.B.8.c. Dicloruro de etileno y monómero cloruro de vinilo	NO	NO	NO	NO								
2.B.8.d. Óxido de etileno	NO	NO	NO	NO								
2.B.8.e. Acrilonitrilo	NO	NO	NO	NO								
2.B.8.f. Negro de humo	NE	NE	NE	NE								
2.B.9. Producción fluoroquímica							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.9.a. Emisiones de productos derivados							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.9.b. Emisiones fugitivas							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.10. Otros (especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA						

Referencias: T1 = nivel 1; D = por defecto; NE = no estimada; NA = no aplicable; NO = no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.3.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

La fuente del dato de actividad correspondiente a esta categoría es la DNA, consistente en los datos de los registros de exportación de carburo de silicio. En este caso, se asume que el total producido está destinado a los mercados de exportación porque no se tiene conocimiento del consumo de dicho producto en el país.

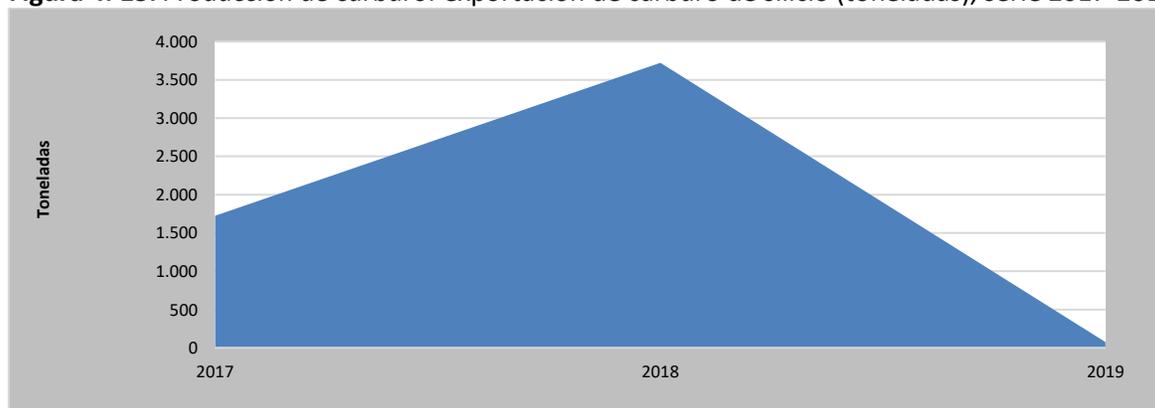
En la Tabla 4.17 y Figura 4.13 se presenta un resumen de DA utilizados, para obtener información de toda la serie temporal, se puede consultar el Anexo 3.2.1.

Tabla 4. 17. Producción de carburo: exportación de carburo de silicio (toneladas)

Año	Valor
1990	0,00
1995	0,00
2000	0,00
2005	0,00
2010	0,00
2015	0,00
2017	1.722,74
2018	3.721,70
2019	76,00

Fuente: DNA.

Figura 4. 13. Producción de carburo: exportación de carburo de silicio (toneladas), serie 2017-2019



Fuente: DNA.

4.3.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En la Tabla 4.18 y el Anexo 3.2.2 se presentan los FE utilizados, tanto para calcular las emisiones de CO₂ como de CH₄, son valores por defecto extraídos del Volumen 3, Capítulo 3, Cuadro 3.7 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 4. 18. Producción de carburo: factores de emisión aplicados

Subcategoría	FE - CO ₂		FE - CH ₄	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
2.B.5. Producción de carburo	2,62	ton CO ₂ /ton carburo producido		
			11,60	kg CH ₄ /ton carburo producido

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

4.3.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2019, ha sido estimada para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 4.19.

Tabla 4. 19. Producción de carburo: incertidumbre combinada por cada GEI

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
2.B.5. Producción de carburo	CO ₂	5,00	10,00	11,18
	CH ₄	5,00	10,00	11,18

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

4.3.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La serie se considera consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 1) y con las mismas fuentes de datos (DNA), con una cobertura geográfica a nivel nacional.

4.3.5. Actividades de GCCV de la categoría

4.3.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría y las actividades propias del equipo técnico (ver Anexo 5.13). Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad específica de esta subcategoría, son las siguientes:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Elaboración de plantillas metodológicas y un resumen del mismo para la subcategoría.
- Revisión detallada de los datos obtenidos, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Elaboración de plantillas de datos que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas, referencias y otras informaciones, dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.
- Chequeo cruzado de informaciones proporcionadas por instituciones.
- Valores con vínculos automatizados en las plantillas de DA con el formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual y posibles errores asociados.
- Chequeo de la importación de datos desde la base original a la planilla de datos y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Plantillas de datos protegidas con contraseña.
- Verificación que los datos que se repiten en varios años sean consistentes.

Verificación de cálculos

- Tablas reportes generadas por el software del IPCC posteriormente vinculadas a las tablas FCR elaboradas por la RedINGEI y transportadas al documento de informe.

- Verificación que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada a través de la serie temporal.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Reproducción de cálculos de los años 1990 y 2017 como método de control de cálculo del software IPCC. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.

Verificación del informe

- Verificar que las tablas y figuras correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar la exactitud y coherencia de los títulos de las tablas y figuras.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.

Verificación de la documentación

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

4.3.5.2. Garantía de la calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

4.3.5.3. Verificación

No se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

4.3.6. Nuevos cálculos de la categoría

Para el actual INGEI se adoptaron valores de GWP del AR5 del IPCC.

En la siguiente tabla se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría producción de carburo del INGEI anterior (1990-2017) y el presente (1990-2019), en la cual se observa un aumento de las emisiones en este reporte debido principalmente al cambio de PCG.

Tabla 4. 20. Producción de carburo: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	NO	NO	NO	NO	NO	NO	4,93		
INGEI actual	NO	NO	NO	NO	NO	NO	5,07	10,96	0,22
Diferencia	NO	NO	NO	NO	NO	NO	0,14		
Diferencia %	NO	NO	NO	NO	NO	NO	2,76%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.3.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Identificar el mercado de carburo en el país y establecer vínculos con industrias fabricantes de carburos.
- Releva datos para el reporte de las emisiones de producción de negro de humo.
- Coordinar con el MIC una estrategia de relevamiento y registro de datos de actividades industriales.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de Licencias Ambientales y realización de Auditorías Ambientales.
- Alentar a las entidades proveedoras de información a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

4.4. Industria de los metales (FCR 2.C)

4.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría Industria de los metales incluye las emisiones de GEI relacionadas que resultan de la producción de metales como hierro, acero, ferroaleaciones, aluminio, magnesio, plomo, cinc, otros (IPCC, 2006).

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los procesos productivos de hierro, acero y plomo.

La producción de hierro y acero conduce a emisiones de dióxido de carbono (CO₂), pudiendo también generar metano (CH₄) si existiera producción de coque, lo cual no ocurre en Paraguay. En dicho sector, desde antes de 1990 existía una sola industria de producción de hierro y acero en el país (ACEPAR), arrendada en periodo 2014-2018 a la empresa VETORIAL S.A., con muchos problemas operativos en los últimos años. Desde el año 2018, inicia sus actividades una nueva

industria (VEMARCORP S.A.), la cual produce varillas de acero a partir de chatarras metálicas como materia prima, utilizando un horno eléctrico que se abastece de la red de energía y del consumo de biodiesel como combustible. En esta categoría también se incluyen emisiones de CO₂ por la utilización de carbón vegetal como agente reductor para la producción de hierro y acero, por lo que existe una doble contabilidad de los datos con el sector de Energía y UTCUTS.

En relación a la producción de plomo, en el país no existe producción primaria de plomo, existiendo plantas de producción secundaria a partir de baterías de vehículos principalmente. Estas plantas aplican métodos donde las baterías se descomponen de manera mecánica o manual para separar el ácido y los componentes. Los componentes de plomo se transportan a los hornos para su fundición, tras lo cual, se retira la escoria y el plomo fundido vertiéndose en moldes y se deja enfriar. La producción secundaria de plomo refinado consiste en el procesamiento del plomo reciclado con el fin de prepararlo para su reutilización. La gran mayoría de este plomo reciclado proviene de la chatarra de plomo de las baterías ácidas. Estas baterías se trituran con molino de martillo y se introducen en el proceso de fundición con o sin desulfurización, o bien, se funden enteras.

La categoría industria de los metales presenta sólo emisiones del gas CO₂ que representan el 4,55 % del sector IPPU para el año 2019. En cuanto a su evolución en el tiempo, esta categoría tuvo una disminución del 24,57 % con respecto al año 1990 y un aumento del 8,67 % con respecto al año 2017, lo cual se debe a las variaciones en la producción de hierro y acero. El principal impulsor de esta categoría corresponde a la subcategoría de producción de hierro y acero, la cual en el año 2019 tuvo una contribución del 98,71 % del total de emisiones, correspondiendo el 1,29 % restante a la producción de plomo.

El comportamiento de la tendencia de esta categoría está fuertemente marcado por las variaciones de la producción de hierro y acero, observando grandes fluctuaciones que estuvieron relacionadas con las variaciones de la demanda del sector de la construcción local, la demanda del mercado internacional y los frecuentes cambios e inestabilidad en la conducción de la empresa VETORIAL en ciertos periodos.

El aumento de producción de plomo en los últimos años se explica parcialmente por el creciente aumento del parque automotor que demanda nuevas baterías. Además, se puede mencionar el crecimiento de la red logística de recolección de baterías usadas a través de la compra de las baterías usadas en los principales negocios de venta e instalación de nuevas baterías.

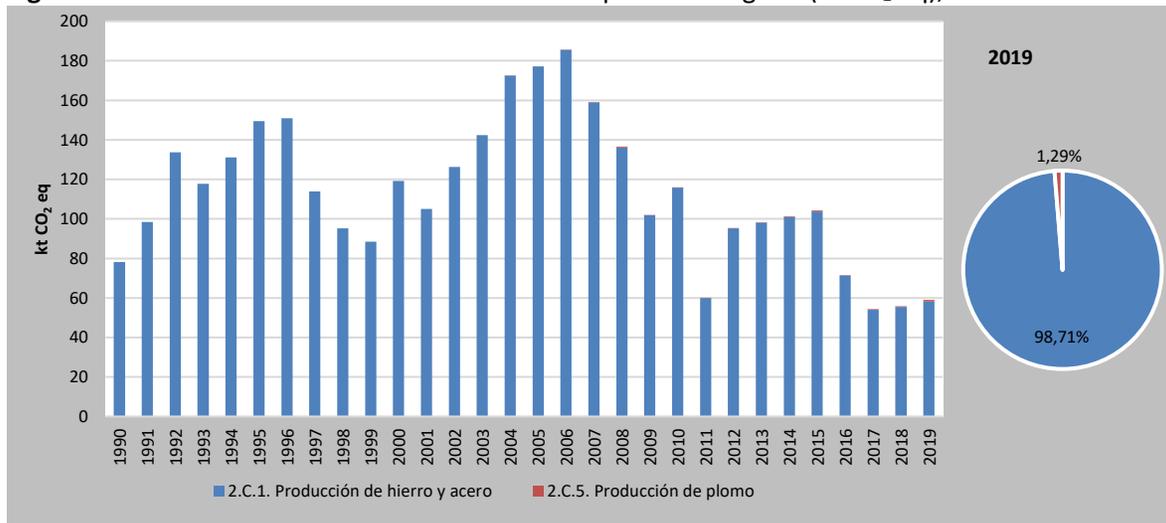
En la Tabla 4.21 y Figura 4.14 se presenta un resumen de los totales de GEI de la subcategoría.

Tabla 4. 21. Industria de los metales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.C.1. Producción de hierro y acero	78,18	149,50	119,17	177,16	115,84	103,83	53,94	55,40	58,21
2.C.5. Producción de plomo	NE	NE	NE	NE	0,10	0,44	0,33	0,38	0,76
Total	78,18	149,50	119,17	177,16	115,94	104,27	54,27	55,78	58,97

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 4. 14. Industria de los metales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.4.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de estas subcategorías se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* al no tratarse de una categoría principal (ver Anexo 1).

Producción de hierro y acero

Al no contar con datos nacionales sobre el uso de los materiales de proceso para la producción del hierro y del acero, se opta por utilizar datos internacionales. El método de Nivel 1 para las emisiones de CO₂ de la producción de hierro y acero consiste en multiplicar los factores de emisión por defecto por los datos sobre la producción nacional, como se muestra en las Ecuaciones 4.7 y 4.8. Debido a las amplias variaciones en las emisiones por unidad de producción de acero, que dependen del método de producción, es una buena práctica determinar la fracción de acero que se produce en los diferentes procesos de fabricación, calcular las emisiones para cada proceso y sumar luego las estimaciones. En la Ecuación 4.7 se considera la producción de acero a partir de hornos básicos de oxígeno (BOF), hornos de arco eléctrico (EAF) y hornos de solera (OHF, del inglés, en Open Hearth Furnaces).

Ecuación 4.7. Emisiones de CO₂ provenientes de la producción de hierro y acero (Nivel 1)

$$\text{Hierro y acero: } E_{CO_2, no-energía} = BOF \cdot EF_{BOF} + EAF \cdot EF_{EAF} + OHF \cdot EF_{OHF}$$

Fuente: Ecuación 4.4; Capítulo 4; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

Ecuación 4.8. Emisiones de CO₂ provenientes de la producción de arrabio no procesado en acero

$$E_{CO_2, no-energía} = IP \cdot EF_{IP}$$

Donde:

- E_{CO₂, no-energía} = emisiones de CO₂ a ser declaradas en el Sector IPPU, toneladas
- BOF = cantidad de acero crudo producido en BOF, toneladas
- EAF = cantidad de acero crudo producido en EAF, toneladas
- OHF = cantidad de acero crudo producido en OHF, toneladas
- IP = cantidad de producción de arrabio no convertido en acero, toneladas
- EF_x = factor de emisión, toneladas de CO₂/tonelada de x producido

Fuente: Ecuación 4.5; Capítulo 4; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

Producción de plomo

Para la subcategoría de producción de plomo, el método aplicado es de Nivel 1, el cual consiste en multiplicar los factores de emisión por defecto por la producción anual de plomo. La ecuación presentada más abajo permite calcular las emisiones totales de dióxido de carbono generadas por la producción de plomo mediante la suma de las emisiones por fuente y dando cuenta de las emisiones provenientes del tratamiento previo de las sustancias de alimentación al proceso.

Ecuación 4.9. Emisiones de CO₂ provenientes de la producción de plomo

$$E_{CO_2} = DS \cdot EF_{DS} + ISF \cdot EF_{ISF} + S \cdot EF_S$$

Donde:

- E_{CO₂} = emisiones de CO₂ generadas por la producción de plomo, toneladas
- DS = cantidad de plomo producido por fundición directa, toneladas
- EF_{DS} = factor de emisión para la fundición directa, ton. de CO₂/ton. de producto de plomo
- ISF = cantidad de plomo producido en hornos Imperial Smelting Furnaces, toneladas
- EF_{ISF} = factor de emisión para los hornos Imperial Smelting Furnaces, toneladas de CO₂/tonelada de producto de plomo
- S = cantidad de plomo producido a partir de materiales secundarios, toneladas
- EF_S = factor de emisión para los materiales secundarios, ton. de CO₂/ton. de producto de plomo

Fuente: Ecuación 4.32; Capítulo 4; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

En la Tabla 4.22 se presenta un resumen de los métodos aplicados.

Tabla 4. 22. Industria de los metales: resumen de métodos aplicados por subcategoría

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
	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.C. Industria de los metales	T1, NE, NO	D, NE, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.C.1. Producción de hierro y acero	T1	D	NE	NE								
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	NO, NE	NO, NE	NO, NE	NO, NE								
2.C.3. Producción de aluminio	NO	NO							NO	NO	NO	NO
2.C.4. Producción de magnesio	NO	NO					NO	NO	NO	NO	NO	NO

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
	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.C.5. Producción de plomo	NE, T1	NE, D										
2.C.6. Producción de cinc	NO	NO										
2.C.7. Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T1 = nivel 1; D = por defecto; NE = no estimada; NA = no aplicable; NO = no ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.4.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

La empresa ACEPAR S.A. (Aceros del Paraguay Sociedad Anónima) ubicada en la ciudad de Villa Hayes operó desde el año 1987 produciendo acero a partir de mineral de hierro, fundentes como caliza y cuarcita, mineral manganeso y carbón vegetal. Inicialmente era una empresa pública siendo parcialmente privatizada en el año 1997 a través de un contrato firmado entre el Estado y el Consorcio Siderúrgico Paraguayo (Cosipar), formado por la compañía Cerro Lorito SA y la Cooperativa de Trabajadores de Acepar (Cootrapar). Permanentes conflictos derivados del proceso de privatización derivaron en una intervención judicial en el año 2013 que paralizó la empresa, la cual fue luego arrendada a un grupo brasilero, VETORIAL S.A. que operó la planta industrial desde el año 2014 al 2017, siendo nuevamente paralizada a inicios del 2018 por la rescisión del contrato de arrendamiento e intervenida nuevamente por el Estado. Debido a este escenario no fue posible relavar datos directamente con la empresa.

Se recurrieron a fuentes internacionales para identificar los datos de actividad de producción de acero reportados por el World Steel Association (WSA) para toda la serie. También se recopilaron datos del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) (con datos de 1990 a 2014) y de la DNA (importación de mineral de hierro y exportación de arrabio).

Finalmente, los DA utilizados para el cálculo de emisiones fueron los del WSA por estar más completos para toda la serie, considerando además que la misma es una organización reconocida mundialmente, sin fines de lucro con sede en Bruselas, Bélgica, que representa a más de 160 productores de acero (incluidas 9 de las 10 compañías de acero más grandes del mundo), asociaciones nacionales y regionales de la industria del acero e institutos de investigación del acero, cubriendo alrededor del 85,00 % de la producción mundial de acero. Dicha organización recopila, procesa y publica estadísticas de producción mensual para acero bruto, hierro de reducción directa (DRI) y hierro de alto horno (BFI). WSA tiene varias fuentes de información, incluidas las empresas miembros, las oficinas nacionales de estadísticas y las asociaciones regionales de la industria del acero.

Los datos de producción de arrabio corresponden al total de arrabio, incluyendo lo que se convierte y lo que no se convierte en acero. Por lo tanto, de la diferencia entre la producción de arrabio y acero, se obtiene la producción de arrabio no convertido en acero.

En cuanto a los datos de producción de plomo, considerando que no existen datos oficiales y que no se obtuvieron datos de las empresas del rubro, se optó por utilizar datos oficiales de exportación de plomo del periodo 2004 y 2006-2019. Esta suposición se basa en el hecho de que en Paraguay no existe producción primaria de plomo y la consideración que todo el plomo obtenido de los procesos secundarios se exporta en lingotes. No fue posible obtener datos consistentes de

exportación de plomo antes del año 2004, pudiéndose suponer la existencia de fábricas productoras de plomo a partir de baterías usadas. Posiblemente existe también producción de plomo secundario destinado a la fabricación de baterías en el mercado local, lo cual no fue posible confirmarlo a través de datos oficiales.

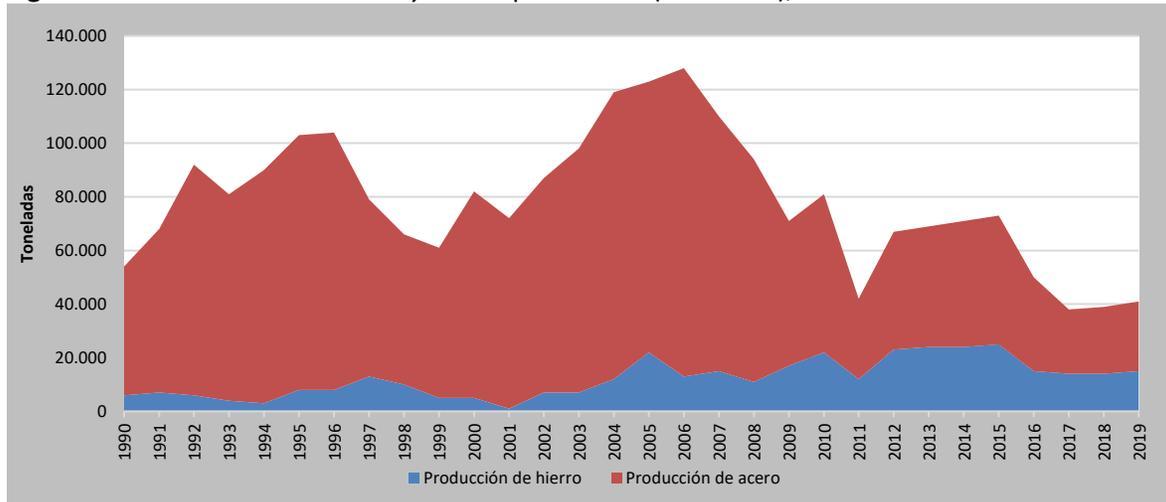
En la siguiente tabla y figuras se presentan un resumen de los parámetros de DA utilizados, y para obtener información detallada a lo largo de toda la serie temporal se puede consultar el Anexo 3.2.1.

Tabla 4. 23. Industria de los metales: datos de actividad (toneladas)

Año	2.C.1. Producción de hierro y acero		2.C.5. Producción de plomo
	Producción de hierro	Producción de acero	Exportación de plomo
1990	6.000,00	48.000,00	s/d
1995	8.000,00	95.000,00	s/d
2000	5.000,00	77.000,00	s/d
2005	22.000,00	101.000,00	s/d
2010	22.000,00	59.000,00	518,15
2015	25.000,00	48.000,00	2.209,10
2017	14.000,00	24.000,00	1.634,63
2018	14.000,00	25.000,00	1.912,29
2019	15.000,00	26.000,00	3.798,20

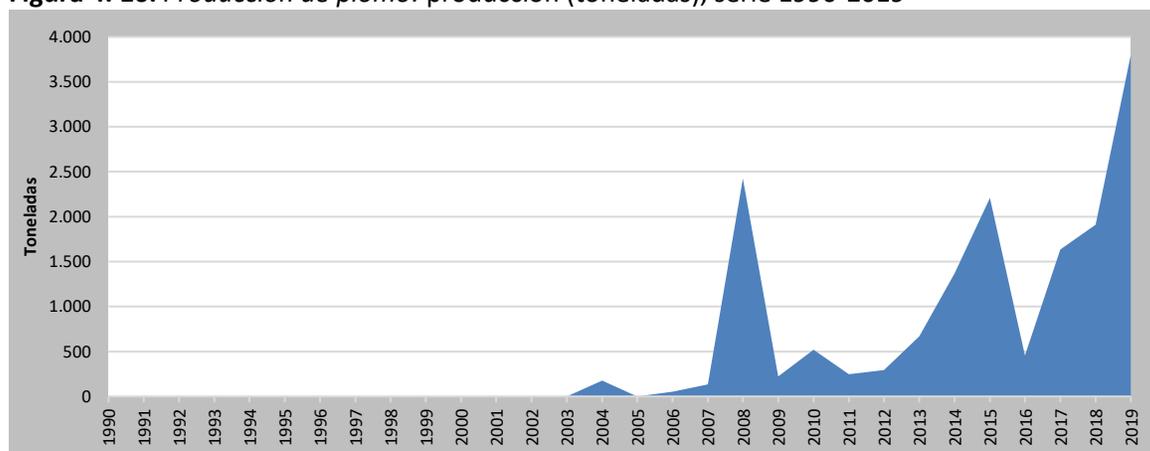
Fuente: WSA, DNA.

Figura 4. 15. Producción de hierro y acero: producción (toneladas), serie 1990-2019



Fuente: WSA.

Figura 4. 16. Producción de plomo: producción (toneladas), serie 1990-2019



Fuente: DNA.

4.4.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los FE empleados para el cálculo de las emisiones de CO₂ de esta categoría fueron tomados por defecto del Volumen 3, Capítulo 4, Cuadro 4.1 (para el caso de hierro y acero) y Cuadro 4.21 (para el plomo) de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Para el tipo de proceso de producción de hierro, se accedió a información que la empresa VETORIAL S.A. (ex ACEPAR S.A.) opera con procesos tecnológicos basados en hornos básicos de oxígeno (BOF). Esta consideración está avalada por las informaciones estadísticas del WSA y en una publicación de revista internacional Acero Latinoamericano. Por tanto, se han definido los FE y realizado los cálculos de emisiones considerando que los hornos de dicha empresa tienen dicho proceso tecnológico.

En cuanto a la producción de plomo, se utiliza el FE correspondiente a la producción por tratamiento de materias primas secundarias.

En la Tabla 4.24 y en el Anexo 3.2.2 se visualiza los FE utilizados.

Tabla 4. 24. Industria de los metales: factores de emisión aplicados por subcategoría

Subcategoría		FE - CO ₂	
		Valor	Unidad
2.C.1. Producción de hierro y acero	Producción de arrabio	1,35	t CO ₂ /t arrabio producido
	Horno básico de oxígeno (BOF)	1,46	t CO ₂ /t acero producido
2.C.5. Producción de plomo	Producción de plomo por tratamiento de materias primas secundarias	0,20	t CO ₂ /t producto

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

4.4.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada para el 2019, ha sido estimada por subcategoría y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 4.25 y la evaluación de incertidumbre en el Anexo 2.

Tabla 4. 25. Industria de los metales: incertidumbre combinada

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
2.C.1. Producción de hierro y acero	CO ₂	10,00	25,00	26,93
2.C.5. Producción de plomo	CO ₂	10,00	20,00	22,36

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

4.4.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La serie se podría considerar parcialmente consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de las subcategorías fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 1) y con las mismas fuentes de datos (WSA, DNA). La subcategoría de producción de plomo requiere confirmar la existencia e incluir las emisiones procedentes de la producción de plomo secundario del mercado local para toda la serie temporal.

4.4.5. Actividades de GCCV de la categoría

4.4.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para todas las subcategorías y las actividades propias del equipo técnico INGEI (ver Anexo 5.13). Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad específica de esta categoría, son las siguientes:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Elaboración de plantillas metodológicas y un resumen de este por cada subcategoría.
- Revisión detallada de los datos obtenidos, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Elaboración de plantillas de datos que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas, referencias y otras informaciones, dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.
- Chequeos cruzados de la información proporcionada por la institución versus la información pública.
- Chequeo cruzado de la información nacional versus la información internacional.
- Comparación de los datos utilizados en el inventario actual con las del inventario anterior.
- Valores con vínculos automatizados en las plantillas de DA con el formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual y posibles errores asociados.
- Chequeo de la importación de datos desde la base original a la planilla de datos y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Plantillas de datos protegidas con contraseña.
- Plantillas de datos con verificación de ceros y uso de mini gráficos.
- Verificación que los datos que se repiten en varios años sean consistentes.

Verificación de cálculos

- Tablas reportes generadas por el software del IPCC posteriormente vinculadas a las tablas FCR elaboradas por la RedINGEI y transportadas al documento de informe.
- Verificación que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada a través de la serie temporal.
- Comparación de emisiones de GEI entre el inventario actual y el inventario anterior.
- Verificación de cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Reproducción de cálculos de los años 1990 y 2017 como método de control de cálculo del software IPCC. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.

Verificación del informe

- Verificar que las tablas y figuras correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar la exactitud y coherencia de los títulos de las tablas y figuras.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.

Verificación de la documentación

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

4.4.5.2. Garantía de la calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

4.4.5.3. Verificación

No se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

4.4.6. Nuevos cálculos de la categoría

No hubo modificaciones en los cálculos realizados para esta categoría como se visualiza en la siguiente tabla en donde se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría *Industria de los metales* del INGEI anterior (1990-2017) y el presente (1990-2019).

Tabla 4. 26. Industria de los metales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	78,18	149,50	119,17	177,16	115,94	104,27	54,27		
INGEI actual	78,18	149,50	119,17	177,16	115,94	104,27	54,27	55,78	58,97
Diferencia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Diferencia %	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.4.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros INGEI:

- Mejorar la exactitud en cálculos de la categoría producción de hierro y acero.
- Estimar emisiones de producción de hierro y acero en un nivel superior con el fin de extraer las emisiones de CO₂ de la biomasa y del uso de piedra caliza que entra como materia prima en el proceso el cual ya está siendo estimado en categorías del sector Energía y en la categoría producción de cal del sector IPPU.
- Establecer vínculos con la nueva empresa VEMARCORP SA a fin de obtener datos sobre la tecnología utilizada y la producción de hierro y/o acero.
- Releva datos para el reporte de las emisiones de las categorías ferroaleaciones ya que se han detectado registros de exportaciones en los últimos años, lo cual evidencia la instalación de nuevas industrias en el rubro.
- La subcategoría de producción de plomo requiere confirmar la existencia e incluir las emisiones procedentes de la producción de plomo secundario del mercado local para toda la serie temporal.
- Coordinar con el MIC una estrategia de relevamiento y registro de datos de actividades industriales.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de Licencias Ambientales y realización de Auditorías Ambientales.
- Promover líneas de investigación con universidades y centros de investigación para realizar estudios sectoriales que generen informaciones a ser utilizadas por el INGEI como datos de actividades.
- Alentar a las entidades proveedoras de información a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

4.5. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (FCR 2.D)

4.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría uso de productos no energéticos de combustible y de solventes incluye las emisiones de GEI generadas por los primeros usos de los combustibles fósiles como productos con fines primarios, excepto: i) la combustión con fines energéticos, y ii) el uso como sustancia de alimentación a procesos o como agente reductor. Las subcategorías asociadas son el uso de lubricantes, ceras de parafina, asfalto y solventes (IPCC, 2006).

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de GEI que están relacionadas al uso de productos lubricantes y ceras de parafina.

El principal uso de lubricantes se da en aplicaciones industriales y en máquinas de transporte. Los lubricantes se producen en las refinerías, por separación del petróleo crudo, o en las plantas petroquímicas. Se pueden subdividir en: (i) aceites para motores y aceites industriales y (ii) grasas. Estos difieren según sus características físicas (por ej., la viscosidad), de sus aplicaciones comerciales y de su destino ambiental.

El uso de los lubricantes en los motores obedece principalmente a sus propiedades lubricantes y las emisiones asociadas se consideran, por lo tanto, emisiones sin combustión que deben declararse en el sector IPPU. Por falta de datos nacionales, actualmente no se excluyen las cantidades de lubricantes utilizados para motores de dos tiempos, las cuales deberían estimarse en el sector de Energía.

Esta categoría incluye productos como la vaselina (petrolato), ceras de parafina y otras ceras, incluida la ozocerita (mezcla de hidrocarburos saturados, sólida a temperatura ambiente). Las ceras de parafina se separan del petróleo crudo durante la producción de aceites lubricantes (destilado) livianos. Las ceras de parafina se clasifican según el contenido de aceite y el grado de refinación (IPCC, 2006).

Esta categoría presenta emisiones del gas CO₂ que representan el 1,98 % del sector IPPU para el año 2019. En cuanto a su evolución en el tiempo, tuvo un aumento del 266,28 % con respecto al año 1990 y del 10,14 % con respecto al año 2017, lo cual se debe al incremento del uso de los productos. El principal impulsor de esta categoría corresponde a la subcategoría de uso de lubricantes, con un peso del 95,68 %.

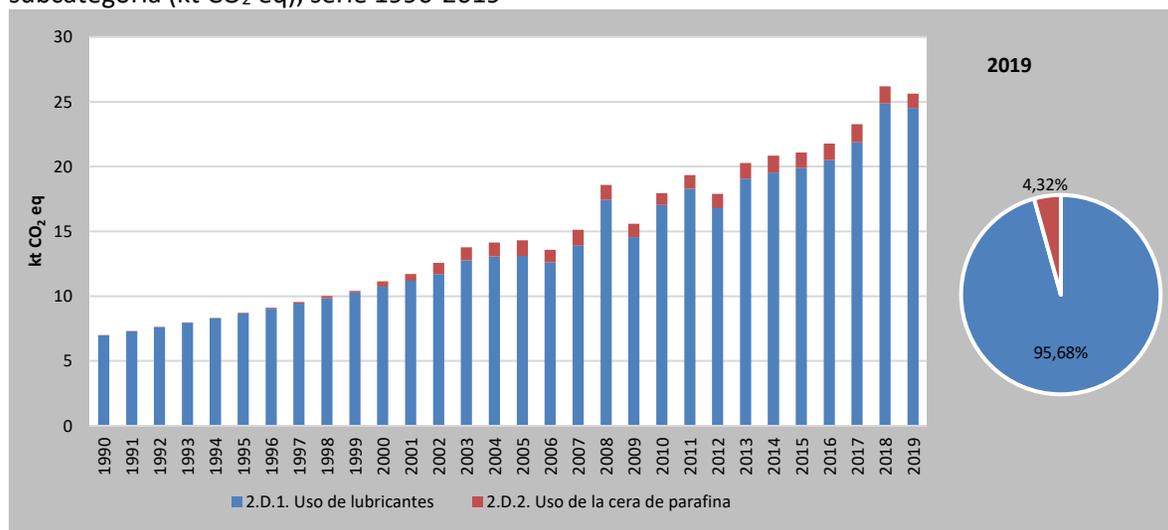
En la Tabla 4.27 y Figura 4.17 se presenta un resumen del total de GEI por subcategoría.

Tabla 4. 27. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.D.1. Uso de lubricantes	6,99	8,66	10,74	13,10	17,03	19,91	21,88	24,86	24,52
2.D.2. Uso de la cera de parafina	0,01	0,06	0,42	1,21	0,91	1,17	1,39	1,33	1,11
Total	7,00	8,72	11,16	14,31	17,95	21,08	23,27	26,19	25,63

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 4. 17. *Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019*



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.5.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría se aplica el método Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006 al no tratarse de una categoría principal (ver Anexo 1), usando datos de actividades país específicos y factores de emisión por defecto. A continuación, se presenta tabla resumen con los métodos aplicados por subcategoría:

Tabla 4. 28. *Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente: resumen de métodos aplicados por subcategoría*

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
	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.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	T1, NA	D, NA	NA	NA	NA	NA						
2.D.1. Uso de lubricantes	T1	D	NA	NA	NA	NA						
2.D.2. Uso de la cera de parafina	T1	D	NA	NA	NA	NA						
2.D.3. Uso de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	NA						
2.D.4. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA						

Referencias: T1 = nivel 1; D = por defecto; NA = no aplicable.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Uso de lubricantes

Para el cálculo de emisiones de CO₂ relacionado al uso de lubricantes, se aplica la siguiente ecuación, con FE agregados por defecto y el factor ODU basado en la composición por defecto de los aceites y las grasas en las cifras totales sobre lubricantes (en unidades de TJ).

Ecuación 4.10. Emisiones de lubricantes (Nivel 1)

$$CO_2 \text{ Emisiones} = LC \cdot CC_{\text{Lubricante}} \cdot ODU_{\text{Lubricante}} \cdot 44/12$$

Donde:

Emisiones CO₂ = emisiones de CO₂ generadas por los lubricantes, toneladas de CO₂

LC = consumo total de lubricantes, TJ

CC_{Lubricante} = contenido de carbono de los lubricantes (por defecto), tonelada de C/TJ (=kg. de C/GJ)

ODU_{Lubricante} = factor ODU (basado en la composición por defecto de aceites y grasas), fracción

44/12 = cociente de masa del CO₂/C

Fuente: Ecuación 5.2; Capítulo 5; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

Uso de la cera de parafina

Las emisiones de CO₂ relacionadas al uso de cera, se calculan mediante la siguiente ecuación y con los FE agregados por defecto y el factor ODU basado en la composición por defecto de las ceras (en unidades de TJ).

Ecuación 4.11. Emisiones de ceras (Nivel 1)

$$CO_2 \text{ Emisiones} = PW \cdot CC_{\text{Cera}} \cdot ODU_{\text{Cera}} \cdot 44/12$$

Donde:

Emisiones CO₂ = emisiones de CO₂ generadas por las ceras, toneladas de CO₂

PW = consumo total de ceras, TJ

CC_{Cera} = contenido de carbono de las ceras de parafina (por defecto), tonelada de C/TJ (=Kg. de C/GJ)

ODU_{Cera} = factor ODU de la cera de parafina, fracción

44/12 = cociente de masa del CO₂/C

Fuente: Ecuación 5.4; Capítulo 5; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

4.5.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Considerando que los lubricantes y las ceras son productos que no se fabrican en el país, se utilizaron datos oficiales de importaciones proporcionados por la DNA. Como dicha información sólo está disponible desde el año 2003 para lubricantes y desde 1999 para las ceras, se realizó un tratamiento estadístico por el método función de crecimiento descrito en el Anexo 5.1, a fin de contar con datos para los años anteriores.

En la Tabla 4.29 y Figuras 4.18 y 4.19 se presenta un resumen de los parámetros de DA utilizados, y en el Anexo 3.2.1 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

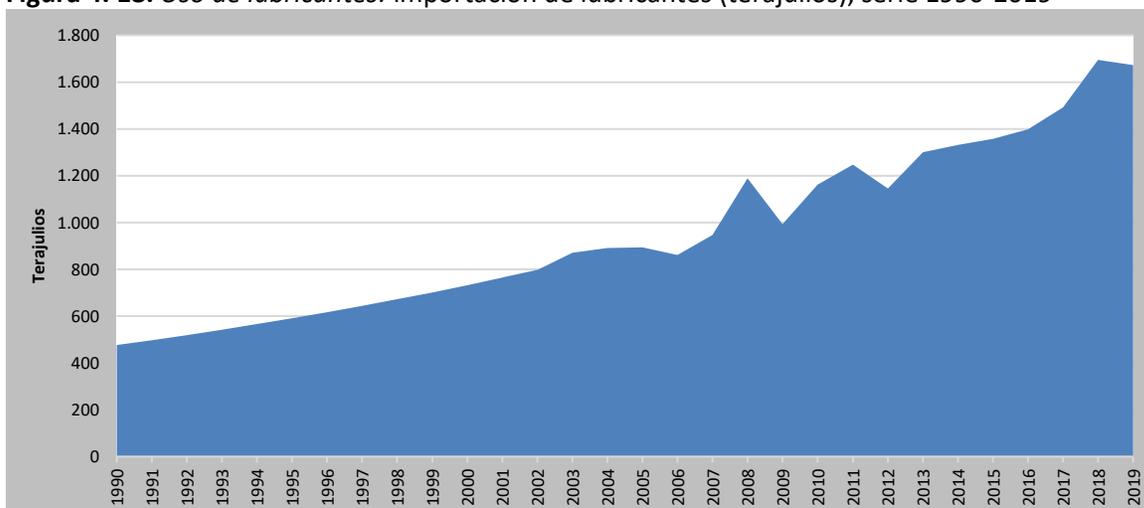
Tabla 4. 29. *Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes:* datos de actividad por subcategoría (terajulios)

Año	2.D.1. Uso de lubricantes	2.D.2. Uso de la cera de parafina
	Importación de lubricantes	Importación de ceras
1990	476,44	0,70
1995	590,60	3,81

Año	2.D.1. Uso de lubricantes	2.D.2. Uso de la cera de parafina
	Importación de lubricantes	Importación de ceras
2000	732,12	28,83
2005	893,41	82,48
2010	1.161,37	62,19
2015	1.357,68	79,61
2017	1.492,02	94,67
2018	1.694,87	90,98
2019	1.672,06	75,57

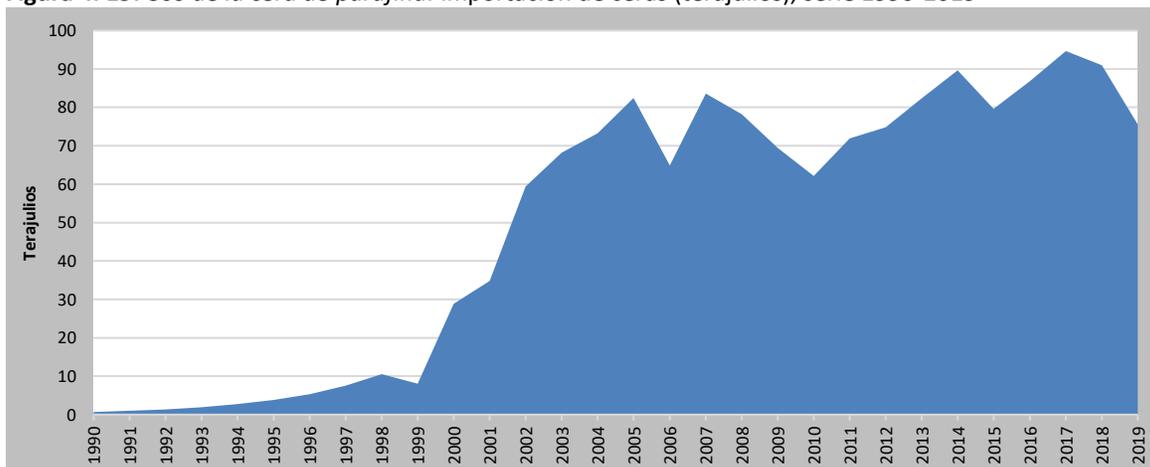
Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.
Fuente: DNA y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 18. *Uso de lubricantes*: importación de lubricantes (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: DNA y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 19. *Uso de la cera de parafina*: importación de ceras (terajulios), serie 1990-2019



Fuente: DNA y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

4.5.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Para obtener el FE empleado para el cálculo de las emisiones de GEI de la categoría fueron tomados por defecto el contenido de carbono del Volumen 2, Capítulo 1, Cuadro 1.3 y el factor ODU (carbono

del combustible fósil que se oxida durante el uso) del Volumen 3, Capítulo 5, Cuadro 5.2 de las *Directrices del IPCC de 2006* para el GEI estimado.

En la Tabla 4.30 y en el Anexo 3.2.2 se visualiza los parámetros de FE utilizados.

Tabla 4. 30. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: factores de emisión aplicados por subcategoría

Subcategoría		FE - CO ₂	
		Valor	Unidad
2.D.1. Uso de lubricantes	Contenido de carbono	20,00	ton/TJ
	Carbono del combustible fósil que se oxida durante el uso (factor ODU) para el total de lubricantes	0,20	fracción
2.D.2. Uso de la cera de parafina	Contenido de carbono	20,00	ton/TJ
	Carbono del combustible fósil que se oxida durante el uso (factor ODU)	0,20	fracción

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

4.5.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada para el 2019, ha sido estimada por subcategoría y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 4.31 y la evaluación de incertidumbre en el Anexo 2.

Tabla 4. 31. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: incertidumbre combinada

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
2.D.1. Uso de lubricantes	CO ₂	20,00	50,09	53,94
2.D.2. Uso de cera de parafina	CO ₂	20,00	100,12	102,10

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

4.5.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La serie se considera consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 1) y con las mismas fuentes de datos (DNA), con una cobertura geográfica a nivel nacional. Los vacíos de información fueron calculados mediante un mismo método estadístico.

4.5.5. Actividades de GCCV de la categoría

4.5.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para todas las subcategorías y las actividades propias del equipo técnico INGEI (ver Anexo 5.13). Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad específica de esta categoría, son las siguientes:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Elaboración de plantillas metodológicas y un resumen de este por cada subcategoría.

- Revisión detallada de los datos obtenidos, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Elaboración de plantillas de datos que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas, referencias y otras informaciones, dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.
- Chequeos cruzados de las informaciones proporcionadas por las instituciones.
- Comparación de los datos utilizados en el inventario actual con las del inventario anterior.
- Valores con vínculos automatizados en las plantillas de DA con el formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual y posibles errores asociados.
- Chequeo de la importación de datos desde la base original a la planilla de datos y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Plantillas de datos protegidas con contraseña.
- Plantillas de datos con verificación de ceros y uso de minigráficos.
- Verificación que los datos que se repiten en varios años sean consistentes.

Verificación de cálculos

- Tablas reportes generadas por el software del IPCC posteriormente vinculadas a las tablas FCR elaboradas por la RedINGEI y transportadas al documento de informe.
- Verificación que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada a través de la serie temporal.
- Comparación de emisiones de GEI entre el inventario actual y el inventario anterior.
- Verificación de cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Reproducción de cálculos de los años 1990 y 2017 como método de control de cálculo del software IPCC. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.

Verificación del informe

- Verificar que las tablas y figuras correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar la exactitud y coherencia de los títulos de las tablas y figuras.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.

Verificación de la documentación

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

4.5.5.2. Garantía de la calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

4.5.5.3. Verificación

No se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

4.5.6. Nuevos cálculos de la categoría

Se realizaron ajustes en los datos procedentes de las partidas arancelarias consideradas en el periodo 2003-2017 para lubricantes y 1999-2017 para ceras. Por ende, las actualizaciones en el tratamiento estadístico brindado a los datos disponibles para completar los vacíos de la serie temporal, partiendo de los datos de importaciones de lubricantes y ceras disponibles.

En la siguiente tabla se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes del INGEI anterior (1990-2017) y el presente (1990-2019), en la cual se observa un aumento de las emisiones en este reporte debido principalmente al cambio de PCG.

Tabla 4. 32. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	4,55	5,94	10,39	12,11	15,77	17,83	19,34		
INGEI actual	7,00	8,72	11,16	14,31	17,95	21,08	23,27	26,19	25,63
Diferencia	2,45	2,77	0,77	2,21	2,18	3,25	3,93		
Diferencia %	34,97%	31,82%	6,94%	15,41%	12,14%	15,43%	16,88%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.5.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la subcategoría para los futuros INGEI:

- Analizar detalladamente las partidas arancelarias con productos no energéticos específicos que deben ser incluidos.

- Analizar en conjunto con el VMME los BEN con el fin de mejorar y definir que partidas de productos no energéticos serán incluidas en el mismo.
- Alentar a las entidades proveedoras de información a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

4.6. Industria electrónica (FCR 2.E)

Esta categoría no ocurre en el país.

4.7. Uso de productos sustitutos de las SAO (FCR 2.F)

4.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Los productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), son sustancias que en general se usan porque tienen propiedades térmicas de interés en el transporte o aislamiento de energía, sus usos van desde la refrigeración y el aire acondicionado, pasando por la extinción de incendios, hasta los propelentes de aerosoles y espumantes. Algunas categorías en las que se agrupan estos usos implican el almacenamiento de las sustancias y su liberación paulatina a lo largo de los años debido a fugas, como es el caso de la refrigeración, lo cual genera bancos de almacenamiento (IPCC, 2006).

La categoría uso de productos sustitutos de las SAO, según las *Directrices del IPCC de 2006*, incluye las emisiones de los gases fluorados hidrofluorocarbonos (HFC) y, en una medida muy limitada, los perfluorocarbonos (PFC) que sirven como alternativas a las SAO. Las subcategorías incluidas son la refrigeración y aire acondicionado, agentes espumantes, protección contra incendios, aerosoles y solventes.

En el contexto nacional, la categoría incluye las emisiones de equipos de refrigeración, aire acondicionado y protección contra incendios. Con respecto a los gases PFC, no han sido identificados usos en el país.

En esta sección se consideran las emisiones derivadas del uso de productos sustitutos de las SAO en actividades de los rubros refrigeración y aire acondicionado y protección contra incendios.

Refrigeración y aire acondicionado

Como se mencionan en las *Directrices del IPCC de 2006*, los sistemas de refrigeración y aire acondicionado pueden clasificarse en varias sub-aplicaciones o fuentes. Estas sub-aplicaciones que pueden diferir en ubicación y propósito se enumeran a continuación:

- Refrigeración doméstica (es decir, hogares),
- Refrigeración comercial, incluidos los diferentes tipos de equipos, desde las expendedoras hasta los sistemas centralizados de refrigeración en los supermercados,
- Procesos industriales que incluyen congeladores, almacenamiento de baja temperatura y bombas caloríficas industriales utilizadas en la alimentación, la petroquímica y otras industrias,
- Transporte refrigerado, incluidos los equipos y los sistemas de refrigeración utilizados en camiones, contenedores, frigoríficos y vagones,

- Sistemas de aire acondicionado estacionario incluidos los sistemas aire-aire, las bombas caloríficas y los enfriadores-congeladores para aplicaciones residenciales y en la construcción,
- Sistemas de aire acondicionado móvil utilizados en vehículos de pasajeros, cabinas de camiones, buses y trenes.

Protección contra incendios

Algunos equipos usados para extinción de incendios usan los HFC para reemplazar parcialmente los halones. En el país se tiene identificado el uso del gas R-236fa denominado Hexafluoropropano, utilizado para proteger a los equipos e instrumentos eléctricos en las operaciones de extinción de incendios.

La categoría uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono presenta emisiones de HFC que representan el 47,75 % del sector IPPU para el año 2019, con un incremento del 23,74 % con respecto al año 2017, lo cual se debe al aporte de los gases utilizados en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

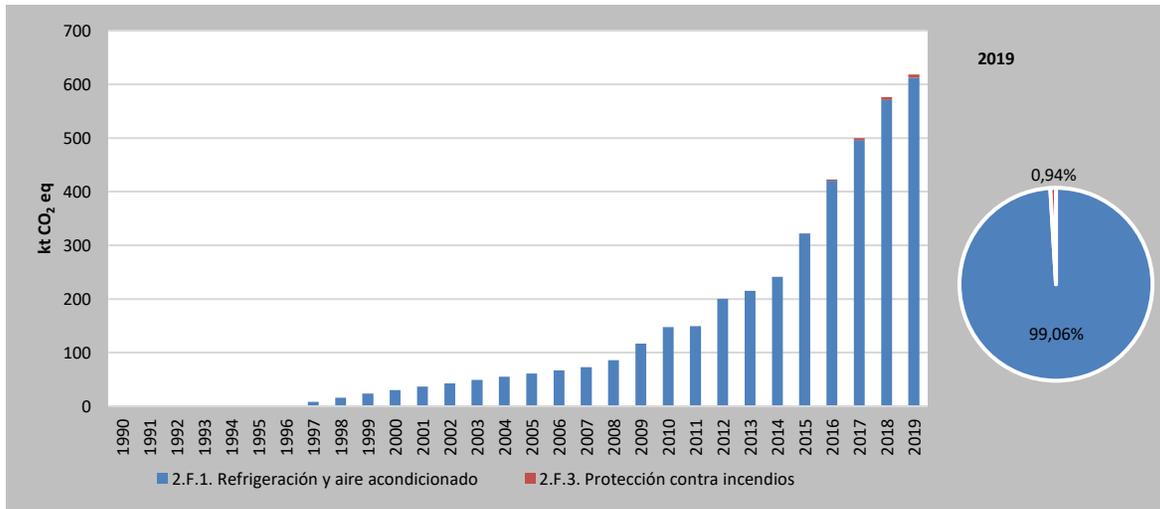
En la siguiente tabla se presenta un resumen del total de GEI de las subcategorías.

Tabla 4. 33. Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	NO	NO	30,22	60,85	147,68	321,70	496,41	570,99	612,45
2.F.3. Protección contra incendios	NO	NO	NO	NO	NO	0,97	3,26	5,07	5,83
Total	NO	NO	30,22	60,85	147,68	322,67	499,67	576,06	618,29

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 4. 20. Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.7.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de emisiones de HFC de la subcategoría refrigeración y aire acondicionado y protección contra incendios se utilizó un método de Nivel 1a de las *Directrices del IPCC de 2006* al

no tratarse de una categoría principal (ver Anexo 1), basado en la multiplicación del consumo neto de cada gas por el FE por defecto correspondiente. Adicionalmente se incluye un factor debido a las emisiones de los bancos de gases, que intenta dar cuenta del retardo entre el consumo y las emisiones como se muestra en la Ecuación 4.12.

Ecuación 4.12. Cálculo de las emisiones de una sustancia química de una aplicación con bancos

$$Emisiones\ Anuales = Consumo\ Neto \cdot EF_{PA}\ Compuesto + Total\ Sustancia\ química\ en\ Banco \cdot EF_B\ Compuesto$$

Donde:

Emisiones: emisiones totales para la aplicación refrigeración y aire acondicionado

Consumo Neto = consumo neto para la aplicación

EF_{PA} Compuesto = factor de emisión compuesto para la aplicación, para el primer año

Total, Sustancia química en Banco = banco de la sustancia química para la aplicación

EF_B Compuesto = factor de emisión compuesto para la aplicación, para el banco

Fuente: Ecuación 7.2B; Capítulo 7; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

En la siguiente tabla se resumen los métodos utilizados.

Tabla 4. 34. *Uso de productos sustitutos de las SAO:* resumen de métodos aplicados por subcategoría y fuente

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
	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.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono							NO, T1a	NO, D	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado							NO, T1a	NO, D	NA	NA	NA	NA
2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionario							NO, T1a	NO, D	NA	NA	NA	NA
2.F.1.b. Aire acondicionado móvil							NO, T1a	NO, D	NA	NA	NA	NA
2.F.2. Agentes espumantes							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F.3. Protección contra incendios							NO, T1a	NO, D	NA	NA	NA	NA
2.F.4. Aerosoles							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F.5. Solventes							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F.6. Otras aplicaciones (especificar)							NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T1a = nivel 1a; D = por defecto; NA = no aplicable; NO = no ocurre

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.7.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Se han relevado datos oficiales del Dpto. de Ozono del MADES desde el año 2008, a partir del cual se ha construido la serie histórica. Se puede suponer que anterior al año 2008, se utilizaba el gas R-134a en sistemas de aire acondicionado móvil y refrigeración doméstica, tomando como año base de consumo el año 1997 basado en informaciones que a mediados de la década del año 1990 la industria automovilística ya lo adoptó para los equipos de aire acondicionado en la fabricación de nuevos vehículos. En este caso, para completar los vacíos de datos en el periodo 1997-2007 se aplicaron métodos estadísticos de progresión geométrica descrito en el Anexo 5.1.

Recién desde el año 2008 se tienen datos nacionales considerando que, en dicho año, por la vigencia de una regulación legal que establece las medidas de control de las sustancias agotadoras de la capa de ozono y el uso de tecnologías alternativas (Decreto N° 12.685/2008), el MADES inició el registro de importaciones de sustancias alternativas a las SAO y en coordinación con la DNA se establecieron subpartidas arancelarias específicas para discriminar los tipos de gases refrigerantes importados.

Los datos de consumo de HFC durante el periodo 2009-2019 fueron provistos por el Dpto. de Ozono del MADES mientras que los datos del 2008 fueron extraídos del documento Plan de Eliminación de los Hidroclorofluorocarburos (HCFC) (HPMP) del 2010 elaborado por el Dpto. de Ozono del MADES, presentado a las instancias correspondientes del Protocolo de Montreal para la solicitud de financiamiento del HPMP.

El gas HFC-236fa es utilizado en extintores de incendio, los demás gases como R-23, R-32, R-125, R-152a, R-143a son utilizados en aires acondicionados y refrigeradores estacionarios, mientras que el gas R-134a es utilizado en aire acondicionado estacionario y móvil. Se ha adoptado el valor de 14,50 % como tasa de crecimiento de uso de equipos de refrigeración y aire acondicionado, basados en la información contenida en el HPMP.

Se ha considerado que antes del año 2008, a excepción del gas R-134a, no ocurrían (NO) emisiones de otros gases sustitutos de la SAO debido a que los mismos hicieron su aparición en años posteriores a esa fecha. De acuerdo al calendario de eliminación de SAO en el marco de los compromisos ante el Protocolo de Montreal, en Paraguay se prohibieron las importaciones de los clorofluorocarbonos (CFC) a partir del año 2010, mientras que los HCFC iniciaron su proceso de reducción de consumo desde el año 2013. Por este motivo, podemos suponer que no había consumo de HFC en los años iniciales de la serie de tiempo, respaldados también por los reportes nacionales realizados en el marco del Protocolo de Montreal por el Dpto. de Ozono del MADES.

En la siguiente tabla y figuras se presentan un resumen de los parámetros de DA utilizados, la información detallada se halla en el Anexo 3.2.1.

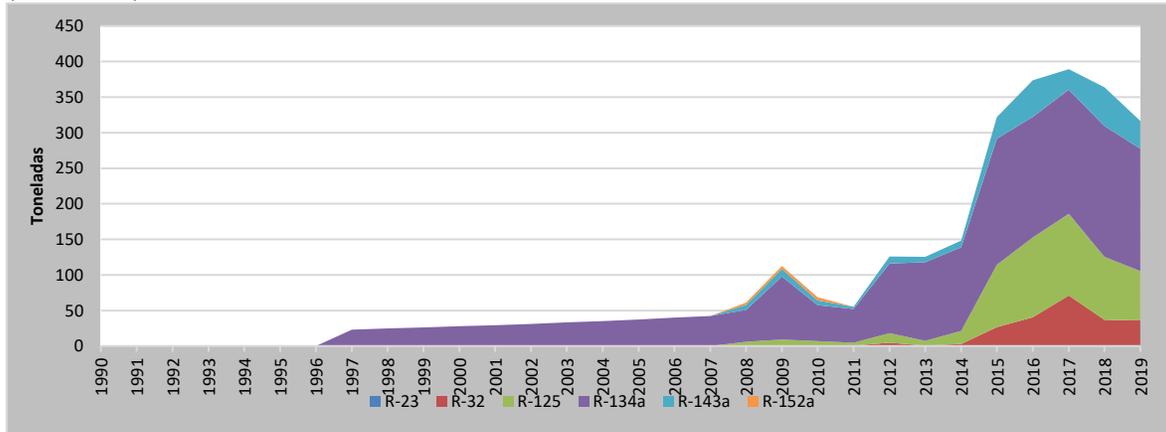
Tabla 4. 35. Uso de productos sustitutos de las SAO: consumo de HFC por subcategoría, fuente y tipo de gas (toneladas)

Año	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado							2.F.3. Protección contra incendios
	2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionario						2.F.1.b. Aire acondicionado móvil	
	R-23	R-32	R-125	R-134a	R-143a	R-152a	R-134a	
1990								
1995								
2000				27,73			27,73	
2005				37,46			37,46	
2010	0,00	0,57	6,18	50,86	6,66	4,58	50,86	0,00
2015	0,00	26,71	87,49	177,30	30,55	0,07	177,30	3,00
2017	0,00	71,09	114,58	174,91	28,71	0,00	174,91	4,00
2018	0,00	36,83	88,46	183,85	54,61	0,00	183,85	6,00
2019	0,00	35,93	69,38	172,04	39,27	0,00	172,04	0,00

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

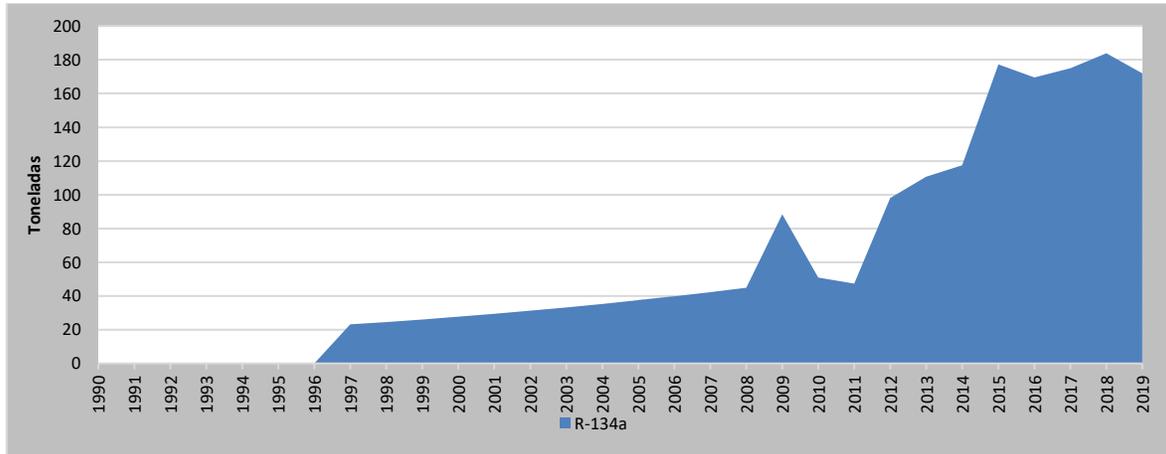
Fuente: Departamento de Ozono de la DGA del MADES y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 21. Refrigeración y aire acondicionado estacionario: consumo de HFC por tipo de gas (toneladas), serie 1990-2019



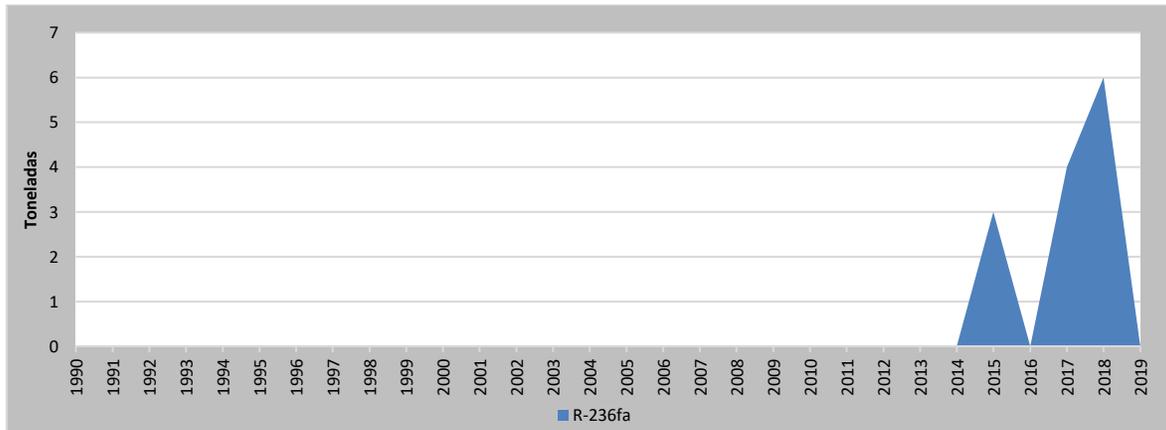
Fuente: Departamento de Ozono de la DGA del MADES y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 22. Aire acondicionado móvil: consumo de HFC por tipo de gas (toneladas), serie 1990-2019



Fuente: Departamento de Ozono de la DGA del MADES y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 23. Protección contra incendios: consumo de HFC por tipo de gas (toneladas), serie 1990-2019



Fuente: Departamento de Ozono de la DGA del MADES.

4.7.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los FE compuestos se determinan calculando un promedio de los FE de sub-aplicación que corresponda, ponderado según la actividad de cada sub-aplicación. Los parámetros utilizados fueron obtenidos del Volumen 3, Capítulo 7, Sección 7.5.2 y Sección 7.6.2 de las *Directrices del IPCC de 2006*, de acuerdo con el tipo de equipos predominantes usados en el país.

Los parámetros considerados en las subcategorías son los siguientes:

- FE de la base instalada
- Vida útil promedio de los equipos
- Tasa de crecimiento en ventas de equipos nuevos
- Destrucción de los gases al final de la vida útil de los equipos

El FE para el banco corresponde a un 13 % anual para toda el área de refrigeración y aire acondicionado estacionario, 15 % para móvil y 4 % para protección contra incendios, adicionalmente se asumen algunos supuestos ante la ausencia de valores desagregados por sub-aplicación de acuerdo con lo recomendado por las *Directrices del IPCC de 2006* como: la vida útil de los equipos de 15 años promedio, para todas las sub-aplicaciones; la tasa de crecimiento de las ventas de nuevos equipos de 14,50 % promedio para toda la serie, estimado en función del crecimiento de la entrada de nuevos equipos informada en el estudio HPMP; y, se considera que no existe destrucción de los gases al final de la vida útil.

En la Tabla 4.36 y en el Anexo 3.2.2 se visualiza los valores utilizados.

Tabla 4. 36. Uso de productos sustitutos de las SAO: parámetros de factor de emisión aplicados por subcategoría

Subcategoría/fuente		Parámetro	Unidad	R-23	R-32	R-125	R-152a	R-143a	R-134a	R-236fa	
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	2.F.1.a - Refrigeración y aire acondicionado estacionario	Vida útil promedio de los equipos	Años	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00		
		Factor de emisión de la base instalada	Porcentaje (%)	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00		
		Gas destruido al fin de la vida útil	Porcentaje (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		Tasa de crecimiento en ventas de equipos nuevos	Porcentaje (%)	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50		
		Año de ingreso de los HFC al país	Año	2011	2010	2008	2008	2008	1997		
	2.F.1.b - Aire acondicionado móvil	Vida útil promedio de los equipos	Años							13,00	
		Factor de emisión de la base instalada	Porcentaje (%)							15,00	
		Gas destruido al fin de la vida útil	Porcentaje (%)							0,00	
		Tasa de crecimiento en ventas de equipos nuevos	Porcentaje (%)							14,50	
		Año de ingreso de los HFC al país	Año							1997	
2.F.3. Protección contra incendios	Vida útil promedio de los equipos	Años								15,00	
	Factor de emisión de la base instalada	Porcentaje (%)								4,00	
	Gas destruido al fin de la vida útil	Porcentaje (%)								0,00	

Subcategoría/fuente	Parámetro	Unidad	R-23	R-32	R-125	R-152a	R-143a	R-134a	R-236fa
	Tasa de crecimiento en ventas de equipos nuevos	Porcentaje (%)							14,50
	Año de ingreso de los HFC al país	Año							2015

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006, Departamento de Ozono de la DGA del MADES.

4.7.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada para el 2019, ha sido estimada por subcategoría para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 4.37 y la evaluación de incertidumbre en el Anexo 2.

Tabla 4. 37. Uso de productos sustitutos de las SAO: incertidumbre combinada

Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionario	R-23	15,00	4,00	15,52
	R-32	15,00	4,00	15,52
	R-125	15,00	4,00	15,52
	R-134a	15,00	4,00	15,52
	R-143a	15,00	4,00	15,52
	R-152a	15,00	4,00	15,52
2.F.1.b. Aire acondicionado móvil	R-134a	15,00	4,00	15,52
2.F.3. Protección contra incendios	R-236fa	15,00	4,00	15,52

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

4.7.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La serie se considera consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 1a) y con las mismas fuentes de datos (Dpto. de Ozono del MADES), con una cobertura geográfica a nivel nacional. Los vacíos de información fueron llenados mediante un mismo método estadístico.

4.7.5. Actividades de GCCV de la categoría

4.7.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para todas las subcategorías y las actividades propias del equipo técnico INGEI (ver Anexo 5.13). Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad específica de esta categoría, son las siguientes:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Elaboración de plantillas metodológicas y un resumen de este por cada subcategoría.
- Revisión detallada de los datos obtenidos, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.

- Elaboración de plantillas de datos que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas, referencias y otras informaciones, dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.
- Comparación de los datos utilizados en el inventario actual con las del inventario anterior.
- Valores con vínculos automatizados en las plantillas de DA con el formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual y posibles errores asociados.
- Chequeo de la importación de datos desde la base original a la planilla de datos y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Plantillas de datos protegidas con contraseña.
- Plantillas de datos con verificación de ceros y uso de minigráficos.
- Verificación que los datos que se repiten en varios años sean consistentes.

Verificación de cálculos

- Tablas reportes generadas por el software del IPCC posteriormente vinculadas a las tablas FCR elaboradas por la RedINGEI y transportadas al documento de informe.
- Verificación que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada a través de la serie temporal.
- Comparación de emisiones de GEI entre el inventario actual y el inventario anterior.
- Verificación de cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Reproducción de cálculos de los años 1990 y 2017 como método de control de cálculo del software IPCC. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.

Verificación del informe

- Verificar que las tablas y figuras correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar la exactitud y coherencia de los títulos de las tablas y figuras.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.

Verificación de la documentación

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

4.7.5.2. Garantía de la calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

4.7.5.3. Verificación

No se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

4.7.6. Nuevos cálculos de la categoría

Entre las mejoras realizadas en el presente INGEI, se pueden mencionar:

- Actualización de los valores de GWP, adoptando los valores del AR5 del IPCC.
- Ajustes de FE para todos los gases en refrigeración y aire acondicionado estacionario desde 1997.
- En base a información proporcionada por el Dpto. de Ozono del MADES, se actualizaron: datos del R-134a en los años 2009 y 2010, tanto para estacionario como móvil y por ende se ajustó la proyección estadística para el periodo 1997-2007; también se actualizaron datos del R-125 en los años 2009 y 2015; y, datos del R-143a en los años 2009, 2010 y 2015.

Cabe mencionar además que los ajustes realizados en un año repercuten en los siguientes, considerando el método de balance de masas.

En la siguiente tabla se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría Uso de productos de las SAO del INGEI anterior (1990-2017) y el presente (1990-2019), en la cual se observa un aumento de las emisiones en este reporte debido principalmente al cambio de PCG.

Tabla 4. 38. *Uso de productos sustitutos de las SAO: comparación entre emisiones de GEI (kg CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019*

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	NO	NO	21,89	50,53	114,71	312,00	492,37		
INGEI actual	NO	NO	30,22	60,85	147,68	322,67	499,67	576,06	618,29
Diferencia	NO	NO	8,33	10,32	32,97	10,67	7,30		
Diferencia %	NO	NO	27,56%	16,97%	22,32%	3,31%	1,46%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.7.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la subcategoría para los futuros inventarios:

- Realizar esfuerzo necesario para transparentar criterios y suposiciones mediante dictamen de experto de los actores involucrados (Dpto. de Ozono del MADES, DNA).
- Realizar un análisis detallado de datos históricos para estimar las sub-aplicaciones, importaciones de sustitutos de las SAO, equipos que ingresan al país con HFC y de los gases que se eliminan en equipos de refrigeración, aire acondicionado, protección de incendios y agentes espumantes.
- Alentar a las entidades proveedoras de información a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

4.8. Manufactura y utilización de otros productos (FCR 2.G)

4.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría incluye las emisiones del uso de hexafluoruro de azufre (SF₆), PFC y N₂O en diferentes aplicaciones que se basan en las diferentes propiedades físicas de estas sustancias, como la elevada constante dieléctrica del SF₆, la estabilidad de los PFC y los efectos anestésicos del N₂O. Las subcategorías incluidas son equipos eléctricos, SF₆ y PFC de otros usos de productos y N₂O de usos de productos (IPCC, 2006).

En el contexto nacional se registra la actividad relacionada con equipos eléctricos que utilizan SF₆ relacionadas a la generación y transmisión de energía eléctrica, afectando a la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) y a las entidades binacionales ITAIPU y YACYRETA. Se registra además el uso del N₂O en aplicaciones médicas las cuales no pudieron ser estimadas por falta de datos.

El SF₆ se emplea como aislante eléctrico y para interrumpir la corriente en los equipos utilizados en la transmisión y distribución de electricidad. Las emisiones se producen en cada etapa del ciclo de vida útil de los equipos, incluida la fabricación, instalación, uso, mantenimiento y eliminación. La mayor parte del SF₆ utilizado en los equipos eléctricos se emplea en conmutadores y subestaciones con aislación de gas (GIS, del inglés, Gas-Insulated Substations) y en los disyuntores a gas (GCB, del inglés, Gas Circuit Breakers), aunque parte del SF₆ se emplea en líneas de alta tensión con aislación de gas (GIL, del inglés, Gas-Insulated Lines), en transformadores para aparatos de medida externos con aislación de gas y en otros equipos (IPCC, 2006).

Las aplicaciones mencionadas pueden dividirse en dos categorías de confinamiento del gas. La primera categoría corresponde a los “sistemas de presión sellados” o “equipos herméticos”, que se define como equipos que nunca necesitan ser recargados con gas (conservación del nivel de llenado) durante toda la vida útil y que generalmente contienen menos de 5 kg de gas por unidad funcional. En general, los equipos de distribución corresponden a esta categoría. La segunda categoría es la de los “sistemas de presión cerrados”, definida por incluir los equipos que requieren ser recargados con gas (conservación del nivel de llenado) durante la vida útil. Este tipo de equipo suele contener entre cinco y varios centenares de kilogramos por unidad funcional. Los equipos de transmisión entran normalmente dentro de esta categoría. Ambas categorías de equipos poseen más de 30 y

hasta de 40 años de vida útil. También se utilizan grandes cantidades de SF₆ en los transformadores de energía con aislación de gas (IPCC, 2006).

La presente subcategoría contribuye con emisiones de SF₆ a los GEI del sector IPPU, representando el 0,94 % del total en el año 2019, con un incremento del 100,00 % con respecto al año 1990 y una disminución del 31,58 % respecto al año 2017. El incremento observado en la serie temporal se debe a la cantidad de nuevos equipos incorporados en el tiempo por el crecimiento de la infraestructura en la generación y distribución de energía eléctrica. La disminución con respecto al año 2017 se puede explicar a que en dicho año hubo un consumo adicional por acciones de mantenimiento y reposición de fugas en casos específicos.

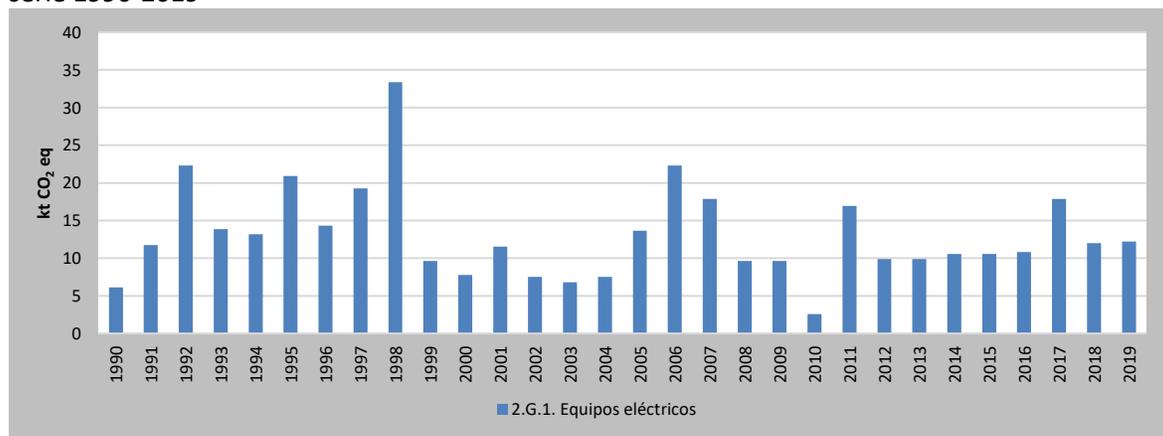
En la siguiente tabla y figura se presenta un resumen del total de GEI de la subcategoría.

Tabla 4. 39. Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
2.G.1. Equipos eléctricos	6,11	20,92	7,76	13,63	2,59	10,58	17,86	11,99	12,22
Total	6,11	20,92	7,76	13,63	2,59	10,58	17,86	11,99	12,22

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 4. 24. Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.8.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Al no tratarse de una categoría principal, esta subcategoría podría estimarse en un Nivel 1, sin embargo se aplica el Nivel 3, este método es el más exacto para estimar las emisiones de SF₆ provenientes de los equipos eléctricos, es detallado pero flexible e integra un amplio espectro de circunstancias nacionales. Se implementa a nivel de una planta específica e incluye ecuaciones separadas para cada fase del ciclo de vida de los equipos que abarcan la fabricación, la instalación, el uso y la eliminación de los equipos.

Las estimaciones de emisiones de SF₆ están basadas en un enfoque de equilibrio de masas en la etapa de uso de equipos, considerando la disponibilidad de datos de consumo para reposición del gas en los equipos, correspondiente a fugas, fallas o pérdidas durante la fase de operación de estos. No se disponen de datos de consumo durante la instalación ni eliminación, por tanto, no se han considerado dichas fases.

El criterio de equilibrio de masas asume que el consumo para la recarga de los equipos es igual a las emisiones producidas, considerando dichos consumos anuales con un FE del 100 %.

El enfoque de equilibrio de masas puro, utilizado para la estimación de las emisiones de los equipos en la fase de uso, es la siguiente:

Ecuación 4.13. Emisiones del uso de los equipos: equilibrio de masas puro

$$Emisiones\ del\ uso\ de\ los\ equipos = SF_6\ para\ recargar\ equipos\ de\ presión\ cerrados\ en\ mantenimiento - SF_6\ recuperado\ de\ equipos\ de\ presión\ cerrados\ en\ mantenimiento$$

Fuente: Ecuación 8.6A; Capítulo 8; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 4. 40. *Manufactura y utilización de otros productos:* resumen de métodos aplicados por subcategoría y fuente

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
	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.G. Manufactura y utilización de otros productos	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	T3, NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.G.1. Equipos eléctricos							NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	T3, NE, NO	NE, NO
2.G.1.a. Manufactura de equipos eléctricos							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.G.1.b. Uso de equipos eléctricos							NA	NA	NA	NA	T3	*
2.G.1.c. Eliminación de equipos eléctricos							NA	NA	NA	NA	NE	NE
2.G.2. SF ₆ y PFC de otros usos de productos									NO	NO	NO	NO
2.G.2.a. Aplicaciones militares									NO	NO	NO	NO
2.G.2.b. Aceleradores									NO	NO	NO	NO
2.G.2.c. Otros									NO	NO	NO	NO
2.G.3. N ₂ O de usos de productos					NE, NO	NE, NO						
2.G.3.a. Aplicaciones médicas					NE	NE						
2.G.3.b. Propulsor para productos presurizados y aerosoles					NO	NO						
2.G.3.c. Otros					NO	NO						
2.G.4. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T3 = nivel 3; NA = no aplicable; NE = no estimada; NO = no ocurre; * = Esta fuente de emisión no utiliza FE porque se considera emisiones directas de SF₆.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.8.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Las fuentes de informaciones utilizadas fueron los organismos vinculados al sector eléctrico del país: la ANDE proporcionó datos de equipos y capacidad de consumo de los mismos para la serie 1990-2019; y las entidades binacionales ITAIPU, la cual proporcionó datos totales de consumo de SF₆ en toda la serie 1990-2019, y YACYRETA, la cual proporcionó datos de cantidad de cilindros y capacidad de consumo de los mismos para la serie 1995-2019.

En el caso de las entidades binacionales de ITAIPU, compartida con Brasil, y YACYRETA, con la Argentina, se ha considerado como emisiones nacionales del gas SF₆ una fracción de las mismas relacionada con la cantidad de energía suministrada a cada país. Para el caso de ITAIPU corresponde

al 50,00 %, mientras que para YACYRETA un 6,20 % que representa el promedio de la cantidad de energía suministrada a Paraguay en el periodo de la serie temporal.

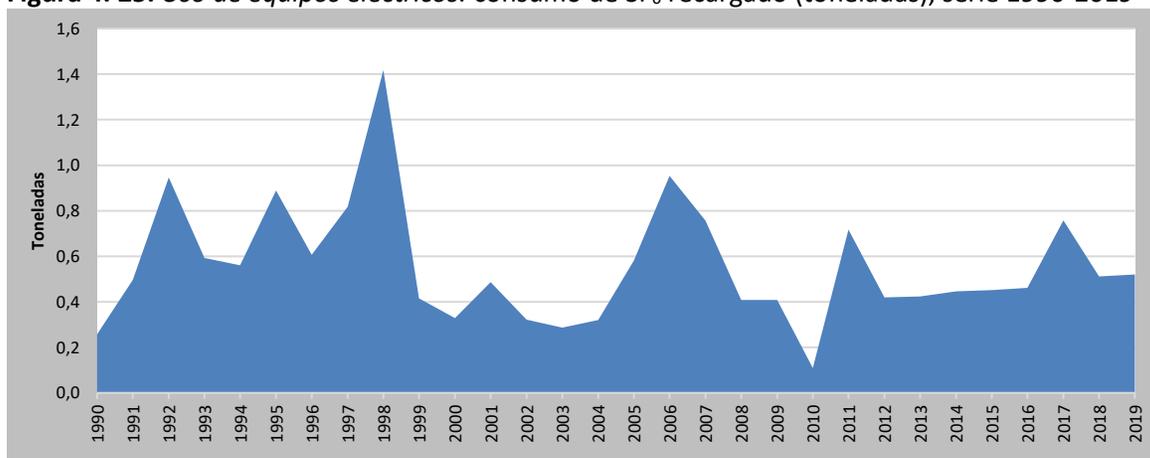
En la siguiente tabla y figura se presentan un resumen de los DA utilizados, y en el Anexo 3.2.1 se presentan los valores para toda la serie temporal.

Tabla 4. 41. Equipos eléctricos: consumo de SF₆ por fuente (toneladas)

Año	2.G.1.b - Uso de equipos eléctricos (gas de recarga)
1990	0,26
1995	0,89
2000	0,33
2005	0,58
2010	0,11
2015	0,45
2017	0,76
2018	0,51
2019	0,52

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en la información proporcionada por IB, EBY y ANDE.

Figura 4. 25. Uso de equipos eléctricos: consumo de SF₆ recargado (toneladas), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en la información proporcionada por IB, EBY y ANDE.

4.8.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Como se utiliza el método de cálculo del enfoque de equilibrio de masas, se supone que el consumo es igual a las emisiones.

4.8.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta fuente, para el 2019, ha sido estimada para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 4.42 y la evaluación de incertidumbre en el Anexo 2.

Tabla 4. 42. Equipos eléctricos: incertidumbre combinada

Fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
2.G.1.b. Uso de equipos eléctricos	SF ₆	10,00	0,00	10,00

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006.

4.8.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La serie se considera coherente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 3) y con las mismas fuentes de datos (IB, EBY, ANDE), con una cobertura geográfica a nivel nacional.

4.8.5. Actividades de GCCV de la categoría

4.8.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las Directrices del IPCC de 2006 para todas las subcategorías y las actividades propias del equipo técnico INGEI (ver Anexo 5.13). Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad específica de esta categoría, son las siguientes:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Elaboración de plantillas metodológicas y un resumen de este para la subcategoría.
- Revisión detallada de los datos obtenidos, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Elaboración de plantillas de datos que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas, referencias y otras informaciones, dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.
- Comparación de los datos utilizados en el inventario actual con las del inventario anterior.
- Valores con vínculos automatizados en las plantillas de DA con el formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual y posibles errores asociados.
- Chequeo de la importación de datos desde la base original a la planilla de datos y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Plantillas de datos protegidas con contraseña.
- Plantillas de datos con verificación de ceros y uso de mini gráficos.
- Verificación que los datos que se repiten en varios años sean consistentes.

Verificación de cálculos

- Tablas reportes generadas por el software del IPCC posteriormente vinculadas a las tablas FCR elaboradas por la RedINGEI y transportadas al documento de informe.
- Verificación que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada a través de la serie temporal.

- Comparación de emisiones de GEI entre el inventario actual y el inventario anterior.
- Verificación de cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Reproducción de cálculos de los años 1990 y 2017 como método de control de cálculo del software IPCC. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.

Verificación del informe

- Verificar que las tablas y figuras correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar la exactitud y coherencia de los títulos de las tablas y figuras.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.

Verificación de la documentación

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

4.8.5.2. Garantía de la calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

4.8.5.3. Verificación

No se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

4.8.6. Nuevos cálculos de la categoría

Entre las mejoras realizadas en el presente INGEI, se pueden mencionar:

- Actualización de los valores de GWP, adoptando los valores del AR5 del IPCC.

- Actualización de datos del consumo de SF₆ por parte de la ANDE y la EBY.
- Ajustes en la fracción de SF₆ utilizado por Paraguay de la EBY considerando el % de energía eléctrica generada e ingresado al país y su carácter de entidad binacional.

En la siguiente tabla se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría Manufactura y utilización de otros productos del INGEI anterior (1990-2017) y el presente (1990-2019), en la cual se observa un aumento de las emisiones en este reporte debido principalmente al cambio de PCG.

Tabla 4. 43. Manufactura y utilización de otros productos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	9,56	23,90	9,32	16,73	5,98	11,95	19,84		
INGEI actual	6,11	20,92	7,76	13,63	2,59	10,58	17,86	11,99	12,22
Diferencia	-3,450	-2,985	-1,565	-3,100	-3,395	-1,375	-1,980		
Diferencia %	-56,46%	-14,27%	-20,18%	-22,74%	-131,33%	-13,00%	-11,09%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

4.8.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Realizar esfuerzo necesario para transparentar criterios y suposiciones mediante dictamen de experto de los actores involucrados (IB, EBY, ANDE).
- Relevar datos del consumo de SF₆ en las fases de instalación y de eliminación de equipos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
- Investigar uso de productos anestésicos que tienen emisiones de N₂O.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de Licencias Ambientales y realización de Auditorías Ambientales.
- Alentar a las entidades proveedoras de información a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

4.9. Otros (FCR 2.H)

No se consideran otras fuentes de emisiones de GEI.

Capítulo 5. Sector Agricultura (FCR 3)

Este capítulo contiene la metodología de estimación de GEI del Sector Agricultura y Ganadería, los resultados obtenidos y las mejoras realizadas en el presente INGEI. Los GEI estimados y sus respectivas fuentes de emisión fueron los siguientes, gas CH₄ a partir de la fermentación entérica del ganado, de la gestión del estiércol y del cultivo de arroz; emisiones directas e indirectas de N₂O por la gestión de estiércol y por los suelos agrícolas, y emisiones de CO₂ por aplicación de cal y urea en los cultivos, para la serie de tiempo 1990-2019. La misma se desarrolló siguiendo las orientaciones metodológicas de las *Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*¹¹ y del *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*¹².

5.1. Panorama general del sector

5.1.1. Descripción del sector

El sector Agricultura y Ganadería incluye las emisiones de GEI asociadas a las actividades agropecuarias (agrícolas y ganaderas). Se contabilizan las emisiones de CH₄, N₂O y CO₂ relacionadas con el ganado, el suelo (dividido en suelos gestionados, cultivo de arroz, encalado y fertilización con urea), y con la quema de biomasa. Las categorías incluidas junto con los GEI que resultan de las mismas son las siguientes:

- 3.A. Fermentación entérica (CH₄);
- 3.B. Gestión del estiércol (CH₄ y N₂O);
- 3.C. Cultivo del arroz (CH₄);
- 3.D. Suelos agrícolas:
- 3.E. Quema prescrita de sabanas (CH₄ y N₂O);
- 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo (CH₄ y N₂O);
- 3.G. Encalado (CO₂);
- 3.H. Aplicación de urea (CO₂);
- 3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono (CO₂);

En Paraguay existe evidencia de emisiones por quema de biomasa, y pese a contar con ciertos datos de superficies quemadas por uso de la tierra, no pudieron ser contabilizadas en este INGEI debido a la falta de información más específica y de recursos para ello.

En el contexto nacional, se han estimado las emisiones de GEI por las siguientes categorías: *fermentación entérica* del ganado vacuno (vacas lecheras y otros vacunos), porcinos, ovinos y otros ganados (búfalos, caprinos, equinos y mulas y asnos), *gestión del estiércol* (los mismos ganados ya mencionados y aves de corral), *cultivo del arroz* (irrigadas y alimentadas a lluvia), *suelos agrícolas* (emisiones directas e indirectas de N₂O de los suelos gestionados), *encalado* y *aplicación de urea*. Esto fue posible mediante la información suministrada por las diferentes instituciones proveedoras de datos del país, siendo entre ellas instituciones públicas, privadas y académicas tales como: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Servicio Nacional de Calidad y Saneamiento Animal (SENACSA), Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE), Dirección

¹¹ Disponibles en <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

¹² Disponibles en <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

Nacional de Aduanas (DNA), Asociación Rural del Paraguay (ARP), SOLIDARIDAD NETWORKING PARAGUAY, entre otras.

5.1.2. Tendencia de los GEI del sector

La estimación de emisiones de GEI correspondiente al sector Agricultura y Ganadería en 2019 resultó 25.086,24 kt CO₂ eq, y representó el 39,98 % del balance de GEI nacional. Por este motivo es el segundo sector con mayor concentración de GEI del país.

El CH₄ es el gas que más influye en el total de emisiones de las actividades del sector, representando en promedio el 84,57 % del total de emisiones anuales de GEI durante la serie 1990-2019.

En la Tabla 5.1 se encuentra el reporte del último año inventariado por categorías y subcategorías de fuentes del sector con sus respectivas emisiones estimadas de GEI.

Tabla 5. 1. Sector Agricultura y Ganadería: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2019.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COV DM (kt)	SO ₂ (kt)
3.	Agricultura y Ganadería	113,25	766,25	14,31					NE	NE	NE	
3.A.	Fermentación entérica		703,74									
3.A.1.	Vacunos		692,64									
3.A.1.a.	Vacas lecheras		69,81									
3.A.1.b.	Otros vacunos		622,84									
3.A.2.	Ovinos		2,68									
3.A.3.	Porcinos		1,60									
3.A.3.a.	Porcinos		1,17									
3.A.3.b.	Porcinos de carne		0,43									
3.A.4.	Otro ganado		6,82									
3.A.4.a.	Búfalos		0,72									
3.A.4.b.	Camélidos		NO									
3.A.4.c.	Ciervos		NO									
3.A.4.d.	Caprinos		0,75									
3.A.4.e.	Equinos		4,89									
3.A.4.f.	Mulas y asnos		0,46									
3.A.4.g.	Aves de corral		NA									
3.A.4.h.	Otras especies		NO									
3.B.	Gestión del estiércol		22,71	0,41							NE	
3.B.1.	Vacunos		7,20	0,02							NE	
3.B.1.a.	Vacas lecheras		1,09	0,00							NE	
3.B.1.b.	Otros vacunos		6,11	0,02							NE	
3.B.2.	Ovinos		0,03	IE							NE	
3.B.3.	Porcinos		15,08	0,23							NE	
3.B.3.a.	Porcinos		12,65	0,16							NE	
3.B.3.b.	Porcinos de carne		2,43	0,08							NE	
3.B.4.	Otro ganado		0,40	0,01							NE	
3.B.4.a.	Búfalos		0,01	IE							NE	
3.B.4.b.	Camélidos		NO	NO							NO	
3.B.4.c.	Ciervos		NO	NO							NO	
3.B.4.d.	Caprinos		0,01	0,00							NE	
3.B.4.e.	Equinos		0,12	0,00							NE	
3.B.4.f.	Mulas y asnos		0,01	IE							NE	
3.B.4.g.	Aves de corral		0,36	0,01							NE	
3.B.4.g.i.	Aves de corral		0,13	0,0							NE	
3.B.4.g.i.i.	Aves de corral (carne)		0,13	0,01							NE	
3.B.4.h.	Otras especies		NO	NO							NO	
3.B.5.	Emisiones indirectas de N ₂ O			0,15								
3.C.	Cultivo del arroz		31,26								NE	
3.C.1.	Irrigadas		31,17								NE	
3.C.2.	Alimentadas a lluvia		0,09								NE	
3.C.3.	Aguas profundas		NO								NO	
3.C.4.	Otros (especificar)		NO								NO	
3.D.	Suelos agrícolas			13,83							NE	

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COV DM (kt)	SO ₂ (kt)
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas			8,85							NE	
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos			1,53							NE	
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos			0,18							NE	
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo			2,63							NE	
3.D.1.d.	Residuos de cosechas			4,51							NE	
3.D.1.e.	Mineralización de la materia orgánica del suelo			NE							NE	
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)			NO							NE	
3.D.1.g.	Otros (especificar)			NO							NE	
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas			4,96							NE	
3.D.2.a.	Deposición atmosférica			1,58							NE	
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento			3,37							NE	
3.E.	Quema prescrita de sabanas			NE							NE	
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo			NE							NE	
3.F.1.	Cereales			NE							NE	
3.F.2.	Legumbres			NE							NE	
3.F.3.	Tubérculos y raíces			NE							NE	
3.F.4.	Caña de azúcar			NE							NE	
3.F.5.	Otros (especificar)			NE							NE	
3.G.	Encalado	76,12										
3.G.1.	Caliza	NE										
3.G.2.	Dolomita	76,12										
3.H.	Aplicación de urea	37,14										
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO										
3.J.	Otros (especificar)	NO										

NE = No estimada; IE = Incluida en otro lugar; C = Información confidencial; NA = No aplica; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Con respecto a 1990, en 2019 las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería presentaron un incremento del 76,99 %, este aumento se debió principalmente al crecimiento del hato ganadero, de las superficies de cultivos agrícolas y del uso de fertilizantes y correctivos agrícolas, según datos recopilados del MAG, SENACSA y DNA., con una influencia significativa de las emisiones de producidas por las actividades comprendidas en las categorías de *fermentación entérica* con 78,55 % y *suelos agrícolas* con 14,54 %.

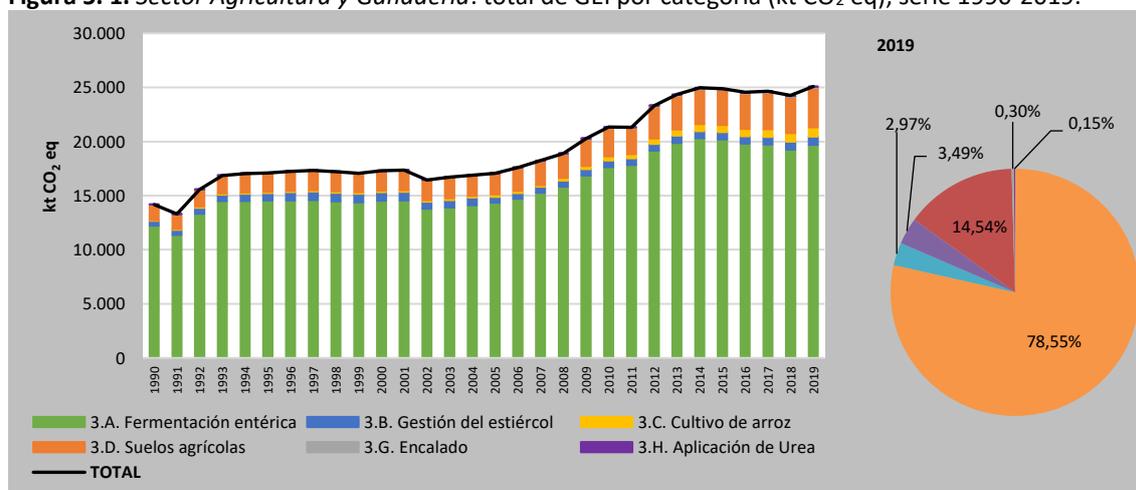
En la serie temporal 1990-2019, las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería presentan una tendencia ascendente, con algunos leves descensos de emisiones (1991, 2001-2002, 2010-2011, 2014-2016 y 2017-2018). Las disminuciones de emisiones se deben a distintos motivos como, a la crisis de los brotes de la fiebre aftosa, inundaciones registradas, y caída en el precio del ganado. Con respecto a 2017, último año inventariado por Paraguay en su anterior reporte, en 2019 la emisión de GEI del sector Agricultura y Ganadería aumentó 1,78 % debido a varios factores, entre ellos, a ajustes y mejoras realizadas en los factores de emisión para la estimación de la categoría de *fermentación entérica*, una nueva distribución de los sistemas de gestión de estiércol aplicados al país y al aumento del hato de ganado vacuno, de las superficies de cultivos agrícolas y del uso de fertilizantes nitrogenados. En 2019, a nivel de categorías, *fermentación entérica* es la que mayor contribuye al total de emisiones de GEI del sector con 78,55 %, seguida por *suelos agrícolas* con 14,45 %; *cultivo del arroz* con 3,49 %, *gestión del estiércol* con 2,97 %, y con valores menores al 1 % las categorías de *encalado* y *aplicación de urea* (Tabla 5.2, Figura 5.1). En el Anexo 5.5 se encuentran los valores para toda la serie temporal.

Tabla 5. 2. Sector Agricultura y Ganadería: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq).

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.A. Fermentación entérica	12.216,97	14.560,05	14.517,53	14.346,96	17.636,93	20.194,44	19.711,54	19.260,50	19.704,73
3.B. Gestión del estiércol	439,28	686,80	806,93	547,83	601,09	681,58	728,78	725,99	745,71
3.C. Cultivo del arroz	60,36	110,17	136,34	211,95	383,57	632,92	691,11	788,09	875,40
3.D. Suelos agrícolas	1.457,23	1.722,62	1.835,13	1.936,19	2.626,03	3.278,35	3.375,79	3.329,37	3.647,15
3.G. Encalado	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	104,22	103,76	76,12
3.H. Aplicación de urea	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	36,23	42,60	37,14
Total	14.174,05	17.080,30	17.298,63	17.074,13	21.329,81	24.897,74	24.647,68	24.250,31	25.086,24

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5. 1. Sector Agricultura y Ganadería: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

A nivel de subcategorías, en el 2019, las emisiones de *vacunos* de la categoría *fermentación entérica* es la que presenta mayor contribución al total de emisiones de GEI del sector con

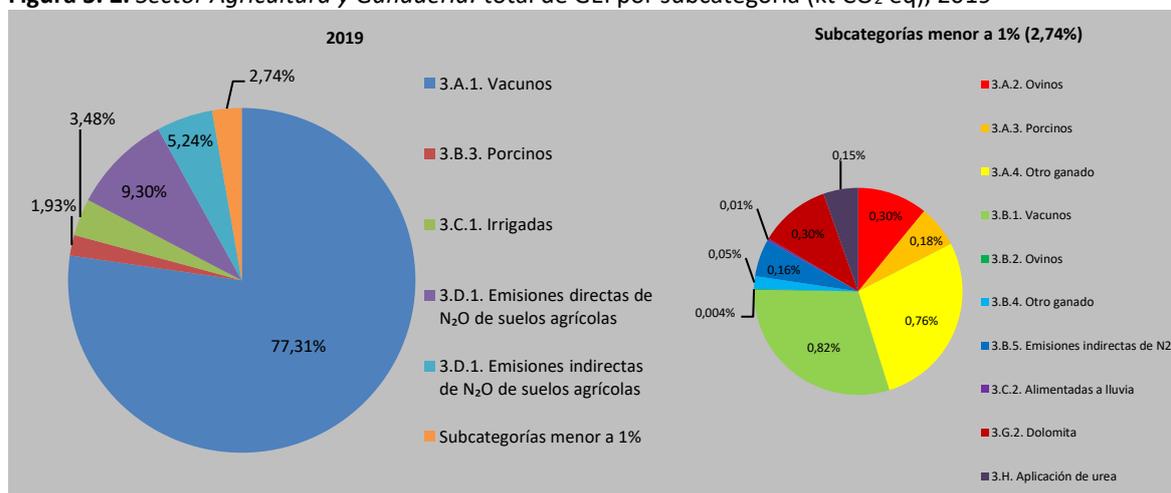
77,31%, seguida por *emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas* con 9,30%, donde la principal fuente es la de *residuos de cosechas*; luego *emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas* con 5,24 % siendo la *lixiviación y el escurrimiento* la fuente más importante; la siguiente subcategoría es la de *irrigadas del cultivo de arroz* con 3,48 %; las emisiones del ganado *porcino* por la *gestión del estiércol* con un 1,93 %, y en menor porcentaje las demás subcategorías (Tabla 5.3, Figura 5.2).

Tabla 5. 3. Sector Agricultura y Ganadería: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), 2019

Categorías de fuente gases de efecto invernadero	kt CO ₂ eq
3. Agricultura y Ganadería	25.086,24
3.A.1. Vacunos	19.393,97
3.A.2. Ovinos	74,90
3.A.3. Porcinos	44,90
3.A.4. Otro ganado	190,96
3.B.1. Vacunos	206,91
3.B.2. Ovinos	0,91
3.B.3. Porcinos	484,40
3.B.4. Otro ganado	13,52
3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O	39,97
3.C.1. Irrigadas	872,88
3.C.2. Alimentadas a lluvia	2,51
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	2.333,31
3.D.1. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	1.313,85
3.G.2. Dolomita	76,12
3.H. Aplicación de urea	37,14

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5. 2. Sector Agricultura y Ganadería: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), 2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

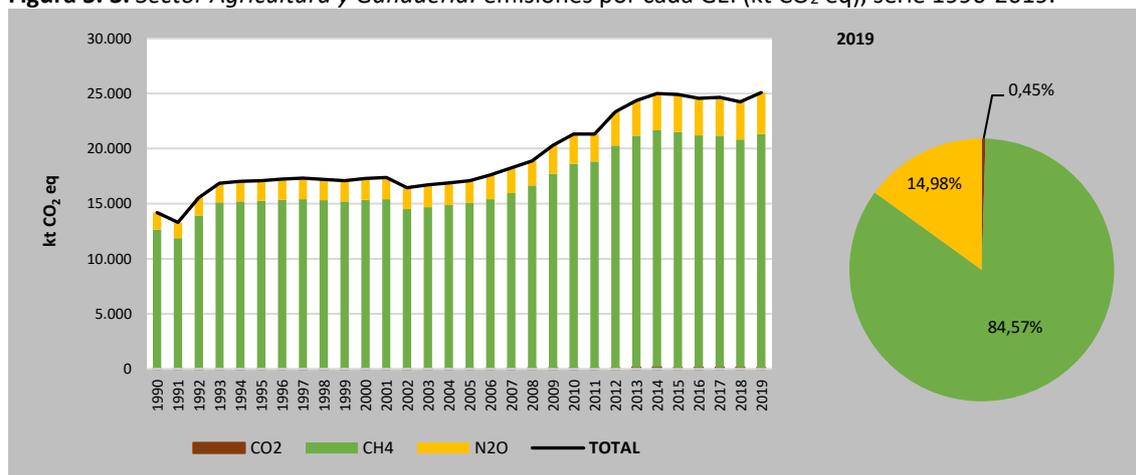
Con respecto a los GEI, en el último año del Inventario las emisiones de CH₄ representaron 84,57% del total de emisiones, N₂O (directas e indirectas) 14,98% y CO₂ 0,45%, (Tabla 5.4, Figura 5.3). La considerable emisión de CH₄ estuvo relacionada con las emisiones de la categoría *fermentación entérica* demostrando así la importancia de la actividad ganadera a nivel nacional.

Tabla 5. 4. Sector Agricultura y Ganadería: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq).

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
CO ₂	0,22	0,66	2,69	31,20	82,19	110,44	140,46	146,36	113,25
CH ₄	12.664,28	15.268,64	15.352,64	15.036,59	18.543,04	21.416,06	21.026,60	20.666,85	21.216,05
N ₂ O	1.509,56	1.811,00	1.943,29	2.006,34	2.704,57	3.371,23	3.480,62	3.437,10	3.756,94
Total	14.174,05	17.080,30	17.298,63	17.074,13	21.329,81	24.897,74	24.647,68	24.250,31	25.086,24

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5. 3. Sector Agricultura y Ganadería: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

La metodología utilizada para la estimación de las emisiones de GEI de las categorías consideradas en el sector Agricultura y Ganadería serie temporal 1990-2019, corresponde a la propuesta por las *Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero* (en adelante, *Directrices del IPCC de 2006*) y del *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006* (en adelante, *Refinamiento 2019*). En la Tabla 5.5 se presenta el resumen de las metodologías y los factores de emisión aplicados por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 5. 5. Sector Agricultura y Ganadería: resumen de métodos aplicados por categoría.

Código	Categorías de fuente de GEI	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.	Agricultura y Ganadería	T1, NE, NO, NA	D, NO, NA	T2, T1, NE, NA, NO	D, CS	T1, NE, NO, NA	D, NE, NA
3.A.	Fermentación entérica			T2R, T1R, NO, NA	D, CS		
3.B.	Gestión del estiércol			T2R, T1R, NO, NA	D	T1R, NO, NA	D
3.C.	Cultivo del arroz			T1, NO	D		
3.D.	Suelos agrícolas					T1R, NE, NO, NA	D
3.E.	Quema prescrita de sabanas			NE	NE	NE	NE
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo			NE	NE	NE	NE
3.G.	Encalado	T1, NE	D				
3.H.	Aplicación de urea	T1	D				
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO	NO				
3.J.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2; D = Por defecto; CS = País específico; NA y sombreado en gris = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre; R= Refinamiento 2019

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Los datos de actividad del sector Agricultura y Ganadería, tales como el número de cabezas de ganado por tipo, las superficies de cultivos con sus rendimientos, la cantidad de fertilizantes registrados (importados y exportados), y la cantidad de cal y urea importados, se obtienen principalmente de las estadísticas nacionales. En estas fuentes de datos, se incluye tanto al sector privado como al sector público. Únicamente, el número de cabezas de la subcategoría de ganado asnos y mulas corresponde a estadísticas internacionales (FAOSTAT).¹³

En general, los factores de emisión (FE) utilizados son los predeterminados propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* y el *Refinamiento 2019*. No obstante, Paraguay utilizó factores de emisión específicos del país (CS) tanto para la categoría de *fermentación entérica*, por segunda vez, como para la categoría de *gestión del estiércol*. Estos factores fueron desarrollados utilizando el *Refinamiento 2019*, así como otras informaciones obtenidas de SENACSA, MAG y el juicio de expertos.

En las secciones específicas de cada categoría se encuentra el detalle de los datos de actividad y factores de emisión por defecto utilizados y, en la sección 5.2 se presenta la metodología de obtención de los FE país específico.

5.2. Fermentación entérica (FCR 3.A)

5.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría comprende las emisiones de CH₄ producidas en los herbívoros como subproducto de la fermentación entérica, proceso digestivo por el cual los microorganismos descomponen los carbohidratos en moléculas simples para la absorción en el flujo sanguíneo. La cantidad de CH₄ que se libera depende del tipo de tracto digestivo, la edad y el peso del animal, así como de la calidad y la cantidad del alimento consumido. Los rumiantes (p. ej., vacunos, ovinos) son fuentes importantes de CH₄ con cantidades moderadas producidas por no rumiantes (p. ej., porcinos, equinos).

En el caso nacional, las especies consideradas corresponden a los principales rubros pecuarios del país, los cuales cuentan con datos históricos para la serie 1990-2019. Estas especies son las siguientes:

- 3.A.1. Ganado vacuno
 - 3.A.1.a. Vacas lecheras
 - 3.A.1.b. Otros vacunos (vacas, vaquillas, novillos, toros, desmamantes macho y hembra, terneros y bueyes)
- 3.A.2. Ovinos
- 3.A.3. Porcinos
 - 3.A.3.a. Porcinos
 - 3.A.3.b. Porcinos de carne
- 3.A.4. Otros ganados
 - 3.A.4.a. Búfalos
 - 3.A.4.d. Caprinos
 - 3.A.4.e. Equinos
 - 3.A.4.f. Mulas y Asnos

Esta categoría ha sido identificada como categoría principal. En 2019, las emisiones resultantes de la fermentación entérica representaron 78,55 % del total de emisiones del sector Agricultura

¹³ Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data>

y Ganadería. En este último año de la serie temporal las emisiones se han incrementado 61,29% con respecto al año base y han disminuido apenas un 0,03 % con respecto a 2017. El principal motivo de este comportamiento en las emisiones de CH₄ de 1990 a 2019 es el aumento del hato de ganado vacuno a nivel nacional, y en comparación con 2017 se ha mantenido prácticamente constante.

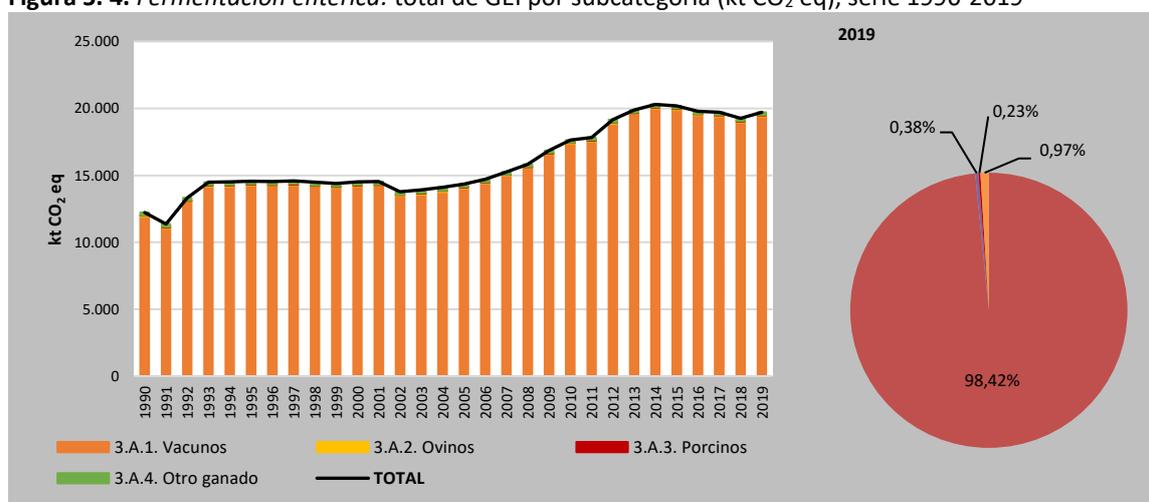
La subcategoría *vacunos* es la que mayor contribuye al total de emisiones en toda la serie temporal. En el año 2019, la subcategoría de *vacunos* representó el 98,42 % de las emisiones totales de la categoría, con las *vacas lecheras* contribuyendo en un 10,08 % y *otros vacunos* en un 89,82 %. Los *ovinos* contribuyeron con un 0,38 %, los *porcinos* con un 0,23 % y otros tipos de ganado (como) representaron un 0,97 % (según se muestra en la Tabla 5.6 y la Figura 5.4).

Tabla 5. 6. Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.A.1. Vacunos	11.920,20	14.250,40	14.192,86	14.048,15	17.364,26	19.892,58	19.399,61	18.951,23	19.393,97
3.A.1.a. Vacas lecheras	1.340,52	1.749,48	1.777,89	1.170,32	1.279,07	1.597,51	1.363,29	1.358,51	1.954,58
3.A.1.b. Otros vacunos	10.579,68	12.500,93	12.414,97	12.877,83	16.085,19	18.295,07	18.036,32	17.592,72	17.439,39
3.A.2. Ovinos	63,77	53,40	56,29	63,07	54,97	69,77	74,80	74,30	74,90
3.A.3. Porcinos	23,29	40,76	50,36	30,59	32,65	37,85	43,14	44,00	44,90
3.A.3.a. Porcinos	22,85	39,95	48,89	28,47	28,58	30,59	32,87	31,84	32,85
3.A.3.b. Porcinos (carne)	0,45	0,81	1,47	2,12	4,07	7,26	10,26	12,16	12,05
3.A.4. Otro ganado	209,70	215,48	218,01	205,16	185,05	194,24	193,99	190,97	190,96
3.A.4.a. Búfalos	7,75	9,16	9,09	9,43	11,51	21,55	22,05	20,63	20,26
3.A.4.d. Caprinos	20,91	17,29	17,36	18,27	18,80	20,82	20,39	20,53	20,89
3.A.4.e. Equinos	168,44	176,23	178,60	163,57	141,94	139,06	138,68	136,97	136,99
3.A.4.f. Mulas y asnos	12,60	12,80	12,96	13,89	12,80	12,81	12,87	12,83	12,83
TOTAL	12.216,97	14.560,05	14.517,53	14.346,96	17.636,93	20.194,44	19.711,54	19.260,50	19.704,73

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5. 4. Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría *fermentación entérica* se utilizó la metodología del *Refinamiento 2019*. Se aplicó el método de nivel 2 para la subcategoría animal de *vacunos*, ya que se generaron factores de emisión país específico a partir de parámetros nacionales y valores por defecto. Para las otras subcategorías animales, se aplicó el método de nivel 1. En la Tabla 5.7 se presenta un resumen de las metodologías aplicadas y factores de emisión aplicados correspondientes, por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 5. 7. Fermentación entérica: resumen de métodos aplicados por subcategoría.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.A.	Fermentación entérica			T2R, T1R, NO, NA	D, CS, NA, NO		
3.A.1.	Vacunos			T2R	CS		
3.A.1.a.	Vacas lecheras			T2R	CS		
3.A.1.b.	Otros vacunos			T2R	CS		
3.A.2.	Ovinos			T1R	D		
3.A.3.	Porcinos			T1R	D		
3.A.4.	Otro ganado			T1R, NA, NO	D, NA, NO		
3.A.4.a.	Búfalos			T1R	D		
3.A.4.b.	Camélidos			NO	NO		
3.A.4.c.	Ciervos			NO	NO		
3.A.4.d.	Caprinos			T1R	D		
3.A.4.e.	Equinos			T1R	D		
3.A.4.f.	Mulas y asnos			T1R	D		
3.A.4.g.	Aves de corral			NA	NA		
3.A.4.h.	Otras especies			NA	NA		

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2 D = Por defecto; CS = País específico; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre; R = Refinamiento 2019

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Para estimar las emisiones de las subcategorías animales, se utilizaron las ecuaciones 5.1 y 5.2 que se presentan a continuación.

Ecuación 5.1

Fermentación entérica: emisiones de una subcategoría de ganado.

$$E_T = \sum_{(P)} EF_{(T,P)} \cdot \left(\frac{N_{(T,P)}}{10^6} \right)$$

Donde:

E = emisiones de metano por fermentación entérica, kt CH₄ año⁻¹

$EF_{(T,P)}$ = factor de emisión para la población de ganado definida y sistema de producción, kg CH₄ año⁻¹

$N_{(T)}$ = cantidad de cabezas de ganado de la subcategoría T y sistema P del país

T = subcategoría de ganado

P = sistemas de producción

Fuente: Ecuación 10.19; Capítulo 10; Volumen 4; Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.)

Ecuación 5.2

Fermentación entérica: emisiones totales de CH₄.

$$Total CH_{4\ Enteric} = \sum_{i,P} E_{i,P}$$

Donde:

$Total CH_{4\ ENTERIC}$ = emisiones totales de metano por fermentación entérica, kt CH₄ año⁻¹

$E_{i,P}$ = emisiones de las i^{th} subcategorías de ganado

Fuente: Ecuación 10.20; Capítulo 10; Volumen 4; Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006

Para generar factores de emisión mejorados, con datos nacionales, la subcategoría *vacunos* fue desagregada en *vacas lecheras* y *otros vacunos*; y este último grupo, a partir de informaciones de SENACSA, MAG y Juicio de Expertos, fue desagregado en tipos de animales según grupo etario y situación alimentaria (pasturas y compartimientos). Posteriormente, las estimaciones se realizaron siguiendo los lineamientos de las *Refinamiento 2019*. En el proceso de estimación de estos FE mejorados, por falta de algunos datos, se utilizaron ciertos valores por defecto.

Los cálculos se realizaron en planillas de cálculo elaborados por el equipo técnico AFOLU adaptadas en base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC del 2006*.

5.2.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad de *fermentación entérica*, se obtuvieron de instituciones oficiales del país, como MAG y SENACSA. Pero para la subcategoría de *mulas y asnos* se utilizaron datos de FAOSTAT. Los años con vacíos de informaciones fueron rellenados a través de técnicas de empalme con el apoyo de un técnico estadístico, avalado sus resultados por juicio de expertos.

La población de *vacunos (vacas lecheras y otros vacunos)* se encuentra caracterizada por grupo etario, en las subcategorías de: *vacas lecheras, vaca, vaquilla, novillo, toro, desmamantes macho, desmamantes hembra, ternero y buey*. Esto se logró a partir de la combinación de los datos del MAG y del SENACSA. El MAG cuenta con datos de población bobina (incluyendo a los búfalos) clasificada en *vacas lecheras y otros vacunos (sin desagregación por grupo etario)*; mientras que el SENACSA cuenta con datos de población bobina para 2006–2019, por medio de las campañas de vacunación contra la fiebre aftosa, categorizadas en las siguientes subcategorías etarias: *vacas (ya incluidas vacas lecheras), vaquilla, novillo, toro, desmamantes macho, desmamantes hembra, ternero, buey y búfalo*.

El MAG a partir del 2006 considera a los datos de SENACSA, como la información oficial en lo referente a la población bovina, exceptuando al 2008, año en el que se realizó el Censo Agropecuario Nacional. A los efectos de este Inventario, para el 2008 fue utilizado el dato del SENACSA, por tratarse de un dato más conservador (mayor) y por mantener la coherencia con los últimos años de la serie temporal.

La combinación de los datos del MAG y SENACSA, fue realizada de la siguiente manera:

- Para los años 2006-2019, se restó de la población de *vacas* del SENACSA la población de *vacas lecheras* del MAG.
- Teniendo en cuenta la población de *vacas* estimada en el punto 1, y las poblaciones de *vaquilla, novillo, toro, desmamantes macho, desmamantes hembra, ternero, buey y bubalino*, de SENACSA, se calcularon los promedios porcentuales de participación de cada subcategoría animal en el total anual, entre los años 2006 y 2011, y este valor fue multiplicado por el total de cada uno de los años con vacíos de información sobre desagregación, es decir 1990-2015.

De esta manera se desagregó la población de *vacunos* por grupos etarios y se obtuvo la población de *búfalos* para toda la serie temporal. Estos datos fueron presentados en un juicio de expertos, quienes fueron los que recomendaron el periodo de 2006-2011 para que los resultados representen la realidad nacional en ese período.

Para las poblaciones de *ovinos, porcinos, caprinos, equinos, y aves de corral* fueron utilizados datos del MAG para toda la serie temporal 1990-2019. Mientras que los datos de *porcinos de carne (180 días vivos)* y *aves de carne (39 días vivos)*¹⁴, provienen del registro de cabezas de porcinos y aves faenadas. A partir de esto, en la Tabla 5.8 se presenta el detalle de la fuente de información de cada subcategoría:

¹⁴ Los valores de días de vivos de los porcinos de carne y aves de carne, corresponden a datos obtenidos por consulta a expertos en anteriores inventarios.

Tabla 5. 8. Fermentación entérica: detalle de fuente de DA por subcategoría.

Código	Subcategorías	Fuente
3.A.1.a.	Vacas lecheras	Datos oficiales de MAG para toda la serie temporal.
3.A.1.b.	Otros vacunos	Para <i>vaquilla, novillo, toro, desmamante macho y hembra, ternero y buey</i> se utilizaron datos de SENACSA, período 2006-2019. Los años faltantes, 1990-2005, corresponden a los vacíos de información que fueron rellenados a partir promedios ponderados de la participación de cada tipo de bovino, combinando datos de MAG y SENACSA, y avalados por juicio de expertos. Para <i>vaca</i> , se utilizó la diferencia entre los valores de vacas de SENACSA y vacas lecheras del MAG, para 2006-2019. Y para los años faltantes se rellenaron del mismo modo que las demás subcategorías vacunas.
3.A.2.	Ovinos	Datos oficiales de MAG para toda la serie temporal.
3.A.3.a.	Porcinos	Se utilizaron datos de MAG para toda la serie temporal.
3.A.3.b.	Porcinos de carne	Se utilizaron datos de SENACSA (cabezas de cerdos faenados) para toda la serie temporal.
3.A.4.a.	Búfalos	Se determinaron a partir de datos de SENACSA para 2006-2017, y para el período 1990-2005 se rellenaron con técnicas de empalme combinando datos de MAG y SENACSA, avalado por juicio de expertos
3.A.4.d.	Caprinos	Datos oficiales de MAG para toda la serie temporal.
3.A.4.e.	Equinos	Datos oficiales de MAG para toda la serie temporal.
3.A.4.f.	Mulas y asnos	Datos de FAOSTAT para toda la serie temporal.
3.A.4.g.	Aves de corral	Datos oficiales de MAG para toda la serie temporal.
3.A.4.g.i	Aves de carne	Datos oficiales de SENACSA para toda la serie temporal.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

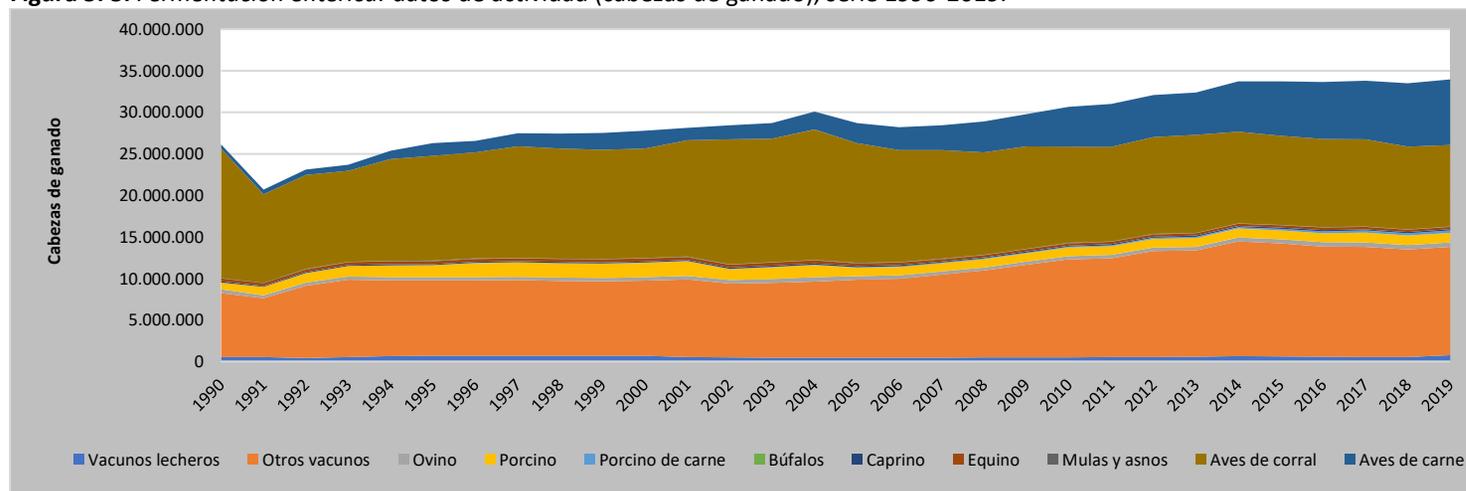
El resumen de los datos de actividad recopilados se presenta en la Tabla 5.9 y Figura 5.5. El extenso se encuentra en el Anexo 3.3.1.

Tabla 5. 9. Fermentación entérica: datos de actividad (cabezas de ganado).

Año	Vacunos									Ovino	Porcino		Otros ganados				Aves de corral	
	Vacas lecheras	Otros vacunos									Porcino	Porcinos de carne	Búfalos	Caprino	Equino	Mulas y asnos	Aves de corral	Aves de carne
		Vacas	Vaquillas	Novillos	Toros	Desm. Macho	Desm. Hembra	Terneros	Bueyes									
1990	521.360	2.727.017	1.078.392	1.150.288	292.057	572.757	429.532	1.409.789	44.327	455.500	2.444.600	10.618	4.070	148.200	334.200	45.000	15.611.277	501.223
1995	680.413	3.222.237	1.274.225	1.359.177	345.094	676.769	507.535	1.665.804	52.376	381.452	1.446.025	19.277	4.809	122.552	349.672	45.700	12.627.112	1.525.723
2000	691.465	3.200.081	1.265.464	1.349.832	342.721	672.115	504.045	1.654.350	52.016	402.091	1.781.197	34.995	4.776	122.992	354.361	46.300	13.197.166	2.153.149
2005	455.164	3.319.388	1.312.643	1.400.157	355.498	697.173	522.837	1.716.028	53.956	450.500	1.067.346	50.412	4.954	129.440	324.540	49.600	14.435.404	2.415.121
2010	497.461	4.232.762	1.567.462	1.605.351	509.562	890.413	661.809	2.273.360	61.215	392.649	1.117.664	96.846	6.047	133.237	281.621	45.700	11.588.858	4.787.350
2015	621.312	4.719.158	1.869.611	1.289.886	1.001.823	1.134.038	962.972	2.550.496	55.644	498.357	1.265.328	172.884	11.316	147.561	275.922	45.734	10.712.336	6.581.604
2017	530.217	4.751.967	1.829.244	1.102.298	1.132.441	1.028.517	920.365	2.471.073	43.822	534.289	1.418.440	244.363	11.582	144.482	275.166	45.948	10.515.040	7.039.980
2018	528.357	4.608.143	1.873.169	985.158	1.239.439	933.489	744.567	2.538.861	38.947	530.700	1.426.670	289.533	10.836	145.468	271.775	45.838	9.954.060	7.609.195
2019	760.184	4.478.039	1.859.623	910.195	1.299.463	1.008.043	839.959	2.601.539	34.307	535.000	1.460.000	286.806	10.641	148.000	271.800	45.816	9.781.933	7.918.067

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de MAG, SENACSA y FAOSTAT.

Figura 5. 5. Fermentación entérica: datos de actividad (cabezas de ganado), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de MAG, SENACSA y FAOSTAT.

5.2.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión aplicados en la categoría de *fermentación entérica* corresponden a FE por defecto propuestos en el *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC 2006* (Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.10 y 10.11); y específicamente en la subcategoría *vacunos*, a FE país específico generados a partir de la implementación de parámetros por defecto y parámetros nacionales obtenidos de SENACSA y juicio de expertos. En la Tabla 5.10 se presenta un resumen con los factores de emisión utilizados por subcategorías.

Tabla 5. 10. Fermentación entérica: factores de emisión aplicados por subcategorías.

Código	Subcategoría/fuente	Fuente	FE - CH ₄ (CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹)	
			Valor	
			Pasturas	Compartimiento
3.A.1.	Vacunos			
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CS	91,45	129,56
3.A.1.b.	Otros vacunos			
	Vaca	CS	71,15	54,72
	Vaquilla	CS	54,02	39,78
	Novillo	CS	52,45	38,56
	Toro	CS	52,82	48,47
	Desmamante macho	CS	29,97	22,09
	Desmamante hembra	CS	28,59	21,15
	Ternero	CS	11,98	9,51
	Buey	CS	98,20	73,50
3.A.2.	Ovinos	D	5,00	9,00
3.A.3.	Porcino			
3.A.3.a.	Porcino	D	1,00	1,50
3.A.3.b.	Porcinos de carne	D	1,00	1,50
3.A.4.	Otro ganado			
3.A.4.a.	Búfalos	D	68,00	68,00
3.A.4.d.	Caprinos	D	5,00	9,00
3.A.4.e.	Equinos	D	18,00	18,00
3.A.4.f.	Mulas y asnos	D	10,00	10,00

Referencia: D: por defecto, CS: país específico

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de MAG, SENACSA, FAOSTAT y Refinamiento 2019 (Vol. 4, Cap. 10, Cuadro 10.10).

En la Tabla 5.11 se presenta la distribución de la situación alimentaria de cada tipo de ganado a nivel nacional según información obtenida en juicio de expertos.

Tabla 5. 11. Fermentación entérica: situación alimentaria de cada tipo de ganado a nivel nacional.

Categorías de ganado		Situación alimentaria (%)		
		Pasturas	Compartimiento	TOTAL
Ganado vacuno	Vacas lecheras	99 %	1 %	100 %
	Vacas	99 %	1 %	100 %
	Vaquillas	99 %	1 %	100 %
	Novillos	99 %	1 %	100 %
	Toros	99 %	1 %	100 %
	Desm. Macho	99 %	1 %	100 %
	Desm. Hembra	99 %	1 %	100 %
	Terneros	99 %	1 %	100 %
	Bueyes	99 %	1 %	100 %
Ovino		100 %	0 %	100 %
Porcino		100 %	0 %	100 %
Porcino de carne		0 %	100 %	100 %
Búfalos		100 %	0 %	100 %
Caprino		99 %	1 %	100 %
Equino		100 %	0 %	100 %
Mulas y asnos		100 %	0 %	100 %

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES según datos obtenidos en juicio de expertos.

Siguiendo la metodología del *Refinamiento 2019*, con parámetros por defecto y datos recopilados de SENACSA y juicio de expertos nacionales, fue posible generar factores de emisión país específico, lo que facilitó la aplicación de un método de Nivel 2 para cada una de las subcategorías de ganado vacuno. Para obtener estos FE se aplicaron las ecuaciones presentadas en la Tabla 5.12.

Tabla 5. 12. Fermentación Entérica: ecuaciones utilizadas para el cálculo de los factores de emisión para cada subcategoría de ganado vacuno

Subcategoría	Ecuaciones									
	Mantenimiento NE _m	Actividad NE _a	Crecimiento NE _c	Lactancia NE _l	Trabajo NE _t	Preñez NE _p	REM	REG	Energía bruta GE	Factor de Emisión
	Ecuación 10.3	Ecuación 10.4	Ecuación 10.6	Ecuación 10.8	Ecuación 10.11	Ecuación 10.13	Ecuación 10.14	Ecuación 10.15	Ecuación 10.16	Ecuación 10.21
Vacas lecheras	X	X		X		X	X	X	X	X
Vacas	X	X		X		X	X	X	X	X
Vaquillas	X	X	X				X	X	X	X
Novillos	X	X	X				X	X	X	X
Toros	X	X					X	X	X	X
Desm. machos	X	X	X				X	X	X	X
Desm. hembras	X	X	X				X	X	X	X
Terneros	X	X	X				X	X	X	X
Buey	X	X	X		X		X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en el *Refinamiento 2019* (Vol. 4 Cap. 10).

A partir de juicio de expertos se logró desagregar la subcategoría de *vacas lecheras* en *vacas lecheras-alta producción* y *vacas lecheras-baja producción* según situación alimentaria (pastura o compartimiento). Asumiendo que las de baja producción se encuentran en pasturas y las de alta producción en compartimientos.

Los parámetros utilizados en las ecuaciones mencionadas y los resultados correspondientes se presentan en las siguientes tablas, desagregados por subcategoría animal.

Tabla 5.13. Fermentación entérica: parámetros utilizados para generación de FE por subcategoría de ganado vacuno

Subcategoría		Peso vivo del animal para la categoría	Coficiente para el cálculo de energía de mantenimiento	Coficiente de actividad según situación alimentaria	Cantidad de leche producida	Contenido graso de la leche	Coficiente para ecuación 10.6	Coficiente de preñez	Aumento de peso diario para jóvenes	Tiempo trabajado por día	Digestibilidad de alimentos	Factor de conversión de CH ₄ para vacunos
		Peso // BW	C _{fi}	C _a	Leche	Grasa	C	C _{preñez}	WG	Horas	DE	Y _m
		SENACSA - Dictamen de expertos	Cuadro 10.4	Cuadro 10.5	Dictamen de expertos	Dictamen de expertos	Ecuación 10.6	Cuadro 10.7	Dictamen de expertos	Dictamen de expertos	Cuadro 10A.3	Cuadro 10.12
		kg	MJ d ⁻¹ kg ⁻¹	Sin dimensión	kg día ⁻¹	%	Sin dimensión	Sin dimensión	kg día ⁻¹	H	%	%
Vacas lecheras	Alta producción	550,000	0,322	0,00	19,230	3,840		0,100			61,000	6,300
	Baja producción	385,000	0,322	0,17	7,690	3,840		0,100			59,000	7,000
Vacas	Pastura	360,130	0,322	0,17	3,840	3,840		0,100			59,000	7,000
	Compartimiento	360,130	0,322	0,00	3,840	3,840		0,100			61,000	6,300
Vaquillas	Pastura	290,000	0,322	0,17			0,800		0,246		60,000	7,000
	Compartimiento	290,000	0,322	0,00			0,800		0,246		63,000	6,300
Novillos	Pastura	284,570	0,322	0,17			1,000		0,270		60,000	7,000
	Compartimiento	284,570	0,322	0,00			1,000		0,270		63,000	6,300
Toros	Pastura	442,540	0,370	0,17			1,200				69,000	7,000
	Compartimiento	442,540	0,370	0,00			1,200				61,000	6,300
Desm. machos	Pastura	130,000	0,322	0,17			1,000		0,300		60,000	7,000
	Compartimiento	130,000	0,322	0,00			1,000		0,300		63,000	6,300
Desm. hembras	Pastura	115,000	0,322	0,17			0,800		0,300		60,000	7,000
	Compartimiento	115,000	0,322	0,00			0,800		0,300		63,000	6,300
Terberos	Pastura	75,000	0,386	0,17			1,000		0,300		95,000	7,000
	Compartimiento	75,000	0,386	0,00			1,000		0,300		95,000	6,300
Buey	Pastura	550,000	0,322	0,17			1,000		0,246	2,500	60,000	7,000
	Compartimiento	550,000	0,322	0,00			1,000		0,246	2,500	63,000	6,300

Datos SENACSA.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.14. Fermentación entérica: valores obtenidos en el proceso de estimación del FE por subcategoría de ganado

Subcategoría		ECUACIÓN 10.3	ECUACIÓN 10.4	ECUACIÓN 10.6	ECUACIÓN 10.8	ECUACIÓN 10.11	ECUACIÓN 10.13	ECUACIÓN 10.14	ECUACIÓN 10.15	ECUACIÓN 10.16	ECUACIÓN 10.21	
		Energía de Mantenimiento	Energía de Actividad	Energía de Crecimiento	Energía para lactancia	Energía para el trabajo	Energía para la preñez	Relación (REM)	Relación (REG)	Energía bruta	Factor de emisión	
		MJ día ⁻¹	MJ día ⁻¹	MJ día ⁻¹	MJ día ⁻¹	MJ día ⁻¹	MJ día ⁻¹	MJ día ⁻¹	(-)	(-)	MJ día ⁻¹	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
		NE _m	NE _a	NE _g	NE _l	NE _{trabajo}	NE _p	REM	REG	GE	FE	
Vacas lecheras	Alta producción	36,570	0,000		57,805		3,657	0,499	0,285	322,132	133,11	
	Baja producción	27,987	4,758		23,116		2,799	0,490	0,271	202,795	93,11	
Vaca	Pastura	26,620	4,525		11,543		2,662	0,490	0,271	156,783	71,98	
	Compartimiento	26,620	0,000		11,543		2,662	0,499	0,285	134,148	55,43	
Vaquilla	Pastura	22,628	3,847	4,751				0,495	0,278	117,668	54,02	
	Compartimiento	22,628	0,000	4,751				0,507	0,297	96,261	39,78	
Novillo	Pastura	22,310	3,793	4,389				0,495	0,278	114,239	52,45	
	Compartimiento	22,310	0,000	4,389				0,507	0,297	93,326	38,56	
Toro	Pastura	35,700	6,069					0,526	0,328	115,053	52,82	
	Compartimiento	35,700	0,000					0,499	0,285	117,308	48,47	
Desm. Macho	Pastura	12,397	2,107	2,737				0,495	0,278	65,270	29,97	
	Compartimiento	12,397	0,000	2,737				0,507	0,297	53,454	22,09	
Desm. Hembra	Pastura	11,308	1,922	2,952				0,495	0,278	62,261	28,59	
	Compartimiento	11,308	0,000	2,952				0,507	0,297	51,188	21,15	
Ternero	Pastura	9,837	1,672	1,812				0,569	0,398	26,102	11,98	
	Compartimiento	9,837	0,000	1,812				0,569	0,398	23,005	9,51	
Buey	Pastura	36,570	6,217	6,495		9,143		0,495	0,278	213,879	98,20	
	Compartimiento	36,570	0,000	6,495		9,143		0,507	0,297	177,888	73,50	

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Como se mencionó anteriormente, debido a que no se pudo recabar toda la información necesaria (ya sea por la falta de registro de datos en Paraguay, o por la falta de respuestas a las solicitudes realizadas a las posibles fuentes de datos), algunos parámetros utilizados para ajustar los factores de emisión (p. ej. digestibilidad de los alimentos, coeficiente para el cálculo de energía de mantenimiento, factor de conversión de CH₄, entre otros), son valores por defecto del *Refinamiento 2019*, y podrían no ser representativos de las condiciones específicas del país. En consecuencia, se alienta a las instituciones públicas y privadas a generar dichas informaciones o facilitar las mismas para poder obtener resultados 100 % representativos.

A continuación, se presenta una comparación de los factores de emisión de la subcategoría de *vacunos*, generados para el presente INGEI y factores de emisión por defecto propuestos por el *Refinamiento 2019*.

Tabla 5.15. Fermentación entérica: Comparación entre los FE país específico y los FE por defecto del Refinamiento 2019.

Subcategoría		Factores de emisión estimados kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	FE por defecto* kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
Vacas lecheras	Alta producción	129,56	103
	Baja producción	91,45	78
Vacas	Pastura	71,15	Otros vacunos Sistemas de baja producción: 58 Sistemas de alta producción: 55
	Compartimiento	54,72	
Vaquillas	Pastura	54,02	
	Compartimiento	39,78	
Novillos	Pastura	52,45	
	Compartimiento	38,56	
Toros	Pastura	52,82	
	Compartimiento	48,47	
Desm. machos	Pastura	29,97	
	Compartimiento	22,09	
Desm. hembras	Pastura	28,59	
	Compartimiento	21,15	
Terneros	Pastura	11,98	
	Compartimiento	9,51	
Buey	Pastura	98,20	
	Compartimiento	73,50	

* Refinamiento 2019; Vol.4; Cap.10; Cuadros 10.11.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

El tamaño de los animales y su producción de leche son factores determinantes para las tasas de emisión en *vacas lecheras*. Es de hacer notar que el uso de los factores de emisión por defecto, significa que no se están teniendo en cuenta la productividad del ganado, como el incremento de la producción lechera o las tendencias del peso en pie. Los FE país generados, buscan resultados más próximos a la realidad nacional. En el Anexo 3.3.2 se encuentran otras explicaciones metodológicas complementarias.

5.2.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2019, ha sido estimada para cada tipo de subcategoría de ganado. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 5.16.

Tabla 5.16. Fermentación entérica: incertidumbre combinada.

Subcategoría/fuente		GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(±) %	(±) %	(±) %
3.A.1. Vacunos	3.A.1.a. Vacas lecheras	CH ₄	1,00	20,00	20,02
	3.A.1.b. Otros vacunos	CH ₄	1,00	20,00	20,02
3.A.2. Ovinos		CH ₄	4,00	40,00	40,20
3.A.3. Porcinos	3.A.3.a. Porcinos	CH ₄	4,00	40,00	40,20
	3.A.3.b. Porcinos de carne	CH ₄	4,00	40,00	40,20
3.A.4. Otros ganados	3.A.4.a. Búfalos	CH ₄	1,00	40,00	40,01
	3.A.4.d. Caprinos	CH ₄	3,70	40,00	40,17
	3.A.4.e. Equinos	CH ₄	4,50	40,00	40,25
	3.A.4.f. Mulas y asnos	CH ₄	20,00	40,00	44,72

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.2.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

En este INGEI se volvieron a utilizar los datos de cabeza de ganado *vacuno* desagregados por grupo etario facilitados por SENACSA, y a la vez, se rellenó los vacíos de informaciones de los años faltantes a través de la combinación de parámetros provistos por MAG, SENACSA y juicio de expertos. Con la caracterización de la población vacuna, y con las informaciones específicas (p.ej. peso vivo del animal para cada categoría, aumento de peso diario, cantidad de leche producida, contenido graso de la leche, entre otros) obtenidas por juicio de expertos, y con factores por defecto, se generaron FE país específicos que facilitaron la aplicación de un método de Nivel 2 para el ganado *vacuno*.

La serie temporal se considera coherente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y la misma fuente de DA y FE. La cobertura geográfica es nacional.

5.2.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.2.5.1. Control de la calidad

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector Agricultura y Ganadería, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *fermentación entérica* y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, y son las siguientes:

Lista de verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Revisión bibliográfica del sector y previos INGEIs
- Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados
- Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y de referencia
- Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente
- Verificar que las unidades de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada
- Verificar la integridad de los archivos de base de datos
- Verificar la coherencia de los datos entre las categorías
- Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto

Documentación de datos

- Revisar el archivo y la documentación interna

Verificación de cálculos

- Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos
- Verificar la coherencia de la serie temporal
- Verificar la exhaustividad
- Realizar revisiones a las tendencias

Actividades de calidad de categoría específica

- Evaluar la pertinencia de los factores por defecto del IPCC
- Revisar los factores específicos del país
- Evaluar la coherencia de la serie temporal
- Revisar los datos de actividad a nivel nacional
- Estimar la incertidumbre
- Verificar las estimaciones de GEI

5.2.5.2. Garantía de la calidad

El proceso de garantía de calidad fue desarrollado por expertos internacionales quienes no forman parte del equipo técnico que elabora el inventario, los mismos han realizado revisiones y recomendaciones analizadas por el equipo técnico previo a la actualización del inventario del sector. Estas recomendaciones han sido analizadas sobre la factibilidad de su aplicación. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

5.2.5.3. Verificación

Se realizaron comparaciones entre los resultados de emisiones estimadas por el INGEI y las cifras reportadas por FAOSTAT. Se observó que, en general, las emisiones estimadas por el INGEI son menores que las registradas en la plataforma de la FAO, excepto en los años 1992 y 1993 (ver Anexo 5.14.1).

5.2.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos corresponden a los años de 2018 y 2019 y los recálculos al periodo 1990-2017. Con este INGEI, es la tercera vez que Paraguay declara sus emisiones de GEI en una serie temporal (serie 1990 – 2019).

Estos nuevos cálculos y recálculos se realizaron debido a las mejoras metodológicas implementadas en el presente inventario, entre ellas los nuevos factores de emisión país específico, generados a partir de nuevos parámetros y factores nacionales y otros factores por defecto actualizados del *Refinamiento 2019*. Además, se utiliza el potencial de calentamiento global sugerido por el *Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014)*¹⁵, con un valor de 28 para el CH₄, en los anteriores Inventarios, se utilizaban los valores del *Segundo Informe de Evaluación del IPCC*¹⁶, que presentaba para el CH₄ un PCG de 21.

¹⁵ Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

¹⁶ Disponible en: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/2nd-assessment-sp.pdf>

En la Tabla 5.17 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría *fermentación entérica* del INGEI anterior¹⁷ y el presente (1990-2019), en la cual se observa un aumento de las emisiones en este reporte debido principalmente al cambio de PCG.

Tabla 5.17. Fermentación entérica: comparación entre emisiones de GEI (kt CO2 eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	9.640,44	11.492,62	11.468,73	11.166,57	13.773,76	15.717,94	15.219,08		
INGEI actual	12.216,97	14.560,05	14.517,53	14.346,96	17.636,93	20.194,44	19.711,54	19.260,50	19.704,73
Diferencia	2.576,53	3.067,43	3.048,80	3.180,39	3.863,17	4.476,50	4.492,46		
Diferencia %	21,09%	21,07%	21,00%	22,17%	21,90%	22,17%	22,79%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en resultados del IBA3 (INGEI 1990-2017).

5.2.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Teniendo en cuenta que la categoría *fermentación entérica* es la de mayor contribución al total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería, y es una de las categorías principales de este INGEI 1990-2019, se ve la necesidad de ir mejorando los datos de actividad y en especial los factores de emisión y parámetros para obtener resultados cada vez más representativos a la realidad nacional.

Durante el proceso de elaboración del INGEI se desarrolló un juicio de expertos con representantes del sector, específicamente del sector lechero, en el cual se recopiló información importante sobre el ganado vacuno lechero. Si bien se logró calcular factores de emisión país específicos para el ganado *vacuno*, es necesario mejorar los parámetros para obtener factores de emisión aún más refinados. Por ello, se ve la necesidad de involucrar a la academia y a los sectores de producción privada con el fin de poder generar estos datos. Los principales parámetros necesarios son:

Tabla 5.18. Fermentación entérica: parámetros necesarios para generar FE país específico

Variable	Unidad	Descripción
Proteína cruda	%	Hace referencia al contenido total de nitrógeno de un alimento multiplicado por 6.25.
Digestibilidad	%	Porcentaje de un alimento que es digerido por un animal, parte del alimento ingerido que no aparece en las heces.
Energía bruta GE	MJ kg-1	Energía que contienen los componentes orgánicos del alimento y que se libera a través de su oxidación (combustión).
Energía digestible	MJ kg-1	Energía contenida en los compuestos orgánicos digeridos por el animal. Se calcula restando a la energía bruta del alimento ingerido, la energía bruta de las heces expulsadas por el animal.
Energía neta	MJ kg-1	Energía realmente puesta a disposición del animal para cubrir sus gastos de mantenimiento y de producción. Corresponde a la energía metabolizable menos los gastos energéticos conocidos como extra-calor.
Energía digestible como % de energía bruta (%)	%	Porcentaje de la energía digestible con respecto a la energía Bruta.
Fibra en detergente neutro (FDN)	%	Es la porción de la fibra que es insoluble en un detergente neutro. Está básicamente compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice.
Fibra en detergente ácido (FDA)	%	Es la porción de la fibra que es insoluble en un detergente ácido. Está básicamente compuesta por celulosa ligada a lignina, además de compuestos Maillard, sílice y cutina entre otros.
Ceniza	%	Contenido mineral del alimento resultante de su calcinación en horno de mufla a 550 °C, durante 3 horas.
Temperatura confort	°C	Es el rango de temperatura ambiental promedio donde el animal puede mantener su temperatura corporal sin modificar su metabolismo para protegerse del frío o del calor.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las *Refinamiento 2019*.

¹⁷ Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/IBA3_MADES_pliegos.pdf

En la tabla 5.13 se presentan estos datos y parámetros utilizados en los cálculos de los FE. Estos parámetros deben estar desagregados por cada categoría animal (*vacas lecheras, vacas, vaquillas, novillos, toros, desmamantes macho y hembra, bueyes*) y por situación alimentaria (pastura y compartimiento) a nivel nacional. Igualmente, es necesario que estos datos se encuentren espacialmente explícitos para poder relacionarlos con mayor precisión con los datos de temperatura y poder regionalizar los cálculos.

Con respecto a los datos de actividad, y a los efectos de lograr una caracterización mejorada de los distintos tipos de ganado, se debería de recolectar datos más desagregados como ganado en crecimiento y maduro, de mercado y de cría; así también, según el tipo de manejo (intensivo, semi-intensivo y extensivo), así como la cantidad de animales muertos antes de la faena, específicamente para el ganado de carne.

Es necesario estimar las emisiones de todas las poblaciones animales existentes en el país (por más mínimas que sean) como las resultantes de mulas y asnos, prioritariamente con información de fuentes nacionales oficiales.

5.3. Gestión del estiércol (FCR 3.B)

5.3.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría comprende las emisiones de CH₄ y las emisiones directas e indirectas de N₂O por almacenamiento y tratamiento del estiércol, incluye la bosta y la orina (es decir, sólidos y líquidos) producidos por el ganado.

La descomposición del estiércol bajo condiciones anaeróbicas (en ausencia de oxígeno), durante su almacenamiento y tratamiento, produce CH₄. Estas condiciones se dan más fácilmente cuando se gestionan grandes cantidades de animales en una superficie confinada (p. ej., tambos, corrales de ganado de carne y granjas de aves de corral), y donde se elimina el estiércol en sistemas basados en líquidos. Los principales factores que inciden en las emisiones de CH₄ son la cantidad de estiércol que se produce y la porción que se descompone anaeróbicamente. La temperatura y el tiempo de retención de la unidad de almacenamiento son dos factores que inciden significativamente en la cantidad de metano producida.

Las emisiones directas de N₂O se producen a través de la nitrificación y desnitrificación combinadas del nitrógeno contenido en el estiércol. La emisión de N₂O del estiércol durante su almacenamiento y tratamiento depende de su contenido de N y de carbono, así como de la duración del almacenamiento y del tipo de tratamiento. Las emisiones indirectas son el resultado de pérdidas de N volátil que se producen fundamentalmente en forma de amoníaco y NO_x. La fracción de N orgánico excretado que se mineraliza a N amoniacal durante la recolección y el almacenamiento del estiércol depende fundamentalmente del tiempo y, en menor grado, de la temperatura. El Nitrógeno también se pierde a través de la escorrentía y la lixiviación en los suelos del almacenamiento sólido de estiércol en áreas libres, en los corrales de engorde y donde los animales pastorean, pero las emisiones de N₂O por estiércol depositado en pasturas se reportan en la categoría de suelos agrícolas en la sección 5.5.

En el caso nacional, las especies consideradas corresponden a los principales rubros pecuarios del país cuyo estiércol se gestiona en alguno de los sistemas de gestión del estiércol definidos en el Cuadro 10.18 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Estas especies son las siguientes:

- 3.B.1. Ganado vacuno

- 3.B.1.a. Vacas lecheras
- 3.B.1.b. Otros vacunos (carne: vacas, vaquillas, novillos, toros, desmamantes macho y hembra, terneros y bueyes)
- 3.B.2. Ovinos
- 3.B.3. Porcinos
 - 3.B.3.a. Porcinos
 - 3.B.3.b. Porcinos de carne
- 3.B.4. Otros ganados
 - 3.B.4.a. Búfalos
 - 3.B.4.d. Caprinos
 - 3.B.4.e. Equinos
 - 3.B.4.f. Mulas y Asnos
 - 3.B.4.g. Aves de Corral (aves de corral, aves de carne)

Asimismo, pudieron ser estimadas las emisiones de CH₄, emisiones directas de N₂O y emisiones indirectas de N₂O por fracciones de pérdidas de N debidas a la volatilización y lixiviación. Las emisiones indirectas de N₂O por lixiviación fueron estimadas por primera vez, por medio de que el *Refinamiento 2019* presenta un método de nivel 1 para la estimación.

Esta categoría no ha sido identificada como categoría principal según la evaluación de nivel y de tendencia. En 2019, las emisiones resultantes de la *gestión de estiércol* representaron 2,97 % del total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería. En este último año de la serie temporal las emisiones aumentaron un 69,76 % con respecto al año base y se han incrementado un 2,32 % con respecto a 2017. La tendencia, los aumentos y las disminuciones de emisiones, son debidos principalmente por el comportamiento de la población del ganado porcino. La disminución comparando con 1990 es por el pico de cabezas de *porcinos* y el aumento en comparación con 2017, por la tendencia en alza desde 2005.

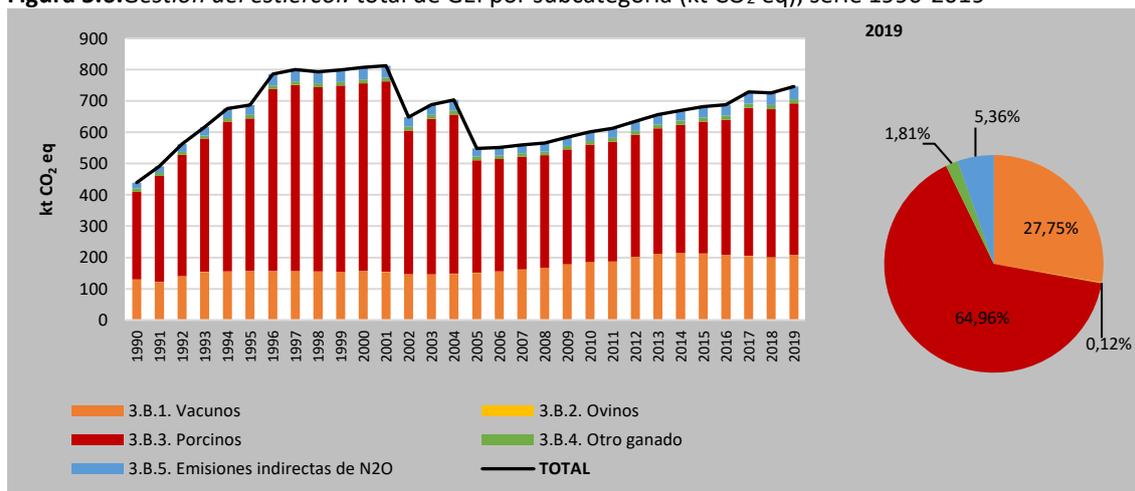
La subcategoría *porcinos* es la de mayor contribución al total de emisiones en toda la serie temporal. En 2019, *porcinos* presentó el 64,96 % del total de emisiones de la categoría; *vacunos* presentó el 27,75 %, *emisiones indirectas de N₂O* el 5,36 % *otro ganado* el 1,81 % y con apenas un 0,12 % la subcategoría *ovinos* (Tabla 5.19, Figura 5.6).

Tabla 5.19. Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.B.1. Vacunos	129,84	156,01	155,57	150,81	185,00	211,49	204,93	199,61	206,91
3.B.1.a. Vacas lecheras	21,01	27,42	27,86	18,34	20,05	25,04	21,37	21,29	30,63
3.B.1.b. Otros vacunos	108,83	128,59	127,71	132,47	164,96	186,45	183,57	178,32	176,28
3.B.2. Ovinos	0,78	0,65	0,69	0,77	0,67	0,85	0,91	0,91	0,91
3.B.3. Porcinos	278,71	487,52	600,19	358,79	374,41	422,03	471,61	473,07	484,40
3.B.3.a. Porcinos	275,44	481,58	589,40	343,25	344,56	368,74	396,29	383,82	395,99
3.B.3.b. Porcinos (carne)	3,27	5,94	10,79	15,54	29,85	53,29	75,32	89,24	88,40
3.B.4. Otro ganado	11,30	11,10	11,80	12,05	12,05	13,02	13,25	13,37	13,52
3.B.4.a. Búfalos	0,09	0,10	0,10	0,11	0,13	0,24	0,25	0,23	0,23
3.B.4.d. Caprinos	0,27	0,22	0,22	0,23	0,24	0,27	0,26	0,26	0,27
3.B.4.e. Equinos	4,65	4,87	4,93	4,52	3,92	3,84	3,83	3,78	3,78
3.B.4.f. Mulas y asnos	0,26	0,26	0,27	0,28	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
3.B.4.g. Aves de corral	6,03	5,64	6,28	6,91	7,49	8,40	8,64	8,83	8,98
3.B.4.g.i. Aves de corral	5,69	4,60	4,81	5,26	4,22	3,90	3,83	3,63	3,56
3.B.4.g.i.i. Aves de corral (carne)	0,34	1,04	1,47	1,65	3,27	4,50	4,81	5,20	5,41
3.B.5. Emisiones indirectas de N₂O	18,65	31,52	38,68	25,40	28,96	34,20	38,07	39,04	39,97
TOTAL	439,28	686,80	806,93	547,83	601,09	681,58	728,78	725,99	745,71

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de inventarios del MADES.

Figura 5.6. Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de inventarios del MADES.

5.3.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría *gestión del estiércol* se utilizó la metodología del *Refinamiento 2019*. Se aplicó el método de nivel 2 para las emisiones de CH₄ de la subcategoría animal de *vacunos*. Para las demás subcategorías y para la estimación de las emisiones directas e indirectas de N₂O se aplicó el método de nivel 1.

Tabla 5.20. Gestión de Estiércol: resumen de métodos aplicados por subcategoría.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.B.	Gestión del estiércol			T2, T1, NO, NA	D,NO,NA	T1,NO,NA	D,NO,NA
3.B.1.	Vacunos			T2	CS	T1R	D
3.B.1.a	Vacas lecheras			T2	CS	T1R	D
3.B.1.b	Otros vacunos			T2	CS	T1R	D
3.B.2.	Ovinos			T1	D	IE	IE
3.B.3.	Porcinos			T1	D	T1	D
3.B.4.	Otro ganado			T1, NO, NA	D,NO,NA	T1,NO,NA	D,NO,NA
3.B.4.a	Búfalos			T1	D	T1	D
3.B.4.b	Camélidos			NO	NO	NO	NO
3.B.4.c	Ciervos			NO	NO	NO	NO
3.B.4.d	Caprinos			T1	D	T1	D
3.B.4.e	Equinos			T1	D	T1	D
3.B.4.f	Mulas y asnos			T1	D	T1	D
3.B.4.g	Aves de corral			T1	D	T1	D
3.B.4.h	Otras especies			NA	NA	NA	NA
3.B.5.	Emisiones indirectas de N ₂ O					T1	D

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2 D = Por defecto; CS = País específico; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre; R = Refinamiento 2019.

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de inventarios del MADES.

Para la estimación de CH₄ en el nivel 2, se utilizó la Ecuación 5.3 en las subcategorías de *vacunos*. Los factores de emisión se generaron a partir de la estimación de energía bruta para la *fermentación entérica*. Para las demás subcategorías de ganado, se aplicó el nivel 1 y se utilizó la ecuación 5.4. Esta diferencia entre las ecuaciones se debe a la unidad de medida de los factores de emisión. Se emplearon los datos de cabezas de ganado por subcategoría animal, incluyendo también los datos de *aves de corral*.

Ecuación 5.3

Gestión del estiércol: emisiones de CH₄ para la subcategoría de ganado vacuno.

$$CH_{4\text{ Estiércol}} = \sum_{(T)} \frac{(EF_{(T)} \cdot N_{(T)})}{10^6}$$

Donde:

$CH_{4\text{ Estiércol}}$ = emisiones de metano por la gestión del estiércol para una población definida, kt CH₄ año⁻¹.

$EF_{(T)}$ = factor de emisión para la población de ganado definida, kg CH₄ año⁻¹.

$N_{(T)}$ = cantidad de cabezas de ganado de la subcategoría T del país.

T = subcategoría de ganado.

Fuente: Ecuación 10.22; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

Ecuación 5.4

Gestión del estiércol: emisiones de CH₄ por subcategoría de ganado.

$$CH_{4(mm)} = \left[\sum_{T,S,P} (N_{(T,P)} \cdot VS_{(T,P)} \cdot AWMS_{(T,S,P)} \cdot EF_{T,S,P}) / 1000 \right]$$

Donde:

$CH_{4(mm)}$ = emisiones de metano por la gestión del estiércol en el país, kg CH₄ año⁻¹.

$N_{(T,P)}$ = cantidad de cabezas de ganado de la subcategoría T del país, por sistema de producción P

$VS_{(T,P)}$ = promedio anual de sólidos volátiles excretados por cabeza por categoría T , por sistema de producción P , kg VS animal⁻¹ año⁻¹

$AWMS_{(T,S,P)}$ = fracción total anual de VS por categoría T , que es manejado en un sistema de gestión S , por sistema de producción P , sin dimensión

$EF_{(T,S,P)}$ = factor de emisión, g CH₄ kg VS⁻¹

S = sistema de gestión del estiércol

T = subcategoría de ganado

P = tipo de sistema de producción, alta o baja productividad

Fuente: Ecuación 10.22a; Capítulo 10; Volumen 4; *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*.

Para el cálculo del promedio anual de sólidos anuales excretados por categoría animal y sistema de producción, se utilizó la Ecuación 5.5.

Ecuación 5.5

Gestión del estiércol: sólidos volátiles excretados

$$VS_{(T,P)} = \left(VS_{rate(T,P)} \cdot \frac{TAM_{T,P}}{1000} \right) \cdot 365$$

Donde:

$VS_{(T,P)}$ = promedio anual de sólidos volátiles excretados por cabeza por categoría T , por sistema de producción P , kg VS animal⁻¹ año⁻¹

$VS_{rate(T,P)}$ = tasa de excreción de VS por defecto, por sistema de producción P , kg VS (1000 kg animal)⁻¹ día⁻¹

$TAM_{(T,P)}$ = masa típica del animal por categoría de ganado T , por sistema de producción P , kg animal⁻¹

Fuente: Ecuación 10.22a; Capítulo 10; Volumen 4; *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*.

Para estimar las emisiones directas de N₂O de la gestión del estiércol en Nivel 1 se aplicó la Ecuación 5.6.

Ecuación 5.6

Gestión del estiércol: emisiones directas de N₂O por subcategoría de ganado.

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S \left[\sum_{T,P} \left((N_{(T,P)} \cdot Nex_{(T,P)}) \cdot AWMS_{(T,S,P)} \right) + N_{cdg(s)} \right] \cdot EF_{3(S)} \right] \cdot \frac{44}{28}$$

Donde:

$N_2O_{D(mm)}$ = emisiones directas de N₂O de la gestión del estiércol del país, kg N₂O año⁻¹

$N_{(T,P)}$ = cantidad de cabezas de ganado de la especie o subcategoría

$Nex_{(T,P)}$ = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/subcategoría T en el país, kg N animal⁻¹ año⁻¹

$AWMS_{(T,S,P)}$ = fracción total anual de VS por categoría T, que es manejado en un sistema de gestión S, por sistema de producción P, sin dimensión

$N_{cdg(s)}$ = aporte anual de nitrógeno por co-digestión, kg N año⁻¹

$EF_{3(S)}$ = factor de emisión para las emisiones directas de N₂O del sistema de gestión del estiércol S en el país, kg N₂O-N/kg N en el sistema de gestión del estiércol (S)

S = sistema de gestión del estiércol

T = especie/subcategoría de ganado

P = tipo de sistema de producción, alta o baja productividad

44/28 = conversión de emisiones de (N₂O-N)(mm) a emisiones de N₂O(mm)

Fuente: Ecuación 10.25; Capítulo 10; Volumen 4; *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.*

Para el cálculo del promedio anual de excreción de N por cabeza, se utilizó la Ecuación 5.7.

Ecuación 5.7

Gestión del estiércol: tasa anual de excreción de N

$$Nex_{(T,P)} = N_{rate(T,P)} \cdot \frac{TAM_{(T,P)}}{1000} \cdot 365$$

Donde:

$Nex_{(T,P)}$ = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/subcategoría T en el país, kg N animal⁻¹ año⁻¹

$N_{rate(T,P)}$ = tasa de excreción de N por defecto, por sistema de producción P, kg N (1000 kg animal)⁻¹ día⁻¹

$TAM_{(T,P)}$ = masa típica del animal por categoría de ganado T, por sistema de producción P, kg animal⁻¹

Fuente: Ecuación 10.30; Capítulo 10; Volumen 4; *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006.*

Para estimar las emisiones indirectas de N₂O de la gestión del estiércol por volatilización de N en Nivel 1 se aplicaron los datos de excreción de N calculado, los datos de los sistemas de gestión del estiércol, y las fracciones de pérdidas de N por defecto de los sistemas de gestión del estiércol debidas a la volatilización. Para ello se utilizaron las ecuaciones 5.8 y 5.9.

Ecuación 5.8

Gestión del estiércol: emisiones indirectas de N₂O por volatilización de N.

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{volatilization-MMS} \cdot EF_4) \cdot \frac{44}{28}$$

Donde:

$N_2O_{G(mm)}$ = emisiones indirectas de N₂O debidas a la volatilización de N de la gestión del estiércol del país, kg N₂O año⁻¹

$N_{volatilization-MMS}$ = cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH₃ y

NOx, kg N año⁻¹

EF_4 = factor de emisión para emisiones de N₂O resultantes de la deposición atmosférica de N en la superficie del suelo o del agua, kg N₂O-N (kg NH₃-N + NOx-N volatilizado)⁻¹; el valor por defecto es 0.01 kg N₂O-N (kg NH₃-N + NOx-N volatilizado)⁻¹

Fuente: Ecuación 10.28; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

Las pérdidas de N debidas a la volatilización de la gestión del estiércol se estimaron con la aplicación de la Ecuación 5.9.

Ecuación 5.9

Gestión del estiércol: cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde por volatilización.

$$N_{volatilization-MMS} = \sum_S \left[\sum_{T,P} \left[\left((N_{(T,P)} \cdot Nex_{(T,P)}) \cdot AWMS_{(T,S,P)} \right) + N_{cdg(s)} \right] \cdot Frac_{GasMS(T,S)} \right]$$

Donde:

$N_{volatilization-MMS}$ = cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH₃ y NOx, kg N año⁻¹

$N_{(T,P)}$ = cantidad de cabezas de ganado de la especie o subcategoría

$Nex_{(T,P)}$ = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/subcategoría T en el país, kg N animal⁻¹ año⁻¹

$AWMS_{(T,S)}$ = fracción total anual de N excretado por categoría T, que es manejado en un sistema de gestión S, por sistema de producción P, sin dimensión

$N_{cdg(s)}$ = aporte anual de nitrógeno por co-digestión, kg N año⁻¹

$Frac_{GasMS}$ = porcentaje de N del estiércol gestionado para la categoría de ganado T que se volatiliza como NH₃ y NOx en el sistema de gestión del estiércol S, %

S = sistema de gestión del estiércol.

T = especie/subcategoría de ganado.

Fuente: Ecuación 10.26; Capítulo 10; Volumen 4; Refinamiento 2019 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Para estimar las emisiones indirectas de N₂O debido a la gestión del estiércol por lixiviación de N, se aplicaron en el Nivel 1 los datos de la tasa de excreción anual de N calculado, los datos de los sistemas de gestión del estiércol y las fracciones de pérdidas de N por defecto de los sistemas de gestión del estiércol debido a la lixiviación. Para esto, se utilizaron las ecuaciones 5.10 y 5.11.

Ecuación 5.10

Gestión del estiércol: emisiones indirectas de N₂O debidas a la lixiviación de la gestión del estiércol.

$$N_2O_{L(mm)} = (N_{leaching-MMS} \cdot EF_5) \cdot \frac{44}{28}$$

Donde:

$N_2O_{L(mm)}$ = emisiones indirectas de N₂O debidas a la lixiviación de N de la gestión del estiércol del país, kg N₂O año⁻¹

$N_{leaching-MMS}$ = cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la lixiviación, kg N año⁻¹

EF_5 = factor de emisión para emisiones de N₂O resultantes de la lixiviación y escurrimiento del N, kg N₂O-N/kg N lixiviado

Fuente: Ecuación 10.29; Capítulo 10; Volumen 4; Refinamiento 2019 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

La cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde por la lixiviación, se estimó con la aplicación de la ecuación 5.11.

Ecuación 5.11

Gestión del estiércol: cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde por lixiviación.

$$N_{leaching-MMs} = \sum_S \left[\sum_{T,P} \left[\left((N_{(T,P)} \cdot Nex_{(T,P)} \cdot AWMS_{(T,S,P)}) + N_{cdg(s)} \right) \cdot Frac_{LeachMS(T,S)} \right] \right]$$

Donde:

$N_{leaching-MMs}$ = cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la lixiviación, kg N año⁻¹

$N_{(T,P)}$ = cantidad de cabezas de ganado de la especie o subcategoría

$Nex_{(T,P)}$ = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/subcategoría T en el país, kg N animal⁻¹ año⁻¹

$AWMS_{(T,S)}$ = fracción total anual de N excretado por categoría T, que es manejado en un sistema de gestión S, por sistema de producción P, sin dimensión

$N_{cdg(s)}$ = aporte anual de nitrógeno por co-digestión, kg N año⁻¹

$Frac_{LeachMS}$ = porcentaje de N del estiércol gestionado para la categoría de ganado T que se lixivía como en el sistema de gestión del estiércol S, %

Fuente: Ecuación 10.27; Capítulo 10; Volumen 4; Refinamiento 2019 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Los cálculos se realizaron en planillas de cálculo elaborados por el equipo técnico AFOLU con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

5.3.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad de la categoría de *gestión de estiércol* corresponden a los datos de la población de ganado, y a los datos del uso del sistema de gestión de estiércol (SGE) que se aplican en el país.

Las informaciones sobre población de ganado son las mismas que para la categoría de *fermentación entérica*, con la diferencia que incluye a las subcategorías de *aves de corral* y *aves de carne*. Los datos de *aves de corral* se obtuvieron del MAG para toda la serie temporal 1990-2019, y *aves de carne* de SENACSA a partir del registro de cabezas de faenados. En la Tabla 5.9 se presenta el detalle de fuente de DA por subcategorías.

Con respecto a los datos de actividad de *porcinos de carne* y *aves de carne*, según las *Directrices del IPCC de 2006*, los animales deben incluirse en la población independientemente de si fueron carneados para consumo humano o si murieron por causas naturales, ya que parte de la población puede haber muerto antes de ser faenada. Por tanto, la población total podría estar siendo subestimada al no considerar a los animales que murieron antes de ser faenados, y, por consiguiente, podría existir una potencial subestimación de emisiones de GEI.

En la Tabla 5.21 se presentan los sistemas de gestión de estiércol que se aplican en el país (a nivel nacional), a partir de datos recabados por juicio de expertos y la clasificación por defecto propuesta por el *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*.

El resumen de los datos de actividad recopilados se presenta en la Tabla 5.8 y en la Figura 5.5, el extenso se encuentra en el Anexo 3.3.1.

Tabla 5. 21. Gestión del estiércol: Sistemas de gestión de estiércol en el país.

Categorías de ganado		Porcentaje de sistemas de gestión de estiércol por tipo de ganado (%)										TOTAL	
		Pastura	Distribución diaria	Camas profundas con mezclado activo	Laguna	Líquido suspendido	Sólidos depositados	Lote seco	Pit < 1	Pit > 1	Digestor		Otros (Estiércol con hojarasca)
Ganado vacuno	Vacas lecheras	99%	1%										100%
	Otros vacunos	99%	1%	0%									100%
Ovino		100%											100%
Porcino		5%	5%		5%	30%	15%	15%	15%	5%	5%		100%
Porcino de carne			2%		11%	34%	12%	41%					100%
Búfalos		100%											100%
Caprino		99%					1%	0%					100%
Equino		99%					1%	0%					100%
Mulas y asnos		100%											100%
Aves de corral		50%	50%										100%
Aves de carne												100%	100%

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en el Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC 2006 y juicio de expertos.

5.3.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión aplicados en la categoría de *gestión del estiércol* para estimar el CH₄ corresponden a FE por defecto propuestos en el *Refinamiento 2019* (Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.14). Además, se utilizaron FE país específico para la subcategoría *vacunos*, los cuales se generaron a partir del uso de parámetros por defecto y de los valores de energía bruta, previamente calculados para los FE de la categoría *fermentación entérica*.

Según Grassi (2020), la temperatura promedio en el país es de 23 °C y las precipitaciones son de 1500 mm anuales, lo que ubica al país en la zona climática tropical húmedo, teniendo en cuenta el Anexo 10A.2 del *Refinamiento 2019*.

En las tablas siguientes se presentan los factores de emisión utilizados en la categoría.

Tabla 5. 22. Gestión del estiércol: factores de emisión aplicados para las emisiones de CH₄

Código	Subcategoría/fuente	Fuente	FE – CH ₄			
			Valor	Unidad		
3.B.1	Ganado vacuno					
3.B.1.a.	Vacas lecheras	Pastura (baja producción)	CS	1,49	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Distribución diaria (alta producción)	CS	0,03	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
3.B.1.b.	Otros vacunos					
	Vaca	Pastura	CS	0,76	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Distribución diaria	CS	0,12	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Camas profundas con mezclado activo	CS	6,47	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
	Vaquilla	Pastura	CS	0,56	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Distribución diaria	CS	0,08	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Camas profundas con mezclado activo	CS	4,43	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
	Novillo	Pastura	CS	0,54	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Distribución diaria	CS	0,08	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Camas profundas con mezclado activo	CS	4,29	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
	Toro	Pastura	CS	0,43	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Distribución diaria	CS	0,10	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Camas profundas con mezclado activo	CS	5,66	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
	Desmamante macho	Pastura	CS	0,31	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Distribución diaria	CS	0,04	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Camas profundas con mezclado activo	CS	2,46	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
	Desmamante hembra	Pastura	CS	0,30	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Distribución diaria	CS	0,04	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Camas profundas con mezclado activo	CS	2,35	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
	Ternero	Pastura	CS	0,03	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Distribución diaria	CS	0,00	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Camas profundas con mezclado activo	CS	0,23	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
	Buey	Pastura	CS	1,01	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Distribución diaria	CS	0,15	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
		Camas profundas	CS	8,18	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	
	3.B.2.	Ovino	Pastura	D	0,65	g CH ₄ kg VS-1
	3.B.3.	Porcino				
	3.B.3.a.	Porcino	Laguna	D	155,40	g CH ₄ kg VS-1
			Líquido suspendido	D	105,85	g CH ₄ kg VS-1
			Sólidos depositados	D	9,70	g CH ₄ kg VS-1
			Lote seco	D	3,90	g CH ₄ kg VS-1
Pit < 1			D	69,90	g CH ₄ kg VS-1	
Pit > 1			D	141,80	g CH ₄ kg VS-1	
Distribución diaria			D	1,90	g CH ₄ kg VS-1	
Digestor			D	21,20	g CH ₄ kg VS-1	
Pasturas			D	0,60	g CH ₄ kg VS-1	
3.B.3.b.			Porcino de carne	Laguna	D	241,20
	Líquido suspendido	D		164,30	g CH ₄ kg VS-1	
	Sólidos depositados	D		15,10	g CH ₄ kg VS-1	
	Lote seco	D		6,00	g CH ₄ kg VS-1	
	Distribución diaria	D		3,00	g CH ₄ kg VS-1	
3.B.4.	Otro ganado					
3.B.4.a.	Búfalos	Pasturas	D	0,60	g CH ₄ kg VS-1	
		Pasturas	D	0,60	g CH ₄ kg VS-1	
3.B.4.d.	Caprino	Sólidos depositados	D	6,00	g CH ₄ kg VS-1	
		Lote seco	D	2,40	g CH ₄ kg VS-1	
		Pasturas	D	0,60	g CH ₄ kg VS-1	
3.B.4.e.	Equino	Sólidos depositados	D	10,10	g CH ₄ kg VS-1	
		Lote seco	D	4,00	g CH ₄ kg VS-1	
		Pasturas	D	0,60	g CH ₄ kg VS-1	

Código	Subcategoría/fuente		Fuente	FE – CH ₄	
				Valor	Unidad
3.B.4.f.	Mulas y asnos	Pasturas	D	0,60	g CH ₄ kg VS-1
3.B.4.g.	Aves de corral				
3.B.4.g.i	Aves de corral	Pasturas	D	2,40	g CH ₄ kg VS-1
		Distribución diaria	D	2,40	g CH ₄ kg VS-1
3.B.4.g.i.i.	Aves de carne	Otros (Estiércol con hojarasca)	D	2,40	g CH ₄ kg VS-1

Referencia: D: por defecto, CS: país específico

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de MAG, SENACSA, FAOSTAT y Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC 2006 (Vol. 4, Cap. 10, Cuadro 10.14).

Siguiendo la metodología del *Refinamiento 2019* y utilizando parámetros por defecto y la energía bruta calculada para cada subcategoría de ganado *vacuno*, fue posible generar factores de emisión país específico. Para ello se aplicaron las siguientes ecuaciones.

Ecuación 5.12

Gestión del estiércol: factor de emisión de CH₄ para la gestión del estiércol.

$$EF_{(T)} = (VS_T \cdot 365) \left[B_{0(T)} \cdot 0.67 \cdot \sum_{S,k} \frac{MCF_{S,k}}{100} \cdot AWMS_{(T,S,k)} \right]$$

Donde:

$EF_{(T)}$ = factor de emisión anual de CH₄ por categoría de ganado T, kg CH₄ animal⁻¹ año⁻¹

$VS_{(T)}$ = sólidos volátiles excretados diariamente por categoría de ganado T, kg de materia seca animal⁻¹ día⁻¹

$B_{0(T)}$ = capacidad máxima de metano producido por estiércol por categoría de ganado T, m³ CH₄ kg⁻¹ de VS excretado

$MCF_{(S,K)}$ = factor de conversión del metano por cada sistema de gestión del estiércol, porcentaje

Fuente: Ecuación 10.23; Capítulo 10; Volumen 4; Refinamiento 2019 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Ecuación 5.13

Gestión del estiércol: tasa de excreción de sólidos volátiles.

$$VS = \left[GE \cdot \left(1 - \frac{DE}{100} \right) + (UE \cdot GE) \right] \cdot \left[\left(\frac{1 - ASH}{18.45} \right) \right]$$

Donde:

VS = sólidos volátiles excretados diariamente por categoría de ganado T, kg de materia seca animal⁻¹ día⁻¹

GE = energía bruta, MJ día⁻¹

DE = digestibilidad del alimento en porcentaje

UE = energía urinaria expresada como fracción de la GE

ASH = contenido de ceniza del alimento calculado como la fracción de la materia seca ingerida

Fuente: Ecuación 10.24; Capítulo 10; Volumen 4; Refinamiento 2019 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

A partir de juicio de expertos se logró desagregar algunas subcategorías de ganado por el sistema de gestión del estiércol. Para las subcategorías o fracciones sin datos se procedió a aplicar los factores por defecto del *Refinamiento 2019* presentados desde los cuadros 10^a.6 al cuadro 10^a.9 en el Anexo 10A.2. Los parámetros utilizados en las ecuaciones mencionadas y los resultados correspondientes se presentan en las siguientes tablas desagregadas por subcategoría animal.

Tabla 5. 23. Gestión del estiércol: parámetros utilizados para la generación de FE por subcategoría de ganado vacuno

Subcategoría	Sistemas de gestión del estiércol	Energía bruta	Digestibilidad de los alimentos	Energía urinaria expresada como fracción	Ceniza	Capacidad máxima de producción de metano del estiércol	Factor de conversión de metano	Fracción de estiércol gestionado en el sistema
		MJ día ⁻¹	%	-	-	m ³ CH ₄ KG ⁻¹ de VS excretado	%	-
		Ecuación 10.16	Cuadro 10 ^a .2	Ecuación 10.24 (0,04 * GE)	Ecuación 10.24 (IPCC 2006)	Cuadro 10.16 // Anexo 10B.6 para pasturas	Cuadro 10.17	Dictamen de expertos / Anexo 10 ^a .2
	MS	GE	DE%	UE*GE	ASH	B ₀	MCF	AWMS
Vacas lecheras	Pastura (baja producción)	322,13	61,00	12,89	0,08	0,19	0,47	0,99
	Distribución diaria (alta producción)	202,80	59,00	8,11	0,08	0,24	1,00	0,01
Vaca	Pastura	156,78	59,00	6,27	0,08	0,19	0,47	0,99
	Distribución diaria	134,15	61,00	5,37	0,08	0,18	1,00	0,03
	Camas profundas con mezclado activo	134,15	61,00	5,37	0,08	0,18	73,00	0,07
Vaquilla	Pastura	117,67	60,00	4,71	0,08	0,19	0,47	0,99
	Distribución diaria	96,26	63,00	3,85	0,08	0,18	1,00	0,03
	Camas profundas con mezclado activo	96,26	63,00	3,85	0,08	0,18	73,00	0,07
Novillo	Pastura	114,24	60,00	4,57	0,08	0,19	0,47	0,99
	Distribución diaria	93,33	63,00	3,73	0,08	0,18	1,00	0,03
	Camas profundas con mezclado activo	93,33	63,00	3,73	0,08	0,18	73,00	0,07
Toro	Pastura	115,05	69,00	4,60	0,08	0,19	0,47	0,99
	Distribución diaria	117,31	61,00	4,69	0,08	0,18	1,00	0,03
	Camas profundas con mezclado activo	117,31	61,00	4,69	0,08	0,18	73,00	0,07
Desmamante macho	Pastura	65,27	60,00	2,61	0,08	0,19	0,47	0,99
	Distribución diaria	53,45	63,00	2,14	0,08	0,18	1,00	0,03
	Camas profundas con mezclado activo	53,45	63,00	2,14	0,08	0,18	73,00	0,07
Desmamante hembra	Pastura	62,26	60,00	2,49	0,08	0,19	0,47	0,99
	Distribución diaria	51,19	63,00	2,05	0,08	0,18	1,00	0,03
	Camas profundas con mezclado activo	51,19	63,00	2,05	0,08	0,18	73,00	0,07
Ternero	Pastura	26,10	95,00	1,04	0,08	0,19	0,47	0,99
	Distribución diaria	23,01	95,00	0,92	0,08	0,18	1,00	0,03
	Camas profundas con mezclado activo	23,01	95,00	0,92	0,08	0,18	73,00	0,07
Buey	Pastura	213,88	60,00	8,56	0,08	0,19	0,47	0,99
	Distribución diaria	177,89	63,00	7,12	0,08	0,18	1,00	0,03
	Camas profundas	177,89	63,00	7,12	0,08	0,18	73,00	0,07

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5. 24. Gestión del estiércol: valores obtenidos en el proceso de estimación del FE por subcategoría de ganado

Subcategoría	Sistemas de gestión del estiércol	Ecuación 10.24		Ecuación 10.23	
		Tasas de excreción de sólidos volátiles		Factor de emisión de CH ₄ de la gestión del estiércol	
		kg VS día ⁻¹		kg CH ₄ animal ⁻¹	
	MS	VS	FE		
Vacas lecheras	Pastura (baja producción)		6,91		1,49
	Distribución diaria (alta producción)		4,55		0,03
Vaca	Pastura		3,52		0,76
	Distribución diaria		2,88		0,12
	Camas profundas con mezclado activo		2,88		6,47
Vaquilla	Pastura		2,58		0,56
	Distribución diaria		1,97		0,08
	Camas profundas con mezclado activo		1,97		4,43
Novillo	Pastura		2,51		0,54
	Distribución diaria		1,91		0,08
	Camas profundas con mezclado activo		1,91		4,29
Toro	Pastura		2,01		0,43
	Distribución diaria		2,52		0,10
	Camas profundas con mezclado activo		2,52		5,66
Desmamante macho	Pastura		1,43		0,31
	Distribución diaria		1,09		0,04
	Camas profundas con mezclado activo		1,09		2,46
Desmamante hembra	Pastura		1,37		0,30
	Distribución diaria		1,05		0,04
	Camas profundas con mezclado activo		1,05		2,35
Ternero	Pastura		0,12		0,03
	Distribución diaria		0,10		0,00
	Camas profundas con mezclado activo		0,10		0,23
Buey	Pastura		4,69		1,01
	Distribución diaria		3,64		0,15
	Camas profundas		3,64		8,18

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Algunos parámetros utilizados para ajustar los factores de emisión (p. ej. Digestibilidad de los alimentos, coeficiente para el cálculo de energía de mantenimiento, factor de conversión de CH₄, entre otros), son valores por defecto del *Refinamiento 2019*, y podrían no ser representativos de las condiciones específicas del país.

Tabla 5. 25. Gestión del estiércol: parámetros y factores de emisión aplicados para las emisiones directas de N₂O

Código	Subcategoría/fuente		Masa animal típica	Tasa de excreción de N por defecto	FE – N ₂ O directo	
			kg	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹	(kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹)	
			SENACSA – Dictamen de expertos – Cuadro 10 ^a .5	Cuadro 10.19		
			TAM	N _{índice(T)}	Fuente	Valor
3.A.1	Ganado vacuno					
3.A.1.a.	Vacas lecheras	Pastura (baja producción)				
		Distribución diaria (alta producción)	385,00	0,60	D	0,00
3.A.1.b.	Otros vacunos					
	Vaca	Pastura				
		Distribución diaria	360,13	0,36	D	0,00
		Camas profundas con mezclado activo	360,13	0,36	D	0,04
	Vaquilla	Pastura				
		Distribución diaria	290,00	0,36	D	0,00
		Camas profundas con mezclado activo	290,00	0,36	D	0,04
	Novillo	Pastura				
		Distribución diaria	284,57	0,36	D	0,00
		Camas profundas con mezclado activo	284,57	0,36	D	0,04
	Toro	Pastura				
		Distribución diaria	442,54	0,36	D	0,00
		Camas profundas con mezclado activo	442,54	0,36	D	0,04
	Desm. Macho	Pastura				
		Distribución diaria	130,00	0,36	D	0,00
		Camas profundas con mezclado activo	130,00	0,36	D	0,04
	Desm. Hembra	Pastura				
		Distribución diaria	115,00	0,36	D	0,00
		Camas profundas con mezclado activo	115,00	0,36	D	0,04
	Ternero	Pastura				
		Distribución diaria	75,00	0,36	D	0,00
Camas profundas con mezclado activo		75,00	0,36	D	0,04	
Buey	Pastura					
	Distribución diaria	550,00	0,36	D	0,00	
	Camas profundas	550,00	0,36	D	0,04	
3.A.2.	Ovino	Pastura				
3.A.3.	Porcino					
3.A.3.a.	Porcino	Laguna	59,00	0,67	D	0,00
		Líquido suspendido	59,00	0,67	D	0,0033
		Sólidos depositados	59,00	0,67	D	0,0100
		Lote seco	59,00	0,67	D	0,0200

Código	Subcategoría/fuente		Masa animal típica	Tasa de excreción de N por defecto	FE – N ₂ O directo	
			kg	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹	(kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹)	
			SENACSA – Dictamen de expertos – Cuadro 10 ^a .5	Cuadro 10.19		
		TAM	N _{índice(T)}	Fuente	Valor	
		Pit < 1	59,00	0,67	D	0,0020
		Pit > 1	59,00	0,67	D	0,0020
		Distribución diaria	59,00	0,67	D	0,0000
		Digestor	59,00	0,67	D	0,0006
		Pasturas				
3.A.3.b.	Porcino de carne	Laguna	81,00	0,55	D	0,0000
		Líquido suspendido	81,00	0,55	D	0,0033
		Sólidos depositados	81,00	0,55	D	0,0100
		Lote seco	81,00	0,55	D	0,0200
		Distribución diaria	81,00	0,55	D	0,0000
3.A.4	Otro ganado					
3.A.4.a.	Búfalos	Pasturas				
		Pasturas				
3.A.4.d.	Caprino	Sólidos depositados	24,00	0,34	D	0,0100
		Lote seco	24,00	0,34	D	0,0200
		Pasturas				
3.A.4.e.	Equino	Sólidos depositados	238,00	0,46	D	0,0100
		Lote seco	238,00	0,46	D	0,0200
3.A.4.f.	Mulas y asnos	Pasturas				
3.B.4.g.	Aves de corral					
		Pasturas				
3.B.4.G.i	Aves de corral	Distribución diaria	1,10	1,20	D	0,0000
3.B.4.G.i.i.	Aves de carne	Otros (Estiércol con hojarasca)	1,20	1,23	D	0,0010

Datos de dictamen de expertos.

Datos SENACSA.

Datos Cuadro 10^a.5

Referencia: D: por defecto, CS: país específico

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de MAG, SENACSA, FAOSTAT y Refinamiento 2019 (Vol. 4, Cap. 10, Cuadro 10.21).

Tabla 5. 26. Gestión del estiércol: factores de emisión aplicados para las emisiones indirectas de N₂O de cada sistema de gestión del estiércol-fracción de N que se volatiliza.

Código	Subcategoría/fuente		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza			Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia			
			FE – N ₂ O indirecto – VOLATILIZACIÓN			FE – N ₂ O indirecto – LIXIVIACIÓN			
			kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			
Cuadro 10.22		FRAC _(GasMS)	Fuente	Valor	Cuadro 10.22		FRAC _(LeachMS)	Fuente	Valor
3.A.1	Ganado vacuno								
3.A.1.a.	Vacas lecheras	Pastura (baja producción)							
		Distribución diaria (alta producción)	0,07	D	0,01	0	D	0,011	
3.A.1.b.	Otros vacunos								
	Vaca	Pastura							
		Distribución diaria	0,07	D	0,01	0	D	0,011	
		Camas profundas con mezclado activo	0,25	D	0,01	0,035	D	0,011	
	Vaquilla	Pastura							
		Distribución diaria	0,07	D	0,01	0	D	0,011	
		Camas profundas con mezclado activo	0,25	D	0,01	0,035	D	0,011	
	Novillo	Pastura							
		Distribución diaria	0,25	D	0,01	0	D	0,011	
		Camas profundas con mezclado activo	0,07	D	0,01	0,035	D	0,011	
	Toro	Pastura							
		Distribución diaria	0,07	D	0,01	0	D	0,011	
		Camas profundas con mezclado activo	0,25	D	0,01	0,035	D	0,011	
	Desm. Macho	Pastura							
		Distribución diaria	0,07	D	0,01	0	D	0,011	
		Camas profundas con mezclado activo	0,25	D	0,01	0,035	D	0,011	
	Desm. Hembra	Pastura							
		Distribución diaria	0,07	D	0,01	0	D	0,011	
		Camas profundas con mezclado activo	0,25	D	0,01	0,035	D	0,011	
	Ternero	Pastura							
		Distribución diaria	0,07	D	0,01	0	D	0,011	
		Camas profundas con mezclado activo	0,25	D	0,01	0,035	D	0,011	
	Buey	Pastura							
		Distribución diaria	0,07	D	0,01	0	D	0,011	
		Camas profundas	0,25	D	0,01	0,035	D	0,011	
	3.A.2.	Ovino	Pastura						
	3.A.3.	Porcino							
	3.A.3.a.	Porcino	Laguna	0,4	D	0,01	0	D	0,011

Código	Subcategoría/fuente	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	FE – N ₂ O indirecto – VOLATILIZACIÓN			Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	FE – N ₂ O indirecto – LIXIVIACIÓN	
			kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹]				kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹]	
			Cuadro 10.22				Cuadro 10.22	
		FRAC _(GasMS)	Fuente	Valor	FRAC _(LeachMS)	Fuente	Valor	
		Líquido suspendido	0,293	D	0,01	0	D	0,011
		Sólidos depositados	0,45	D	0,01	0,02	D	0,011
		Lote seco	0,45	D	0,01	0,035	D	0,011
		Pit < 1	0,25	D	0,01	0	D	0,011
		Pit > 1	0,25	D	0,01	0	D	0,011
		Distribución diaria	0,07	D	0,01	0	D	0,011
		Digestor	0,275	D	0,01	0	D	0,011
		Pasturas						
3.A.3.b.	Porcino de carne	Laguna	0,4	D	0,01	0	D	0,011
		Líquido suspendido	0,293	D	0,01	0	D	0,011
		Sólidos depositados	0,45	D	0,01	0,02	D	0,011
		Lote seco	0,45	D	0,01	0,035	D	0,011
		Distribución diaria	0,07	D	0,01	0	D	0,011
3.A.4.	Otro ganado							
3.A.4.a.	Búfalos	Pasturas						
3.A.4.d.	Caprino	Pasturas						
		Sólidos depositados	0,12	D	0,01	0,02	D	0,011
		Lote seco	0,3	D	0,01	0,035	D	0,011
3.A.4.e.	Equino	Pasturas						
		Sólidos depositados	0,12	D	0,01	0,02	D	0,011
		Lote seco	0,3	D	0,01	0,035	D	0,011
3.A.4.f.	Mulas y asnos	Pasturas						
3.B.4.g.	Aves de corral							
3.B.4.g.i.	Aves de corral	Pasturas						
		Distribución diaria	0,07	D	0,01	0	D	0,011
3.B.4.g.i.i.	Aves de carne	Otros (Estiércol con hojarasca)	0,4	D	0,01	0	D	0,011

Referencia: D: por defecto, CS: país específico

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de MAG, SENACSA, FAOSTAT y Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC 2006 (Vol. 4, Cap. 10, Cap. 11, Cuadro 11.3).

5.3.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2019, ha sido estimada para cada tipo de subcategoría de ganado. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 5.27.

Tabla 5. 27. Gestión del estiércol: incertidumbre combinada.

Subcategoría		GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
			(±) %	(±) %	(±) %
3.A.1. Vacunos	3.A.1.a. Vacas lecheras	CH ₄	1,00	20,00	20,02
	3.A.1.b. Otros vacunos	CH ₄	1,00	20,00	20,02
3.A.2. Ovinos		CH ₄	4,00	30,00	30,27
3.A.3. Porcinos	3.A.3.a. Porcinos	CH ₄	4,00	30,00	30,27
	3.A.3.b. Porcinos de carne	CH ₄	4,00	30,00	30,27
3.A.4. Otros ganados	3.A.4.a. Búfalos	CH ₄	20,00	30,00	36,06
	3.A.4.d. Caprinos	CH ₄	3,70	30,00	30,23
	3.A.4.e. Equinos	CH ₄	4,50	30,00	30,34
	3.A.4.f. Mulas y asnos	CH ₄	20,00	30,00	36,06
	3.B.4.g. Aves de corral	CH ₄	4,30	30,00	30,31
	3.B.4.g.i Aves de carne	CH ₄	4,30	30,00	30,31
	3.A.1. Vacunos	3.A.1.a. Vacas lecheras	N ₂ O	1,00	20,00
	3.A.1.b. Otros vacunos	N ₂ O	1,00	20,00	20,02
3.A.3. Porcinos	3.A.3.a. Porcinos	N ₂ O	4,00	30,00	30,27
	3.A.3.b. Porcinos de carne	N ₂ O	4,00	30,00	30,27
	3.A.4.d. Caprinos	N ₂ O	3,70	30,00	30,23
	3.A.4.e. Equinos	N ₂ O	4,50	30,00	30,34
	3.B.4.g. Aves de corral	N ₂ O	4,30	30,00	30,31
	3.B.4.g.i Aves de carne	N ₂ O	4,30	30,00	30,31
3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O		N ₂ O	6,04	50,00	50,36

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.3.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Del mismo modo que en la categoría de *fermentación entérica*, se volvieron a utilizar los datos de cabeza de ganado *vacuno* desagregados por grupo etario facilitados por SENACSA. A su vez, se completaron los vacíos de información de los años faltantes a través de la combinación de parámetros provistos por MAG, SENACSA y juicio de expertos. Con la caracterización de la población vacuna y las informaciones específicas (por ejemplo, peso vivo del animal para cada categoría, aumento de peso diario, cantidad de leche producida, contenido graso de la leche, entre otros) obtenidas por juicio de expertos y con factores por defecto, se generaron FE país específico para el ganado *vacuno*.

La serie temporal se considera coherente en el tiempo, ya que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando el mismo método y la misma fuente de DA y FE durante todos los años. La cobertura geográfica es nacional.

5.3.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.3.5.1. Control de la calidad

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector Agricultura y Ganadería, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *gestión del estiércol* y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, y son las siguientes:

Lista de verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Revisión bibliográfica del sector y previos INGEIs
- Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados
- Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y de referencia
- Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente
- Verificar que las unidades de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada
- Verificar la integridad de los archivos de base de datos
- Verificar la coherencia de los datos entre las categorías
- Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto

Documentación de datos

- Revisar el archivo y la documentación interna

Verificación de cálculos

- Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos
- Verificar la coherencia de la serie temporal
- Verificar la exhaustividad
- Realizar revisiones a las tendencias

Actividades de calidad de categoría específica

- Evaluar la pertinencia de los factores por defecto del IPCC
- Revisar los factores específicos del país
- Evaluar la coherencia de la serie temporal
- Revisar los datos de actividad a nivel nacional
- Estimar la incertidumbre
- Verificar las estimaciones de GEI
-

5.3.5.2. Garantía de la calidad

El proceso de garantía de calidad fue desarrollado por expertos internacionales quienes no forman parte del equipo técnico que elabora el inventario, los mismos han realizado revisiones y recomendaciones analizadas por el equipo técnico previo a la actualización del inventario del sector. Estas recomendaciones han sido analizadas sobre la factibilidad de su aplicación. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

5.3.5.3. Verificación

Se realizaron comparaciones entre los resultados de emisiones estimadas por el INGEI y las cifras reportadas por FAOSTAT. Se observó que, en general, las emisiones estimadas por el INGEI son mayores que las registradas en la plataforma de la FAO, excepto en los años 1990 y 1991 (ver Anexo 5.14.2).

5.3.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos corresponden a los años de 2018 y 2019 y los recálculos al periodo 1990-2017. Con este INGEI, es la tercera vez que Paraguay declara sus emisiones de GEI en una serie temporal (serie 1990 – 2019).

Estos nuevos cálculos y recálculos se realizaron debido a las mejoras metodológicas implementadas en el presente inventario, entre ellas los nuevos factores de emisión país específico para el gas CH₄ del ganado vacuno, generados a partir de nuevos parámetros y factores nacionales y otros factores por defecto actualizados del *Refinamiento 2019*; la utilización de un mayor número de sistemas de gestión del estiércol para los ganados menores, en especial el *porcino*; y la estimación del N₂O emitido por lixiviación de N.

Además, se utiliza el potencial de calentamiento global sugerido por el *Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014)*, con un valor de 28 para el CH₄ y 265 para el N₂O. En los anteriores se utilizaban los valores del *Segundo Informe de Evaluación del IPCC*, que presentaba para el CH₄ un PCG de 21 y para el N₂O un PCG de 310.

En la Tabla 5.28 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría *gestión del estiércol* del INGEI anterior y el presente (1990-2019).

Tabla 5. 28. Gestión del estiércol: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	275,2	285,09	295,13	285,37	340,62	390,7	388,42		
INGEI actual	439,28	686,80	806,93	547,83	601,09	681,58	728,78	725,99	745,71
Diferencia	164,08	401,71	511,80	262,46	260,47	290,88	340,36		
Diferencia %	37,35%	58,49%	63,43%	47,91%	43,33%	42,68%	46,70%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en resultados del IBA3 (INGEI 1990-2017).

5.3.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Aunque no se encuentre entre las principales categorías emisoras, se ve la necesidad de ir mejorando los datos de actividad y en especial los factores de ajuste para unos factores de emisión más representativos a la realidad nacional.

Durante el proceso de elaboración de este INGEI se desarrolló un juicio de expertos con representantes del sector, específicamente del sector lechero, en el cual se recopiló información importante sobre el ganado vacuno lechero.

Como se mencionó en la categoría de *fermentación entérica*, con respecto a los datos de actividad y a los efectos de lograr una caracterización mejorada de los distintos tipos de ganado, se pretende recolectar datos más desagregados como ganado en crecimiento y maduro, de mercado y de cría; así también los sistemas de gestión de estiércol que se aplican en el país. Esta sugerencia se planteó al MAG, institución responsable de llevar a cabo el próximo Censo Agropecuario Nacional (CAN).

Es necesario estimar las emisiones de todas las poblaciones animales existentes en el país (por más mínimas que sean) como las resultantes de mulas y asnos, prioritariamente con información de fuentes nacionales oficiales.

5.4. Cultivo del arroz (FCR 3.C)

5.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría comprende las emisiones de CH₄ producidas por descomposición anaeróbica de materia orgánica en arrozales. Estas emisiones se liberan mediante el transporte a través de las plantas de arroz y dependen de varios factores, como la cantidad y la duración de los cultivos, los regímenes hídricos previos al período de cultivo, de los abonos orgánicos e inorgánicos utilizados en el suelo durante el cultivo, el tipo de suelo, la temperatura y el cultivar del arroz.

En el caso nacional, en Paraguay existen cultivos de arroz seco (que no necesitan irrigación) y de riego, (irrigadas, sin incorporación de sustratos orgánicos). El cultivo de arroz de riego es el más predominante y ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años de la serie temporal. Por otro lado, el cultivo de arroz seco se produce en una escala muy pequeña en comparación con el arroz de riego y está destinado tradicionalmente al mercado interno. Es importante mencionar que, en los últimos años, Paraguay ha experimentado un notable aumento en el cultivo de arroz de riego lo cual ha resultado en un incremento en la producción.

Según la evaluación de nivel y de tendencia, esta categoría ha sido identificada como principal. En 2019, las emisiones resultantes de *cultivo de arroz* representaron 3,45 % del total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería (ver Figura 5.8). En este último año de la serie temporal las emisiones se han incrementado 1.350,30 % con respecto al año base y han aumentado 26,67 % con respecto a 2017.

En la serie temporal de 1990-2019, las emisiones de CH₄ mostraron una tendencia ascendente con algunos leves descensos. El período más pronunciado de disminución se dio en 2006-2007 debido a las intensas precipitaciones que afectaron directamente a los cultivos de arroz, los cuales requieren un alto nivel de luz solar. Además, la crisis económica a fines de 2007 e inicios de 2008 en Brasil tuvo un impacto en el bajo precio del arroz, lo que desestimuló su producción, ya que el principal mercado de exportación es Brasil. Como resultado, la tendencia general de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) muestra un aumento notable hasta 2019.

Este incremento importante en las emisiones está relacionado con el aumento de las áreas destinadas al cultivo del arroz con riego, impulsado por grandes productores que han implementado tecnología de vanguardia con sistemas de riego artificial. Esto ha permitido mejorar la calidad del producto y competir en el mercado internacional (USAID, 2010). La disminución en las emisiones observada entre 1991 y 1992 podría haber sido causada por la caída en el precio internacional de los productos básicos alimentarios.

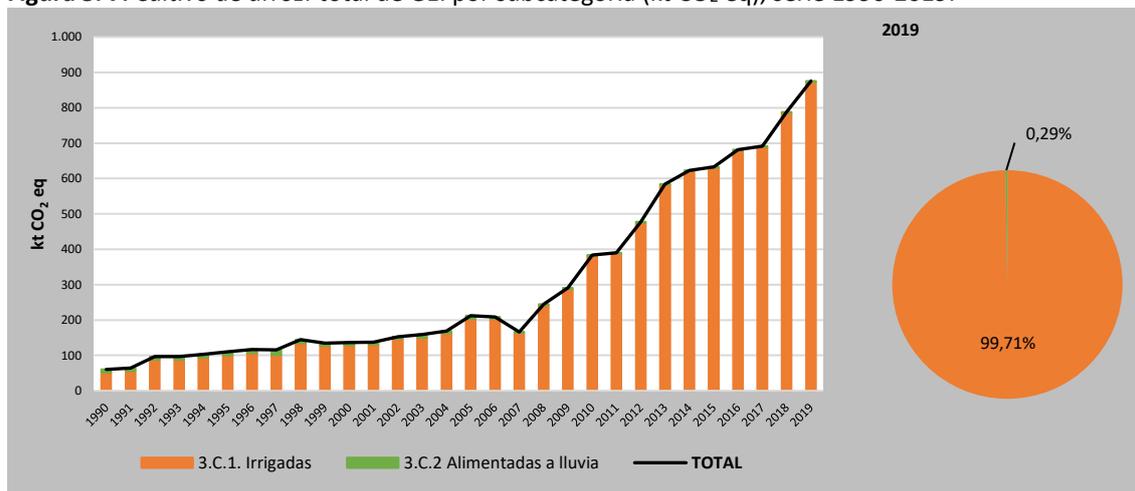
A nivel de subcategorías, la que mayor aporta al total de emisiones de esta categoría es *irrigadas* con 99,71 %, y *alimentadas a lluvia* con apenas un 0,29 %. En la Tabla 5.29 y en Figura 5.7 se observa el resumen de emisiones de GEI de *cultivo de arroz* por subcategorías, y en el Anexo 5.5. se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 5. 29. Cultivo de arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.C.1. Irrigadas	51,89	100,82	129,38	203,67	381,19	630,42	688,61	785,60	872,88
3.C.2 Alimentadas a lluvia	8,47	9,35	6,96	8,27	2,38	2,50	2,50	2,50	2,51
TOTAL	60,36	110,17	136,34	211,95	383,57	632,92	691,11	788,09	875,40

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5. 7. Cultivo de arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.4.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría *cultivo de arroz* se utilizó la metodología de las *Directrices del IPCC de 2006*. En general se aplicó el método de nivel 1 para todas las subcategorías y se utilizaron factores de emisión y parámetros por defecto. En la Tabla 5.30 se presenta un resumen de los métodos de Nivel y factores de emisión aplicados por subcategoría.

Tabla 5. 30. Cultivo de Arroz: resumen de métodos aplicados por subcategoría.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.C.	Cultivo del arroz			T1, NO	D		
3.C.1.	Irrigadas			T1	D		
3.C.2.	Alimentadas a lluvia			T1	D		
3.C.3.	Aguas profundas			NO	NO		
3.C.4.	Otros (especificar)			NO	NO		

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2 D = Por defecto; CS = País específico; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Para estimar las emisiones de CH₄ en Nivel 1, se utilizó la Ecuación 5.10 donde se multiplican los factores de emisión diarios por período de cultivo de arroz y por superficies de cosecha anual.

Ecuación 5.14

Cultivo de arroz: emisiones de CH₄ por el cultivo de arroz.

$$CH_4_{ARROZ} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} \times t_{i,j,k} \times A_{i,j,k} \times 10^6)$$

Donde:

CH_4_{ARROZ} = emisiones anuales de metano producidas por el cultivo de arroz, Gg CH₄ año⁻¹.

$EF_{i,j,k}$ = factor de emisión diario para las condiciones i, j, y k, kg CH₄ ha⁻¹ día⁻¹.

$t_{i,j,k}$ = período de cultivo del arroz para las condiciones i, j, y k, días.

$A_{i,j,k}$ = superficie de cosecha anual de arroz para las condiciones i, j, y k, ha año⁻¹.

i, j, k = representan los diferentes ecosistemas, regímenes hídricos, tipo y cantidad de abonos orgánicos y otras condiciones bajo las cuales pueden variar las emisiones de CH₄ producidas por el arroz.

Fuente: Ecuación 5.1; Capítulo 5; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

Los cálculos se realizaron en planillas de cálculo elaborados por el equipo técnico AFOLU con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

5.4.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad de la categoría de *cultivo de arroz* corresponden a las superficies cultivadas de arroz y al período de cultivo, número de días desde sembrado hasta la cosecha, que se realizan en el país. Según la clasificación de las *Directrices del IPCC de 2006*, para este INGEI se consideran los sistemas de producción: *irrigadas y alimentadas a lluvia*.

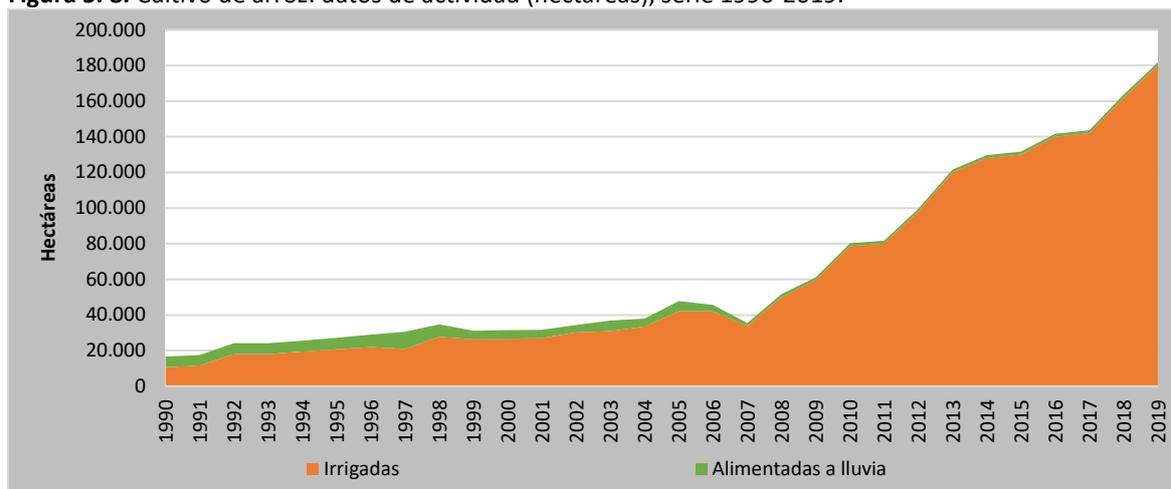
Los datos de superficies de áreas cosechadas con la clasificación por sistemas de producción irrigadas y alimentadas a lluvia se obtuvieron del MAG para toda la serie temporal 1990-2019 (Tabla 5.30, Figura 5.8); y el período de cultivo se extrajo del documento Calendario de Siembra del MAG, el cual presenta los siguientes valores: 140 días para *irrigadas* (riego) y 120 días para *alimentadas a lluvia* (secano).

Tabla 5. 31. Cultivo de arroz: datos de actividad (hectáreas) por subcategorías.

Años	Irrigadas	Alimentadas a lluvia	Total
	(ha)	(ha)	(ha)
1990	10.700,00	5.888,00	16.588,00
1995	20.790,00	6.500,00	27.290,00
2000	26.680,00	4.837,00	31.517,00
2005	42.000,00	5.750,00	47.750,00
2010	78.605,51	1.657,00	80.262,51
2015	130.000,00	1.740,00	131.740,00
2017	142.000,00	1.740,00	143.740,00
2018	162.000,00	1.736,00	163.736,00
2019	180.000,00	1.747,00	181.747,00

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos del MAG.

Figura 5. 8. Cultivo de arroz: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos del MAG.

5.4.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión aplicados en la categoría de *cultivo de arroz* corresponden a FE por defecto propuestos en las *Directrices del IPCC de 2006* (Volumen 4, Capítulo 5, Cuadros 5.11, 5.12 y 5.13).

Además, se utilizaron factores de ajuste por defecto, para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el periodo de cultivo y la temporada previa al cultivo (SF_w y SF_p), ya que no se cuentan con datos específicos de pautas de inundación. Los abonos orgánicos no son utilizados en los cultivos de arroz, por lo tanto, este factor de ajuste (SF_o) no se considera. En la Tabla 5.31 se presenta un resumen de los factores de emisión utilizados por subcategorías y las definiciones de cada factor de ajuste.

Tabla 5.32. Cultivo de arroz: factores de emisión aplicados.

Subcategoría	Factores de ajuste					
	EF_c	Unidad	SF_w	Unidad	SF_p	Unidad
Irrigadas	1,3	kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹	0,78		1,22	
Alimentadas a lluvia	1,3	kg CH ₄ ha ⁻¹ d ⁻¹	0,27		1,22	
Factores de ajuste						
EF_c	factor de emisión básico para cultivos con inundación permanente, sin abonos orgánicos					
SF_w	factor de ajuste para regímenes hídricos durante el periodo de cultivo					
SF_p	factor de ajuste para regímenes hídricos previos al periodo de cultivo					

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las *Directrices del IPCC 2006* (Vol. 4 Cap. 5).

Estos valores son combinados para obtener finalmente un factor ajustado de emisión diaria (EF_i), por medio de la siguiente ecuación.

Ecuación 5.15

Cultivo de arroz: factor ajustado de emisión diaria

$$EF_i = EF_c \bullet SF_w \bullet SF_p \bullet SF_o \bullet SF_{s,r}$$

Fuente: Ecuación 5.2; Capítulo 5; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

5.4.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta categoría para el 2019. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 5.33.

Tabla 5.33. *Cultivo de arroz*: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(-) %	(-) %	(-) %
3.C. CULTIVO DE ARROZ	CH ₄	7,50	2,11	7,79

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.4.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Para garantizar la consistencia de la serie temporal en la categoría de cultivo de arroz, se obtuvieron datos de actividad de varias fuentes de información, priorizando nuevamente los datos del Ministerio de Agricultura (MAG) como en el informe anterior, debido a su carácter oficial y su exhaustividad. Se utilizó el mismo método y la misma fuente de datos de actividad (DA) y factor de emisión (FE) en todos los años para calcular las estimaciones de emisiones de esta categoría. Además, es importante destacar que la cobertura geográfica de los datos abarca todo el territorio nacional. De esta manera, se asegura la coherencia temporal de la serie y se garantiza la confiabilidad de los resultados.

5.4.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.4.5.1. Control de la calidad

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector Agricultura y Ganadería, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *cultivo del arroz* y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, y son las siguientes:

Lista de verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Revisión bibliográfica del sector y previos INGEIs
- Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados
- Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y de referencia
- Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente
- Verificar que las unidades de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada
- Verificar la integridad de los archivos de base de datos
- Verificar la coherencia de los datos entre las categorías

- Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto

Documentación de datos

- Revisar el archivo y la documentación interna

Verificación de cálculos

- Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos
- Verificar la coherencia de la serie temporal
- Verificar la exhaustividad
- Realizar revisiones a las tendencias

Actividades de calidad de categoría específica

- Evaluar la pertinencia de los factores por defecto del IPCC
- Revisar los factores específicos del país
- Evaluar la coherencia de la serie temporal
- Revisar los datos de actividad a nivel nacional
- Estimar la incertidumbre
- Verificar las estimaciones de GEI

5.4.5.2. Garantía de la calidad

El proceso de garantía de calidad fue desarrollado por expertos internacionales quienes no forman parte del equipo técnico que elabora el inventario, los mismos han realizado revisiones y recomendaciones analizadas por el equipo técnico previo a la actualización del inventario del sector. Estas recomendaciones han sido analizadas sobre la factibilidad de su aplicación. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

5.4.5.3. Verificación

Se realizaron comparaciones entre los resultados de emisiones estimadas por el INGEI y las cifras reportadas por FAOSTAT. Se observó que, en general, las emisiones estimadas por el INGEI son mayores que las registradas en la plataforma de la FAO, exceptuando el año 1990 (ver Anexo 5.14.3).

5.4.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos corresponden a los años de 2018 y 2019 y los recálculos al periodo 1990-2017. Con este INGEI, es la tercera vez que Paraguay declara sus emisiones de GEI en una serie temporal (serie 1990 – 2019).

En estos nuevos cálculos se realizaron ajustes en las superficies de cultivo. Además, se utiliza el potencial de calentamiento global sugerido por el *Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014)*, con un valor de 28 para el CH₄. En los anteriores se utilizaban los valores del *Segundo Informe de Evaluación del IPCC*, que presentaba para el CH₄ un PCG de 21.

En la Tabla 5.34 se muestra una comparación entre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la categoría de *cultivo de arroz* en el inventario anterior del INGEI y el actual (1990-2019). En esta comparación, se observa una tendencia ascendente en las emisiones de GEI, con

algunas disminuciones puntuales. A partir del año 2000, las emisiones han mostrado un aumento constante por año.

Tabla 5.34. Cultivo de arroz: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	46,82	82,67	105,16	189,4	317,49	504,51	518,38		
INGEI actual	60,36	110,17	136,34	211,95	383,57	632,92	691,11	788,09	875,40
Diferencia	13,54	27,50	31,18	22,55	66,08	128,41	172,73		
Diferencia %	22,43%	24,96%	22,87%	10,64%	17,23%	20,29%	24,99%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en el IBA3 (INGEI 1990-2017).

5.4.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Además de ser una categoría principal, se ha observado una tendencia ascendente de emisiones de GEI debido a la creciente expansión de las superficies de cultivo de arroz en el país. Por lo tanto, es necesario mejorar los datos de actividad y, en particular, los factores de emisión para obtener resultados más representativos de la realidad nacional.

Se pretende estimar, podría ser con ayuda de un juicio de expertos, los factores de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el periodo de cultivo y la temporada previa al mismo. Esto permitirá generar factores de emisión específicos para el país. Además, se alienta a las instituciones públicas y privadas del sector a llevar a cabo investigaciones correspondientes para generar esta información.

5.5. Suelos agrícolas (FCR 3.D)

5.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría abarca las emisiones directas e indirectas de N₂O producidas por agregados de N depositados por el hombre, o por cambios en el uso de la tierra, o en las prácticas de gestión que mineralicen el N orgánico del suelo. Es decir, se refiere al N aplicado en los sistemas agropecuarios.

Las emisiones directas de N₂O son aquellas producidas por el incremento del N disponible, que aumenta las tasas de nitrificación y desnitrificación. Las emisiones indirectas de N₂O se producen a través de dos vías indirectas: (i) a partir de la volatilización de NH₃ y NO_x de suelos gestionados y (ii) después de la lixiviación y el escurrimiento del N, principalmente como NO₃, de suelos gestionados.

Las fuentes de N consideradas para estimar las emisiones directas de N₂O de suelos gestionados para la serie 1990-2019 son las siguientes:

- Fertilizantes de N sintético (F_{SN});
- N orgánico aplicado como fertilizante (p. ej., estiércol animal, compost) (F_{ON});
- N de la orina y el estiércol depositado en las pasturas, praderas y prados por animales de pastoreo (F_{PRP}); y
- N de residuos agrícolas, incluyendo cultivos fijadores de N y renovación de forraje/pasturas, devuelto a los suelos (F_{CR}).

Según la evaluación de nivel y de tendencia esta categoría no ha sido identificada como principal. En 2019, las emisiones resultantes de los suelos agrícolas representaron el 14,45 % del total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería. En este último año, las emisiones se han

incrementado 150,62 % con respecto al año base y han aumentado 9,37 % con respecto a 2017. El incremento desde 1990 es debido al aumento del hato ganadero en el país y por consiguiente del depósito de N en los suelos de pastoreo, y también por el aumento de las superficies de cultivos que se acompaña del aumento del consumo de fertilizantes nitrogenados, tanto orgánicos como sintéticos, y de los residuos agrícolas. La disminución de ocurrida en 2011 se debe principalmente a la disminución en el rendimiento de los cultivos por la sequía ocurrida ese año.

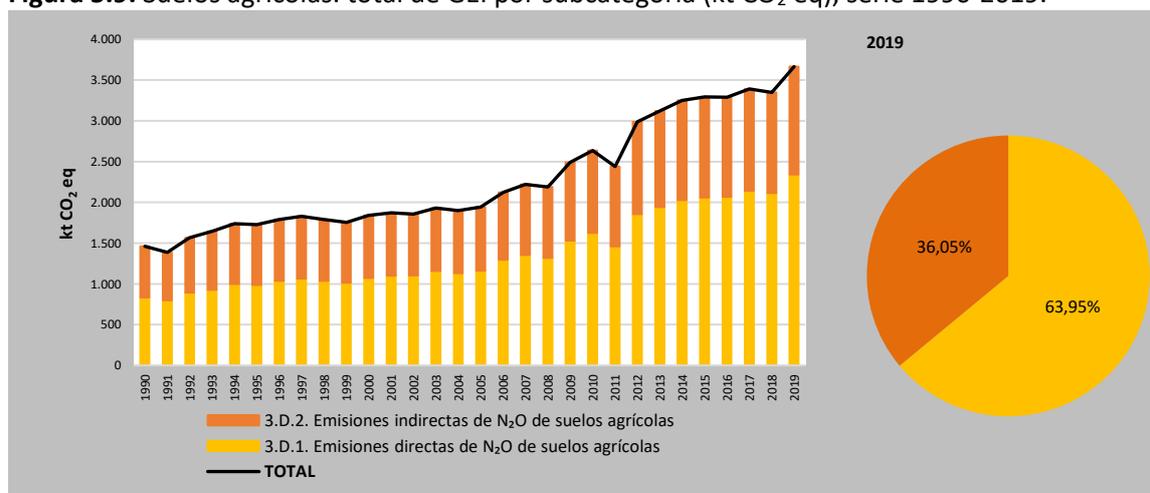
Esta categoría es la segunda con mayor contribución al total de emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería. Las *emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas* es la subcategoría que más emite, representando en 2019 el 63,95 % del total de emisiones de la categoría, siendo la fuente de *residuos de cosecha* la principal. La subcategoría de *emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas* representa el 36,05 % de la categoría (Tabla 5.35, Figura 5.9).

Tabla 5.35. Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.D.1. Emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas	831,41	984,07	1.072,57	1.158,49	1.618,43	2.051,04	2.133,65	2.103,03	2.333,31
3.D.1.a. Fertilizantes inorgánicos	0,01	0,02	9,39	10,47	94,19	250,29	294,60	311,66	406,12
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos	26,98	27,92	29,25	30,43	34,19	38,57	38,57	38,53	39,42
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	426,20	504,45	503,58	495,48	603,43	698,10	685,18	674,87	692,38
3.D.1.d. Residuos de cosechas	378,21	451,68	530,35	622,11	886,62	1.064,09	1.115,31	1.077,97	1.195,38
3.D.2. Emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas	625,83	738,55	762,56	777,70	1.007,59	1.227,30	1.242,14	1.226,34	1.313,85
3.D.2.a. Deposición atmosférica	233,03	274,37	275,29	271,20	337,46	405,34	403,46	399,87	419,65
3.D.2.b. Lixiviación y escurrimiento	392,80	464,17	487,27	506,50	670,14	821,96	838,68	826,46	894,20
TOTAL	1.457,23	1.722,62	1.835,13	1.936,19	2.626,03	3.278,35	3.375,79	3.329,37	3.647,15

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.9. Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.5.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para las estimaciones de las emisiones de GEI de la categoría *suelos agrícolas* se utilizó la metodología del *Refinamiento 2019*. En general se aplicó el método de nivel 1 para todas las subcategorías y se utilizaron factores de emisión por defecto. En la Tabla 5.36 se presenta un resumen de las metodologías y factores de emisión aplicados por subcategoría.

Tabla 5.36. Suelos Agrícolas: resumen de métodos aplicados por subcategoría.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.D.	Suelos agrícolas					T1,NE,NO,NA	D,NE,NO,NA
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas					T1,NE,NO,NA	D,NE,NO,NA
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos					T1	D
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos					T1	D
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo					T1	D
3.D.1.d.	Residuos de cosechas					T1	D
3.D.1.e.	Mineralización de la materia orgánica del suelo					NE	NE
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)					NO	NO
3.D.1.g.	Otros (especificar)					NA	NA
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas					T1	D
3.D.2.a.	Deposición atmosférica					T1	D
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento					T1	D

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En su forma más básica, las emisiones directas de N₂O de suelos gestionados se estimaron empleando la Ecuación 5.16.

Ecuación 5.16

Suelos agrícolas: emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas en suelos gestionados.

$$N_2O_{Directas-N} = N_2O - N_{N\text{ aportes}} + N_2O - N_{OS} + N_2O - N_{PRP}$$

Donde:

$$N_2O - N_{N\text{ aportes}} = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \times EF_1] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} \times EF_{1FR}]$$

$$N_2O - N_{OS} = [(F_{OS,CG,Temp} \times EF_{2CG,Temp}) + (F_{OS,CG,Trop} \times EF_{2CG,Trop}) + (F_{OS,F,Temp,NR} \times EF_{2F,Temp,NR}) + (F_{OS,F,Temp,NP} \times EF_{2F,Temp,NP}) + (F_{OS,F,Trop} \times EF_{2F,Trop})]$$

$$N_2O - N_{PRP} = [(F_{PRP,CP} \times EF_{3PRP,CP}) + (F_{PRP,SO} \times EF_{3PRP,SO})]$$

Donde:

$N_2O_{Directas-N}$ = emisiones directas anuales de N₂O–N producidas a partir de suelos gestionados, kg N₂O–N año⁻¹

$N_2O - N_{N\text{ aportes}}$ = emisiones directas anuales de N₂O–N producidas por aportes de N a suelos gestionados, kg N₂O–N año⁻¹

$N_2O - N_{OS}$ = emisiones directas anuales de N₂O–N de suelos orgánicos gestionados, kg N₂O–N año⁻¹

$N_2O - N_{PRP}$ = emisiones directas anuales de N₂O–N de aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo, kg N₂O–N año⁻¹

F_{SN} = cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético, kg N año⁻¹

F_{ON} = cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos cloacales y otros aportes de N aplicada a los suelos, kg N año⁻¹

F_{CR} = cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y la renovación de forraje/pastura, que se regresan a los suelos, kg N año⁻¹

F_{SOM} = cantidad anual de N en suelos minerales que se mineraliza, relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra, kg N año⁻¹

F_{OS} = superficie anual de suelos orgánicos gestionados/drenados, ha

F_{PRP} = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas, kg N año⁻¹

EF_1 = factor de emisión para emisiones de N₂O de aportes de N, kg N₂O–N (kg aporte de N)⁻¹

EF_{1FR} es el factor de emisión para emisiones de N_2O de aportes de N en plantaciones de arroz inundadas, $kg\ N_2O-N$ (kg aporte de N) $^{-1}$
 EF_2 = factor de emisión para emisiones de N_2O de suelos orgánicos drenados/gestionados, $kg\ N_2O-N\ ha^{-1}\ año^{-1}$
 EF_{3PRP} = factor de emisión para emisiones de N_2O del N de la orina y el estiércol depositado en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo, $kg\ N_2O-N$ (kg aporte de N) $^{-1}$

Fuente: Ecuación 11.1; Capítulo 11; Volumen 4; Refinamiento 2019 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Las emisiones indirectas de N_2O de suelos agrícolas por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados se estimaron con la Ecuación 5.17.

Ecuación 5.17

Suelos agrícolas: emisiones indirectas de N_2O producido por deposición atmosférica de N volatilizado.

$$N_2O_{(ATD)} - N = \left[(F_{SN} \cdot Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \cdot Frac_{GASM}) \right] \cdot EF_4$$

Donde:

$N_2O_{(ATD)} - N$ = cantidad anual de N_2O-N producida por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados, $kg\ N_2O-N\ año^{-1}$

F_{SN} = cantidad anual de N de fertilizantes sintéticos aplicado a los suelos, $kg\ N\ año^{-1}$

$Frac_{GASF}$ = fracción de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como NH_3 y NOx , $kg\ N$ volatilizado (kg de N aplicado) $^{-1}$

F_{ON} = cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicada a los suelos, $kg\ N\ año^{-1}$

F_{PRP} = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas, $kg\ N\ año^{-1}$

$Frac_{GASM}$ = fracción de materiales F_{ON} y de F_{PRP} que se volatiliza NH_3 y NOx , $kg\ N$ volatilizado (kg de N aplicado o depositado) $^{-1}$

EF_4 = factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de N en los suelos y en las superficies del agua [$kg\ N-N_2O$ ($kg\ NH_3-N + NOx-N$ volatilizado) $^{-1}$]

Fuente: Ecuación 11.9; Capítulo 11; Volumen 4; *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*.

Las emisiones indirectas de N_2O por lixiviación/escorrimento N se estimaron usando la Ecuación 5.18.

Ecuación 5.18

Suelos agrícolas: emisiones indirectas de N_2O producido por deposición atmosférica de N lixiviado.

$$N_2O_{(L)} - N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \cdot Frac_{LEACH-(H)} \cdot EF_5$$

Donde:

$N_2O_{(L)} - N$ = cantidad anual de N_2O-N producida por lixiviación y escurrimiento de agregados de N a suelos gestionados, $kg\ N_2O-N\ año^{-1}$

F_{SN} = cantidad anual de N de fertilizantes sintéticos aplicado a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento, ($kg\ N\ año^{-1}$)

F_{ON} = cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicada a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento, $kg\ N\ año^{-1}$

F_{PRP} = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento, $kg\ N\ año^{-1}$

F_{CR} = cantidad de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y de la renovación de forraje/pastura, devuelta a los suelos anualmente en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento, $kg\ N\ año^{-1}$

F_{SOM} = cantidad anual de N mineralizado en suelos minerales relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo, como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N año⁻¹

$Frac_{LIXIVIACION-(H)}$ = fracción de todo el N agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N (kg de agregados de N)⁻¹

EF_5 = factor de emisión para emisiones de N₂O por lixiviación y escurrimiento de N, kg N₂O-N (kg N por lixiviación y escurrido)⁻¹

Fuente: Ecuación 11.10; Capítulo 11; Volumen 4; Refinamiento 2019 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Los cálculos se realizaron en planillas de cálculo elaborados por el equipo técnico AFOLU con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC del 2006*.

5.5.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Las fuentes de N de los suelos gestionados estimados para las emisiones directas e indirectas de N₂O son:

- Fertilizantes de N sintético (F_{SN}): dato extraído de los registros de exportación e importación de la Dirección Nacional de Aduanas (Sistema SOFIA), teniendo en cuenta las partidas arancelarias, las características de la empresa importadora o exportadora (que se encuentre relacionada con el rubro agrícola), y la concentración de cada fertilizante nitrogenado.
- Fertilizantes de N orgánico aplicados (estiércol animal) (F_{ON}): dato calculado a partir de del 1 % del ganado *vacuno* cuyo estiércol es gestionado en sistemas de distribución diaria y de camas profundas con mezclado activo, el 50 % del estiércol de las *aves de corral* gestionado con el sistema de distribución diaria, y el 100 % de las *aves de carne* en sistemas de estiércol con hojarasca, datos provistos por MAG, SENACSA, juicio de expertos y los cuadros 10A.6 y 10A.9. Se utilizaron las ecuaciones 10.34, 10.34A y 10.34B del *Refinamiento 2019*.
- Orina y estiércol depositado en pasturas por animales de pastoreo (F_{PRP}): se tuvo en cuenta el porcentaje de cabezas de ganado manejado en pasturas, datos provistos por MAG, SENACSA, y juicio de expertos. Se utilizó la ecuación 11.5 del *Refinamiento 2019*.
- N en residuos agrícolas (F_{CR}): dato calculado a partir de los valores de superficie y rendimiento de 28 cultivos provistos por el MAG. Se utilizó la ecuación 11.6 del *Refinamiento 2019*.

En la Tabla 5.37 se presenta un resumen de los datos de actividad utilizados en los cálculos y en la Figura 5.10 se presenta la distribución de los datos de actividad en toda la serie temporal. En el Anexo 3.3.1 se presentan los valores de 1990 a 2019.

Tabla 5.37

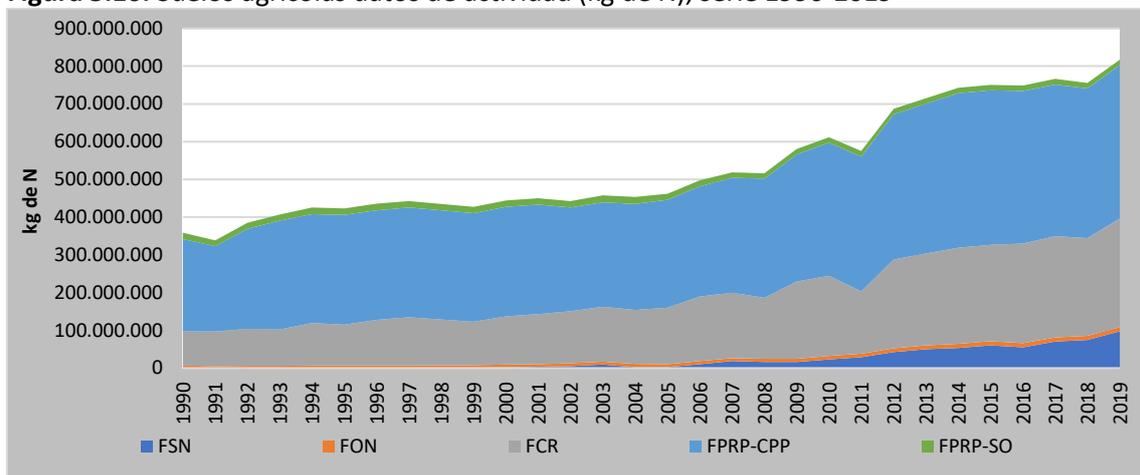
Suelos agrícolas: datos de actividad (kg de N).

Año	F_{SN}	F_{ON}	F_{CR}	$F_{PRP,CPP}$	$F_{PRP,SO}$
1990	2.101,98	6.591.618,90	90.823.293,76	244.803.120,36	16.481.489,21
1995	5.572,69	7.046.293,50	108.465.799,31	290.623.513,81	16.799.952,45
2000	2.255.368,82	7.506.462,90	127.356.210,34	290.061.468,10	17.073.016,58
2005	2.513.616,72	7.847.436,36	149.392.571,20	285.952.060,15	16.167.995,05
2010	22.619.528,64	9.282.258,69	212.910.046,23	352.810.621,96	14.238.211,39
2015	60.104.520,08	10.735.549,49	255.526.684,51	409.794.553,26	14.686.862,36

Año	F _{SN}	F _{ON}	F _{CR}	F _{PRP, CPP}	F _{PRP, SO}
2017	70.743.959,12	10.838.387,62	267.828.042,21	402.116.916,38	14.795.186,64
2018	74.841.070,60	10.956.107,52	258.861.264,73	396.235.927,03	14.613.381,71
2019	97.523.691,25	11.241.254,62	287.055.572,89	406.810.588,74	14.627.733,62

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de DNA (Sistema SOFIA), MAG, SENACSA, FAOSTAT y juicio de expertos.

Figura 5.10. Suelos agrícolas datos de actividad (kg de N), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de DNA (Sistema SOFIA), MAG, SENACSA, FAOSTAT y juicio de expertos.

5.5.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión aplicados en la categoría de *suelos agrícolas* corresponden a FE por defecto propuestos en el *Refinamiento 2019* (Tabla 5.38).

Tabla 5.38. Suelos agrícolas: factores de emisión aplicados.

Código	Subcategoría/fuente	FE - N ₂ O		
		Fuente	Valor	Unidad
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas			
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	D	0,010	kg N ₂ O-N (kg N aporte) ⁻¹
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	D	0,010	kg N ₂ O-N (kg N aporte) ⁻¹
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo CPP	D	0,004	kg N ₂ O-N (kg N aporte) ⁻¹
	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo SO	D	0,003	kg N ₂ O-N (kg N aporte) ⁻¹
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	D	0,010	kg N ₂ O-N (kg N aporte) ⁻¹
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas			
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	D	0,010	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	D	0,011	kg N ₂ O-N (kg N por lixiviación y escurrido) ⁻¹

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en el *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC 2006* (Vol. 4 Cap. 11 Cuadro 11.1 y 11.3).

5.5.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2019, ha sido estimada. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 5.39.

Tabla 5.39. Suelos agrícolas: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(-) %	(-) %	(-) %
3.D. Suelos agrícolas	N ₂ O	380,52	0,02	380,52

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.5.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Con respecto a la consistencia de la serie temporal para la categoría *suelos agrícolas*, para los datos de actividad utilizados, se realizó un exhaustivo trabajo con los registros de exportación e importación de la Dirección Nacional de Aduanas (Sistema SOFIA), teniendo en cuenta las partidas arancelarias, las características de la empresa importadora o exportadora (relacionadas con el rubro agrícola), y la concentración de cada fertilizante nitrogenado, a fin de estimar un valor a nivel nacional del N de los fertilizantes sintéticos. Además, se llevó a cabo un juicio de expertos para actualizar los porcentajes de tipos de uso de sistemas de gestión de estiércol y los porcentajes de cabezas de ganado manejados en pasturas, para obtener F_{ON} y F_{PRP} respectivamente. Asimismo, se realizó un control de calidad en los datos de superficie y rendimiento de los 28 cultivos, consultando inclusive a la institución proveedora de datos para aclarar dudas e inconsistencias encontradas, lo que permitió corregir algunos valores, que posteriormente se utilizaron para obtener F_{CR} .

La serie temporal se considera coherente en el tiempo, debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando el mismo método y la misma fuente de DA y FE para todos los años. La cobertura geográfica es nacional.

5.5.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.5.5.1. Control de la calidad

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector Agricultura y Ganadería, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *suelos agrícolas* y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, y son las siguientes:

Lista de verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Revisión bibliográfica del sector y previos INGEIs
- Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados
- Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y de referencia
- Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente
- Verificar que las unidades de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada
- Verificar la integridad de los archivos de base de datos
- Verificar la coherencia de los datos entre las categorías
- Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto

Documentación de datos

- Revisar el archivo y la documentación interna

Verificación de cálculos

- Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos
- Verificar la coherencia de la serie temporal
- Verificar la exhaustividad
- Realizar revisiones a las tendencias

Actividades de calidad de categoría específica

- Evaluar la pertinencia de los factores por defecto del IPCC
- Revisar los factores específicos del país
- Evaluar la coherencia de la serie temporal
- Revisar los datos de actividad a nivel nacional
- Estimar la incertidumbre
- Verificar las estimaciones de GEI

5.5.5.2. Garantía de la calidad

El proceso de garantía de calidad fue desarrollado por expertos internacionales quienes no forman parte del equipo técnico que elabora el inventario, los mismos han realizado revisiones y recomendaciones analizadas por el equipo técnico previo a la actualización del inventario del sector. Estas recomendaciones han sido analizadas sobre la factibilidad de su aplicación. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

5.5.5.3. Verificación

Se realizaron comparaciones entre los resultados de emisiones estimadas por el INGEI y las cifras reportadas por FAOSTAT. Se observó que, para toda la serie temporal, las emisiones estimadas por el INGEI son significativamente menores que las registradas en la plataforma de la FAO (ver Anexo 5.14.4).

5.5.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos corresponden a los años de 2018 y 2019 y los recálculos al periodo 1990-2017. Con este INGEI, es la tercera vez que Paraguay declara sus emisiones de GEI en una serie temporal (serie 1990 – 2019).

Estos nuevos cálculos y recálculos se incorporan mejoras metodológicas, como los ajustes en los valores de superficies y rendimientos de cultivos anuales, ajustes en los sistemas de gestión del estiércol de los animales y la utilización de ecuaciones actualizadas por el *Refinamiento 2019*. Además, se utiliza el potencial de calentamiento global sugerido por el *Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014)*, con un valor de 265 para el N₂O. En los anteriores se utilizaban los valores del *Segundo Informe de Evaluación del IPCC*, que presentaba para el N₂O un PCG de 310.

En la Tabla 5.40 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría *suelos agrícolas* del INGEI anterior y el presente (1990-2019). En esta tablase observa una disminución de las emisiones en este reporte debido principalmente al cambio de PCG.

Tabla 5.40. Suelos agrícolas: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	4.959,20	5.630,47	5.872,16	5.949,87	7.308,94	8.677,89	8.704,77		
INGEI actual	1.457,23	1.722,62	1.835,13	1.936,19	2.626,03	3.278,35	3.375,79	3.329,37	3.647,15
Diferencia	-3.501,97	-3.907,85	-4.037,03	-4.013,68	-4.682,91	-5.399,54	-5.328,98		
Diferencia %	-240,32%	-226,85%	-219,99%	-207,30%	-178,33%	-164,70%	-157,86%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en el IBA3 (INGEI 1990-2019).

5.5.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Es necesario mejorar la calidad de los datos de actividad y de los factores de emisión para obtener resultados más representativos a las condiciones nacionales. Se presentan a continuación algunas sugerencias para cumplir el objetivo de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, desde esta categoría:

- Involucrar a la academia para la generación de factores de emisión específicos del país, especialmente para la fuente de N que proviene de la orina y el estiércol depositado por animales de pastoreo;
- Avanzar en la identificación de la información necesaria referente a la producción y consumo nacional de fertilizantes nitrogenados sintéticos y sobre los residuos de cosechas para evitar potenciales sobre o subestimaciones de N₂O;
- Avanzar en la identificación de la información necesaria referente a la mineralización de la materia orgánica en los suelos de fertilizantes nitrogenados sintéticos para evitar potenciales sobre o subestimaciones de N₂O.

5.6. Quema prescrita de sabanas (FCR 3.E)

Esta categoría no ha sido estimada en el país.

5.7. Quema de residuos agrícola en el campo (FCR 3.F)

Esta categoría no ha sido estimada en el país.

5.8. Encalado (FCR 3.G)

5.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

El agregado de carbonatos a los suelos, en forma de cal, por ejemplo, la piedra caliza cálcica o dolomita conduce a emisiones de CO₂, ya que la cal se disuelve y libera bicarbonato que se convierte en CO₂ y agua. En esta categoría se estiman las emisiones de CO₂ generadas por la práctica del encalado, que es utilizado para reducir la acidez del suelo y mejorar el crecimiento de los cultivos en sistemas gestionados, en tierras agrícolas y bosques gestionados.

Para la estimación se utilizaron datos anuales de importación de dolomita por empresas de rubro agrícola, ya que no se cuentan con datos de la cantidad anual de cal agrícola que se producen en el país, ni la cantidad que se aplican a los suelos. Las emisiones generadas por el uso de cal en los campos agrícolas, específicamente de caliza no se estimaron debido a la falta de datos.

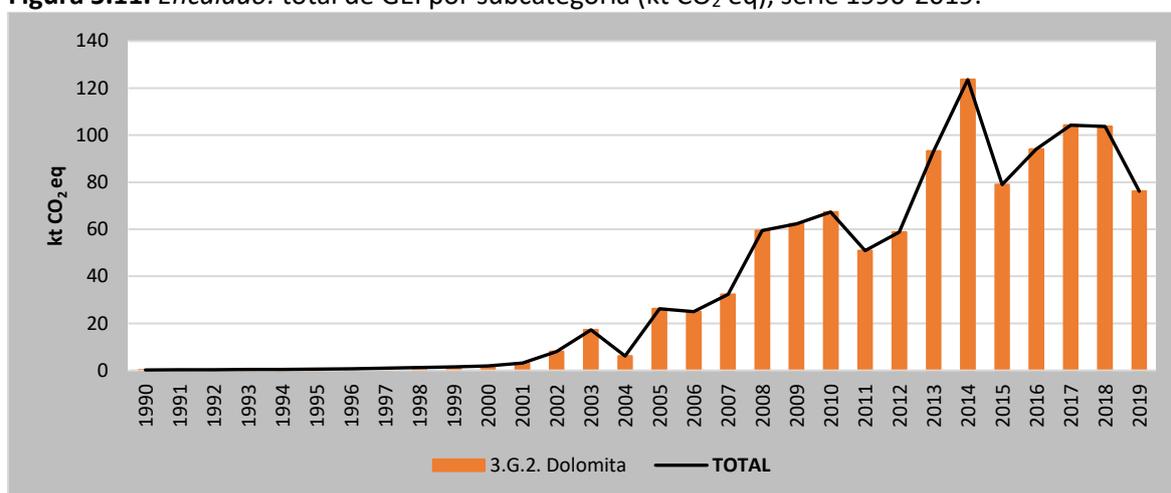
Esta categoría no ha sido identificada como principal. En 2019, las emisiones resultantes de *encalado* representaron el 0,30 % del total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 38.161,35 % con respecto al año base y han disminuido -26,97% con respecto a 2017. El principal motivo del importante incremento desde 1990 se vincula con el aumento de la superficie destinada a cultivos agrícolas (soja, trigo y pastos para la producción ganadera) en la región oriental del país, que presenta mayormente suelos más susceptibles a una fuerte acidificación. Por lo tanto, necesitan mayor volumen de cal agrícola (FAO, 2013). En la Tabla 5.41 y en Figura 5.11 se observa el resumen de emisiones de GEI de encalado.

Tabla 5.41. Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.G.2. Dolomita	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	104,22	103,76	76,12
TOTAL	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	104,22	103,76	76,12

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.11. Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.8.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para las estimaciones de las emisiones de GEI de la categoría *encalado* se utilizó la metodología de las *Directrices del IPCC de 2006*. Se aplicó el método de Nivel 1 utilizando datos nacionales y factores de emisión por defecto. En la Tabla 5.46 se presenta un resumen de las metodologías y factores de emisión aplicados por subcategoría.

Tabla 5.42. Encalado: resumen de métodos aplicados por subcategoría.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.G.	Encalado	T1,NE	D,NE				
3.G.1	Caliza	NE	NE				
3.G.2	Dolomita	T1	D				

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2 D = Por defecto; CS = País específico; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

A continuación, se presenta la ecuación utilizada según las *Directrices del IPCC de 2006* para el cálculo de las emisiones de CO₂.

Ecuación 5.19

Encalado: Emisiones anuales de CO₂ por encalado. Nivel 1.

$$Emisión\ CO_2-C = (M_{Caliza} \cdot EF_{Caliza}) + (M_{Dolomita} \cdot EF_{Dolomita})$$

Donde:

Emisión CO₂ - C = emisiones anuales de C por aplicación de cal, ton C año⁻¹

M = cantidad anual de piedra caliza cálcica (CaCO₃) o dolomita (CaMg(CO₃)₂), ton año⁻¹

FE = factor de emisión, ton C (ton de piedra caliza o dolomita)⁻¹

Fuente: Ecuación 11.12; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

Los cálculos se realizaron en planillas de cálculo elaborados por el equipo técnico AFOLU con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

5.8.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad de la categoría de *encalado* corresponden a datos anuales de toneladas de dolomita importadas para la serie de tiempo 2000-2019, provistos por la Dirección Nacional de Aduanas (DNA) a través del Sistema SOFIA, utilizando las siguientes partidas arancelarias: 2518.10.00, 2518.20.00 y 2518.30.00. De la información proporcionada de dichas partidas, se filtró la cantidad de dolomita importada, atendiendo que el importador se dedique al rubro agrícola, puesto que la dolomita también se importa para otros fines como la manufactura de pinturas, entre otros. Para el periodo 1990-1999, se rellenaron los vacíos de información a partir de técnicas de empalme realizado por un técnico estadístico con el fin de completar la serie temporal (ver Anexo 5.1).

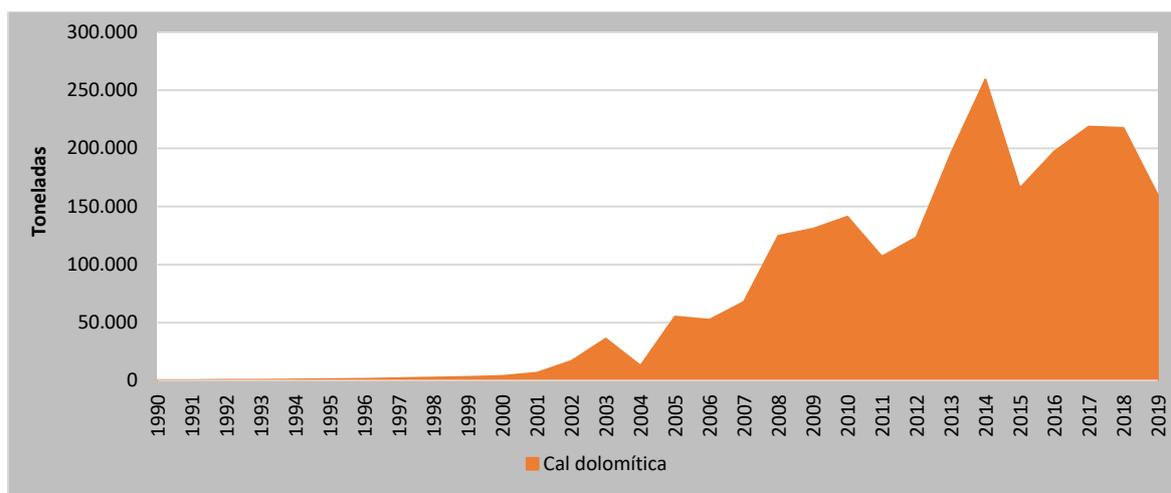
Los datos de importación se utilizaron bajo la hipótesis de que toda la cal que se importa se aplica durante ese año. Los valores utilizados como datos de actividad resumidos se presentan en la Tabla 5.43 y en la Figura 5.12, el extenso se encuentra en el Anexo 3.3.1.

Tabla 5.43. Encalado: datos de actividad (toneladas).

Año	Dolomita importada
1990	417,35
1995	1.275,65
2000	3.899,10
2005	55.076,50
2010	141.213,00
2015	165.670,89
2017	218.652,95
2018	217.672,67
2019	159.682,48

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de DNA (Sistema SOFIA).

Figura 5.12. Encalado: datos de actividad (toneladas), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de DNA (Sistema SOFIA).

5.8.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión aplicados en la categoría de *encalado* corresponden a FE por defecto para dolomita propuestos en las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 5.44).

Tabla 5.44. Encalado: factores de emisión aplicados.

Código	Subcategoría/fuente	Fuente	FE - CO ₂	
			Valor	Unidad
3.G.2.	Dolomita	D	0,13	[t de C (t de dolomita) ⁻¹]

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006 (Vol. 4 Cap. 11)

5.8.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría para el 2019, ha sido estimada. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 5.45.

Tabla 5.45. Encalado: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
Encalado	CO ₂	2,00	50,00	50,04

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.8.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Con respecto a la consistencia de la serie temporal para la categoría *encalado*, los datos de actividad utilizados fueron obtenidos de la misma forma que en la categoría de *suelos agrícolas*. Se trabajó con los registros de exportación e importación de la Dirección Nacional de Aduanas (Sistema SOFIA), para el periodo 2000-2019. Para los años 1990-1999, se rellenaron los vacíos de información a partir de técnicas de empalme realizado por un técnico estadístico, con el fin de completar la serie temporal.

La serie temporal se considera coherente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando el mismo método y la misma fuente de DA y FE para todos los años. La cobertura geográfica es nacional.

5.8.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.8.5.1. Control de la calidad

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector Agricultura y Ganadería, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *encalado* y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, y son las siguientes:

Lista de verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Revisión bibliográfica del sector y previos INGEIs
- Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados
- Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y de referencia
- Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente
- Verificar que las unidades de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada
- Verificar la integridad de los archivos de base de datos
- Verificar la coherencia de los datos entre las categorías
- Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto

Documentación de datos

- Revisar el archivo y la documentación interna

Verificación de cálculos

- Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos
- Verificar la coherencia de la serie temporal
- Verificar la exhaustividad
- Realizar revisiones a las tendencias

Actividades de calidad de categoría específica

- Evaluar la pertinencia de los factores por defecto del IPCC
- Revisar los factores específicos del país
- Evaluar la coherencia de la serie temporal
- Revisar los datos de actividad a nivel nacional
- Estimar la incertidumbre
- Verificar las estimaciones de GEI

5.8.5.2. Garantía de la calidad

El proceso de garantía de calidad fue desarrollado por expertos internacionales quienes no forman parte del equipo técnico que elabora el inventario, los mismos han realizado revisiones y recomendaciones analizadas por el equipo técnico previo a la actualización del inventario del sector. Estas recomendaciones han sido analizadas sobre la factibilidad de su aplicación. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

5.8.5.3. Verificación

Para el presente INGEI, no se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

5.8.6. Nuevos cálculos de la categoría

No se realizaron nuevos cálculos para esta categoría.

5.8.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Las emisiones de la categoría *encalado* son ínfimas en comparación con otras categorías del sector, sin embargo, aunque la prioridad sea baja, se deben ir mejorando los datos de actividad para obtener resultados cada vez más representativos.

Se presentan a continuación algunas sugerencias para cumplir el objetivo de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, desde esta categoría:

- Involucrar a las asociaciones de caleros, mineros, etc. e instituciones públicas y privadas en la identificación de la información necesaria referente a la producción y consumo nacional de dolomita y caliza para evitar potenciales sobre o subestimaciones de CO₂.
- Avanzar en la identificación de la información necesaria referente a la producción y consumo nacional de enmiendas cálcicas para evitar potenciales sobre o subestimaciones de CO₂.

5.9. Aplicación de urea (FCR 3.H)

5.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La urea se convierte en amonio, ión hidroxilo y bicarbonato en presencia de agua y de enzimas de ureasa. Esta categoría abarca las emisiones de CO₂ generadas por la aplicación de urea a los suelos como fertilizante, lo cual conduce a una pérdida de CO₂ que se fija en el proceso de producción industrial. En el contexto nacional, del mismo modo que para *encalado*, se utilizaron datos anuales de importación de urea por empresas del rubro agrícola, ya que no se cuentan con datos acerca de la cantidad anual de urea que se producen en el país, ni que se aplican a los suelos.

Esta categoría no ha sido identificada como principal. En 2019, las emisiones resultantes de *aplicación de urea* representaron el 0,15 % del total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado exponencialmente 211.743,05 % con respecto a 1990 y han aumentado 2,49 % con respecto al 2017. Al igual que en la categoría de *encalado*, el principal motivo del incremento desde 1990 se vincula con el aumento de la superficie destinada a cultivos agrícolas y los pastos para la producción ganadera en el país, algunos cultivos necesitan mayor volumen de fertilizantes como la urea en la etapa inicial de recuperación de los suelos (Carreres, 2018). Se debe tener en cuenta, que para el periodo 1990-1999 se realizó un procedimiento para llenar los vacíos de información (ver Anexo 5.1.), el cual consistió en la implementación de técnicas de empalme según metodología de las *Directrices del IPCC de 2006*. Por este motivo, la magnitud de este incremento es incierta y puede no reflejar el cambio real en las emisiones para este periodo mencionado.

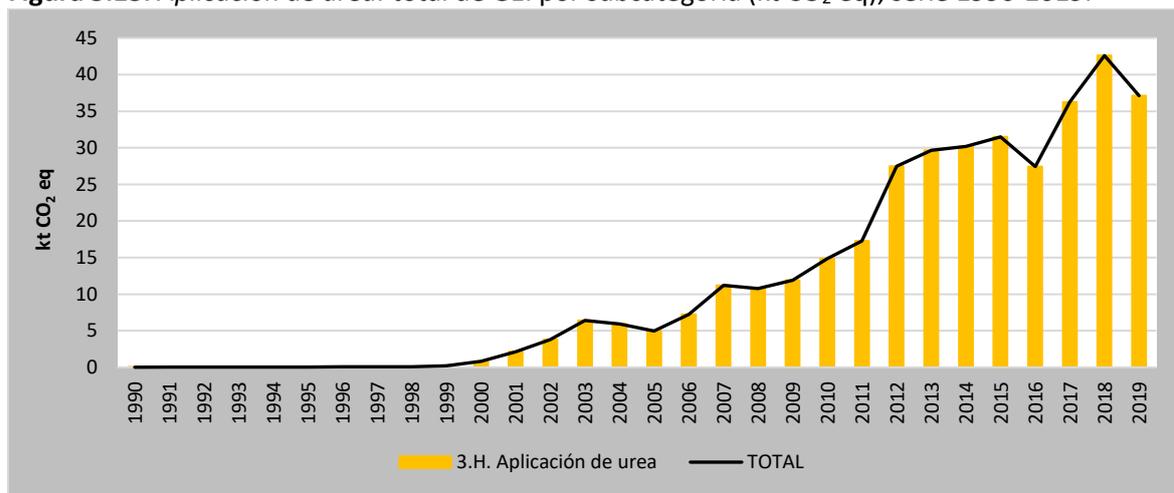
En la Tabla 5.46 y en la Figura 5.14 se observa el resumen de emisiones de GEI de aplicación de urea.

Tabla 5.46. Aplicación de urea: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq).

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
3.H. Aplicación de urea	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	36,23	42,60	37,14
TOTAL	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	36,23	42,60	37,14

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.13. Aplicación de urea: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.9.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para las estimaciones de las emisiones de GEI de la categoría *aplicación de urea* se utilizó la metodología de las *Directrices del IPCC de 2006*. Con la utilización de los datos nacionales y factores de emisión por defecto, fue aplicado el método de nivel 1.. En la Tabla 5.47 se presenta un resumen de las metodologías aplicadas y factores de emisión aplicados por subcategoría.

Tabla 5.47. Aplicación de urea: resumen de métodos aplicados por subcategoría.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.H.	Aplicación de urea	T1	D				

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

A continuación, se presenta la ecuación utilizada según las *Directrices del IPCC de 2006* para el cálculo de las emisiones de CO₂.

Ecuación 5.20

Encalado: Emisiones anuales de CO₂ por encalado. Nivel 1.

$$CO_2-C \text{ Emisión} = M \bullet EF$$

Donde:
 CO₂ – C Emisión = emisiones anuales de C por aplicación de urea, ton C año⁻¹
 M = cantidad anual de fertilización con urea, ton urea año⁻¹
 EF = factor de emisión (ton de urea)⁻¹

Fuente: Ecuación 11.13; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

Los cálculos se realizaron en planillas de cálculo elaborados por el equipo técnico AFOLU con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

5.9.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Las *Directrices del IPCC de 2006* permiten utilizar datos anuales de toneladas de urea importadas para el cálculo de emisiones, al no contar con estadísticas nacionales sobre el uso de este insumo. Por consiguiente, se utilizaron datos anuales de toneladas de urea importadas para la serie de tiempo 2000-2019, proveídos por la Dirección Nacional de Aduanas (DNA) a través del Sistema SOFIA. Al igual que para la categoría *encalado*, se filtró la cantidad de urea importada atendiendo que el importador se dedique al rubro agrícola.

Para el periodo 1990-1999, se rellenaron los vacíos de información a partir de técnicas de empalme realizado por un técnico estadístico que consistió en análisis de consistencia de los datos de actividad del periodo 2000-2019 y en el análisis de regresión con los datos de cultivos anuales (provistos por el MAG) que pudieran explicar la importación de urea.

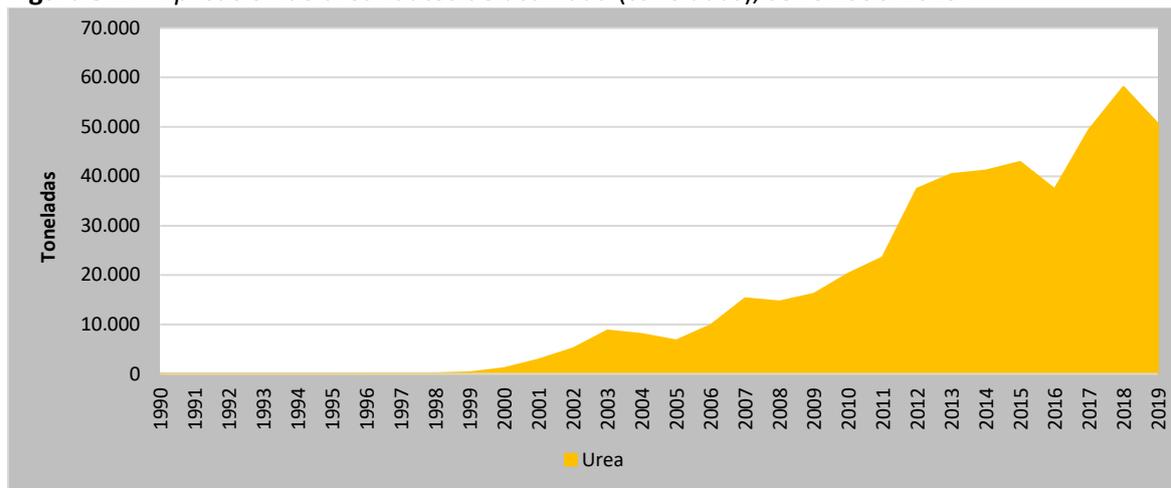
Los datos de importación se utilizaron bajo la hipótesis de que toda la urea que se importa se aplica durante ese año. Los valores utilizados como datos de actividad resumidos se presentan en la Tabla 5.48 y en la Figura 5.14, el extenso se encuentra en el Anexo 3.3.1.

Tabla 5.48. Aplicación de urea: datos de actividad (toneladas).

Año	Urea importada
1990	417,35
1995	1.275,65
2000	3.899,10
2005	55.076,50
2010	141.213,00
2015	165.670,89
2017	218.652,95
2018	217.672,67
2019	159.682,48

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.14. Aplicación de urea: datos de actividad (toneladas), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.9.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión aplicados en la categoría de *aplicación de urea* corresponden a FE por defecto propuestos en las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 5.49).

Tabla 5.49. Aplicación de urea: factores de emisión aplicados.

Código	Subcategoría/fuente	Fuente	FE - CO ₂	
			Valor	Unidad
3.H.	Aplicación de urea	D	0,2	[t de C (t de urea)] ⁻¹

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC de 2006 (Vol. 4 Cap. 11).

5.9.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta categoría para el 2019 ha sido estimada. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 5.55.

Tabla 5.55. Aplicación de urea: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
Aplicación de urea	CO ₂	2,00	50,00	50,04

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.9.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Con respecto a la consistencia de la serie temporal para la categoría *aplicación de urea*, los datos de actividad utilizados fueron obtenidos de la misma forma que en las categorías de *suelos agrícolas y encalado*. Se realizó un exhaustivo trabajo con los registros de exportación e importación de la Dirección Nacional de Aduanas (Sistema SOFIA), para el periodo 2000-2019. Para los años 1990-1999, se rellenaron los vacíos de información a partir de técnicas de empalme realizado por un técnico estadístico, con el fin de completar la serie temporal.

La serie temporal se considera coherente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando el mismo método y la misma fuente de DA y FE para todos los años. La cobertura geográfica es nacional.

5.9.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.9.5.1. Control de la calidad

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector Agricultura y Ganadería, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de aplicación de urea y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, y son las siguientes:

Lista de verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Revisión bibliográfica del sector y previos INGEIs
- Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados
- Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y de referencia
- Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente
- Verificar que las unidades de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada
- Verificar la integridad de los archivos de base de datos
- Verificar la coherencia de los datos entre las categorías
- Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto

Documentación de datos

- Revisar el archivo y la documentación interna

Verificación de cálculos

- Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos
- Verificar la coherencia de la serie temporal
- Verificar la exhaustividad
- Realizar revisiones a las tendencias

Actividades de calidad de categoría específica

- Evaluar la pertinencia de los factores por defecto del IPCC
- Revisar los factores específicos del país
- Evaluar la coherencia de la serie temporal
- Revisar los datos de actividad a nivel nacional
- Estimar la incertidumbre
- Verificar las estimaciones de GEI

5.9.5.2. Garantía de la calidad

El proceso de garantía de calidad fue desarrollado por expertos internacionales quienes no forman parte del equipo técnico que elabora el inventario, los mismos han realizado revisiones y recomendaciones analizadas por el equipo técnico previo a la actualización del inventario del sector. Estas recomendaciones han sido analizadas sobre la factibilidad de su aplicación. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

5.9.5.3. Verificación

Para el presente INGEI, no se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

5.9.6. Nuevos cálculos de la categoría

No se realizaron nuevos cálculos para esta categoría.

5.9.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Las emisiones de la categoría *aplicación de urea* son ínfimas en comparación con otras categorías del sector, sin embargo, aunque la prioridad sea baja, es necesario ir mejorando los datos de actividad para obtener resultados cada vez más acordes a la realidad nacional.

Se presentan a continuación algunas sugerencias para cumplir el objetivo de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, desde esta categoría:

- Involucrar a instituciones públicas y privadas en la identificación de la información necesaria referente a la producción y consumo nacional de urea para evitar potenciales sobre o subestimaciones de CO₂.
- Avanzar en la identificación de la información necesaria referente a la producción y consumo nacional de fertilizantes para evitar potenciales sobre o subestimaciones de CO₂.

5.10. Otros fertilizantes que contienen carbono (FCR 3.I)

Esta categoría no ocurre en el país.

Capítulo 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura - UTCUTS (FCR 4)

Este capítulo contiene la metodología de estimación de emisiones y absorciones de GEI del Sector Usos de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura - UTCUTS, específicamente de CO₂ basadas en los cambios en las existencias de carbono (C) en el ecosistema para cada una de las categorías de uso de la tierra, incluyendo tanto las tierras que permanecen en una categoría dada de uso de la tierra como las que pasan a otra categoría de uso de la tierra, para la serie de tiempo 1990-2017. La misma se desarrolló siguiendo las orientaciones metodológicas de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero¹⁸.

6.1. Panorama general del sector

6.1.1. Descripción del sector

El sector UTCUTS incluye las emisiones y absorciones de CO₂ asociadas a las actividades del uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. Se basa en los cambios en las existencias de C en el ecosistema para cada depósito de C (biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo), para todas las tierras gestionadas. Abarca también emisiones de GEI no CO₂ (CH₄ y N₂O) producidas por incendios en tierras gestionadas, y el cambio en las existencias de C relacionado con los productos de madera recolectada. (IPCC, 2006)

Las *Directrices del IPCC de 2006* refieren a las áreas de tierra, como categorías de tierra y subcategorías de tierra (unidades de tierra más pequeñas que se encuentran dentro de una categoría principal, desagregadas en *Tierras que permanecen como tales* y *Tierras convertidas en otros usos*), esto ayuda a garantizar de forma transparente que todas las posibles emisiones y absorciones antropogénicas de GEI se cuantifiquen en un inventario de GEI. Además, están diseñadas para clasificar todas las tierras dentro de un territorio sin duplicación. Las categorías principales de uso de la tierra son:

- 4.A. Tierras Forestales
- 4.B. Tierras de Cultivo
- 4.C. Pastizales
- 4.D. Humedales
- 4.E. Asentamientos
- 4.F. Otras Tierras

En el contexto nacional, se asume la definición de tierra gestionada propuesta por las *Directrices del IPCC de 2006*, siendo aquella en la que ha habido intervención humana y donde se han aplicado prácticas para la realización de actividades de producción, ecológicas o sociales. Se incluye la estimación de CO₂ en los depósitos de carbono de biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo. Según dictamen de expertos, en Paraguay no existen suelos orgánicos por lo tanto se asume que todos los suelos son minerales. En el presente INGEI, fueron estimadas las categorías de *Tierras Forestales*, *Tierras de Cultivo*, *Pastizales*, *Humedales*, *Asentamientos* y *Otras Tierras*.

¹⁸ Disponibles en <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

En Paraguay, se evidencia la existencia de productos maderables y de pérdidas por perturbaciones (incendios), sin embargo, debido a la falta de información no pudieron ser estimados. En este INGEI 1990-2019, se aunaron los esfuerzos para obtener datos de actividad y posteriormente intentar estimar las existencias de pérdidas de carbono por perturbaciones (incendios). Se lograron importantes informaciones que presentan un primer acercamiento para poder estimar estos valores, sin embargo, luego de un análisis de estos y teniendo en cuenta la representatividad de los valores, se decidió seguir trabajando en la mejora de los datos de actividad, específicamente en la desagregación de estos, para posteriormente reportar con mayor exactitud y exhaustividad las pérdidas por incendios en futuros inventarios del Paraguay. En consecuencia, este INGEI (sector UTCUTS) no incluye las emisiones de GEI no CO₂ (CH₄ y N₂O). Esto podría sobreestimar las absorciones de las existencias en crecimiento o subestimar las emisiones resultantes.

Las emisiones de GEI del sector UTCUTS provienen principalmente de *tierras convertidas a tierras de cultivo*, específicamente de *tierras forestales convertidas a tierras de cultivo* (cultivos agrícolas y actividades ganaderas), y de *tierras convertidas a pastizales*, específicamente *tierras forestales a pastizales* (actividades ganaderas). Las absorciones de GEI provienen de *tierras forestales* debidas al incremento de la biomasa de los bosques nativos y a las plantaciones forestales; de *tierras de cultivo* debidas a los cultivos leñosos y a las prácticas de suelo (sistema de siembra directa), y de *pastizales* (por tierras de pastoreo, ya sean pastizales naturales y pasturas implantadas). No pudo ser estimada la totalidad de los depósitos de carbono para cada una de las categorías incluidas, los depósitos estimados se encuentran detallados en las secciones correspondientes.

El cálculo de gases precursores no fue desarrollado por falta de datos representativos para su estimación.

6.1.2. Tendencia de los GEI del sector

La estimación de emisiones y absorciones de GEI del sector UTCUTS resultó en unas emisiones netas de 25.885,32 kt CO₂ eq y representó el 41,26 % del balance nacional de GEI en 2019. Es el sector con mayor concentración de GEI y es el único que presenta absorciones de CO₂, constituyendo un importante sumidero del país.

En la Tabla 6.1 se encuentra el reporte del último año inventariado por categorías y subcategorías de fuentes del sector con sus respectivas emisiones y absorciones estimadas de GEI.

Tabla 6.1. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2019.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	25.885,32	NE, NO	NE, NO					NE	NE	NE	
4.A.	Tierras forestales	-17.774,28	NE, NO	NE, NO					NE	NE	NE	
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	-10.842,86	NE	NE					NE	NE	NE	
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	-6.931,43	NE, NO	NE, NO					NE	NE	NE	
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	-6.931,43	NE	NE					NE	NE	NE	
4.A.2.b.	Pastizales convertidos en tierras forestales	NE	NE	NE					NE	NE	NE	
4.A.2.c.	Humedales convertidos en tierras forestales	NO	NO	NO					NE	NE	NE	
4.A.2.d.	Asentamientos convertidos en tierras forestales	NO	NO	NO					NE	NE	NE	
4.A.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras forestales	NO	NE	NE					NE	NE	NE	
4.B.	Tierras de cultivo	16.629,16	NE	NE					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-4.389,32	NE	NE					NE	NE	NE	
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	21.018,48	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	21.018,48	NE	NE					NE	NE	NE	
4.B.2.b.	Pastizales convertidos en tierras de cultivo	NE	NE	NE					NE	NE	NE	
4.B.2.c.	Humedales convertidos en tierras de cultivo	NO	NE	NE					NE	NE	NE	
4.B.2.d.	Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
4.B.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
4.C.	Pastizales	24.486,15	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	-1.285,33	NE	NE					NE	NE	NE	
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	25.771,49	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	25.771,49	NE	NE					NE	NE	NE	
4.C.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en pastizales	NE	NO	NO					NO	NO	NO	
4.C.2.c.	Humedales convertidos en pastizales	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
4.C.2.d.	Asentamientos convertidos en pastizales	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
4.C.2.e.	Otras tierras convertidas en pastizales	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
4.D.	Humedales	NO	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.D.1.	Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE					NE	NE	NE	
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	NO	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
4.D.2.a.	Tierras forestales convertidas en humedales	NO	NE	NE					NE	NE	NE	
4.D.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en humedales	NO	NE	NE					NE	NE	NE	
4.D.2.c.	Pastizales convertidos en humedales	NO	NE	NE					NE	NE	NE	
4.D.2.d.	Asentamientos convertidos en humedales	NO	NE	NE					NE	NE	NE	
4.D.2.e.	Otras tierras convertidas en humedales	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
4.E.	Asentamientos	653,76	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.E.1.	Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	NE					NE	NE	NE	
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	653,76	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	653,76	NE	NE					NE	NE	NE	
4.E.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	NE	NE	NE					NE	NE	NE	
4.E.2.c.	Pastizales convertidos en asentamientos	NE	NE	NE					NE	NE	NE	
4.E.2.d.	Humedales convertidos en asentamientos	NO	NE	NE					NE	NE	NE	
4.E.2.e.	Otras tierras convertidas en asentamientos	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
4.F.	Otras tierras	1.890,53	NE	NE					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.F.1.	Otras tierras que permanecen como tales	NE	NE	NE					NE	NE	NE	
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	1.890,53	NE	NE					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.F.2.a.	Tierras forestales convertidas en otras tierras	1.890,53	NE	NE					NE	NE	NE	
4.F.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	NO	NE	NE					NE	NE	NE	
4.F.2.c.	Pastizales convertidos en otras tierras	NO	NE	NE					NE	NE	NE	
4.F.2.d.	Humedales convertidos en otras tierras	NO	NE	NE					NO	NO	NO	
4.F.2.e.	Asentamientos convertidos en otras tierras	NO	NE	NE					NO	NO	NO	
4.G.	Productos de madera recolectada	NE										
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	

NE = No estimada; IE = Incluida en otro lugar; C = Información confidencial; NA = No aplica; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

El balance general de GEI del sector UTCUTS, para la serie temporal, presenta una tendencia decreciente con algunos aumentos importantes. En 2019, se observa una disminución de 28,72 % desde 1990 y 3,06 % desde 2017, pudiendo ser la causa principal la conversión de *tierras forestales a tierras de cultivo* y de *tierras forestales a pastizales*, específicamente para la actividad ganadera.

A nivel de categorías, las emisiones resultantes de *tierras forestales*, *tierras de cultivo* y *pastizales* son las que más contribuyen al balance de GEI del sector, siendo la categoría de *tierras forestales* la única reportada como sumidero neto que aumentó en un 19,15 % desde 1990. Por otro lado, la categoría de *tierras de cultivo* disminuyó en un 59,12 % y la categoría de *pastizales*, contribuyendo en mayor medida a las emisiones netas totales, aumentó 148,56 % desde 1990. Este aumento significativo se encuentra relacionado con los cambios de uso de la tierra evidenciados en la subcategoría de *tierras forestales convertidas en pastizales*. Como menciona Baumann et al (2017), la expansión de los pastos para la ganadería parece ser la causa próxima más dominante de la deforestación.

En 2019, las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categorías corresponden a: 39,86 % de *pastizales*, -28,93 % de *tierras forestales*, 27,07 % de *tierras de cultivo*, 3,08 % de *otras tierras*, 1,06 % de *asentamientos* y 0,00 % de *humedales*. En la Tabla 6.2 y en la Figura 6.1 se presentan un resumen del reporte inventariado por categorías, y en el Anexo 5.5 se presentan los resultados de la serie completa. Los valores negativos (-), indican absorciones y los valores positivos (+), emisiones.

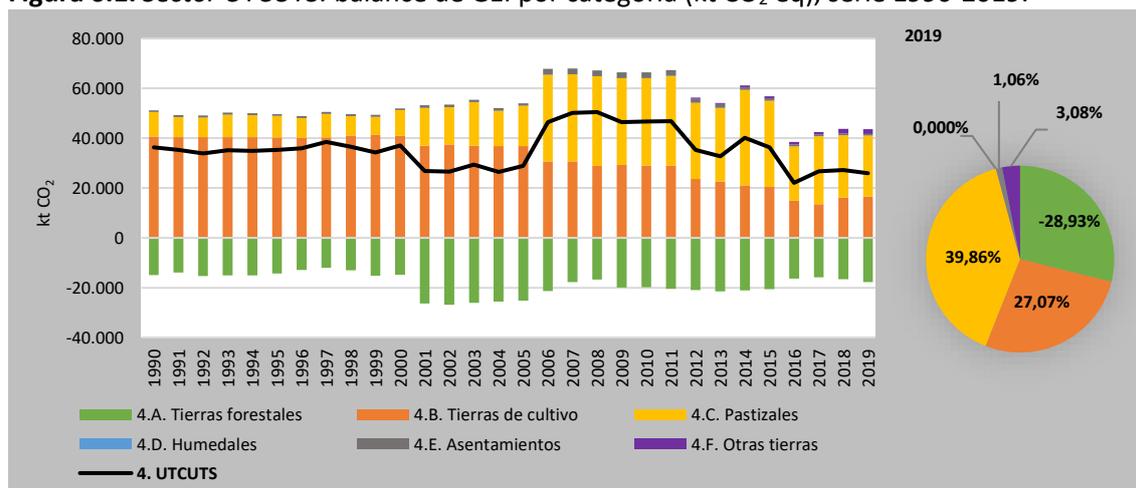
Tabla 6.2. Sector UTCUTS: balance de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.A. Tierras forestales	-14.917,97	-14.349,27	-14.854,21	-25.127,43	-19.819,20	-20.513,22	-15.808,63	-16.539,67	-17.774,28
4.B. Tierras de cultivo	40.674,00	40.316,33	40.919,24	36.828,04	29.039,81	20.459,54	13.562,19	16.249,75	16.629,16
4.C. Pastizales	9.851,07	8.644,06	10.380,90	16.257,90	35.098,05	34.546,85	27.214,88	24.953,26	24.486,15
4.D. Humedales	2,19	2,19	2,19	2,31	35,26	0,00	0,00	0,00	0,00
4.E. Asentamientos	706,30	706,30	706,30	968,19	2.285,87	1.020,37	758,69	653,76	653,76
4.F. Otras tierras	NO	NO	NO	NO	NO	790,66	975,80	1.890,53	1.890,53
Total	36.315,58	35.319,61	37.154,42	28.929,00	46.639,79	36.304,19	26.702,92	27.207,63	25.885,32

Observación: los valores presentados en las categorías de *tierras forestales*, *tierras de cultivo* y *pastizales*, corresponden al balance entre emisiones y absorciones de la categoría. NO: No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 6.1. Sector UTCUTS: balance de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Las variaciones observadas en la Figura 6.1, corresponden principalmente a aumentos y descensos significativos a lo largo de la serie temporal, específicamente desde 2005 en adelante, siendo las categorías de *pastizales* y *tierras de cultivo* las que aportan en mayor porcentaje a estos resultados. En las secciones correspondientes a las mencionadas categorías se profundizarán estas informaciones.

En la Tabla 6.3 se observa un resumen del balance resultante del sector UTCUTS para el gas inventariado, CO₂. En los Anexos 5.6, 5.7 y 5.9 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990 a 2019.

Tabla 6.3. Sector UTCUTS: balance por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
CO ₂	36.315,58	35.319,61	37.154,42	28.929,00	46.639,79	36.304,19	26.702,92	27.207,63	25.885,32
CH ₄	NE								
N ₂ O	NE								
Total	36.315,58	35.319,61	37.154,42	28.929,00	46.639,79	36.304,19	26.702,92	27.207,63	25.885,32

NE: No Estimado.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para determinar las emisiones y absorciones de CO₂ resultantes del sector UTCUTS se estimaron los cambios en las existencias de carbono en el ecosistema para cada depósito de C (es decir, biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo), en cada una de las categorías de uso de la tierra (incluyendo tanto las tierras que permanecen en una categoría dada de uso de la tierra como las que pasan a otra categoría).

Las definiciones de los depósitos de C pertinentes para cada categoría de uso de la tierra, según las *Directrices del IPCC de 2006* respecto a los métodos del Nivel 1, se presentan en la Tabla 6.4.

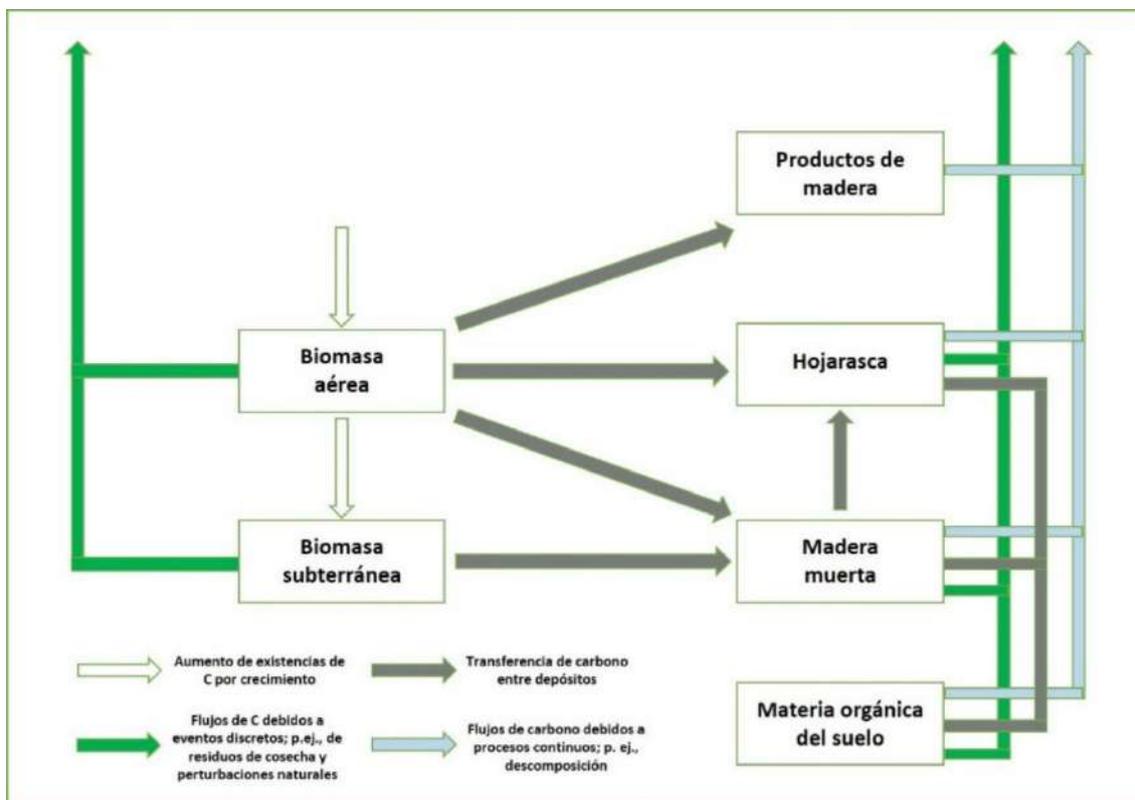
Tabla 6.4. Sector UTCUTS: definiciones de los depósitos de C según las Directrices del IPCC de 2006.

Depósito		Descripción
Biomasa	Biomasa aérea	Toda la biomasa de la vegetación viva, tanto maderera como herbácea, que se halla por encima del suelo, incluidos tallos, cepas, ramas, corteza, semillas y follaje.
	Biomasa subterránea	Toda la biomasa de las raíces vivas. A menudo, las raíces finas, de menos de 2 mm de diámetro (sugerido), se excluyen porque, empíricamente, no se las puede distinguir de la materia orgánica del suelo o de la hojarasca.
Materia orgánica muerta (MOM)	Madera muerta	Incluye toda la biomasa leñosa no viviente que no está contenida en la hojarasca, ya sea en pie, tendida en el suelo o enterrada. La madera muerta incluye la madera tendida en la superficie, las raíces muertas y las cepas de 10 cm de diámetro o más.
	Hojarasca	Incluye toda la biomasa no viva con un tamaño mayor que el límite establecido para la materia orgánica del suelo (sugerido 2 mm) y menor que el diámetro mínimo elegido para la madera muerta (p. ej. 10 cm), que yace muerta, en diversos estados de descomposición por encima o dentro del suelo mineral u orgánico. Incluye la capa de hojarasca como se la define habitualmente en las tipologías de suelos. Las raíces vivas finas por encima del suelo mineral u orgánico (por debajo del diámetro mínimo límite elegido para la biomasa subterránea) se incluyen con la hojarasca cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente.
Suelos	Materia orgánica del suelo	Incluye el carbono orgánico contenido en suelos minerales hasta una profundidad dada, elegida por el país y aplicada coherentemente a lo largo de la serie temporal. Las raíces finas vivas y muertas y la MOM que se encuentran dentro del suelo y que miden menos que el límite de diámetro mínimo (sugerido 2 mm) para raíces y MOM se incluyen con la materia orgánica del suelo cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente. El valor por defecto para la profundidad del suelo es de 30 cm.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en el Cuadro 1.1- Capítulo 1. Volumen 4. *Directrices del IPCC de 2006*.

Las *Directrices del IPCC de 2006* mencionan que según las circunstancias del país y de cuáles sean los niveles elegidos, es posible que no puedan estimarse los cambios de las existencias de todos los depósitos. En la Figura 6.2 se observa el diagrama de flujo general del ciclo de carbono, presentado por las *Directrices del IPCC de 2006*, el cual muestra los cinco depósitos y sus flujos, incluidas las entradas y las salidas del sistema, así como todas las posibles transferencias entre los depósitos.

Figura 6.2. Sector UTCUTS: Ciclo de carbono generalizado de los ecosistemas terrestres de AFOLU donde se aprecian los flujos de carbono al y del sistema, así como entre los cinco depósitos dentro del sistema.



Fuente: Figura 2.1, Capítulo 2, Volumen 4, *Directrices del IPCC de 2006*.

El enfoque fundamental para estimar las emisiones y absorciones de CO₂ en el sector UTCUTS se basa en la dinámica del ciclo del carbono.

1. Se estima cuánto carbono aumenta o disminuye en cada depósito de carbono en un área determinada durante un período de tiempo determinado.
2. Se suman los cambios en el carbono en los depósitos individuales para obtener un cambio neto total en el carbono a lo largo del tiempo para un área determinada.
3. Se convierten el cambio de carbono en emisiones o absorciones de CO₂.

En general, el cálculo de las emisiones y absorciones netas de CO₂ para una categoría de uso de la tierra es una combinación de estimaciones de varios depósitos de carbono. Los reservorios o depósitos de carbono considerados en el presente INGEI se presentan seleccionados en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5. Sector UTCUTS: resumen de depósitos de carbono estimados en el INGEI 1990-2019.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	Biomasa		Materia Orgánica Muerta		Carbono del Suelo
		Aérea	Subterránea	Madera Muerta	Hojasasca	SOC
4.A. Tierras forestales						
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	✓	✓			
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	✓	✓	✓	✓	✓
4.B. Tierras de cultivo						
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	✓	✓			✓
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	✓	✓	✓	✓	✓
4.C. Pastizales						
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales					✓
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	✓	✓	✓	✓	✓
4.D. Humedales						
4.D.1.	Humedales que permanecen como tales					
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	✓	✓			
4.E. Asentamientos						
4.E.1.	Asentamientos que permanecen como tales					
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	✓	✓	✓	✓	
4.F. Otras tierras						
4.F.1.	Otras tierras que permanecen como tales					
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	✓	✓			✓

NE: No estimado, NO: No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Los cambios en las existencias de carbono para el sector UTCUTS se resumen en la Ecuación 6.1. Para cada una de las categorías de usos de la tierra, los cambios en las existencias de C se estimaron respecto a todos los estratos o subdivisiones de la superficie de la tierra (p. ej. zona climática, tipo de suelo, régimen de gestión, etc.), y dentro de estos se estimaron considerando los procesos del ciclo de carbono entre los depósitos de C.

Ecuación 6.1

Sector UTCUTS: cambios en las existencias anuales de carbono para todo el sector UTUCTS estimados como la suma de los cambios en todas las categorías de uso de la tierra.

$$\Delta C_{UTCUTS} = \Delta C_{TF} + \Delta C_{TC} + \Delta C_P + \Delta C_H + \Delta C_A + \Delta C_{OT}$$

Donde:

ΔC_{UTCUTS} = cambio en las existencias de carbono del sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, ton C año⁻¹

ΔC_{TF} = cambio en las existencias de carbono en Tierras Forestales, ton C año⁻¹

ΔC_{TC} = cambio en las existencias de carbono en Tierras de Cultivo, ton C año⁻¹

ΔC_P = cambio en las existencias de carbono en Pastizales, ton C año⁻¹

ΔC_H = cambio en las existencias de carbono en Humedales, ton C año⁻¹

ΔC_A = cambio en las existencias de carbono en Asentamientos, ton C año⁻¹

ΔC_{OT} = cambio en las existencias de carbono en Otras Tierras, ton C año⁻¹

Fuente: Ecuación 2.1; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006* (versión en inglés).

Existen dos métodos muy diferentes e igualmente válidos para estimar los cambios de las existencias: 1) el método basado en los procesos, por el que se estiman el balance neto de los agregados a las existencias de carbono y las absorciones de éste; y 2) el método basado en las existencias, por el que se estima la diferencia en existencias de carbono entre dos momentos diferentes. Al primer método basado en los procesos, se lo denomina *Método de pérdidas y ganancias* porque incluye todos los procesos que traen aparejados cambios en un depósito. Al segundo método, basado en las existencias, se lo llama *Método de diferencia de existencias* y se lo puede utilizar cuando las existencias de carbono de depósitos pertinentes se miden en dos momentos diferentes para determinar los cambios en las existencias de carbono.

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el primer método puede aplicarse en los países que no cuentan con sistemas de inventarios nacionales diseñados para estimar las existencias en la biomasa forestal en dos momentos diferentes, el cual es el caso de Paraguay. Por tanto, para todas las categorías de uso de la tierra, se empleó el *Método de pérdidas y ganancias* de la Ecuación 6.2., donde las ganancias corresponden al incremento de la biomasa y la transferencia de C de un depósito a otro; y las pérdidas debido a incendios, quemas, extracción de madera para el consumo (cosecha), y degradación; además de la transferencia de un depósito a otro.

Ecuación 6.2

Sector UTCUTS: Cambio en las existencias anuales de carbono de un depósito dado en función de las pérdidas y las ganancias (Método de pérdidas y ganancias)

$$\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Donde:

ΔC_B = cambio anual en las existencias de carbono de un depósito dado, ton C año⁻¹

ΔC_G = ganancia anual de carbono, ton C año⁻¹

ΔC_L = pérdida anual de carbono, ton C año⁻¹

Fuente: Ecuación 2.4; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006* (versión en inglés).

Para la estimación de las emisiones de GEI y absorciones de CO₂ del sector UTCUTS se aplicaron los métodos de Niveles 1 y 2 para las categorías *tierras forestales* y *tierras de cultivo*, mientras que, para las categorías de *pastizales*, *humedales*, *asentamientos* y *otras tierras*, se aplicó el método de Nivel 1. En la Tabla 6.6 se presenta un resumen de las metodologías aplicadas por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 6.6. Sector UTCUTS: resumen de métodos de Nivel aplicados por categoría.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	T1, T2, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.A.	Tierras forestales	T1, T2, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.B.	Tierras de cultivo	T1, T2, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.C.	Pastizales	T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.D.	Humedales	T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.E.	Asentamientos	T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.F.	Otras tierras	T1, NE, NO	D, CS	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.G.	Productos de madera recolectada	NE	NE				
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2 D = Por defecto; CS = País específico; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Más información sobre los métodos aplicados se encuentran en las secciones correspondientes a cada categoría.

En general, los datos de actividad utilizados consisten en datos geoespaciales provenientes de los Mapas Refinados de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC generados por INFONA, y en datos tabulares como superficies de plantaciones forestales, productos y subproductos emitidos según guías, cultivos (temporales y permanentes), superficies de cultivos con prácticas de gestión de sistemas convencional y de siembra directa. Los factores de emisión utilizados, además de los por defecto propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento de 2019*, corresponden a incremento medio anual de la biomasa, densidad básica de la madera, remoción anual de rollizos y de madera combustible de árboles enteros, existencias de biomasa y madera muerta/hojarasca, entre otros.

Las principales fuentes de información son: Instituto Forestal Nacional (INFONA), Ministerio de Agricultura y Gnanería (MAG), Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO), Federación Paraguaya de Siembra Directa (FEPASIDIAS), Viceministerio de Minas y Energía (VMME), Paraguay Agricultural Corporation S.A (PAYCO) y otras fuentes complementarias, como informes técnicos de Sato et al. (2015), Huang et al. (2009).

Las categorías de uso de la tierra fueron clasificadas en subdivisiones definidas a partir de las informaciones obtenidas para la representación de tierras. El método general de estimación empleado en la representación de tierras consistió en la combinación de los métodos 1 y 3 propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006*. Estos métodos corresponden a la “superficie total de uso de la tierra donde no existen datos de las conversiones entre los usos de la tierra” y a “datos y conversión del uso de la tierra explícitos en el espacio” respectivamente.

El cálculo de las emisiones y absorciones de GEI para todas las categorías del sector UTCUTS se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico INGEI con base en las hojas de cálculo propuestas por las *Directrices del IPCC de 2006*.

6.2. Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación

Para estimar las existencias carbono y la emisión y absorción de los gases de efecto invernadero asociadas con las actividades del sector UTCUTS, se necesita información, en cuanto a la clasificación, datos de la superficie y muestreo que represente a varias categorías de usos de la tierra. Las *Directrices del IPCC de 2006* describen lo siguiente:

Categoría de uso de la tierra: es el uso general de la tierra especificada al nivel nacional, con subcategorías que se refieren a circunstancias especiales significativas para la estimación de emisiones y absorciones. Pueden estratificarse según el clima o la zona ecológica, el suelo, el tipo de vegetación, etc. Cada país utiliza sus propias definiciones de estas categorías, las cuales pueden o no referirse a definiciones internacionalmente aceptadas, tales como las de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), etc. Las categorías de uso de la tierra para este INGEI 1990-2019 son: *tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras*.

Subcategoría: Se declaran por separado pero que no duplican la tierra en la categoría amplia de uso de la tierra, se clasifican como la tierra que permanece en la misma categoría de uso de la tierra (es decir, que tiene la misma utilización a través de la serie temporal) o bien como tierra convertida en una nueva categoría de uso de la tierra (que representa un cambio en el uso de la tierra). Las subcategorías en este INGEI 1990-2019 son:

- *Tierras forestales: tierras forestales que permanecen como tales, tierras convertidas a tierras forestales,*
- *Tierras de cultivo: tierras de cultivo que permanecen como tales, tierras convertidas a tierras de cultivo (tierras forestales convertidas a tierras de cultivo),*
- *Pastizales: pastizales que permanecen como tales, tierras convertidas a pastizales (tierras forestales convertidas a pastizales),*
- *Humedales: tierras forestales convertidas a humedales,*
- *Asentamientos: tierras forestales convertidas a asentamientos,*
- *Otras tierras: tierras forestales convertidas a otras tierras.*

Las categorías y subcategorías de uso de la tierra pueden estratificarse nuevamente en base a las prácticas de gestión de uso de la tierra y a las características biofísicas para crear unidades espaciales más homogéneas que puedan ser utilizadas para la estimación de las emisiones y absorciones, y además se deben determinar las superficies de tierras gestionadas y no gestionadas.

Las prácticas de gestión de la tierra determinan la cantidad de biomasa recolectada y de residuos que quedan para descomponerse en el campo. Estas actividades que se realizan en la superficie influyen en las existencias de C y provocan las emisiones de GEI y absorciones de CO₂ en las categorías y subcategorías de uso y cambio de uso de la tierra. La práctica de gestión como la intensidad de la labranza, puede influir en las ganancias o pérdidas de la materia orgánica del suelo y afectar a la descomposición física y microbiana de la materia orgánica del suelo. Paraguay cuenta con porcentajes de labranza cero (siembra directa) por cultivos (soja, trigo, girasol, maíz, canola), permitiendo obtener las absorciones asociadas a esta actividad en la categoría de tierras de cultivo para toda la serie temporal.

La subdivisión específica del área de la tierra dentro de una categoría de uso de la tierra es un nivel más detallado generalmente basado en variables como la región climática, el tipo de suelo, el tipo de vegetación, etc. Paraguay utilizó la subdivisión del territorio nacional en estratos desarrollado por el INFONA en 2018, siendo estos: bosque húmedo de la región oriental (BHRO), bosque subhúmedo del cerrado (BSHC), bosque subhúmedo inundable del río Paraguay (BSHIRP), bosque seco chaqueño (BSCH). Además, Paraguay empleó otras subdivisiones en las estimaciones según los datos obtenidos: en tierras forestales se clasificaron como: bosques (desagregados por los estratos mencionados), plantaciones forestales y otras tierras forestales (palmar); y en tierras de cultivo se identificaron: cultivos perennes leñosos, cultivos anuales con sistema de siembra directa (SSD), cultivos anuales con sistema de siembra convencional (SSC).

Con relación a los cambios de uso de la tierra, se tuvieron en cuenta los cambios de tierras forestales a los otros usos de la tierra. Según los Mapas refinados de cobertura forestal y usos de la tierra de los periodos 2000-2011, 2011-2015 y 2015-2019 (generados por INFONA en 2022), los cambios identificados son:

- **Tierras forestales a tierras de cultivo:** pérdida de bosque nativo por usos agrícolas y habilitación de pasturas.
- **Tierras forestales a asentamientos:** pérdida de bosque nativo por caminos, centros urbanos, asentamientos (invasiones/tierras en conflicto), loteamientos.
- **Tierras forestales a otras tierras:** pérdida de bosque nativo, en su mayoría, por cultivos ilícitos y habilitación de canteras.

El Reporte Nacional de Cobertura Forestal y cambios de uso de la tierra 2017 a 2020, indica que el cambio de uso de la tierra de 2 hasta 20 hectáreas se encuentra relacionado al desarrollo de asentamientos humanos e infraestructura; la expansión de áreas de ocupación o invasión, los cultivos de pequeña y mediana escala, la extracción de madera, los cultivos de subsistencia; actividades que están relacionadas a sectores socioeconómicos vulnerables. Por otro lado, la pérdida de cobertura forestal en unidades mayores a 20 hectáreas se encuentra relacionada a usos agropecuarios y a cultivos ilícitos. (INFONA, 2022)

Bosque Húmedo de la Región Oriental (BHRO): comprende a los bosques altos nativos de la Región Oriental del Paraguay clasificado como bosque higrofitico subtropical (Hueck, 1978), como bosque húmedo templado cálido por (1969) y Selva del Alto Paraná por Tortorelli (1966), con alturas que pueden llegar hasta 30-40 m y cuya estructura tiene tres estratos verticales y un

sotobosque, considerado como el de mayor biodiversidad del país. Los suelos son bien drenados y predominantemente derivados de basalto y areniscas.

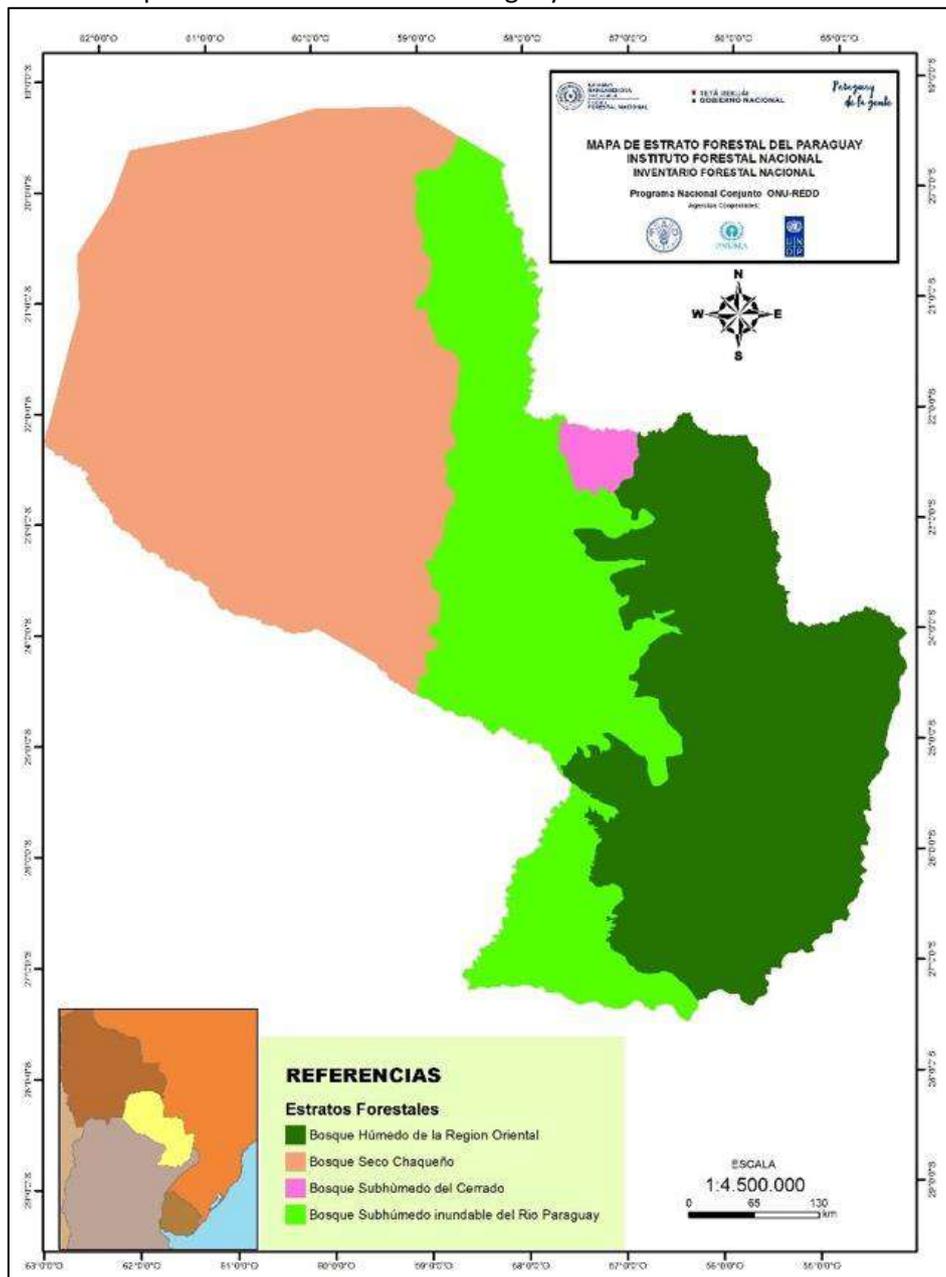
Bosque Subhúmedo del Cerrado (BSHC): comprende a los bosques nativos del cerrado de Concepción, cuya estructura tiene dos estratos verticales y un sotobosque con predominancia de gramíneas. Las comunidades naturales están constituidas por bosques en galería, cuevas, bosques semicaducifolios medios y bajos, cerrados, sabanas arboladas y acantilados. Los suelos son predominantemente derivados de granito y de calcáreos.

Bosque Subhúmedo Inundable del Río Paraguay (BSHIRP): comprende a los bosques en isletas, bosques asociados con palmares de toda la planicie del Río Paraguay. Las comunidades naturales están constituidas por bosques en galería, sabanas palmares, bosques semicaducifolios medios y bajos. Los suelos son predominantemente derivados de sedimentos marinos y sedimentos aluviales, generalmente inundados o mal drenados a imperfectamente drenados.

Bosque Seco Chaqueño (BSCH): comprende a los bosques abiertos del Chaco Central hasta la frontera de Bolivia. Las principales comunidades naturales la conforman el bosque semicaducifolio xerofítico, los paleocauces con sabanas arboladas de espartillo y los cerrados. Los suelos son derivados predominantemente de sedimentos eólicos (Loess). En la Figura 6.3 se presenta el Mapa de Estrato Forestal del Paraguay desarrollado por INFONA (2018).

Figura 6.2

Sector UTCUTS: mapa de estrato forestal del Paraguay – INFONA 2018



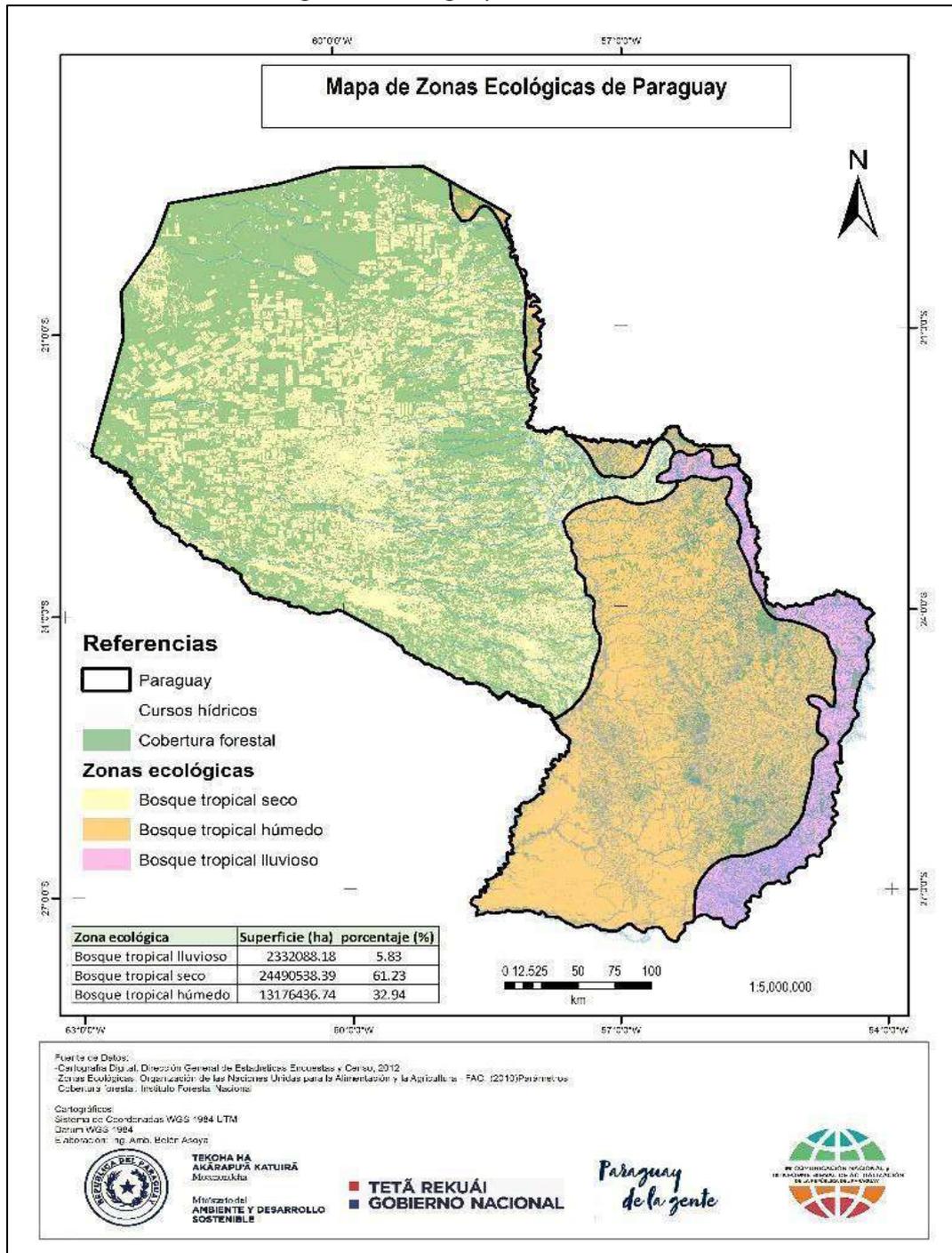
Fuente: INFONA 2018.

A continuación, se presenta la definición generada por INFONA de bosque palmar, la cual se tuvo en cuenta para el presente INGEI:

Bosque de Palmar (BP): comprende a los bosques dominados por palmares distribuidos en toda la planicie inundable de la cuenca del Río Paraguay, con diferentes densidades y grado de perturbación. La especie de palma dominante es *Copernicia alba*.

La clasificación de zonas ecológicas adoptada en este INGEI corresponde a la distribución del territorio nacional según el Mapa de Zonas Ecológicas Globales de la FAO propuesta en las Directrices del IPCC de 2006 y actualizada en su Refinamiento de 2019. En la Figura 6.4, se presenta el Mapa de Zonas Ecológicas del Paraguay.

Figura 6.3
Sector UTCUTS: zonas ecológicas del Paraguay.



Fuente: Elaboración propia por el Equipo Técnico INGEI del MADES.

6.2.1. Categorías de uso de la tierra

A los efectos de este INGEI, Paraguay utiliza las categorías de uso de la tierra establecidas por la *Directrices del IPCC de 2006* y a continuación se presentan las definiciones consensuadas¹⁹:

¹⁹ Según lo establecido en IPCC (2006), MADES (2019), INFONA (2021) y SEAM (2015).

Tierras gestionadas: es aquella en la que ha habido intervención humana y donde se han aplicado prácticas para la realización de actividades de producción, ecológicas o sociales.

Tierras forestales: esta categoría incluye a los bosques nativos, bosques protectores de cauces hídricos, reforestaciones que no son con fines comerciales y plantaciones con fines comerciales. El bosque nativo²⁰ se define como un ecosistema natural con diversidad biológica, intervenido o no, regenerado o restaurado por sucesión natural o técnicas forestales de enriquecimiento con especies nativas, que produce bienes, provee servicios ambientales y sociales, cuya superficie mínima es de 1 ha, con una altura de los árboles igual o mayor a 3 m en la Región Occidental e igual o mayor a 5 m en la Región Oriental, y que alcance con una cobertura mínima de copas en su estado natural del 10 % en la Región Occidental y 30% para la Región Oriental. También se incluyen las palmas y bambúes nativos (tacuaras) que alcancen los parámetros señalados.

Tierras de cultivo: comprende la vegetación de áreas cultivadas, destinadas a actividades agrícolas (cultivos anuales y perennes) y a actividades ganaderas (pasturas implantadas que no pudieron ser diferenciadas de las tierras de cultivo).

Pastizales: se considera toda el área cubierta por pastizales naturales, tierras de pastoreo y las pasturas implantadas (que pudieron ser diferenciadas de las tierras de cultivo).

Humedales: incluye la tierra que está cubierta o saturada de agua durante todo el año o durante parte de este y que no está dentro de las categorías de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales o asentamientos.

Asentamientos: abarca toda la tierra desarrollada, incluidas las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos.

Otras tierras: se considera a todas aquellas zonas de suelo desnudo o rocas, como canteras o cerros sin vegetación.

6.3. Métodos utilizados para la representación de las tierras

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, existen tres métodos para la representación de tierras. El método 1 identifica el cambio total de superficie por cada categoría individual de uso de la tierra dentro de un país, pero no proporciona información sobre la naturaleza y la superficie de las conversiones entre los usos de la tierra. El método 2 presenta el seguimiento de las conversiones entre las categorías de uso de la tierra (pero no es explícito en el espacio). El método 3 amplía la información disponible en el método 2 lo que permite que las conversiones del uso de la tierra sean seguidas sobre una base explícita en el espacio.

En el caso de Paraguay, para la representación de las tierras se realizó una combinación de los métodos 1 y 3, los cuales corresponden a la *“superficie total de uso de la tierra donde no existen datos de las conversiones entre los usos de la tierra”* y a *“datos y conversión del uso de la tierra explícitos en el espacio”* respectivamente. A continuación, se detallan ambos métodos.

²⁰ En el Paraguay, se utilizan distintas definiciones de “bosque”, debido a los procesos interinstitucionales involucrados y a los propósitos para los cuales fueron formuladas. Al respecto, la definición empleada para la determinación de este Nivel de Referencia de las emisiones forestales (NREF), que es la misma que se utiliza para el presente INGEI, fue trabajada en consenso y establecida con base en acuerdos generales logrados por intercambios, entre las instituciones que conforman el Programa Nacional Conjunto ONU REDD+: el Instituto Forestal Nacional (INFONA), la Secretaría del Ambiente (SEAM) y la Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas (FAPI).

Método 1: Superficie total de uso de la tierra donde no existen datos de las conversiones entre los usos de la tierra.

No se conoce la ubicación exacta o el patrón de usos de la tierra dentro de la unidad espacial y, pueden provenir de datos tabulares ya que es probable que los conjuntos de datos hayan sido elaborados con otros fines, tales como de estadísticas agrícolas o de silvicultura. Las informaciones tabulares recopiladas de las instituciones claves del sector, las cuales se encuentran enmarcadas en este método, por ejemplo, corresponden a la superficie de cultivos temporales y permanentes del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Por tanto, la subcategoría estimada según este método corresponde al de *tierras de cultivo que permanecen como tales*.

Método 3: Datos y conversión del uso de la tierra explícitos en el espacio.

Se caracteriza por las observaciones explícitas en el espacio de las categorías de uso de la tierra y de las conversiones del uso de la tierra, empleando mapas que se obtienen de imágenes por detección remota. Las informaciones de superficies para generar la representación de tierras, fueron obtenidas a partir de los Mapas Refinados de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC desarrollado por el INFONA en 2022, para los períodos de 2000-2005-2011, 2011-2013-2015 y 2015-2017-2019.

Estos mapas, se realizaron con el fin de ajustar los Mapas Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC desarrollados en 2021. Las informaciones se encuentran subdivididas por estratos: Bosque Seco Chaqueño (BCSCH), Bosque Subhúmedo del Cerrado (BSHC), Bosque Subhúmedo Inundable del Río Paraguay (BSHIRP), Bosque Húmedo de la Región Oriental (BHRO), Bosque Palmar y Plantaciones Forestales.

En la Tabla 6.7 se presentan las categorías identificadas en los mapas mencionados con sus consideraciones correspondientes.

Tabla 6.7. Sector UTCUTS: consideraciones para la generación de los Mapas de Cobertura según categorías del IPCC desarrollada por INFONA.

Clase	Categoría	Consideraciones
1	Cobertura Forestal	Incluyen los bosques nativos, bosques protectores de cauces hídricos, reforestaciones que no son con fines comerciales y las regeneraciones naturales
2	Tierra agrícola/Tierra de Cultivo	Incluyen las tierras destinadas a la agricultura y ganadería
3	Pastizal/Campo natural	Incluyen los pastizales naturales, campos naturales, campos inundados o inundables en donde no se visualiza cuerpo de agua
4	Humedal/Cuerpos de agua	Espejos de aguas como ríos, lagos, lagunas, embalses, esteros, donde se visualizan cuerpos de agua durante todo el año o gran parte de este
5	Asentamientos Humanos	Incluye las zonas urbanas, rutas, caminos, infraestructura, pistas de aeropuertos
6	Otras tierras	Incluyen las zonas con rocas, como canteras o cerros sin vegetación
7	Plantaciones	Incluyen todas las plantaciones con fines comerciales

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en informaciones de los mapas del INFONA.

Los datos de las subcategorías consideradas por Paraguay fueron obtenidos de diferentes fuentes de información. En la Tabla 6.8 se presenta un resumen de las fuentes de información utilizadas por subcategorías para la estimación de emisiones y absorciones del INGEI 1990-2019. En el Anexo 3.4.1 se presentan todas las fuentes de información con los valores utilizados para los cálculos correspondientes.

Tabla 6.8. Sector UTCUTS: resumen de fuentes de información utilizadas por subcategorías.

Categorías	Subcategorías	Fuentes de Información
Tierras forestales	Tierras forestales que permanecen como tales	Huang et al. (2009) * INFONA (2022)** VMME*
	Tierras convertidas en tierras forestales	Plantaciones forestales: INFONA*
Tierras de cultivo	Tierras de cultivo que permanecen como tales	MAG* CAPECO-FEPASIDIAS*
	Tierras convertidas a tierras de cultivo	Huang et al. (2009)* INFONA (2022)** MAG* CAPECO-FEPASIDIAS*
Pastizales	Pastizales que permanecen como tales	Huang et al. (2009) * INFONA (2022)**
	Tierras forestales convertidas a pastizales	Huang et al. (2009) * MAG* INFONA (2022) **
Humedales	Tierras forestales convertidas a Humedales	Huang et al. (2009) * INFONA (2022)**
Asentamientos	Tierras forestales convertidas a Asentamientos	Huang et al. (2009) * INFONA (2022) **
Otras tierras	Tierras forestales convertidas a Otras tierras	Huang et al. (2009) * INFONA (2022)**

*Datos tabulares. ** Datos geoespaciales.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Las *Directrices del IPCC de 2006* recomiendan un plazo de 20 años para distinguir entre un uso de la tierra y un cambio de uso de la tierra. Por ejemplo: Las tierras que han sido tierras forestales durante más de 20 años se incluyen en la categoría de tierras forestales que siguen siendo tierras forestales. La tierra que se convirtió en bosque en algún momento de los últimos 20 años se incluye en la categoría de tierra convertida en bosque.

El intervalo de 20 años corresponde a un período de tiempo aproximado para que los flujos de carbono se equilibren después de un cambio importante en los procesos biogeoquímicos del ecosistema. La duración real de un período de transición depende de circunstancias naturales y ecológicas específicas y puede diferir de 20 años. Pero el supuesto predeterminado del IPCC es de 20 años.

Principales supuestos para tierras forestales

Para la subcategoría de *tierras forestales que permanecen como tales*, se utilizaron los datos de los mapas generados por INFONA, asumiendo que todas las tierras forestales corresponden a tierras gestionadas. Por tanto, se utilizó la totalidad de superficies de tierras forestales del país en las estimaciones del presente inventario. En la Tabla 6.9 se presenta la desagregación nacional de la categoría de *tierras forestales* para el INGEI 1990-2019.

Tabla 6.9. Sector UTCUTS: desagregación nacional de tierras forestales.

<i>Categoría</i>	<i>Desagregación</i>	<i>Fuentes de Información</i>
Tierras forestales	Bosques Nativos	BSCH BSHIRP BSHC BHRO
	Plantaciones Forestales	Plantaciones Forestales
	Otras tierras forestales	Bosque Palmar

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Para evitar doble conteo en la subcategoría de *tierras convertidas a tierras forestales*, se asumió que toda superficie convertida a cobertura forestal en los mapas INFONA corresponden a plantaciones forestales.

Principales supuestos para tierras de cultivo

En la subcategoría de *tierras de cultivo* que permanecen como tales, se optó por utilizar los datos tabulares del MAG por encontrarse desagregados en cultivos temporales y permanentes permitiendo diferenciar los tipos de cultivos, así como de asignar un factor de gestión a esas superficies. Para la subcategoría de *tierras convertidas en tierras de cultivos*, se utilizaron los datos de los mapas refinados, generados por INFONA, estos mapas definen a tierras de cultivo como superficies destinadas a la agricultura y a la ganadería. Además, se asumió que toda *tierra forestal convertida en tierra de cultivo* para el estrato de Bosque Seco Chaqueño (BSCH), corresponde a la habilitación para tierras de pastoreo (pasturas implantadas), siendo contabilizadas en la categoría de *pastizales*, esto teniendo en cuenta revisiones bibliográficas (Baumann et al. 2017, Caldas et al 2013, Informe de Inventario Nacional INGEI 1990-2015 y el Informe de Inventario Nacional INGEI 1990-2017), así como en el análisis de datos que fueron facilitados en la Plataforma de MapBiomás-Chaco (recurso sugerido por la organización WWF-Paraguay en reunión de dictamen de expertos).

Principales supuestos para pastizales

Como se mencionó anteriormente, el INFONA en sus mapas generados, define a *tierras de cultivo* como superficies destinadas a la agricultura y a la ganadería. Por este motivo, para *pastizales que permanecen como tales* se consideraron las superficies de la categoría *pastizales* de los mapas del INFONA, y para *tierras convertidas en pastizales* se tuvo en cuenta la diferencia de las superficies de *tierras de cultivo* de los mapas mencionados, menos las superficies totales de cultivos del MAG que se presentan en forma de datos tabulares.

Además de las superficies de *tierras forestales convertidas en pastizales* se tuvo en cuenta en esta categoría las *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* en el estrato de Bosque Seco Chaqueño (BSCH).

6.3.1. Matriz de Uso y Cambio de Uso de la Tierra

Las matrices de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra generadas para este INGEI se realizaron a partir de las informaciones resultantes de la evaluación de exactitud temática (EET) de los *Mapas Refinados de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC* para los periodos de 2000-2005-2011, 2011-2013-2015 y 2015-2017-2019, según la subdivisión en los estratos: Bosque Seco Chaqueño (BCSCH), Bosque SubHúmedo del Cerrado (BSHC), Bosque Subhúmedo Inundable del Río Paraguay (BSHIRP), Bosque Húmedo de la Región Oriental (BHRO), Palmar y Plantaciones Forestales. Esta evaluación fue desarrollada por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADES, en el marco del Proyecto Paraguay

+Verde “Pagos basados en resultados de REDD+ de Paraguay correspondientes al período 2015-2017” (componente PNUD), con el propósito de estimar la confiabilidad o el nivel de incertidumbre de los mapas generados por INFONA.

En dicha evaluación se resaltan dos principales actualizaciones o mejoras en relación a las EET aplicadas a mapas temáticos anteriores del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF): empleo de tamaño de muestra con un margen de error del 10% y la utilización de la plataforma *Collect Earth Online (CEO²¹)* como herramienta automatizada de interpretación y análisis de los datos de referencia con el empleo de imágenes de alta resolución.

Para el periodo 1990-2000 se utilizaron informaciones de cobertura forestal del artículo científico “*Assesment of Paraguay’s forest cover change using Landsat observations*” elaborado por Huang et al. (2009) junto con técnicas de empalme, como interpolaciones, para formar la serie completa. El mismo presenta el Mapa de cambio de cobertura forestal del Paraguay correspondiente a las épocas de 1990 y 2000 del Global Land Cover Facility (GLCF). Estos datos fueron obtenidos mediante la utilización de imágenes Landsat TM para la época de los 90 y Landsat 7 ETM+ para la época del 2000, empleando el método de detección de cambios denominado Wall-to-wall.

Como las superficies de los mapas de INFONA son por períodos (2000-2005-2011, 2011-2013-2015, 2015-2017-2019), se estimaron las superficies para toda la serie temporal calculando la diferencia anual a partir de las diferencias que existen entre las superficies en el inicio y fin de cada período, dividido la cantidad de años, siendo el valor correspondiente a cada año el del año anterior sumado a esta diferencia anual.

En el Anexo 3.4.3 se presentan las matrices de usos de la tierra y cambios de usos de la tierra que fueron realizados con base en datos recopilados con un método 3, es decir superficies de uso y cambio de uso entre categorías de uso de la tierra seguidas en base al espacio explícito. El método 3 se caracteriza por las observaciones explícitas en el espacio de categorías de uso de la tierra y de las conversiones de uso, a menudo realizando el seguimiento de patrones empleando mapas, obtenidos de las imágenes por detección remota. Las matrices fueron elaboradas adaptando el cuadro 3.5 del Capítulo 3 del Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006.

6.4. Tierras forestales (FCR 4.A)

6.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

En esta categoría se estiman las emisiones y absorciones de GEI, debidas a cambios en la biomasa, materia orgánica muerta y en el carbono orgánico del suelo divididas en las subcategorías de *tierras forestales que permanecen como tales* y *tierras convertidas a tierras forestales*. Según las *Directrices del IPCC de 2006* los bosques gestionados son los que se consideran en un INGEI y en cada categoría de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra, los cambios en las existencias de carbono se calculan en los siguientes tres depósitos: biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica muerta (hojarasca y madera muerta) y carbono del suelo (materia orgánica del suelo). Paraguay considera toda la superficie de tierras forestales como bosques gestionados.

²¹ Disponible en: <https://collect.earth/>

En el contexto nacional, se estimaron las subcategorías de *tierras forestales que permanecen como tales*, y de *tierras convertidas en tierras forestales*. En *tierras forestales que permanecen como tales* se presentan las emisiones y absorciones de CO₂ del depósito de biomasa, puesto que, por falta de datos de la materia orgánica muerta y carbono del suelo, se supone que el C en dichos depósitos está en equilibrio, en conformidad con lo establecido en el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*; y en *tierras convertidas en tierras forestales* se estiman las emisiones y absorciones de CO₂ de los depósitos de biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo.

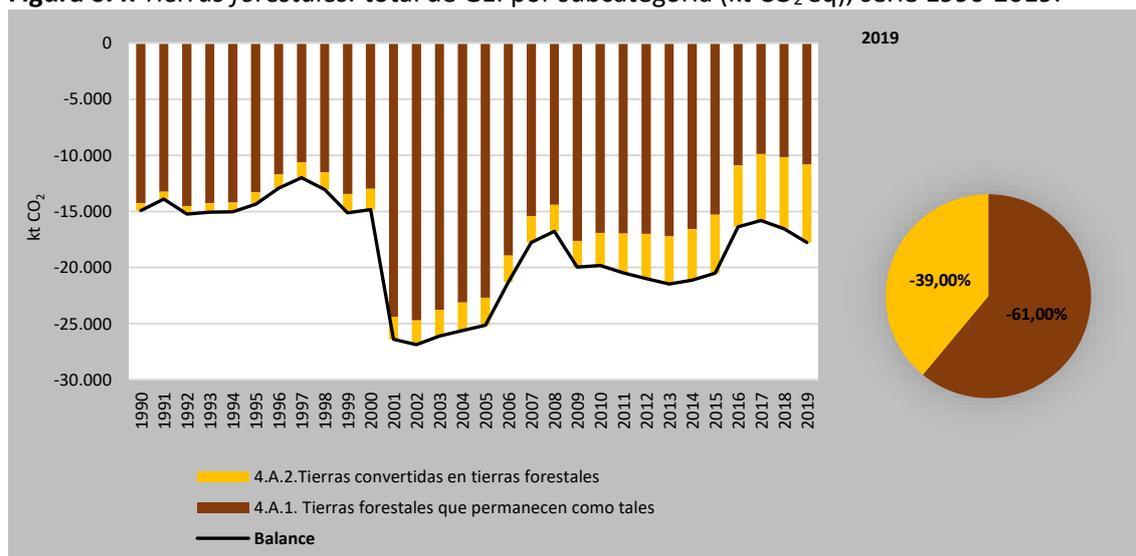
En 2019, el balance de GEI contabilizó -17.774,28 kt CO₂ eq representando el 28,93 % del total de emisiones del sector, manteniendo su condición de sumidero en toda la serie temporal, aumentando la absorción en un 19,15 % desde 1990 y en un 12,43 % desde 2017. Las absorciones de la subcategoría *tierras forestales que permanecen como tales* han disminuido en un 24,06 % con respecto al año base y han aumentado en un 9,53 % con respecto a 2017, posiblemente debido al desmonte y al aumento de la extracción de madera para combustible, mientras que para la subcategoría *tierras convertidas en tierras forestales*, el balance ha incrementado su tendencia a la absorción neta en un 984,61 % con respecto al año base y en un 17,30 % con respecto a 2017. El significativo aumento de las absorciones netas se debe principalmente a que el área reforestada con respecto a los inicios de la serie temporal. En relación a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por subcategoría, el 61 % corresponde a *tierras forestales que permanecen como tales*, y 39 % corresponde a *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales*. En la Tabla 6.10 y en la Figura 6.5 se observa el resumen del balance de CO₂ de *tierras forestales*.

Tabla 6.10. Tierras forestales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	-14.278,90	-13.302,71	-13.006,36	-22.702,52	-16.930,84	-15.304,71	-9.899,58	-10.171,67	-10.842,86
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	-639,07	-1.046,56	-1.847,85	-2.424,91	-2.888,36	-5.208,51	-5.909,06	-6.368,00	-6.931,43
Total	-14.917,97	-14.349,27	-14.854,21	-25.127,43	-19.819,20	-20.513,22	-15.808,63	-16.539,67	-17.774,28

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Figura 6.4. Tierras forestales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

6.4.1.1. Tierras forestales que permanecen como tales (FCR 4.A.1)

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, esta subcategoría se refiere a bosques gestionados que han permanecido como tierras forestales durante más de 20 años (por defecto) o durante lapsos más prolongados que el período de transición específico del país. Implica la estimación de los cambios producidos en las existencias de carbono de cinco depósitos de carbono (es decir, biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo), así como las emisiones de gases no CO₂.

En el contexto nacional, corresponde al abordaje de bosques gestionados los cuales cubren todos los bosques sujetos a intervención humana, incluida toda la gama de prácticas de gestión: protección de los bosques, realización de plantaciones, promoción de la regeneración natural, producción comercial de madera, extracción no-comercial de madera combustible y abandono de las tierras gestionadas.

Paraguay aún no ha trabajado en la construcción de una definición oficial de tierras forestales gestionadas que involucre a los principales actores del sector. Por tanto, para este INGEI 1990-2019, se estableció utilizar como *tierras forestales que permanecen como tales* a todas las tierras forestales gestionadas del país, es decir, la totalidad de la cobertura forestal presente en el Paraguay y, como se menciona en la sección 6.3, se tuvo en cuenta la siguiente desagregación: bosques nativos (BSCH, BSHIRP, BSHC, BHRO), plantaciones forestales y otras tierras forestales (bosque palmar).

Las *Directrices del IPCC de 2006* mencionan que, en cada categoría de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra, los cambios en las existencias de carbono se calculan en los siguientes tres depósitos: biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica muerta (hojarasca y madera muerta) y carbono del suelo (materia orgánica del suelo).

En esta subcategoría se presentan los cambios en las existencias de carbono del depósito de biomasa, puesto que, por falta de datos de la materia orgánica muerta y carbono del suelo, se supone que el C en dichos depósitos está en equilibrio, en conformidad con lo establecido en el método de Nivel 1 de las *Directrices de IPCC de 2006*.

Teniendo en cuenta que las *Directrices del IPCC de 2006* definen a las tierras gestionadas como aquellas en las que hubo intervención humana y se han aplicado prácticas para la realización de actividades de producción, ecológicas o sociales; y como se menciona anteriormente que se tomó la totalidad de cobertura forestal como tierra forestal gestionada, esta definición concuerda con lo declarado por Ley N° 422/73 "Forestal" y el Decreto N° 7031/2017.

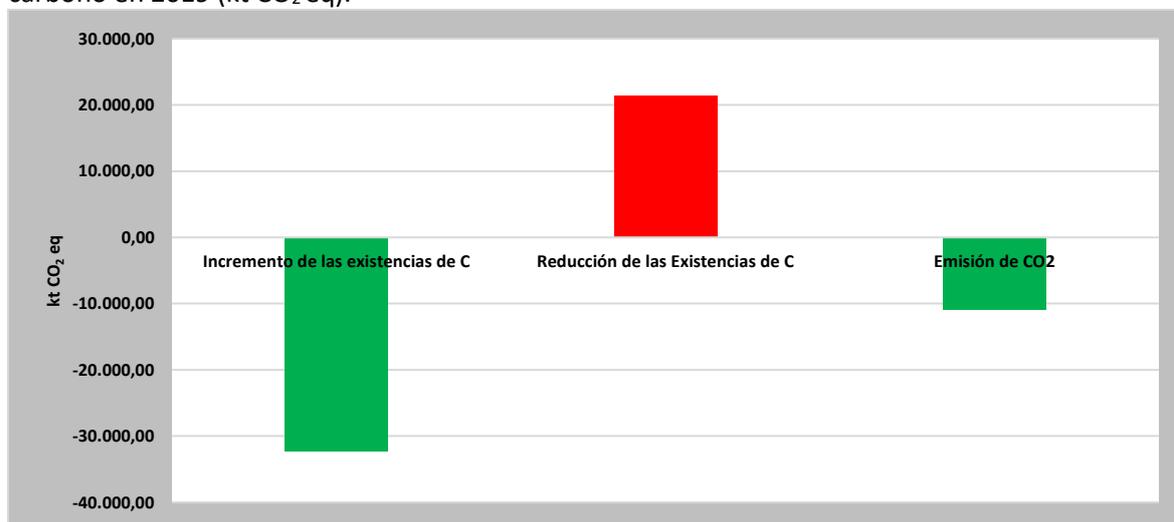
Según el análisis de categorías principales del INGEI 1990-2019, *tierras forestales que permanecen como tales* ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de tendencia. En 2019, las absorciones resultantes de las *tierras forestales que permanecen como tales* contabilizaron - 10.842,86 kt CO₂, representando el 61 % del balance de la categoría de *tierras forestales*. En este último año de la serie temporal, las absorciones se han disminuido en un 24,06 % con respecto al año base y aumentado en un 9,53 % con respecto a 2017 (Tabla 6.10, Figura 6.5). Como se menciona en la sección 6.4.1, este significativo descenso se encuentra relacionado con el cambio de uso de la tierra y el aumento de la extracción de madera para combustible.

En 2019, el balance de cambios de existencias de carbono corresponde a una remoción de - 10.842,86 kt CO₂, donde se presenta un incremento de las existencias de C de -32.279,38 kt CO₂

asociadas al crecimiento de la biomasa y una reducción de las existencias de C de 21.436,53 kt CO₂ debida a la remoción de rollizos y de madera combustible.

En la Figura 6.6, se visualiza el balance de cambios de existencias de carbono para el depósito de biomasa en el último año inventariado.

Figura 6.5. Tierras forestales que permanecen como tales: balance de cambios de existencias de carbono en 2019 (kt CO₂ eq).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

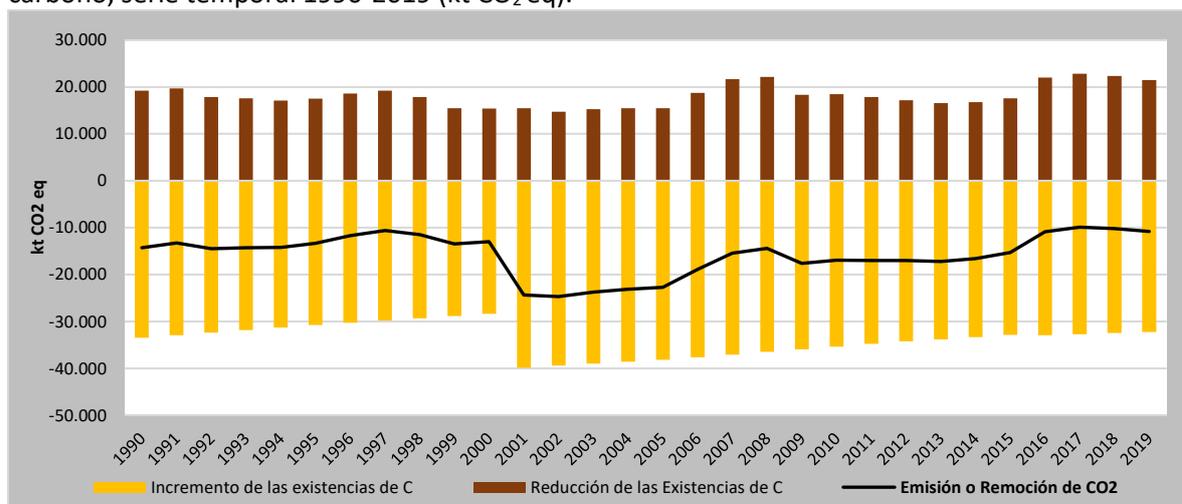
Los valores del incremento anual de las existencias de C en biomasa debido al crecimiento de la biomasa se encuentran desagregados según los estratos: Bosque seco chaqueño (BSCH), Bosque Sub Húmedo Inundable del Río Paraguay (BSHIRP), Bosque Sub Húmedo del Cerrado (BSHC), Bosque Húmedo de la Región Oriental (BHRO); y Bosque Palmar y Plantaciones Forestales. Esto se debió a la disponibilidad de datos del país, así como de valores por defecto propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento de 2019* necesarios para las estimaciones correspondientes. Los datos mencionados corresponden a: incremento anual neto promedio, factor de expansión de la biomasa, densidad básica de la madera, entre otros.

En 2019, el estrato que presenta mayor incremento de existencias de C en biomasa es BSCH con 35,33 %, seguido por BHRO con 20,24 %, BSHIRP con 19,06 %, Bosque Palmar con 18,40 %, Plantaciones forestales con 5,27 % y con menor proporción el estrato BSHC con 1,71 %. Estos valores se encuentran directamente relacionados a la superficie de tierras forestales con que cuentan, y como el BSCH es el que presenta mayor superficie, este supera ampliamente a las demás.

La pérdida anual de carbono debido a la remoción de rollizos y de madera combustible se determinó a nivel nacional, debido a que no se cuentan con datos detallados para poder estimar de manera desagregada como ocurre para el depósito de biomasa. Por tanto, es importante considerar que podría existir una sobrestimación o subestimación al respecto.

En la Figura 6.6 se presenta el balance de cambios de existencias de carbono para toda la serie temporal 1990-2019.

Figura 6.6. *Tierras forestales que permanecen como tales:* balance de cambios de existencias de carbono, serie temporal 1990-2019 (kt CO₂ eq).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

En 2001 se observa un aumento en el incremento de las existencias de carbono debido al aumento de extracción de rollos de madera y madera combustible. Este incremento, específicamente del periodo 2001-2005, corresponde a una situación impulsada principalmente por la disminución en la recogida de madera combustible mientras que la superficie de tierras forestales gestionadas va en aumento. En este punto cabe resaltar el pico de remoción de madera combustible en 2002 con -24.708,52 kt CO₂. En 2005-2008, se observa una posible disminución en las absorciones pudiéndose atribuir al aumento nuevamente del volumen de madera combustible recogida cuya posible causa pudo haber sido la solicitud y emisión de una cantidad significativa de guías forestales, y en particular en 2007 y 2008, a consecuencia de los incendios forestales que se registraron principalmente en los departamentos de Concepción, San Pedro, Guairá, Canindeyú y Amambay de la Región Oriental. En el periodo 2008-2015 se presenta un posible incremento en las absorciones relacionadas nuevamente con una disminución en la recogida de madera combustible y un aumento de las superficies forestales gestionadas, y finalmente de 2015 a 2019 se observa una reducción importante de las existencias de C debida a la remoción de madera combustible.

Para los cálculos de emisiones y absorciones de esta subcategoría, no se tuvieron en cuenta la pérdida por perturbaciones por falta de datos desagregados y representativos a las circunstancias nacionales.

Es de amplio conocimiento que, en los últimos años, en Paraguay ha habido importantes incendios forestales por una gestión inadecuada del uso del fuego combinado con sequías severas, y como no ha sido posible incluir esta información específica en el presente INGEI, las absorciones de esta subcategoría podrían encontrarse sobrestimadas.

Para el próximo ciclo de inventarios, el país priorizará el levantamiento de esta información más desagregada con la finalidad de incrementar la exhaustividad de su inventario a través de juicio de expertos y de promoción de investigaciones, entre otros.

6.4.1.2. Tierras convertidas en tierras forestales (FCR 4.A.2)

Esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de CO₂ generadas como resultado de cambios en las existencias de carbono en la biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca) y carbono del suelo en tierras convertidas a tierras

forestales y se considera que permanecen por un período de transición de 20 años después de la conversión de uso.

En el contexto nacional, en esta subcategoría se consideraron las *tierras convertidas en tierras forestales*, específicamente en plantaciones forestales para la serie temporal 1990-2019.

Si bien no se cuenta con información específica de la categoría de uso de la tierra anterior a las plantaciones forestales, del mismo modo que en los anteriores inventarios, se supone que las tierras previas a las plantaciones forestales registradas son en su mayoría, tierras de cultivo. Actualmente, el país se encuentra unificando esfuerzos para determinar el uso de la tierra anterior a las plantaciones forestales de tal manera a poder reportar otras subcategorías de conversiones de uso de la tierra a tierras forestales.

Con el fin de poder estimar las conversiones de tierras convertidas en tierras forestales de manera representativa según las circunstancias del país, las plantaciones forestales fueron categorizadas de la siguiente manera:

Plantaciones Forestales Tipo 1: Corresponde a las superficies forestales del INFONA menos PAYCO y FELBER (la resta se realiza para prevenir posibles dobles cómputos),

Tipo 1.a: IMA promedio de 28,5 para el periodo 1990-2014.

Plantaciones Tipo 2: Corresponde a las superficies forestales de PAYCO y de FELBER FORESTAL;

Tipo 2.a: IMA de 32,42 (media ponderada) para las plantaciones forestal se PAYCO;

Tipo 2.b: IMA promedio de 19,5 para las plantaciones de Eucalipto de FELBER FORESTAL;

Tipo 2.c: IMA promedio de 4,8 para las plantaciones de Pino de FELBER FORESTAL.

En esta subcategoría se presentan las absorciones de CO₂ del depósito de biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica muerta y carbono del suelo.

En el Paraguay, los incentivos de la Ley 422/73 se aplicaron en los años setenta y ochenta, mientras que la reforestación a través de los proyectos de Bosque Modelo y Fines Energéticos se llevó a cabo a finales de los ochenta y principios de los noventa. Otros de los incentivos fueron las reforestaciones dentro del Régimen Compensatorio, el cual se aplicó en los años 1992-1993 y la ley 534/95 de Fomento a la Forestación y Reforestación, la cual se aplicó para el periodo 1995-2004. En el año 2010 se promulgó la Ley 4241/10 de Restablecimiento de Bosques Protectores de cauces hídricos dentro del territorio nacional, en el año 2012 se ha elaborado el Plan Nacional de Reforestación, en el año 2013 se promulgó la Ley 4890/13 de Derecho real de superficie forestal, en el año 2014 se ha promulgado el Decreto 2285/14 por el cual se “Declara de Interés Nacional los programas y emprendimientos forestales que posibiliten e incentiven el uso sustentable del suelo y la promoción de generación de biomasa con destino energético y celulosa” para dar mayor impulso a los programas y proyectos de plantaciones forestales. En el año 2020 se promulgó la Ley 6616/20 Que modifica y amplía el artículo 1º de la Ley 515/94 Que prohíbe la exportación y tráfico de rollos, trozos y vigas de madera.

Según la Dirección General de Plantaciones Forestales del INFONA, las especies más utilizadas en plantaciones son las especies: Eucalyptus; Pino; Paraíso Gigante; Grevilea; Hovenia y en menor cantidad las especies nativas como el Cedro, Lapacho, Yvyrá Pytá, Guatambú, y otros. De toda la superficie reforestada a la fecha, el Eucalyptus, representa el 90% aproximadamente, y el 10 % restante entre otras especies exóticas y nativas.

Según el análisis de categorías principales del INGEI 1990-2019, *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales* ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de tendencia.

En 2019, las absorciones resultantes de las *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales* contabilizaron – 6.931,43 kt CO₂, representando el 39 % del balance de la categoría de *tierras forestales*. En este último año de la serie temporal, las absorciones se han incrementado en un 984,61 % con respecto al año base y en un 17,30 % con respecto a 2017 (Tabla 6.10, Figura 6.5). Como se menciona en la sección 6.4.1, este significativo incremento de las absorciones netas ocurrió debido al aumento del área reforestada en el periodo de la serie temporal del INGEI.

6.4.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

El método aplicado corresponde a una combinación de los métodos de Nivel 1 y 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento 2019*, para las subcategorías de *tierras forestales que permanecen como tales* y *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales*, utilizando valores actualizados al año 2022 de biomasa, madera muerta caída, hojarasca y detritus, del Inventario Forestal Nacional (IFN) de 2015 y otros valores por defecto. En la Tabla 6.11 se presentan los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y GEI.

Tabla 6.11. Tierras forestales: métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y tipo de GEI para 2017.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4.A.	Tierras forestales	T1, T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	NE	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	T1	D, CS	NE	NE	NE	NE
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	T2	D, CS	NE	NE	NE	NE
4.A.2.b.	Pastizales convertidos en tierras forestales	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.A.2.c.	Humedales convertidos en tierras forestales	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.A.2.d.	Asentamientos convertidos en tierras forestales	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.A.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras forestales	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2 D = Por defecto; CS = País específico; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

La estimación de emisiones y absorciones de C en las subcategorías de *tierras forestales que permanecen como tales* y de *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales*, se realizó mediante el Método de pérdidas y ganancias de biomasa de las *Directrices del IPCC de 2006*. Este método consiste en el cambio anual en las existencias de C como la diferencia entre el incremento anual de la biomasa y la reducción anual por pérdidas de biomasa, y se presenta en la Ecuación 6.3. Al igual que para el método de Nivel 1, en el método de Nivel 2 se utiliza la misma ecuación.

Ecuación 6.3

Tierras forestales: Cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en una categoría en particular de uso de la tierra (Método de pérdidas y ganancias)

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Donde:

ΔC_B = cambio anual en las existencias de C en la biomasa (aérea y subterránea), considerando la superficie total, t C año⁻¹

ΔC_G = incremento anual de las existencias de C debido al crecimiento de la biomasa considerando la superficie total, t C año⁻¹

ΔC_L = reducción anual de las existencias de C debida a la pérdida de biomasa considerando la superficie total, t C año⁻¹

Fuente: Ecuación 2.7; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006* (versión en inglés).

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico INGEI del MADES, con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

6.4.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Para este INGEI, como se menciona en la sección 6.3, se realizó la representación de tierras a partir de la generación de matrices de uso de la tierra y de cambio de uso de la tierra para la serie temporal. Esto fue posible, mediante la generación de los Mapas Refinados de Cobertura Forestal y de Usos de la Tierra según categorías del IPCC por el Instituto Forestal Nacional (INFONA). Por tanto, los datos de actividad utilizados en la categoría corresponden a datos geoespaciales, así como también a otros datos tabulares proveídos principalmente por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Los datos geoespaciales fueron utilizados para estimar la subcategoría de *tierras forestales que permanecen como tales*, específicamente para determinar el aumento anual de las existencias de C en biomasa (aérea y subterránea). Estos datos corresponden a superficies de bosques y se encuentran clasificados según los estratos Bosque seco chaqueño (BSCH), Bosque Sub Húmedo Inundable del Río Paraguay (BSHIRP), Bosque Sub Húmedo del Cerrado (BSHC), Bosque Húmedo de la Región Oriental (BHRO), y de Bosque Palmar. Los datos tabulares utilizados corresponden a superficies de bosques nativos obtenidos en el artículo científico de Huang et al. (2009) para poder completar el periodo de 1990 a 2000 de la serie temporal; también corresponden a datos tabulares las superficies de plantaciones forestales facilitadas por el INFONA, así como de las empresas Paraguay Agricultural Corporation S.A. (PAYCO) y FELBER FORESTAL. Además, para estimar las pérdidas de carbono debidas a la remoción de rollizos y de madera combustible, se utilizaron datos de remociones de madera y madera combustible (leña y carbón) obtenidos del Viceministerio de Minas y Energías (VMME) a través del Sistema de Información Energética Nacional (SIEN) para todo el territorio nacional.

Las superficies de plantaciones forestales fueron consideradas en la subcategoría de *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales*, y una vez transcurridos los 20 años de periodo de transición por defecto, las mismas fueron transferidas a la categoría de *tierras forestales que permanecen como tales*.

Actualmente, se cuentan con datos de áreas quemadas para el periodo 2001-2018 generados por la NASA, a través del contacto realizado por el MADES a la Agencia Espacial del Paraguay (AEP). Estas informaciones presentan una desagregación de áreas quemadas por categorías del IPCC, sin embargo, aún faltan otras informaciones para el posible reporte en el siguiente INGEI de Paraguay. Por otro lado, con respecto al área de tierras forestales afectadas por insectos, de acuerdo con el FRA Paraguay 2015, se sabe que la chinche *Thaumastocoris peregrinus* ataca las plantaciones de eucalipto, sin embargo, no existen registros oficiales y se desconoce la superficie afectada.

Por este motivo, el componente de perturbaciones no se considera en el cálculo de cambios en las existencias de carbono de la categoría de *tierras forestales*. Esta situación podría estar subestimando las emisiones de GEI y sobreestimando las absorciones de las tierras forestales gestionadas.

En la Tabla 6.12 se presenta un resumen de los datos de actividad utilizados para las estimaciones de emisiones y absorciones de la categoría, y en el Anexo 3.4.1 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

Tabla 6.12. Tierras forestales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019.

Año	4.A.1 Tierras forestales que permanecen como tales						4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales
	BSCH	BHIRP	BSHC	BHRO	Bosque Palmar	Plantaciones forestales	Plantaciones forestales
1990	12.229.332,45	3.529.741,42	168.510,62	4.292.580,52	0,00	0,00	10.025,00
1995	11.830.165,70	3.382.604,90	157.516,47	3.576.857,43	0,00	0,00	16.417,30
2000	11.430.998,96	3.235.468,38	146.522,33	2.861.134,33	0,00	4.556,82	28.986,98
2005	13.503.194,30	3.211.655,90	215.104,40	2.869.269,90	3.037.680,50	9.113,64	38.039,36
2010	12.157.634,22	2.894.082,32	207.741,90	2.645.767,57	3.037.680,50	10.025,00	46.068,00
2015	10.626.781,30	2.875.729,10	203.559,20	2.593.570,40	2.668.611,70	13.015,00	82.225,00
2017	10.521.910,80	2.749.589,30	216.978,80	2.592.403,90	2.586.589,20	18.908,24	94.109,76
2018	10.339.856,00	2.714.454,40	214.089,25	2.548.950,40	2.586.589,20	21.456,67	101.708,33
2019	10.157.801,20	2.679.319,50	211.199,70	2.505.496,90	2.586.589,20	24.005,11	110.744,89

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES, con base en datos de INFONA, PAYCO, Huang et al. 2009 y Mapas de Cobertura de Usos de la Tierra y Cambios de Usos de la Tierra según categorías del IPCC (2021).

En la Tabla 6.13 se presenta un resumen de otros datos de actividad utilizados para las estimaciones de emisiones y absorciones de la categoría, y en el Anexo 3.4.1 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

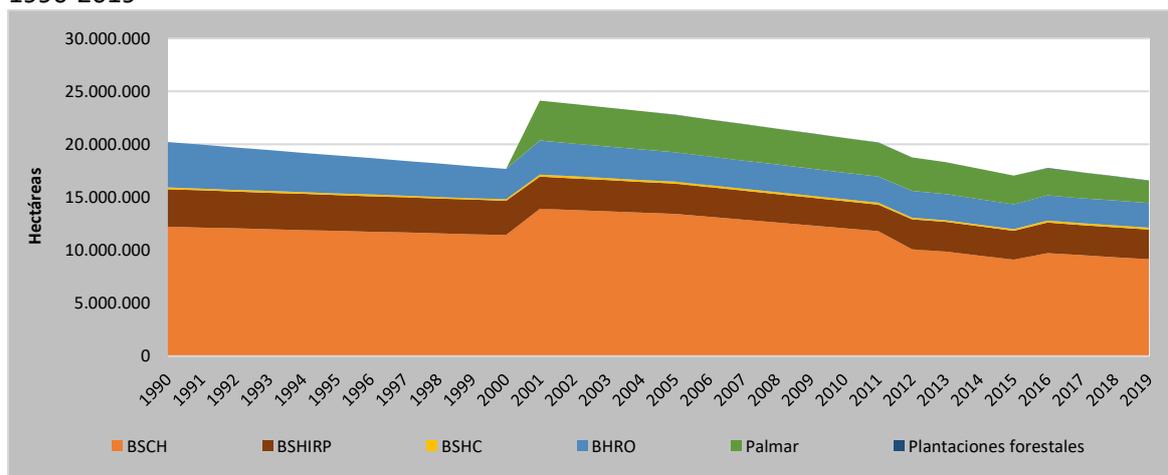
Tabla 6.13. Tierras forestales: datos de actividad (m³/año), serie 1990-2019.

4.A.1 Tierras forestales que permanecen como tales		
Año	Madera	Madera Combustible
1990	2.058.811,96	7.112.483,04
1995	1.177.111,56	7.179.406,24
2000	829.585,42	6.533.837,25
2005	710.896,79	6.680.117,38
2010	347.158,42	8.473.830,59
2015	256.931,59	8.142.647,64
2017	184.038,04	10.729.503,56
2018	174.702,55	10.501.093,63
2019	128.682,11	10.118.589,01

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES, con base en datos de INFONA y VMME – SIEN.

En la Figura 6.7 se observa la tendencia de los datos de actividad utilizados para las estimaciones de la subcategoría de tierras forestales que permanecen como tales para toda la serie temporal. En la misma se observa un importante aumento de más de 5.000.000 ha en 2001, como consecuencia de los intervalos levantados por las matrices.

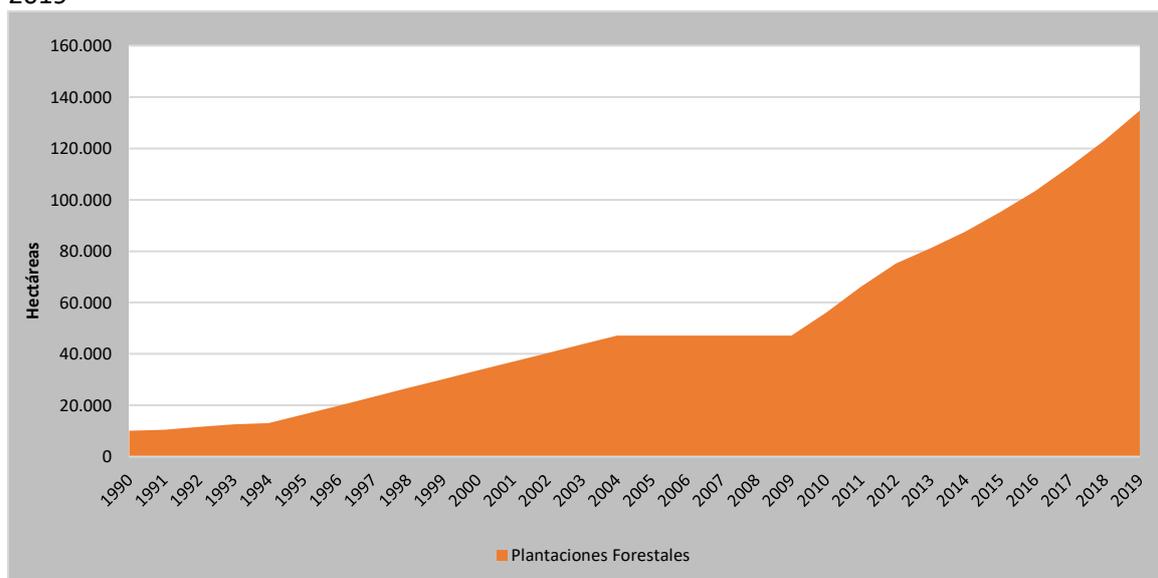
Figura 6.7. Tierras forestales que permanecen como tales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.8 se observan los datos de actividad utilizados para las estimaciones de la subcategoría de *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales*, para toda la serie temporal. La misma corresponde a los datos tabulares combinados de plantaciones forestales.

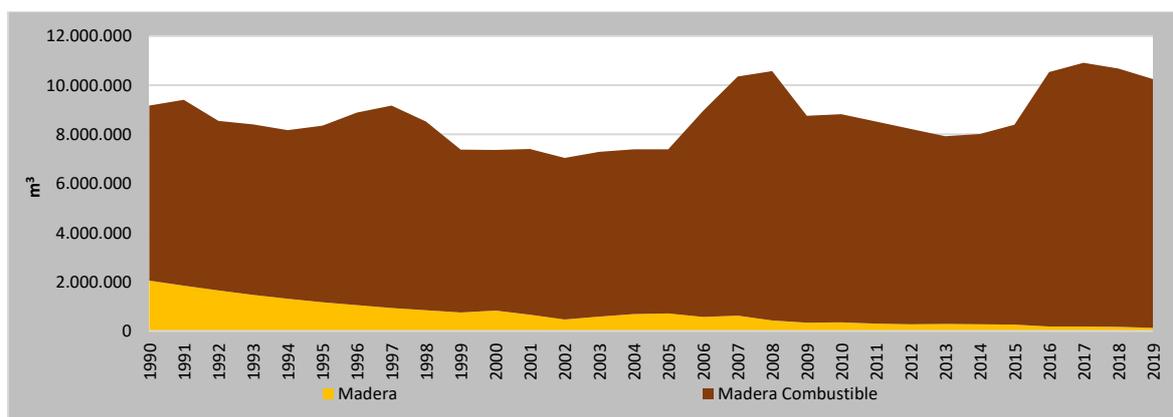
Figura 6.8. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales: datos de actividad (ha), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.9 se presentan los datos de madera (leña y carbón) y madera combustible a nivel de territorio nacional utilizados en la categoría.

Figura 6.9. Tierras forestales: datos de actividad (m³/año), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.4.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión y datos paramétricos utilizados en la categoría de *tierras forestales* para las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI provienen de diferentes fuentes. Pertenecen a valores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento de 2019*, así como también a datos nacionales generados a partir de la recopilación de informaciones de los distintos actores claves del sector, valores obtenidos en consultas realizadas a expertos y revisiones bibliográficas. Los factores de emisión por defecto fueron desagregados según la clasificación de zonas ecológicas adoptada para el presente INGEI, como se menciona en la sección 6.2.

Debido a la cantidad de factores de emisión y de datos paramétricos utilizados en este INGEI, a modo de presentar estas informaciones compiladas y organizadas, se presentan en el Anexo 3.4.2.

6.4.3. Incertidumbre específica de la categoría

Las incertidumbres se encuentran asociadas tanto a los factores de emisión seleccionados para cada fuente, así como a los datos de actividad empleados en las estimaciones de la categoría.

El método utilizado para el análisis de la incertidumbre corresponde al método 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* de propagación del error. En la Tabla 6.14 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.14. Tierras forestales: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	22,20	22,20	45,00	45,00	50,18	50,18
Tierras de cultivo que se convierten en tierras forestales	CO ₂	12,00	12,00	45,00	45,00	46,57	46,57

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES.

6.4.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Con el fin de mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2019, las estimaciones de emisiones y absorciones de esta categoría fueron calculadas utilizando el mismo método para todos los años, con los factores de emisión y datos paramétricos correspondientes. Con respecto

a la fuente de datos, fueron utilizados diferentes fuentes según la disponibilidad de datos para abarcar toda la serie temporal, correspondiendo a áreas geográficas representativas del país.

6.4.5. Actividades de GCCV de la categoría

6.4.5.1. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que se lo compila. Las actividades de CC comprenden métodos generales como los controles de exactitud aplicados a la adquisición de los datos y a los cálculos, y la utilización de procedimientos normalizados aprobados para los cálculos de las emisiones y absorciones, las mediciones, la estimación de las incertidumbres, el archivo de la información y la declaración. Las actividades de CC comprenden también las revisiones técnicas de las categorías, los datos de la actividad, los factores de emisión, otros parámetros y métodos de estimación.

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector UTCUTS, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *tierras forestales* y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.13.

6.4.5.2. Garantía de calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

6.4.5.3. Verificación

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, la verificación se refiere al conjunto de actividades y procedimientos que se llevan a cabo durante la planificación y la elaboración de un inventario, o después de terminarlo, y que puede contribuir a definir su fiabilidad para los usos que se pretende dar al inventario. Se refiere específicamente a los métodos externos al inventario que aplican datos independientes, entre lo que se incluyen las comparaciones con estimaciones del inventario efectuadas por otros organismos o por métodos alternativos. Las actividades de verificación pueden ser parte tanto de la GC como del CC, según los métodos usados y la etapa en la cual se utiliza la información independiente.

Es una buena práctica realizar verificaciones de control de calidad mediante procedimiento de garantía de calidad y control de calidad, así como revisiones por expertos de los procedimientos de estimación de las emisiones.

Para el presente INGEI, no se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

6.4.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos se aplicaron a toda la serie temporal 1990-2019. Se realizó el recálculo para el período 1990-2017, y nuevos cálculos para los años 2018 y 2019.

El recálculo de 1990-2017 y nuevos cálculos de 2018 y 2019 generaron diferencias en toda la serie temporal, debido principalmente a la actualización de valores de incremento medio anual de plantaciones forestales, según expertos, por el mejoramiento tecnológico en el proceso de plantación, incluyendo material clonal de mejor calidad y cuidados silvoculturales aplicados; y a la actualización de algunos parámetros por defecto del *Refinamiento de 2019* de las *Directrices del IPCC de 2006* como relación biomasa subterránea/biomasa aérea, entre otros.

Como se presenta en la Tabla 6.15, el balance del sector UTCUTS se incrementó en favor de la absorción neta para toda la serie, salvo para 2015 en donde disminuye la absorción neta debido a posiblemente al desmonte y al aumento de la extracción de madera para combustible.

Tabla 6.15. Tierras forestales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI IBA3	-14.564,67	-14.965,14	-14.677,46	-24.834,99	-19.541,88	-18.732,39	-13.322,95		
INGEI CCN	-14.917,97	-14.349,27	-14.854,21	-25.127,43	-19.819,20	-20.513,22	-15.808,63	-16.539,67	-17.774,28
Diferencia	353,30	-615,87	176,75	292,44	277,32	1.780,83	2.485,68		
Diferencia %	2,43%	-4,12%	1,20%	1,18%	1,42%	9,51%	18,66%		

Fuente: Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES.

6.4.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A continuación, se describen las acciones que el Equipo Técnico de Inventarios planea implementar para el mejoramiento del INGEI en los próximos ciclos de inventarios.

- Incentivar una definición oficial del país de las tierras forestales gestionadas, que involucre la participación de los principales actores del sector forestal, de tal manera de garantizar que se tengan en cuenta todas las tierras forestales intervenidas por el hombre y que consecuentemente, los cambios en las existencias de carbono en dichas tierras sean debidas a las actividades antropogénicas. De esta manera también se podrá estimar de manera más precisa la cantidad de madera y madera combustible extraída que sea coherente a la definición de estas tierras. Para dicho fin, sería necesario convocar a una reunión de expertos forestales.
- Estratificar las tierras forestales que permanecen como tales en varias subcategorías puesto que las emisiones y absorciones de GEI por hectárea varían según ciertos factores del sitio, los tipos de bosque y plantaciones, las etapas de desarrollo de la arboleda y las prácticas de manejo. Esto constituye una buena práctica a fin de reducir la variación en el índice de crecimiento y en otros parámetros, y para reducir la incertidumbre. Para ello es necesario trabajar en generar datos de actividad a un mayor nivel de desagregación espacial.

- Solicitar al INFONA que los datos de productos y subproductos forestales se discriminan según provenga de tierras forestales con PMF y PUT, para garantizar que no se esté realizando un cómputo doble en las emisiones de CO₂.
- Contar con mapas anuales de uso de la tierra, clasificados según las diferentes categorías de uso de la tierra propuestas por las *Directrices del IPCC de 2006*, en donde puedan ser diferenciados los bosques nativos de las plantaciones forestales, además de brindar la posibilidad de identificar el uso previo de la tierra actualmente destinada a plantaciones forestales.
- Trabajar en la posible inclusión de nuevos depósitos de carbono como tocones.

Cabe resaltar que esta subcategoría ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de la tendencia de este INGEI, por lo tanto, los esfuerzos deben ir dirigidos a estimar las emisiones/absorciones de CO₂ con métodos de niveles superiores.

6.5. Tierras de cultivo (FCR 4.B)

6.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones de CO₂ generadas en terrenos arables y laborables, en los que la estructura de la vegetación está por debajo de los umbrales utilizados para las *tierras forestales* y no se espera que los excedan en el futuro. Los cambios en las existencias de carbono se calculan en los siguientes tres depósitos: biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica muerta (hojarasca y madera muerta) y carbono del suelo (materia orgánica del suelo). La categoría de *tierras de cultivo* incluye los cultivos anuales y perennes, así como barbecho temporal en las subcategorías de *tierras de cultivo que permanecen como tales* y en *tierras convertidas en tierras de cultivo*.

En el contexto nacional, se estimaron las subcategorías de *tierras de cultivo que permanecen como tales* para los depósitos de biomasa y carbono del suelo, y de *tierras convertidas en tierras de cultivo*, específicamente *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* para los depósitos de biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo.

Para la estimación de *tierras de cultivo* se tuvo en cuenta los siguientes cultivos anuales: ajo, algodón, arroz con riego, arroz seco, arveja, batata, caña de azúcar, canola, cebolla, frutilla, girasol, habilla, ka'a he'e, locote, maíz, mandioca, maní, menta, papa, poroto, sésamo, soja, sorgo, tabaco, tártago, tomate, trigo, zanahoria; y, cultivos perennes: limón, mandarina, naranja dulce, naranja agria, pomelo, vid, café, tung, yerba mate.

En el Paraguay, desde 1990 se realiza el sistema de siembra directa, también conocido como labranza cero sobre rastrojo, que consiste en dejar sobre la superficie del suelo restos o rastrojos del cultivo anterior, sin la realización de ningún movimiento de suelo, sino que se siembra directamente depositando la semilla en un corte vertical de pocos centímetros, luego se entierra la semilla en el surco de siembra para permitir un contacto mínimo con el suelo húmedo. Este tipo de gestión se realiza en los cultivos anuales de soja, trigo, girasol, maíz y canola. Con esta información, se estimó el cambio en las existencias de C del depósito de carbono del suelo.

En 2019, el balance de GEI contabilizó 16.629,16 kt CO₂ eq representando el 27,07 % del total de emisiones del sector, disminuyendo en un 59,12 % desde 1990 y aumentando en un 22,61 % desde 2017. El principal motivo de la disminución desde 1990 fue debido al aumento de la superficie de cultivos con sistema de gestión de siembra directa que fue expandiéndose a nivel

nacional en los cultivos mencionados y a la promulgación de la Ley de Deforestación Cero que abarca a la Región Oriental y el motivo del aumento importante de 2017 a 2019 se encuentra relacionado con el incremento de superficies de *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo*. La subcategoría de *tierras de cultivo que permanecen como tales*, incluye el balance de CO₂ en los depósitos de carbono de biomasa con un 2,07 % y de carbono del suelo con un 97,93 %. La subcategoría de *tierras convertidas en tierras de cultivo*, específicamente *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo*, incluye el balance de CO₂ en los depósitos de biomasa con un 88,68 %, materia orgánica muerta con un 8,93 %, y carbono del suelo con un 2,39 %.

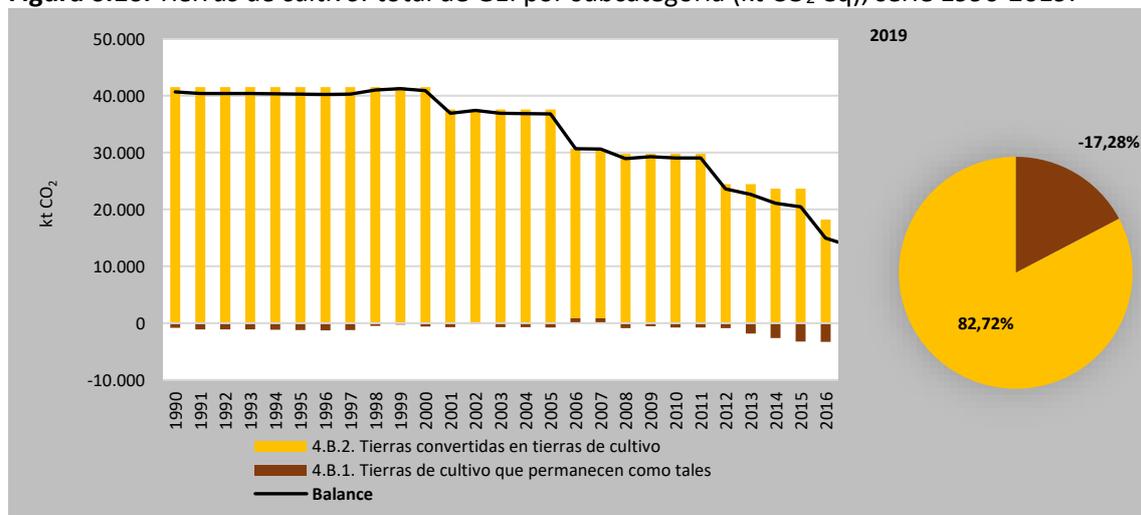
Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por subcategoría, *tierras de cultivo que permanecen como tales* mantiene su condición de sumidero en casi toda la serie temporal (menos en 2006 y 2007 que presenta emisiones de CO₂), con un 17,28 %, y *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* es la que más contribuye al total de emisiones de la categoría con un 82,72 % de emisiones. En la Tabla 6.16 y en la Figura 6.10 se observa el resumen de emisiones de GEI de *tierras de cultivo*.

Tabla 6.16. Tierras de cultivo: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	-838,25	-1.195,91	-593,00	-791,41	-776,04	-3.227,80	-4.644,79	-4.768,73	-4.389,32
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo	41.512,24	41.512,24	41.512,24	37.619,45	29.815,85	23.687,33	18.206,98	21.018,48	21.018,48
Total	40.674,00	40.316,33	40.919,24	36.828,04	29.039,81	20.459,54	13.562,19	16.249,75	16.629,16

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de inventarios del MADES.

Figura 6.10. Tierras de cultivo: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de inventarios del MADES.

1.7.1.1. Tierra de cultivo que permanecen como tales (FCR 4.B.1)

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, esta subcategoría corresponde a tierras de cultivo que no se han sometido a ninguna conversión en su uso durante un período mínimo de 20 años, como período por defecto. Las emisiones y absorciones anuales de gases de efecto invernadero de *tierras de cultivo que permanecen como tales* incluyen: estimaciones de los cambios anuales en las existencias de C de todos los depósitos y fuentes de C; y estimaciones de las emisiones anuales de gases no CO₂ de todos los depósitos y fuentes. La cantidad de carbono almacenado en las tierras de cultivo permanentes, así como la emitida o absorbida, depende del tipo de cultivo, de las prácticas de gestión y del suelo y clima. Los cultivos anuales se cosechan todos los años, por lo que no hay un almacenamiento de largo plazo del carbono en la biomasa. En cambio,

la vegetación leñosa perenne de los huertos, las viñas y los sistemas agroforestales puede implicar significativos depósitos de carbono en biomasa de larga vida, donde la cantidad depende del tipo de especies y cultivar, de la densidad, de las tasas de crecimiento, y de las prácticas de cosecha y de poda. Las existencias de carbono en el suelo pueden ser significativas y los cambios en las existencias pueden producirse juntamente con los ocurridos en las propiedades del suelo y en las prácticas de gestión, incluyendo tipo y rotación de cultivos, labranza, drenaje, gestión de desechos y agregados orgánicos.

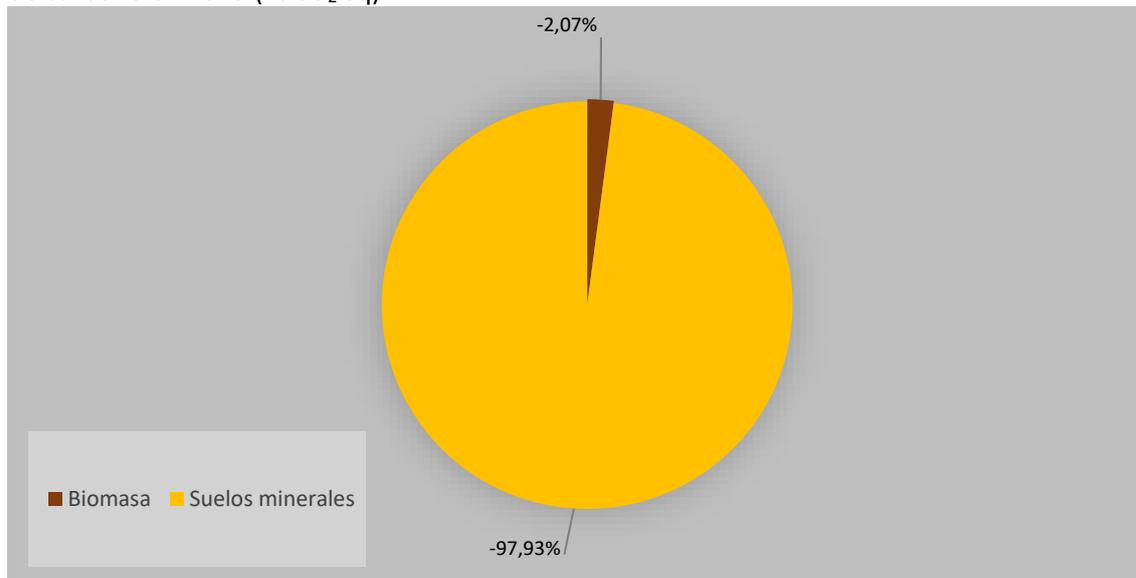
En el contexto nacional, esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de CO₂ que se generan por cambios anuales en las existencias de C en los depósitos de biomasa y carbono del suelo. Con respecto al depósito de materia orgánica muerta, se utilizó la suposición del método de Nivel 1, el cual asume que las existencias de madera muerta y hojarasca no existen en las tierras de cultivo o están en equilibrio, como sucede en los sistemas agroforestales y en los huertos. Por lo tanto, no hay necesidad de estimar los cambios en las existencias de carbono de estos depósitos.

Las clases de gestión de las tierras de cultivo se encuentran estratificadas según las regiones climáticas y los principales tipos de suelos.

Según el análisis de categorías principales del INGEI 1990-2019, *tierras de cultivo que permanecen como tales* ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de tendencia. En 2019, las absorciones resultantes de las *tierras de cultivo que permanecen como tales* contabilizaron – 4.389,32 kt CO₂, representando el 17,28 % del balance de la categoría de *tierras de cultivos*. En este último año de la serie temporal, las absorciones se han incrementado en un 423,63 % con respecto al año base y se han disminuido en un 5,50 % con respecto a 2017 (Tabla 6.15, Figura 6.11). Como se menciona en la sección 6.5.1, el significativo aumento se encuentra relacionado con el aumento de la superficie de cultivos con sistema de gestión de siembra directa que fue expandiéndose a nivel nacional, aun presentando disminución de superficie de los cultivos leñosos perennes considerados que acumulan carbono.

En 2019, como se menciona en el párrafo anterior, el balance de cambios de existencias de carbono corresponde a una remoción de – 4.389,32 kt CO₂, en el cual se presenta un incremento de las existencias de C de -90,90 kt CO₂ asociadas al crecimiento de la biomasa abarcando el 2,07 % y un incremento de las existencias de C en carbono del suelo de -4.298,42 kt CO₂ conteniendo el 97,93 % de la subcategoría. En la Figura 6.11, se visualiza el balance de cambios de existencias de carbono para el último año inventariado.

Figura 6.11. *Tierras de cultivo que permanecen como tales:* balance de cambios de existencias de carbono en 2019 (kt CO₂ eq).

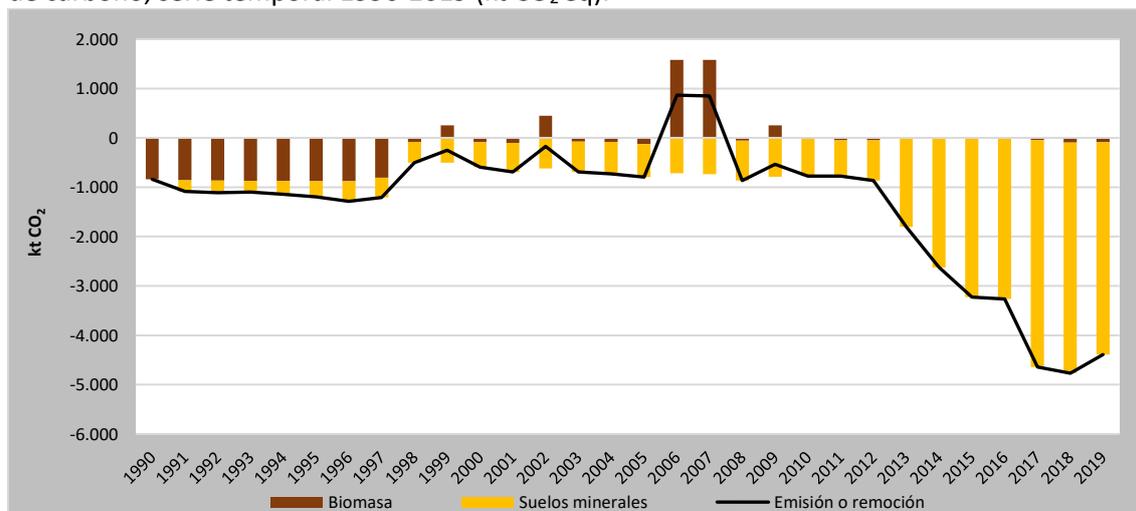


Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

El cambio en las existencias de C en la biomasa se estima solamente para cultivos leñosos perennes. Se supone que, en los cultivos anuales, el incremento de las existencias de biomasa de cada año equivale a las pérdidas de biomasa producidas por la cosecha y la mortalidad en ese mismo año —por ende, no hay una acumulación neta de existencias de carbono en biomasa. El cambio de C en el depósito de carbono del suelo se estima para cultivos anuales con sistema de siembra convencional y cultivos anuales con sistema de siembra convencional. Debido a la falta de factores de emisión propios del país, se utilizaron valores por defecto propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento de 2019*.

En la Figura 6.12 se presenta el balance de cambios de existencias de carbono para toda la serie temporal 1990-2019.

Figura 6.12. *Tierras de cultivo que permanecen como tales:* balance de cambios de existencias de carbono, serie temporal 1990-2019 (kt CO₂ eq).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

En general, el comportamiento del balance de cambios de existencias de C a lo largo de la serie temporal, para los depósitos de biomasa y carbono del suelo, de la subcategoría de *tierras de*

cultivo que permanecen como tales, presenta un incremento significativo de absorciones con algunos picos de disminución en los años 1999, 2002, 2006-2007 y 2009, debidos tanto a disminuciones en las superficies de cultivos perennes leñosos, así también como a que los cultivos han alcanzado su estado de madurez y, por lo tanto, no hay acumulación neta de carbono en la biomasa; otro motivo se debe también a factores climáticos que afectaron a los cultivos anuales, ya que el aumento o disminución de las superficies de los mismos se encuentran directamente relacionados con el cambio anual de existencias de carbono en suelos minerales.

Importante mencionar que, como no se dispone de datos de las fuentes de rollizos o madera combustible de *tierras de cultivo*, el método a utilizar por defecto incluye las pérdidas en *tierras forestales* (Sección 6.4) y excluye las pérdidas de *tierras de cultivo*. De igual forma que para las subcategorías de *tierras forestales*, en las estimaciones de esta subcategoría no se tuvieron en cuenta la pérdida por perturbaciones por lo que esto podría disminuir las absorciones que se presentan en el presente INGEI.

En Paraguay ha habido importantes incendios en *tierras de cultivo*, ya sea por quema prescripta o por una gestión inadecuada del uso del fuego combinado con sequías severas. Sin embargo, del mismo modo que para las subcategorías de *tierras forestales*, para este INGEI no ha sido posible incluir la información específica por falta de datos y de ajustes metodológicos entre datos de actividad y parámetros. Para el próximo ciclo de inventarios, el país priorizará el levantamiento de esta información con la finalidad de incrementar la exhaustividad de su inventario.

1.7.1.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo (FCR 4.B.2)

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, la conversión de tierras no cultivadas en *tierras de cultivo* es común y puede tener importantes implicancias en los GEI. La estimación de las emisiones y absorciones anuales de gases de efecto invernadero de las *tierras convertidas en tierras de cultivo* incluye lo siguiente: estimaciones de los cambios anuales en las existencias de C de todos los depósitos y fuentes de C, y estimaciones de gases no CO₂ (CH₄, CO, N₂O, NOx) resultantes del quemado de biomasa aérea y materia orgánica muerta (MOM).

Habitualmente, las conversiones en el uso de la tierra a tierras de cultivo de tierras forestales traen como resultado una pérdida neta de carbono de la biomasa y el suelo, así como la liberación de N₂O a la atmósfera. Las posibles excepciones son la irrigación de tierras antes áridas y la conversión de tierras degradadas a tierras de cultivo.

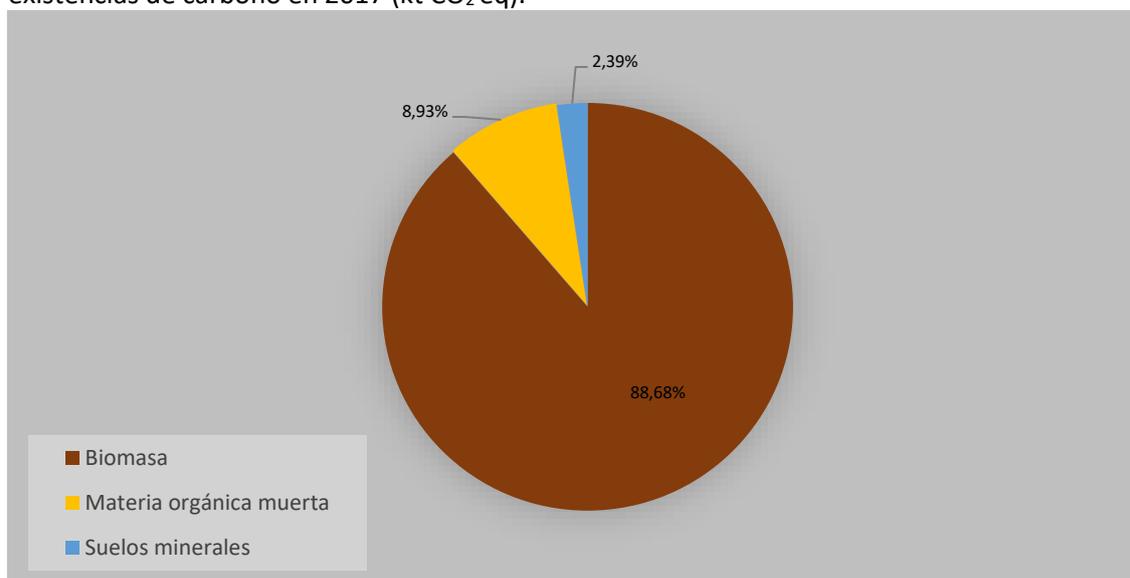
En el contexto nacional, la subcategoría de *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* incluye las emisiones y absorciones de CO₂ de las que se generan por cambios anuales en las existencias de C en los depósitos de biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo.

Según el análisis de categorías principales del INGEI 1990-2019, *tierras convertidas en tierras de cultivo*, específicamente *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de tendencia.. En 2019, las emisiones y absorciones resultantes de las *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* contabilizaron 21.018,48 kt CO₂, representando el 82,72 % del balance de la categoría de *tierras de cultivos*. En este último año de la serie temporal, las emisiones han disminuido en un 49,40 % con respecto al año base y han aumentado en un 15,44 % con respecto a 2017 (Tabla 6.16, Figura 6.11). La disminución de emisiones con respecto al año base se encuentra relacionada con los cambios que hubo en las superficies de *tierras forestales convertidas a tierras de cultivo*, específicamente en el estrato de BHRO, de 129.950,24 ha a 40.743,85 ha. Con respecto al aumento del periodo 2017-2019, se

encuentra directamente relacionado con las superficies de cambios de *las tierras forestales a tierras de cultivo* de aproximadamente un aumento de 93,16 %.

En 2019, como se mencionó en la sección 6.5.1, el balance de cambios de existencias de carbono corresponde a una emisión de 21.018,48 kt CO₂, el cual, se encuentra distribuido de la siguiente manera: emisión de 18.638,24 kt CO₂ en el cambio anual de existencias de C en la biomasa, abarcando el 88,68 %; emisión de 1.877,26 kt CO₂ en el cambio anual de existencias de C en la materia orgánica muerta, abarcando el 8,93 %; y emisión de 502,99 kt CO₂ en el cambio anual de existencias de C en los suelos minerales, conteniendo el 2,39 % de la subcategoría. En la Figura 6.13, se visualiza el balance de cambios de existencias de carbono para el último año inventariado.

Figura 6.13. *Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo: balance de cambios de existencias de carbono en 2017 (kt CO₂ eq).*



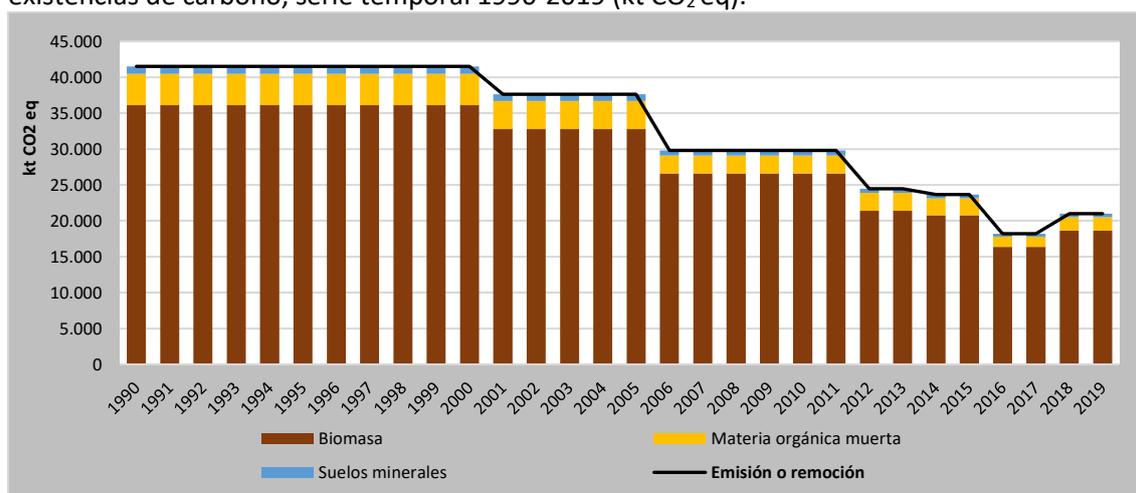
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

El cambio en las existencias de C en el depósito de biomasa se estimó teniendo en cuenta las existencias de biomasa antes de la conversión, obtenidas de la actualización del Inventario Forestal Nacional de 2015, y factores de emisión por defecto propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento de 2019*. Bajo el método de nivel 1, se consideró que la biomasa inmediatamente después de la corta tiene un valor de cero, debido a que la tierra se limpia completamente antes de establecer un cultivo.

Los cambios estimados en el depósito de materia orgánica muerta se realizaron con valores de existencias de madera/hojarasca según actualización del Inventario Forestal Nacional de 2015, así como también con factores de emisión por defecto, por ejemplo, se consideró la aplicación del método de nivel 1, donde toda la materia orgánica de las tierras convertidas se emite en el año de la conversión y que no queda materia orgánica muerta en las tierras convertidas. Y, para la estimación de los cambios de existencias del C del depósito de carbono el suelo, se utilizaron datos estimados de tierras convertidas en tierras de cultivo, según cultivos anuales con SSD y SSC, junto con factores de emisión por defecto y valores paramétricos propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento de 2019*.

En la Figura 6.14 se presenta el balance de cambios de existencias de carbono para toda la serie temporal 1990-2019.

Figura 6.14. *Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo: balance de cambios de existencias de carbono, serie temporal 1990-2019 (kt CO₂ eq).*



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

En general, el comportamiento del balance de cambios de existencias de C de la subcategoría de *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo*, a lo largo de la serie temporal, para los depósitos de biomasa, MOM y carbono del suelo presenta una variación significativa de emisiones con algunos descensos significativos en los años 2005-2006, 2011-2012, 2015-2016 y ascenso en 2017-2018. Esto se encuentra relacionado con los valores obtenidos en los Mapas Refinados de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC generado por INFONA.

En Paraguay ha habido importantes incendios en *tierras de cultivo*, ya sea prescrita o por una gestión inadecuada del uso del fuego combinado con sequías severas. Sin embargo, del mismo modo que para las subcategorías de *tierras forestales* y como ya se mencionó anteriormente, para este INGEI no ha sido posible incluir la información específica por la falta de datos y de ajustes metodológicos entre datos de actividad y parámetros. Para el próximo ciclo de inventarios, el país priorizará el levantamiento de esta información con la finalidad de incrementar la exhaustividad de su inventario.

6.5.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI de la categoría *tierras de cultivo* se aplicaron el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006 para tierras de cultivo que permanecen como tales* y una combinación del método de Nivel 1 y Nivel 2 para *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo*, utilizando valores de biomasa, existencias de madera/hojarasca de la actualización del Inventario Forestal Nacional de 2015 y otros valores por defecto. En la Tabla 6.17 se presenta los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y GEI.

Tabla 6.17. Tierras de cultivo: métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y tipo de GEI para 2017.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4.B.	Tierras de cultivo	T1, T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	T1	D	NE	NE	NE	NE
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.B.2.a	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	T2	D, CS	NE	NE	NE	NE
4.B.2.b.	Pastizales convertidos en tierras de cultivo	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.B.2.c.	Humedales convertidos en tierras de cultivo	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.B.2.d.	Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.B.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2 D = Por defecto; CS = País específico; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Para la subcategoría de *tierras de cultivo que permanecen como tales*, el método Nivel 1 implica multiplicar la superficie de tierras de cultivo con leñosas perennes por una estimación de la acumulación neta de biomasa a partir del crecimiento y restarle las pérdidas relacionadas con cosecha, recogida o perturbación. Las pérdidas se estiman multiplicando un valor de existencias de carbono por la superficie de tierras de cultivo en las que se cosechan cultivos leñosos perennes. En general, las ecuaciones utilizadas para la estimación de esta subcategoría corresponden a las propuestas por las *Directrices del IPCC de 2006* en el Volumen 4, Capítulo 2:

- Ecuación 2.3 – Cambios en las existencias anuales de carbono para un estrato de una categoría de uso de la tierra como la suma de los cambios de todos los depósitos,
- Ecuación 2.7 – Cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras que permanecen en una categoría en particular de uso de la tierra (Método de Pérdidas y Ganancias,
- Ecuación 2.25 – Cambio anual en las existencias de carbono orgánico en suelos minerales.

Para la subcategoría de *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo*, se utilizó una combinación del método Nivel 1 y Nivel 2. Con el Nivel 1 se utilizaron valores por defecto e hipótesis, se consideró la suposición de que las existencias de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión equivalen a cero, puesto que la tierra se libera de toda la vegetación antes de la plantación de los cultivos. Esto debido a que no se cuentan con valores de existencias de carbono específicos del país para tierras de cultivo. Tampoco fue posible hacer la diferencia entre las emisiones inmediatas del quemado y otras pérdidas relacionadas con la conversión, lo cual es característico de este Nivel. Para el Nivel 2, se tuvo en cuenta que se disponen de valores específicos del país de existencias de carbono en tierras forestales y de estimaciones de superficie de *tierras convertidas en tierras de cultivo* desagregadas según vegetación original (*tierras forestales*) a escalas especiales más pormenorizadas (por estrato boscoso), los cuales constituyen uno de los requerimientos para llevar a cabo cálculos en este Nivel. Los cálculos del Nivel 2 son estructuralmente similares a los del Nivel 1, con algunas distinciones. Por lo tanto, para el cálculo de emisiones de CO₂ resultantes del depósito de biomasa de esta subcategoría, se utilizó la Ecuación 6.4 que se presenta a continuación, de las *Directrices del IPCC 2006* para niveles superiores (Nivel 2 y 3), donde los cambios en las existencias de carbono se calculan como la suma del incremento de las existencias de carbono debidas al crecimiento de la biomasa, más los cambios debidos a conversión real (diferencia entre inventarios de biomasa antes y después de la conversión), y la reducción de existencias de carbono debida a pérdidas. En general, las ecuaciones utilizadas para la estimación de esta subcategoría corresponden a las propuestas por las *Directrices del IPCC de 2006* en el Volumen 4, Capítulo 2:

- Ecuación 2.3 – Cambios en las existencias anuales de carbono para un estrato de una categoría de uso de la tierra como la suma de los cambios de todos los depósitos,
- Ecuación 2.15 – Cambio anual de las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (Nivel 2),
- Ecuación 2.23 – Cambio anual en las existencias de carbono en madera muerta y hojarasca debido a la conversión en el uso de la tierra.
- Ecuación 2.25 – Cambio anual en las existencias de carbono orgánico en suelos minerales.

6.5.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad corresponden a 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.

Como las informaciones de la categoría de *tierras de cultivo* de los mapas generados por INFONA no se encuentran desagregadas por tipos de cultivo, y esa desagregación es relevante para los cálculos, en la estimación de la categoría de *tierras de cultivo que permanecen como tales* se utilizaron datos tabulares del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Para las estimaciones de emisiones y absorciones de la subcategoría de *tierras forestales convertidas a tierras de cultivo* se utilizaron las informaciones contenidas en las matrices de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra presentadas en la sección 6.3, generadas a partir de los Mapas de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC desarrolladas por INFONA.

A través de CAPECO – FEPASIDIAS, se obtuvieron informaciones correspondientes a los tipos de gestión de los cultivos, específicamente al porcentaje de superficie con sistema de siembra directa para los cultivos permanentes de soja, trigo, girasol, maíz, canola.

En la subcategoría de ***tierras de cultivo que permanecen como tales***, para los datos de actividad se tiene en cuenta la superficie de cultivos leñosos perennes, estos valores de superficie anual fueron proveídos por la Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) para la serie temporal 1990-2019. Según dicha institución y según la clasificación propuesta por las *Directrices del IPCC de 2006*, los principales cultivos leñosos perennes se presentan en la Tabla 6.18.

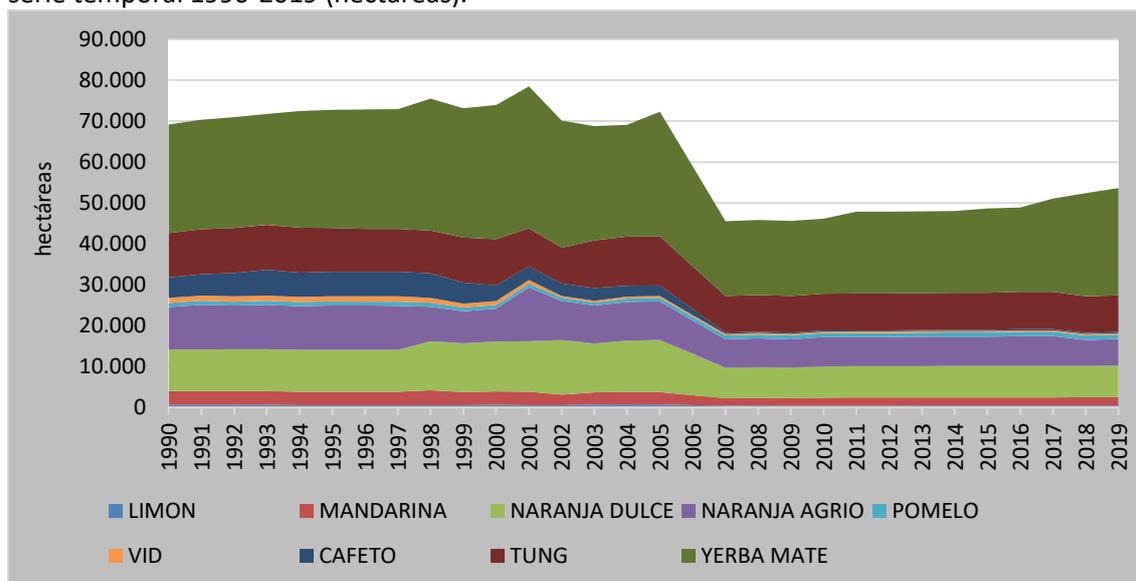
Tabla 6.18. Tierras de cultivo: subcategorías de tierras de cultivos perennes presentes en el país.

Subcategorías generales	Subcategorías específicas
Huertos Frutales	limón, mandarina, naranja dulce, naranja agria, pomelo, vid.
Cultivos de plantaciones	café, tung, yerba mate.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.15 se presentan las superficies por tipo de cultivos utilizadas en las estimaciones, en toda la serie temporal.

Figura 6.15. *Tierras de cultivo que permanecen como tales:* superficies de cultivos perennes, serie temporal 1990-2019 (hectáreas).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Como se utilizaron datos específicos del país, estos datos de actividad corresponden a un Nivel 2. Cabe resaltar que los datos de superficie de cultivos leñosos perennes, obtenidos de la institución nacional encargada de elaborar y mantener actualizadas las estadísticas del ámbito agrario, no se encuentran discriminados en superficie de tierra con cultivos maduros y con cultivos en crecimiento. Por lo tanto, a los efectos de poder llevar a cabo los cálculos de emisiones y absorciones de GEI de esta subcategoría con los datos que se disponen, se asumió una serie de supuestos:

- En 1990, se asumió que el 100 % fue plantado ese año.
- Siguiendo lo estipulado en el Cuadro 5.1 del Cap. 5, del Vol. 4, de las *Directrices del IPCC de 2006*, se asume que cada 8 años los cultivos alcanzan el ciclo de cosecha y/o madurez (acumulan biomasa durante un periodo finito hasta que se los recoge por cosecha o hasta que llegan a un régimen permanente en el que no hay acumulación neta de carbono en la biomasa porque las tasas de crecimiento se han hecho más lentas y las ganancias por crecimiento se ven compensadas por las pérdidas debidas a mortalidad natural, poda, etc.). Toda plantación a los 8 años de ser cultivada deja de absorber C.
- Las disminuciones en la superficie de cultivos perennes leñosos en los años 1999, 2002, 2006, 2007, 2009, 2012 son consideradas como superficies cosechadas.

En la Tabla 6.19 se presenta un resumen de los datos de actividad utilizados para las estimaciones de emisiones y absorciones de la subcategoría, y en el Anexo 3.4.1 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

Tabla 6.19. Tierras de cultivo que permanecen como tales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019.

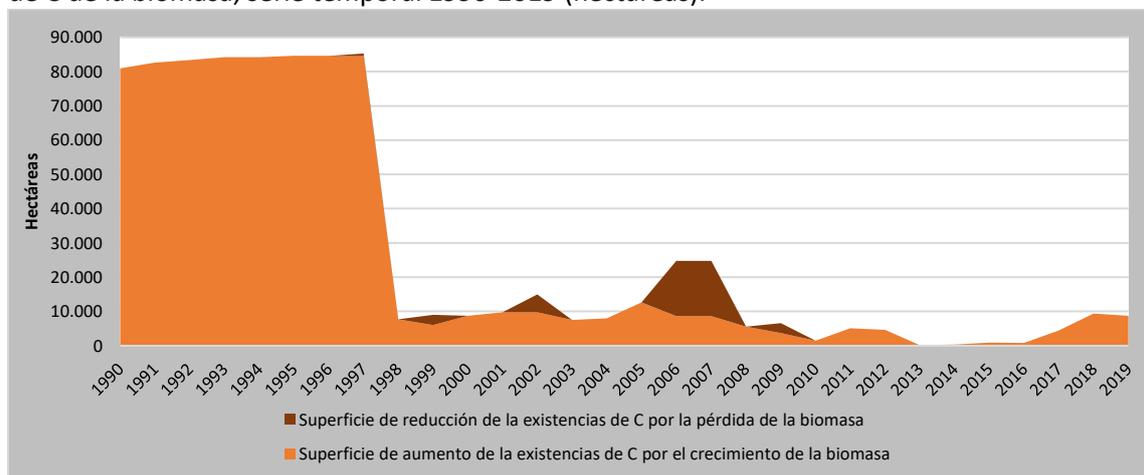
Año	4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales			
	Superficie de aumento de las existencias de C por el crecimiento de la biomasa ¹	Superficie de reducción de las existencias de C por la pérdida de la biomasa ¹	Superficie de cultivos anuales con sistemas de siembra directa	Superficie de cultivos anuales con sistemas de siembra convencional
1990	80.925,00	0,00	0,00	1.677.205,00
1995	84.623,00	0,00	576.318,54	1.100.886,46
2000	8.695,00	0,00	907.602,85	769.602,15
2005	12.631,00	0,00	1.192.072,53	485.132,47
2010	1.488,62	0,00	1.372.616,85	304.588,15
2015	901,79	0,00	1.583.441,77	573.853,23
2017	4.461,11	0,00	1.875.440,29	516.427,71
2018	9.395,26	0,00	1.911.628,82	493.979,18
2019	8.776,00	0,00	1.906.653,23	446.029,77

¹ Corresponde a superficies de cultivos perennes leñosos.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES, con base en datos de INFONA, PAYCO, Huang et al. 2009 y Mapas de Cobertura de Usos de la Tierra y Cambios de Usos de la Tierra según categorías del IPCC (2021).

En la Figura 6.16 se presenta el balance de cambios de existencias de carbono de biomasa, para cultivos perennes leñosos, serie temporal 1990-2019. Se observa perfectamente el comportamiento de la tendencia según los supuestos mencionados anteriormente. El salto significativo que ocurre en los años 1997-1998, coincide con el ciclo de cosecha/madurez, que después de 8 años, la plantación de cultivos deja de absorber carbono, y los picos de reducción de C por la pérdida de biomasa, coincide con los años que cuentan disminuciones de superficies por cosecha.

Figura 6.16. Tierras de cultivo que permanecen como tales: superficies de cambios de existencias de C de la biomasa, serie temporal 1990-2019 (hectáreas).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

En la subcategoría de **tierras forestales convertidas en tierras de cultivo**, los datos de actividad se refieren a estimaciones de superficie de tierras convertidas en tierras de cultivo. Como se menciona en la sección 6.3. Los mismos corresponden a datos geoespaciales de los Mapas de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC desarrollado por INFONA, para los períodos de 2000-2005-2011, 2011-2013-2015 y 2015-2017-2019, y a datos estimados para el periodo de 1990-2000, con valores del artículo científico Huang et al. (2009) (ver sección 6.3). Atendiendo que este artículo científico solo detecta cambios en tierras

forestales y no el uso final, se consideró el porcentaje de cambio para el periodo 2000 - 2005 del "Mapa de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de Suelo por Categorías del IPCC", ya que, a partir de la implementación de la Ley de Deforestación Cero en la Región Oriental, la tendencia empieza a cambiar.

En la Tabla 6.20 se presenta un resumen de los datos de actividad utilizados para las estimaciones de emisiones y absorciones de la subcategoría, y en el Anexo 3.4.1 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

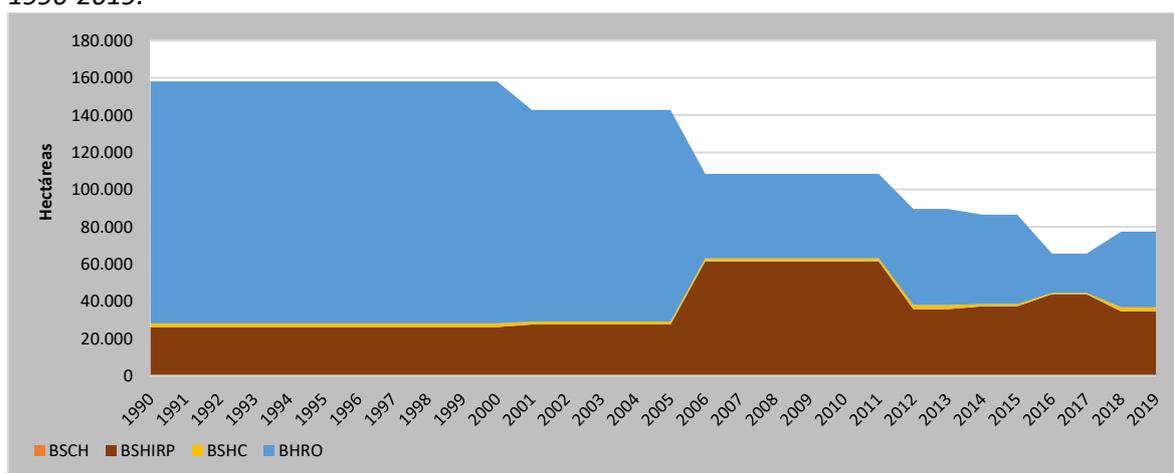
Tabla 6.20. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivos: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019.

Año	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a tierras de cultivo.					
	BSCH	BSHIRP	BSHC	BHRO	Cultivos anuales	
					Sistema de siembra directa (SSD)	Sistema de siembra convencional (SSC)
1990	0,00	26.153,42	1.959,94	129.950,23	0,00	158.063,59
1995	0,00	26.153,42	1.959,94	129.950,23	54.313,56	103.750,03
2000	0,00	26.153,42	1.959,94	129.950,23	85.534,54	72.529,05
2005	0,00	27.566,28	1.554,14	113.675,08	101.491,82	41.303,68
2010	0,00	61.491,98	1.476,98	45.526,33	88.792,05	19.703,25
2015	0,00	37.377,15	1.168,85	47.936,55	63.830,18	23.132,62
2017	0,00	43.771,85	664,20	21.093,75	51.381,27	14.148,53
2018	0,00	34.591,25	2.132,65	40.743,85	61.560,15	15.907,60
2019	0,00	34.591,25	2.132,65	40.743,85	62.781,15	14.686,60

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES, con base en datos de INFONA, PAYCO, Huang et al. 2009 y Mapas de Cobertura de Usos de la Tierra y Cambios de Usos de la Tierra según categorías del IPCC (2021).

En la Figura 6.17 se presenta la tendencia de las superficies utilizadas para las estimaciones de la subcategoría de tierras forestales convertidas en tierras de cultivo.

Figura 6.17. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivos: datos de actividad (hectáreas), 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

El comportamiento de las superficies a lo largo de la serie temporal presenta una tendencia muy variable, en el estrato de BHRO se observa un descenso hasta 2017 y ascenso en el período 2018-2019, los demás estratos presenta una tendencia estable con algunos picos interesantes, los cuales coinciden con los inicios y finales de los períodos de los Mapas Refinados de Cobertura

Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC desarrollado por INFONA. Del mismo modo, se puede observar que de 1990 a 2006, el estrato que presenta mayor superficie de cambios de uso de la tierra es el de Bosque Húmedo de la Región Oriental (BHRO) y la disminución a este último año se encuentra relacionada con la entrada en vigor de la Ley de Deforestación Cero para la Región Oriental. Posteriormente se visualiza que desde 2006 a 2019, existe una casi paridad de contribución porcentual de los estratos de Bosque Subhúmedo Inundable del Río Paraguay (BSHIRP) y Bosque Subhúmedo del Cerrado (BSHC).

6.5.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Son varias las fuentes de los factores de emisión y datos paramétricos utilizados en la categoría de *tierras de cultivo* para las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI. En su mayoría, pertenecen a factores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento de 2019*, datos nacionales generados a partir de la recopilación de informaciones de los distintos actores claves del sector, así como de consultas realizadas a expertos y revisiones bibliográficas. Del mismo modo que para la categoría de *tierras forestales*, los factores de emisión por defecto fueron desagregados según la clasificación de zonas ecológicas adoptada para el presente INGEI, como se menciona en la sección 6.2.

Debido a la cantidad de factores de emisión y de datos paramétricos utilizados en este INGEI, a modo de presentar estas informaciones compiladas y organizadas, se presentan en el Anexo 3.4.2.

6.5.3. Incertidumbre específica de la categoría

Las incertidumbres se encuentran asociadas tanto a los factores de emisión seleccionados para cada fuente, así como a los datos de actividad empleados en las estimaciones de la categoría.

El método utilizado para el análisis de la incertidumbre corresponde al método 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* de propagación del error. En la Tabla 6.21 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.21. Tierras forestales: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	40,00	40,00	75,00	75,00	85,00	85,00
Tierras forestales que se convierten en tierras de cultivo	CO ₂	6,53	6,53	113,98	113,98	114,17	114,17

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.5.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Con el fin de mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2019, las estimaciones de emisiones y absorciones de esta categoría fueron calculadas utilizando el mismo método para todos los años, con los factores de emisión y datos paramétricos correspondientes. Con respecto a la fuente de datos, fueron utilizados diferentes fuentes según la disponibilidad de datos para abarcar toda la serie temporal, correspondiendo a áreas geográficas representativas del país.

6.5.5. Actividades de GCCV de la categoría

6.5.5.1. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que se lo compila. Las actividades de CC comprenden métodos generales como los controles de exactitud aplicados a la adquisición de los datos y a los cálculos, y la utilización de procedimientos normalizados aprobados para los cálculos de las emisiones y absorciones, las mediciones, la estimación de las incertidumbres, el archivo de la información y la declaración. Las actividades de CC comprenden también las revisiones técnicas de las categorías, los datos de la actividad, los factores de emisión, otros parámetros y métodos de estimación.

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector UTCUTS, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *tierras de cultivos* y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.13.

6.5.5.2. Garantía de calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

6.5.5.3. Verificación

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, la verificación se refiere al conjunto de actividades y procedimientos que se llevan a cabo durante la planificación y la elaboración de un inventario, o después de terminarlo, y que puede contribuir a definir su fiabilidad para los usos que se pretende dar al inventario. Se refiere específicamente a los métodos externos al inventario que aplican datos independientes, entre lo que se incluyen las comparaciones con estimaciones del inventario efectuadas por otros organismos o por métodos alternativos. Las actividades de verificación pueden ser parte tanto de la GC como del CC, según los métodos usados y la etapa en la cual se utiliza la información independiente.

Es una buena práctica realizar verificaciones de control de calidad mediante procedimiento de garantía de calidad y control de calidad, así como revisiones por expertos de los procedimientos de estimación de las emisiones.

Para el presente INGEI, no se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

6.5.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos se aplicaron a toda la serie temporal 1990-2019. Se realizó el recálculo para el período 1990-2017, y nuevos cálculos para los años 2018 y 2019.

El recálculo de 1990-2017 y nuevos cálculos de 2018 y 2019 generaron diferencias en toda la serie temporal, debido principalmente a la actualización de valores de porcentajes de cultivos por siembra directa y siembra convencional por tipos de cultivos anuales; y a la actualización de algunos parámetros por defecto del *Refinamiento de 2019* de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Como se menciona en la sección 6.1, en esta categoría se estimó el depósito de biomasa para las subcategorías de *tierras de cultivo que permanecen como tales* y *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo*, se estimó el depósito de materia orgánica muerta con valores de existencia de C actualizados del Inventario Forestal Nacional (IFN) 2015 para la subcategoría de *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* y se estimó el depósito de carbono del suelo teniendo en cuenta la desagregación de los cultivos según su tipo de gestión, en cultivos con sistemas de siembra convencional y cultivos con sistemas de siembra directa para las subcategorías de *tierras de cultivo que permanecen como tales* y *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo*.

En la Tabla 6.22 se presenta la diferencia con respecto al INGEI anterior, INGEI 1990-2017 reportado en el IBA3, y se observan importantes aumentos y disminuciones de emisiones de GEI (kt CO₂ eq) lo largo de la serie temporal.

Tabla 6.22. Tierras de cultivo: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI IBA3	40.514,14	39.038,37	39.256,81	37.775,33	27.351,82	32.122,74	11.124,31		
INGEI CCN	40.674,00	40.316,33	40.919,24	36.828,04	29.039,81	20.459,54	13.562,19	16.249,75	16.629,16
Diferencia	-159,86	-1.277,96	-1.662,43	947,29	-1.687,99	11.663,20	-2.437,88		
Diferencia %	0,39%	3,27%	4,23%	-2,51%	6,17%	-36,31%	21,91%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con datos del INGEI 1990-2017.

6.5.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A continuación, se describen las acciones que el Equipo Técnico de Inventarios planea implementar para el mejoramiento del INGEI en los próximos ciclos de inventarios.

- Mejorar los datos de actividad de cultivos perennes leñosos de tal manera a que se pueda garantizar la inclusión de toda estructura de vegetación leñosa que se encuentre por debajo de los umbrales utilizados para la categoría tierras forestales, los cuales podrían ser identificados mediante análisis de imágenes satelitales.
- Así también, la discriminación entre cultivos perennes leñosos maduros y en crecimiento es necesaria puesto que con las suposiciones que se adoptaron para este INGEI, se podría estar sobreestimando la cantidad de carbono absorbido por estos cultivos.
- Se ve la necesidad de generar valores de existencias de carbono en el suelo específicos del país para tierras de cultivo.

- Mejorar la desagregación de la categoría teniendo en cuenta: regímenes de gestión (rotación de cultivos).

6.6. Pastizales (FCR 4.C)

6.6.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, los pastizales abarcan a los pastizales naturales y a las pasturas implantadas. En general se distinguen del “bosque” como ecosistemas con una cobertura forestal de árboles inferior a un cierto umbral, que varía de una región a otra. En los pastizales predomina el carbono subterráneo, que se encuentra principalmente en las raíces y en la materia orgánica del suelo. Muchas especies de pastizales se han adaptado para hacer frente al pastoreo y los daños normales ocasionados por el fuego y, en consecuencia, tanto la vegetación como el carbono del suelo son relativamente resistentes a las perturbaciones ocasionados por el pastoreo moderado y los incendios.

Esta categoría abarca las emisiones y absorciones de carbono en los pastizales debido a los cambios en la biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo, asociadas con la gestión del pastizal y los cambios de esta gestión; también las emisiones de los gases de efecto invernadero no-CO₂ debidas al quemado de la biomasa. Se encuentra dividida en las subcategorías de *pastizales que permanecen como tales* y *tierras convertidas en pastizales*.

En el contexto nacional, se estimaron las subcategorías de: *pastizales que permanecen como tales* para el depósito de carbono del suelo de los pastizales naturales y de las pasturas implantadas (ganadería); y de *tierras convertidas en pastizales*, específicamente *tierras forestales convertidas en pastizales* para los depósitos de biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo.

Una evaluación de Paraguay Oriental muestra que la agricultura y las pasturas cubren más del 80% de la región (Braun, 2016). Según un análisis realizado para el presente inventario, en 2019 los pastizales naturales (campos naturales) se encuentran distribuidos en un 42,56 % en el estrato Bosque Subhúmedo Inundable del Río Paraguay (BHIRP), un 32,69 % en el estrato Bosque Seco Chaqueño (BSCH), un 22,90 % en el estrato Bosque Húmedo de la Región Oriental (BHRO) y 1,85 % en el estrato Bosque Subhúmedo del Cerrado (BHC); y las pasturas implantadas se encuentran en un 71,89 % en la Región Occidental (Chaco) y en un 28,11 % en la Región Oriental. Estos valores se obtuvieron a través de los Mapas Refinados de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC generados por INFONA en 2022 y a través de datos tabulares del Ministerio de Agricultura y Ganadería (ver sección 6.2).

En la Tabla 6.23 se presenta la distribución de las superficies pastizales según su estado y gestión. Esta información se obtuvo a partir de juicio de expertos realizado en junio de 2022.

Tabla 6.23. Pastizales: distribución porcentual de superficies según estado y gestión.

	Regiones	Estado/gestión	Porcentaje (%)
Pasturas implantadas	Occidental	Pastizal mejorado	85
		Pastizal moderadamente degradado	15
	Oriental	Pastizal mejorado	85
		Pastizal moderadamente degradado	15
Pastizales (campos naturales)	BSCH	Pastizal mejorado	0
		Pastizal moderadamente degradado	0
		Gestionado nominalmente	100
	BSHIRP	Pastizal mejorado	90
		Pastizal moderadamente degradado	10
	BSHC	Pastizal mejorado	0
		Pastizal moderadamente degradado	0
		Gestionado nominalmente	100
	BHRO	Pastizal mejorado	30
		Pastizal moderadamente degradado	70

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico INGEI del MADES según dictamen de expertos.

A partir de esta información se desagregaron las superficies de pastizales en la clasificación mencionada, y con cada superficie resultante se aplicaron factores de emisión por defecto propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento de 2019*.

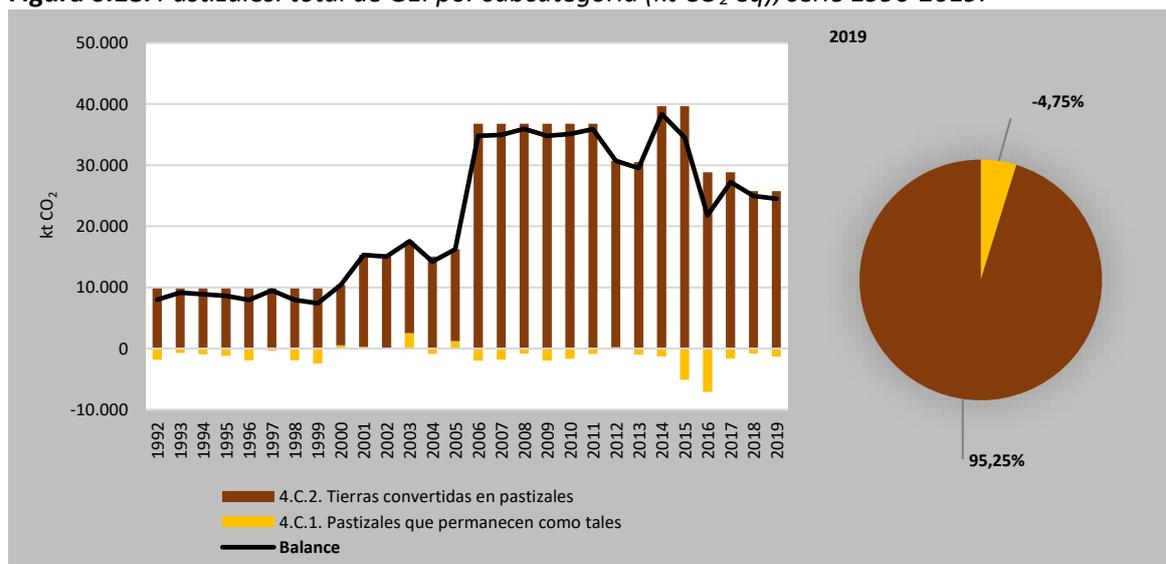
En 2019, el balance de GEI contabilizó 24.486,15 kt CO₂ eq representando el 39,86 % del total de emisiones del sector, aumentando en un 148,56 % desde 1990 y disminuyendo en un 10,03 % desde 2017. El principal motivo del aumento desde 1990 podría ser debido a las habilitaciones de tierras forestales convertidas en pastizales (pasturas implantadas). En este último año de la serie temporal, en la subcategoría de *pastizales que permanecen como tales*, las absorciones disminuyeron en un 25,68 % desde 1991 y en un 22,18 % desde 2017; y en la subcategoría de *tierras forestales convertidas en pastizales*, las emisiones aumentaron en un 161,61 % desde 1990 y disminuyeron en un 10,72 % desde 2017. La subcategoría de *pastizales que permanecen como tales*, incluye el balance de CO₂ del depósito de carbono del suelo, y la subcategoría de *tierras convertidas en pastizales*, específicamente *tierras forestales convertidas en pastizales*, en 2019, incluye las emisiones de CO₂ en los depósitos de biomasa con un 89,27 %, materia orgánica muerta con un 10,73 % y mínimas absorciones de CO₂ en el depósito de carbono del suelo. Respecto a las emisiones y absorciones de CO₂ en términos absolutos por subcategoría, *pastizales que permanecen como tales* mantiene su condición de sumidero en casi toda la serie temporal con un 4,75 %, y *tierras forestales convertidas en pastizales* es la que mayor contribuye al total de emisiones de la categoría con un 95,25 % de emisiones.

En la Tabla 6.24 y en la Figura 6.18 se observa el resumen de emisiones de GEI de *pastizales*.

Tabla 6.24. Pastizales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	0,00	-1.207,01	529,83	1.187,11	-1.685,69	-5.112,30	-1.651,61	-818,22	-1.285,33
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	9.851,07	9.851,07	9.851,07	15.070,79	36.783,74	39.659,16	28.866,49	25.771,49	25.771,49
Total	9.851,07	8.644,06	10.380,90	16.257,90	35.098,05	34.546,85	27.214,88	24.953,26	24.486,15

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Figura 6.18. Pastizales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.6.1.1. Pastizales que permanecen como tales (FCR 4.C.1)

Esta subcategoría incluye las pasturas gestionadas que siempre han tenido la vegetación de los pastizales y el uso de las tierras de pastura u otras categorías de tierras convertidas en pastizales hace más de 20 años. Implica estimar los cambios producidos en las existencias de carbono de los depósitos de carbono, así como las emisiones de gases no CO₂. Las principales fuentes de emisiones y absorciones de los gases de efecto invernadero de esta categoría están asociadas con la gestión del pastizal y los cambios de esta gestión. Los pastizales pueden ser desagregados por tipo, región, o zona climática y sistema de gestión.

Las existencias de C en el suelo de los pastizales están influenciadas por el fuego, la intensidad de pastoreo, la gestión de los fertilizantes, el encalado, el riego, el resembrado de especies de hierba más o menos productivas y césped mezcladas con legumbres que fijan N. A fin de contabilizar los cambios en las existencias de C del suelo relacionados con *pastizales que permanecen como tales*, se debe contar, como mínimo, con estimaciones de la superficie de los pastizales al comienzo y al final del período de inventario. Las clases de gestión de los pastizales deben estratificarse según las regiones climáticas y los principales tipos de suelos.

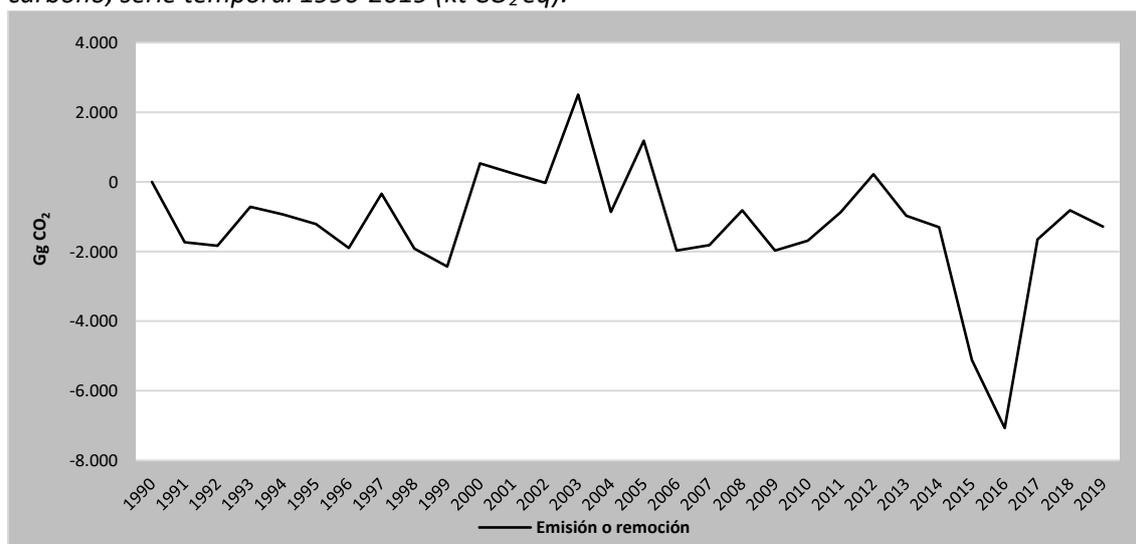
En el contexto nacional, esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de CO₂ que se generan por cambios anuales en las existencias de C en los suelos minerales. Con respecto al depósito de biomasa, se utilizó la suposición del método de Nivel 1, el cual asume que no hay cambios, en los pastizales en los que no hay cambios ni en el tipo ni en la intensidad de la gestión, la biomasa se encuentra en un régimen más o menos constante (esto es, la acumulación de carbono debida al crecimiento vegetal se equilibra con las pérdidas debidas al pastoreo, la descomposición, y el fuego). Del mismo modo, para el depósito de materia orgánica muerta (MOM) se tuvo en cuenta el método de Nivel 1, el cual supone que la MOM están en equilibrio, de modo que no es necesario estimar los cambios en las existencias de carbono para estos depósitos.

Según el análisis de categorías principales del INGEI 1990-2019, *pastizales que permanecen como tales* ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de tendencia. En 2019, las absorciones resultantes de *pastizales que permanecen como tales* contabilizaron -1.285,33 kt CO₂, representando el 4,75 % del balance de la categoría de *pastizales*. En este último

año de la serie temporal, las absorciones disminuyeron en un 25,68 % con respecto a 1991 y disminuyeron en un 22,18 % con respecto a 2017 (Tabla 6.24, Figura 6.18). Esta disminución de las absorciones se encuentra relacionada con el estado y tipo de gestión de los pastizales ubicadas por regiones o estratos.

En 2019, como se mencionó en el párrafo anterior así como en la sección 6.6.1, el balance de cambios de existencias de carbono en suelos minerales corresponde a una remoción de -1.285,33 kt CO₂. En la Figura 6.19 se presenta el balance de cambios de existencias de carbono para toda la serie temporal 1990-2019.

Figura 6.19. Pastizales que permanecen como tales: balance de cambios de existencias de carbono, serie temporal 1990-2019 (kt CO₂ eq).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

En Paraguay ha habido importantes incendios en *pastizales*, principalmente por una gestión inadecuada del uso del fuego combinado con sequías severas. Sin embargo, del mismo modo que para las categorías de *tierras forestales* y *tierras de cultivo*, para este INGEI no ha sido posible incluir la información específica por la falta de datos y de ajustes metodológicos entre datos de actividad y parámetros.

6.6.1.2. Tierras forestales convertidas en pastizales (FCR 4.C.2)

Incluye las *tierras forestales* u otras categorías de uso de la tierra convertidas en *pastizales* en los últimos 20 años. Implica estimar los cambios producidos en las existencias de carbono de los depósitos de carbono (es decir, biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo), así como las emisiones de gases no CO₂. Las principales fuentes de emisiones y absorciones de los gases de efecto invernadero de esta categoría están asociadas con el cambio de uso de la tierra y la gestión. De la conversión en Pastizales de las tierras en estado natural y de las tierras procedentes de otros usos pueden resultar emisiones o absorciones netas de CO₂ tanto en la biomasa como en el suelo.

En el contexto nacional, esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de CO₂ que se generan por cambios anuales en las existencias de C en los depósitos de biomasa, materia orgánica muerta (MOM) y suelos minerales.

Con respecto al depósito de biomasa, se utilizó la suposición del método de Nivel 1, en el cual sólo se calculan los cambios abruptos. La hipótesis de simplificación es que los cambios de existencia se producen en el año de la conversión. Por lo tanto, para las conversiones con más

de un año, pero que todavía se encuentren en período de transición, se supone que no hay cambios netos en las existencias de C de la biomasa, es decir, todos los cambios tienen lugar durante el primer año. Además, se supone que se pierde toda la biomasa del ecosistema anterior, justo después de la conversión, y se supone que la biomasa residual ($B_{\text{DESPUÉS}}$) es, por lo tanto, cero (es decir se elimina toda la vegetación de la tierra antes de que se establezca la vegetación del pastizal).

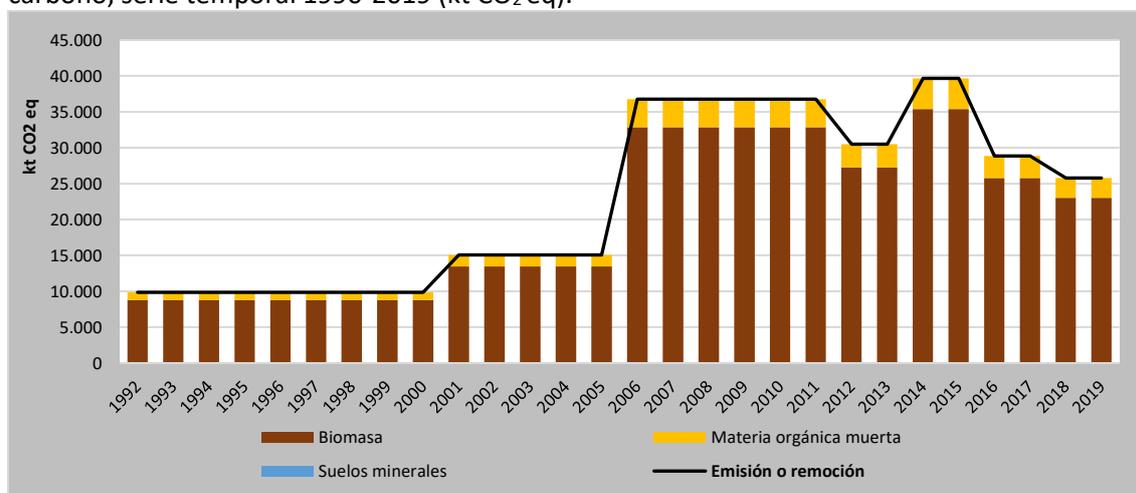
Estimar los cambios en las existencias de carbono en la MOM, para *tierras convertidas en pastizales* requiere un método de dos fases. Durante la primera fase, se produce, a menudo, un cambio abrupto en la MOM relacionada con el cambio en el uso de la tierra, particularmente cuando el cambio es deliberado y relacionado con las operaciones de preparación del terreno (p. ej., desbroce y quemado). En la segunda fase se consideran los procesos de descomposición y acumulación durante un período de transición a un nuevo sistema de régimen constante. En cierto momento, el ecosistema de pastizales debe alcanzar un equilibrio, momento en el cual se lo puede considerar *pastizales que permanecen como tales* y contabilizarse bajo esa categoría. El período de transición por defecto que sigue a la conversión es de 20 años.

Según el análisis de categorías principales del INGEI 1990-2019, *tierras forestales convertidas en pastizales* ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de tendencia. En 2019, las emisiones resultantes de *tierras forestales convertidas en pastizales* contabilizaron 25.771,49 kt CO₂, representando el 95,25 % del balance de la categoría de *pastizales*. En este último año de la serie temporal, las emisiones se incrementaron en un 161,61 % con respecto al año base y disminuyeron en un 10,72 % con respecto a 2017 (Tabla 6.24, Figura 6.19). Como se menciona en la sección 6.6.1, el aumento de las emisiones se encuentra relacionado con el aumento de la superficie de *tierras forestales convertidas en pastizales*.

En 2019, el balance de cambios de existencias de carbono corresponde a una emisión de 23.005,92 kt CO₂ en el depósito de biomasa, una emisión de 2.765,57 kt CO₂ en materia orgánica muerta y una emisión de 0,00 kt CO₂ en el depósito de carbono del suelo.

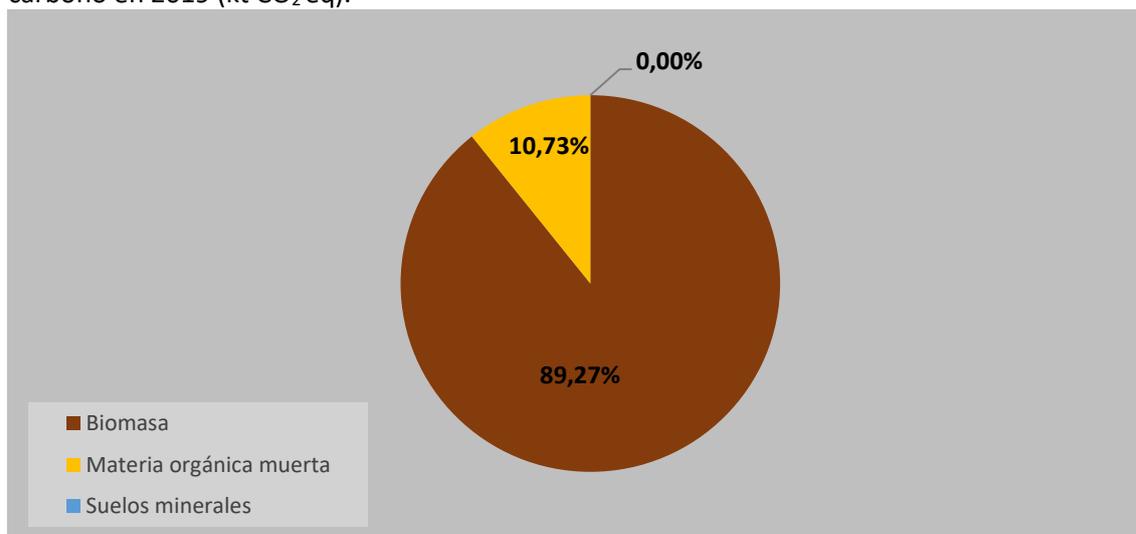
En la Figura 6.20, se presenta el balance de cambios de existencias de carbono para toda la serie temporal 1990-2019, y en la Figura 6.21 se visualiza el balance de cambios de existencias de carbono para el último año inventariado.

Figura 6.20. *Tierras forestales convertidas en pastizales*: balance de cambios de existencias de carbono, serie temporal 1990-2019 (kt CO₂ eq).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 6.21. *Tierras forestales convertidas en pastizales*: balance de cambios de existencias de carbono en 2019 (kt CO₂ eq).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

El cambio en las existencias de C en el depósito de biomasa se estimó teniendo en cuenta las existencias de biomasa antes de la conversión, obtenidas de los valores actualizados del Inventario Forestal Nacional de 2015, las existencias de biomasa después de la conversión por defecto es 0, y factores de emisión como fracción de carbono de la materia seca se utilizaron valores propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* y su *Refinamiento de 2019*.

Los cambios de existencias de C para la subcategoría de tierras forestales convertidas en pastizales, para toda la serie temporal, para los 3 depósitos estimados podrían estar relacionados con las variaciones presentadas en los Mapas Refinados de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC generados por INFONA (2022), mostrando algunos picos ascendentes en los años 2000-2001, 2005-2006 y 2013-2014, y picos descendentes en los años 2011-2012, 2015-2016 y 2017-2018.

El impacto de *tierras forestales convertidas a pastizales* se refleja en los depósitos de carbono (Figura 6.22), en el 2019, la pérdida de biomasa alcanza un 89,27 %, seguido por las pérdidas de materia orgánica muerta con un 10,73 %, y en menor medida en carbono del suelo.

En Paraguay ha habido importantes incendios en *pastizales*, especialmente por una gestión inadecuada del uso del fuego combinado con sequías severas. Sin embargo, del mismo modo que para las categorías de *tierras forestales* y *tierras de cultivo*, para este INGEI no ha sido posible incluir la información específica por la falta de datos y de ajustes metodológicos entre datos de actividad y parámetros.

6.6.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Se aplicó la combinación de los métodos de Nivel 1 y Nivel 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* para las subcategorías de *pastizales que permanecen como tales* y *tierras forestales convertidas en pastizales*, utilizando valores actualizados de biomasa del Inventario Forestal Nacional (IFN) de 2015 para las existencias de biomasa antes de la conversión y valores ponderados por defecto. En la Tabla 6.25 se presentan los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y GEI.

Tabla 6.25. Pastizales: métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y tipo de GEI para 2019.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4.C.	Pastizales	T1, T2, NE, NO	D, CS, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	T1	D, CS	NE	NE	NE	NE
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	T1, NO	D, CS, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	T1	D, CS	NE	NE	NE	NE
4.C.2.b.	Pastizales convertidos en tierras de cultivo	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.C.2.c.	Humedales convertidos en tierras de cultivo	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.C.2.d.	Asentamientos convertidos en tierras de cultivo	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4.C.2.e.	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2 D = Por defecto; CS = País específico; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En general, la estimación de emisiones y absorciones de C en las subcategorías de *pastizales que permanecen como tales* y de *tierras forestales convertidas en pastizales*, se realizó mediante la Ecuación 2.3 de las *Directrices del IPCC de 2006* (Ecuación 6.4), donde los cambios en las existencias de carbono dentro de un estrato se estiman sumando los cambios de todos los depósitos.

Ecuación 6.4

Pastizales: Cambios en las existencias anuales de carbono para un estrato de una categoría de uso de la tierra como la suma de los cambios de todos los depósitos.

$$\Delta C_{LU_i} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO} + \Delta C_{HWP}$$

Donde:

ΔC_{LU_i} = cambios en las existencias de carbono para un estrato de una categoría de uso de la tierra. Los subíndices se refieren a los siguientes depósitos de carbono:

AB = biomasa aérea

BB = biomasa subterránea

DW = madera muerta

LI = hojarasca

SO = suelos

PMR = productos de madera recolectada

Fuente: Ecuación 2.3; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

Para la subcategoría de *pastizales que permanecen como tales*, el método Nivel 1 implica suponer que no hay cambios en la biomasa. En los pastizales en los que no hay cambios ni en el tipo ni en la intensidad de la gestión, la biomasa estará en un régimen más o menos constante (esto es, la acumulación de carbono debida al crecimiento vegetal se equilibra con las pérdidas debidas al pastoreo, la descomposición, y el fuego). En los pastizales en los que se producen cambios en la gestión a través del tiempo (p. ej., mediante la introducción de sistemas silvopastoriles, la eliminación de árboles/matras debido a la gestión del pastoreo, la gestión de pasturas mejoradas u otras prácticas), los cambios en las existencias de carbono pueden ser significativos por lo que se alienta a avanzar a una metodología de nivel superior y para ello es necesario obtener valores país o región específicos respecto de depósitos de carbono en la biomasa aérea y subterránea de *pastizales*. Para el depósito de MOM, se supone que la materia muerta y los depósitos de hojarasca están en el equilibrio, de modo que no es necesario estimar los cambios en las existencias de carbono. Para los suelos minerales, se basa en los cambios en las existencias del C orgánico del suelo en un periodo de tiempo finito a consecuencia de cambios en la gestión que tienen su impacto sobre la reserva de C orgánico del suelo, después de un periodo de transición finito, se puede suponer un régimen constante para estas existencias. Las ecuaciones también utilizadas para la estimación de esta subcategoría, específicamente para el depósito de suelos minerales, corresponden a las propuestas por las *Directrices del IPCC de 2006* en el Volumen 4, Capítulo 2:

- Ecuación 2.2 – Cambios en las existencias anuales de carbono para una categoría de uso de la tierra como la suma de los cambios de cada uno de los estratos dentro de la categoría,
- Ecuación 2.25 – Cambio anual en las existencias de carbono orgánico en suelos minerales.

Para la subcategoría de *tierras forestales convertidas a pastizales*, el método Nivel 1 establece que el cambio en las existencias de carbono de la biomasa debe estimarse utilizando la Ecuación 2.15. Los cambios de existencias de carbono promedio equivalen a los cambios de existencia de carbono debidos a la eliminación de biomasa del uso de la tierra inicial (es decir, el carbono de la biomasa inmediatamente después de la conversión menos el carbono de la biomasa previo a ella), más las existencias de carbono del crecimiento que sigue a la conversión. En este nivel, se supone que se pierde toda la biomasa del ecosistema anterior, justo después de la conversión, incluso si no hay cambio abrupto, y se supone que la biomasa residual es cero, es decir, se elimina toda la vegetación de la tierra antes de que se establezca la vegetación del pastizal. Además, se supone que los pastizales alcanzan su biomasa de régimen constante durante el primer año posterior a la conversión. En el depósito de materia orgánica muerta (MOM), el método Nivel 1 supone por defecto que se elimina toda la madera muerta y la hojarasca durante la conversión y que no permanece ni se acumula madera muerta u hojarasca en las *tierras convertidas en pastizales*. Con respecto a los suelos minerales, el método es básicamente el mismo que el que se usa para *pastizales que permanecen como tales*, excepto que la preconversión de las existencias de C depende de los factores de cambio para otro uso de la tierra. Específicamente, las existencias iniciales (antes de la conversión) de C orgánico del suelo ($SOC_{(0-T)}$) y las existencias del último año del periodo de inventario (SOC_0) se contabilizan a partir de las existencias de referencia por defecto de C orgánico del suelo (SOC_{REF}) y los factores de cambio de existencias (F_{LU} , F_{MG} , F_I). Las tasas anuales de cambio de existencias se estiman basándose en la diferencia en las existencias (a través del tiempo) para el primer y el último año del periodo de inventario, dividido por la dependencia temporal de los factores de cambio de existencias (D , el valor por defecto es de 20 años). Las ecuaciones también utilizadas para la estimación de esta subcategoría, para los depósitos de biomasa, MOM y suelos minerales, corresponden a las propuestas por las *Directrices del IPCC de 2006* en el Volumen 4, Capítulo 2:

- Ecuación 2.2 – Cambios en las existencias anuales de carbono para una categoría de uso de la tierra como la suma de los cambios de cada uno de los estratos dentro de la categoría,
- Ecuación 2.16 – Cambio inicial en las existencias de carbono en la biomasa de tierras convertidas a otra categoría.
- Ecuación 2.23 – Cambio anual en las existencias de carbono en madera muerta y hojarasca debido a la conversión en el uso de la tierra.
- Ecuación 2.25 – Cambio anual en las existencias de carbono orgánico en suelos minerales.

6.6.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad utilizados en la categoría de *pastizales* corresponden a datos geoespaciales proveídas por los Mapas Refinados de Cobertura y Usos de la Tierra según categorías del IPCC desarrollados por INFONA en 2022, así como también a datos tabulares provistos por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), estos datos se encuentran plasmados en la representación de tierras, con la generación de matrices de uso de la tierra y de cambio de uso de la tierra para toda la serie temporal 1990-2019, desarrollada para este INGEI como se menciona en la sección 6.3.

La categoría de *tierras de cultivo* de los mapas del INFONA utilizados en el presente INGEI, contempla tierras destinadas a la agricultura y tierras destinadas a la ganadería, sin embargo, las mismas no se encuentran desagregadas según estas actividades ni tampoco según los tipos de cultivos como se mencionó en la sección 6.5.2.1. Por este motivo, para obtener los datos de actividad a utilizar en las estimaciones de las emisiones y absorciones de esta categoría, en líneas generales, se realizaron las siguientes actividades:

1. Cálculos auxiliares de los datos de superficies por tipos de cultivos del MAG, para obtener los valores de cultivos anuales y perennes por regiones para toda la serie temporal 1990-2019.
2. División del estrato BSHIRP por región (occidental y oriental), específicamente de las superficies de *tierras de cultivo* de los mapas generados por INFONA. Con esto se obtuvo el porcentaje que comprenden estas superficies por región, para luego relacionarlos con los datos tabulares del MAG obtenidos en la actividad 1.
3. Agrupación de superficies de *tierras de cultivo* de los mapas de INFONA y de Huang et al. (2009), por región (occidental y oriental) para toda la serie temporal 1990-2019 con lo resultado en la actividad 2.
4. Sustracción de las superficies de *tierras de cultivo* de los mapas de INFONA (obtenida en la actividad 3), las superficies de cultivos del MAG (resultante de la actividad 1), para toda la serie temporal 1990-2019. Esto se realizó con el objetivo de obtener las superficies de pasturas implantadas por región que posteriormente fueron utilizadas en las estimaciones de la subcategoría *pastizales que permanecen como tales*.
5. Además, según bibliografía se asumió que toda tierra forestal convertida en tierra de cultivo para el estrato de Bosque Seco Chaqueño (BSCH) de los mapas de INFONA, corresponde a la habilitación para tierras de pastoreo (pasturas implantadas). Por tanto, estas superficies se adicionaron a las superficies de cambios de la categoría de *tierras forestales a pastizales* que presentan los mapas de INFONA. Las superficies resultantes fueron las utilizadas para la estimación de la subcategoría de *tierras forestales convertidas en pastizales*.

En la Tabla 6.26 se presenta un resumen de los datos de actividad utilizados para las estimaciones de emisiones y absorciones de la categoría, y en el Anexo 3.4.1 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

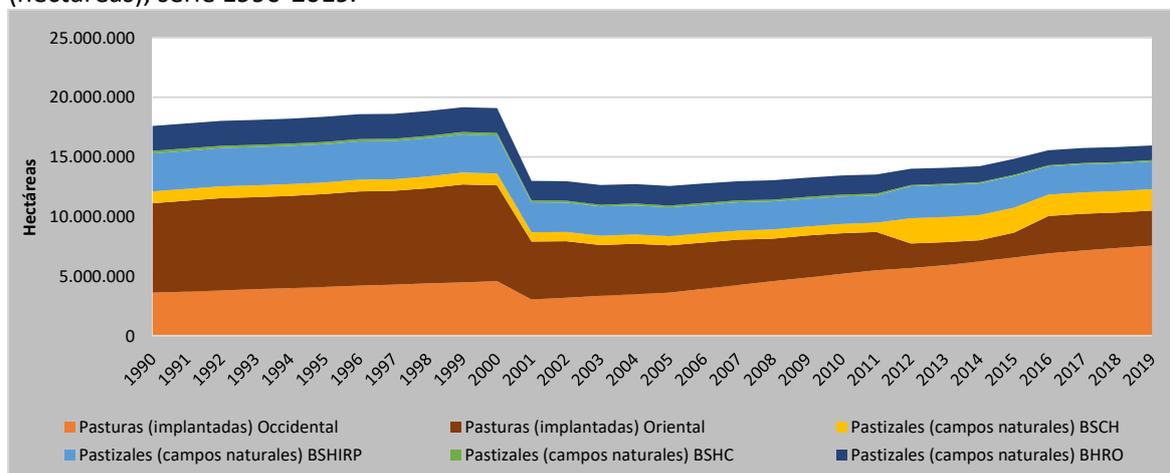
Tabla 6.26. Pastizales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019.

Año	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales						4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales				
	Pasturas (implantadas)		Pastizales (campos naturales)				BSCH	BSHIRP	BSHC	BHRO	Palmar
	Occidental	Oriental	BSCH	BSHIRP	BSHC	BHRO					
1990	3.620.947,85	7.488.708,98	984.233,17	3.203.551,56	195.987,23	2.090.041,15	69.437,05	15,01	0,00	4,53	0,00
1995	4.106.594,53	7.774.126,82	984.233,17	3.203.634,17	195.987,23	2.090.065,99	69.437,05	15,01	0,00	4,53	0,00
2000	4.570.500,41	8.036.460,67	984.233,17	3.203.716,78	195.987,23	2.090.090,84	69.437,05	15,01	0,00	4,53	0,00
2005	3.628.444,35	3.952.893,25	768.037,20	2.415.185,60	153.674,80	1.639.366,10	106.247,04	15,82	0,00	3,96	0,00
2010	5.195.576,26	3.412.232,37	759.791,95	2.306.652,35	153.204,22	1.606.716,85	259.223,37	42,40	0,00	66,78	0,00
2015	6.564.017,28	2.083.200,24	2.097.510,30	2.636.209,60	110.908,00	1.344.398,30	279.684,70	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	7.156.250,27	3.073.911,03	1.793.535,53	2.359.837,69	101.586,60	1.257.756,36	203.572,55	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	7.365.840,30	2.961.877,45	1.792.270,17	2.345.956,05	101.586,60	1.256.205,40	181.745,95	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	7.541.359,33	2.948.266,82	1.791.004,80	2.332.074,40	101.586,60	1.254.654,44	181.745,95	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.22 se observa la tendencia de los datos de actividad utilizados para las estimaciones de la subcategoría de *pastizales que permanecen como tales* para toda la serie temporal. Las mismas corresponden a las pasturas implantadas clasificadas por región occidental y oriental, y a los pastizales naturales desagregados por estratos: BSCH, BSHIRP, BSHC, BHRO.

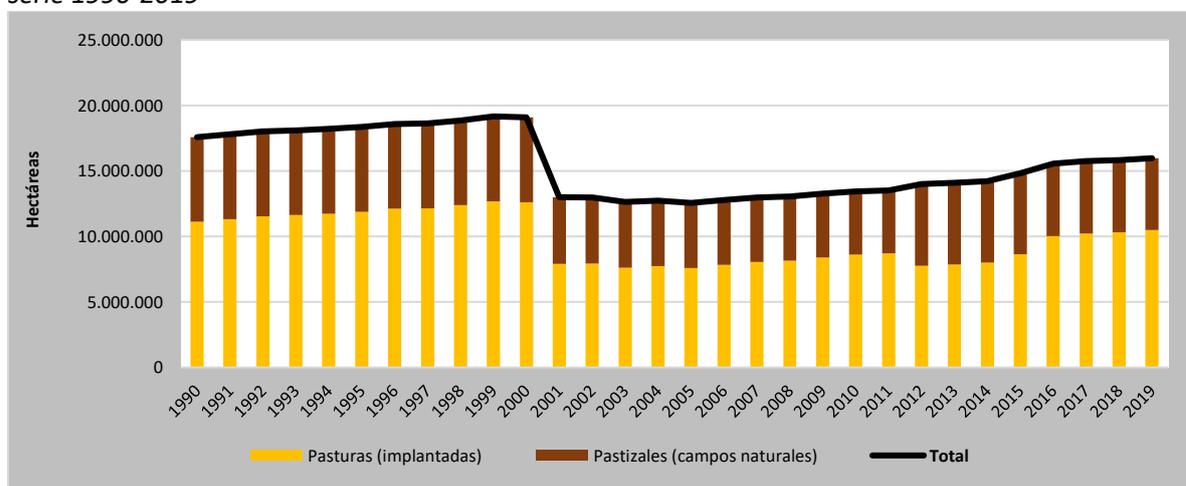
Figura 6.22. *Pastizales que permanecen como tales: datos de actividad desagregados (hectáreas), serie 1990-2019.*



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.23 se presentan las superficies de pasturas implantadas y pastizales naturales en forma agregadas a nivel nacional, en la serie temporal 1990-2019.

Figura 6.23. *Pastizales que permanecen como tales: datos de actividad agregados (hectáreas), serie 1990-2019*

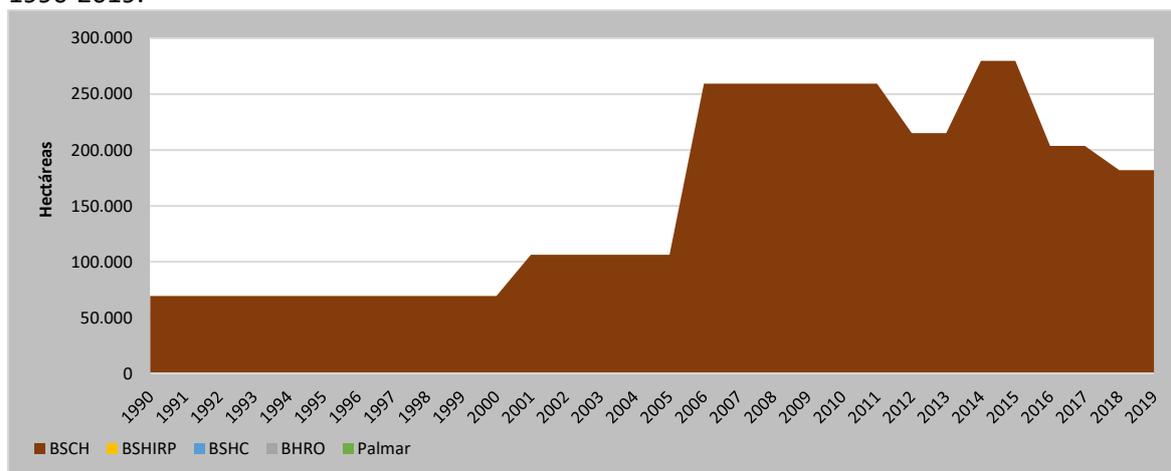


Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En ambas figuras se observan un salto significativo entre los años 2000 y 2001. Esto se encuentra directamente relacionado con las diferentes metodologías utilizadas en los mapas de Huang et al. (2009) para los años 1990-2000, y de INFONA (2022) para los períodos 2000-2005-2011, 2011-2013-2015 y 2015-2017-2019 según categorías del IPCC.

En la Figura 6.24 se observan los datos de actividad utilizados para las estimaciones de la subcategoría de *tierras forestales convertidas en pastizales*, para toda la serie temporal.

Figura 6.24. *Tierras forestales convertidas en pastizales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019.*



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.24 se observa que la mayoría, casi la totalidad, de las *tierras forestales convertidas en pastizales* ocurren en el estrato de BSCH, siendo atribuidos a las actividades ganaderas (pasturas implantadas), según el supuesto mencionado a partir de las revisiones bibliográficas mencionadas algunos párrafos atrás.

En secciones anteriores se mencionó que, actualmente se cuentan con datos de áreas quemadas para el periodo 2001-2017 generados por la NASA, a través del contacto realizado por el MADES a la Agencia Espacial del Paraguay (AEP). Estas informaciones presentan una desagregación de áreas quemadas por categorías del IPCC, entre las cuales se encuentra la categoría de pastizales, por lo que, estas informaciones deberán ser complementadas con otras más desagregadas para el posible reporte en el siguiente INGEI de Paraguay.

6.6.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión y datos paramétricos utilizados en la categoría de *pastizales* para las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI provienen de diferentes fuentes. Pertenecen a valores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006 y su Refinamiento de 2019*, y a datos nacionales (como por ej. los datos actualizados de existencias de biomasa de tierras forestales del Inventario Forestal Nacional de 2015, utilizados en la subcategoría de *tierras forestales convertidas en pastizales*), así también al dictamen de expertos generada luego de las reuniones de Juicios de Expertos sobre Pastizales del Paraguay realizadas en junio de 2022. Los factores de emisión por defecto fueron desagregados según la clasificación de zonas ecológicas adoptada para el presente INGEI, como se menciona en la sección 6.2.

Debido a la cantidad de factores de emisión y de datos paramétricos utilizados en este INGEI, a modo de presentar estas informaciones compiladas y organizadas, se presentan en el Anexo 3.4.2

6.6.3. Incertidumbre específica de la categoría

Las incertidumbres se encuentran asociadas tanto a los factores de emisión seleccionados para cada fuente, así como a los datos de actividad empleados en las estimaciones de la categoría.

El método utilizado para el análisis de la incertidumbre corresponde al método 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* de propagación del error. En la Tabla 6.27 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.27. Pastizales: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Pastizales que permanecen como tales	CO2	40,53	40,53	75,00	75,00	85,25	85,25
Tierras forestales convertidas en pastizales	CO2	6,53	6,53	113,98	113,98	114,17	114,17

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.6.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Del mismo modo que para las categorías de *tierras forestales* y *tierras de cultivo* las estimaciones de emisiones y absorciones de esta categoría fueron calculadas utilizando el mismo método para todos los años (serie temporal 1990-2019), con los factores de emisión y datos paramétricos correspondientes. Con respecto a la fuente de datos, fueron utilizados diferentes fuentes según la disponibilidad de datos para abarcar toda la serie temporal, correspondiendo a áreas geográficas representativas del país.

6.6.5. Actividades de GCCV de la categoría

6.6.5.1. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que se lo compila. Las actividades de CC comprenden métodos generales como los controles de exactitud aplicados a la adquisición de los datos y a los cálculos, y la utilización de procedimientos normalizados aprobados para los cálculos de las emisiones y absorciones, las mediciones, la estimación de las incertidumbres, el archivo de la información y la declaración. Las actividades de CC comprenden también las revisiones técnicas de las categorías, los datos de la actividad, los factores de emisión, otros parámetros y métodos de estimación.

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector UTCUTS, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *pastizales* y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.13.

6.6.5.2. Garantía de calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas

y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

6.6.5.3. Verificación

Según las Directrices del IPCC de 2006, la verificación se refiere al conjunto de actividades y procedimientos que se llevan a cabo durante la planificación y la elaboración de un inventario, o después de terminarlo, y que puede contribuir a definir su fiabilidad para los usos que se pretende dar al inventario. Se refiere específicamente a los métodos externos al inventario que aplican datos independientes, entre lo que se incluyen las comparaciones con estimaciones del inventario efectuadas por otros organismos o por métodos alternativos. Las actividades de verificación pueden ser parte tanto de la GC como del CC, según los métodos usados y la etapa en la cual se utiliza la información independiente.

Es una buena práctica realizar verificaciones de control de calidad mediante procedimiento de garantía de calidad y control de calidad, así como revisiones por expertos de los procedimientos de estimación de las emisiones.

Para el presente INGEI, no se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

6.6.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos se aplicaron a toda la serie temporal 1990-2019. Se realizó el recálculo para el período 1990-2017, y nuevos cálculos para los años 2018 y 2019.

El recálculo de 1990-2017 y nuevos cálculos de 2018 y 2019 generaron diferencias en toda la serie temporal, debido principalmente a la actualización de la distribución del estado y gestión de los pastizales por región y estratos desarrollado en el juicio de expertos y a la actualización de algunos parámetros por defecto del *Refinamiento de 2019* de las *Directrices del IPCC de 2006*.

En la Tabla 6.28 se presenta la diferencia con respecto al INGEI anterior, INGEI 1990-2017 reportado en el IBA3, donde se observan importantes aumentos y disminuciones de emisiones de GEI (kt CO₂ eq) lo largo de la serie temporal.

Tabla 6.28. Pastizales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI IBA3	5.725,54	4.534,30	7.109,97	11.392,46	20.192,37	25.899,53	15.208,78		
INGEI CCN	9.851,07	8.644,06	10.380,90	16.257,90	35.098,05	34.546,85	27.214,88	24.953,26	24.486,15
Diferencia	-4.125,53	-4.109,76	-3.270,93	-4.865,44	-14.905,68	-8.647,32	-12.006,10		
Diferencia %	72,05%	90,64%	46,00%	42,71%	73,82%	33,39%	78,94%		

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES con datos del INGEI 1990-2017.

6.6.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A continuación, se describen acciones para el mejoramiento de la categoría de *pastizales* del INGEI de Paraguay en los próximos ciclos.

- El sistema silvopastoril (SSP) se caracteriza por asociación de ganadería, árboles y pastura, la interacción entre estos componentes aporta beneficios tanto al suelo, como

a la pastura, al ganado y a los árboles y permite un aumento en la productividad y la diversificación de la producción. Actualmente en Paraguay se han implementado con éxito estos sistemas, es por ello que sería una mejora importante contar con informaciones de superficies de plantaciones con sistemas silvopastoriles para el siguiente INGEI.

- Es necesario obtener valores país específicos respecto de depósitos de carbono, especialmente en lo que se refiere a biomasa aérea y subterránea de los pastizales, que permitan avanzar a una metodología de nivel superior.
- Sería importante establecer mecanismos para recabar mejores datos sobre el estado de gestión de las pasturas y pastizales (degradado, mejorado).

6.7. Humedales (FCR 4.D)

6.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría estima y declara las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producidas por humedales gestionados. Los *humedales* gestionados se limitan a aquellos en ellos que el nivel freático se modifica artificialmente o a los que hayan sido creado por la actividad humana. Incluyen todo tipo de tierras que estén cubiertas o saturadas por aguas todo el año o la mayor parte y que no entran en las categorías de *tierras forestales*, *tierras de cultivo o pastizales*. Las *Directrices del IPCC de 2006* brinda estimaciones para las emisiones CO₂ de todas las tierras convertidas en tierras inundadas permanentemente. Existen algunos usos de los *humedales* que no se incluyen porque no se dispone de metodologías apropiadas. Entre estos se incluyen los estanques de gestión de estiércol, los de efluentes industriales, los de acuicultura y la rehumectación de humedales previamente drenados o la restauración de humedales.

Las *Directrices del IPCC de 2006* brindan orientación sobre cómo estimar y declarar las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por humedales gestionados considerando dos categorías, turberas o bonales y tierras inundadas (reservorios o embalses) para la producción de energía, irrigación, navegación o recreación. Por tanto, la clasificación de la categoría de *humedales* es la siguiente: *humedales que permanecen como tales*, donde se encuentran las subcategorías de *bonales que permanecen como tales* y *tierras inundadas que permanecen como tales*; y en *tierras convertidas en humedales* se divide en *tierras convertidas para la extracción de turba* y *tierras convertidas en tierras inundadas*.

Paraguay no cuenta con humedales de turberas, por tanto, las subcategorías de *bonales que permanecen como tales* y *tierras convertidas para la extracción de turba* no ocurren en el país. La subcategoría de *tierras inundadas que permanecen como tales* ocurre en el país, principalmente debido a embalses para producción de energía, sin embargo, debido a falta de información desagregada proveniente de los datos de actividad geoespaciales, y debido a la falta de tiempo por la pandemia del COVID-19, para recopilar otros datos de actividad y parámetros no pudo ser estimada la misma. Por tanto, en este INGEI se contabilizan las emisiones de CO₂ asociadas a tierras inundadas (reservorios o embalses), específicamente para *tierras convertidas en tierras inundadas*.

Las emisiones de N₂O de *humedales* gestionados para la filtración de efluentes agrícolas de fuente difusa, como fertilizantes y pesticidas, se incluyen en las emisiones indirectas de los abonos del suelo (Capítulo 5 - Sector Agricultura y Ganadería).

En el contexto nacional, se estimó la subcategoría de *tierras convertidas a tierras inundadas*, específicamente *tierras forestales convertidas a tierras inundadas*, denominado para este INGEI, *tierras forestales convertidas en humedales*, para el depósito de C de biomasa.

En Paraguay, la transformación de tierras a *humedales* suele ocurrir para actividades de acuicultura, estanques, zonas de almacenamiento de aguas (tajamares, tanques australianos) y como sistemas de tratamiento de efluentes.

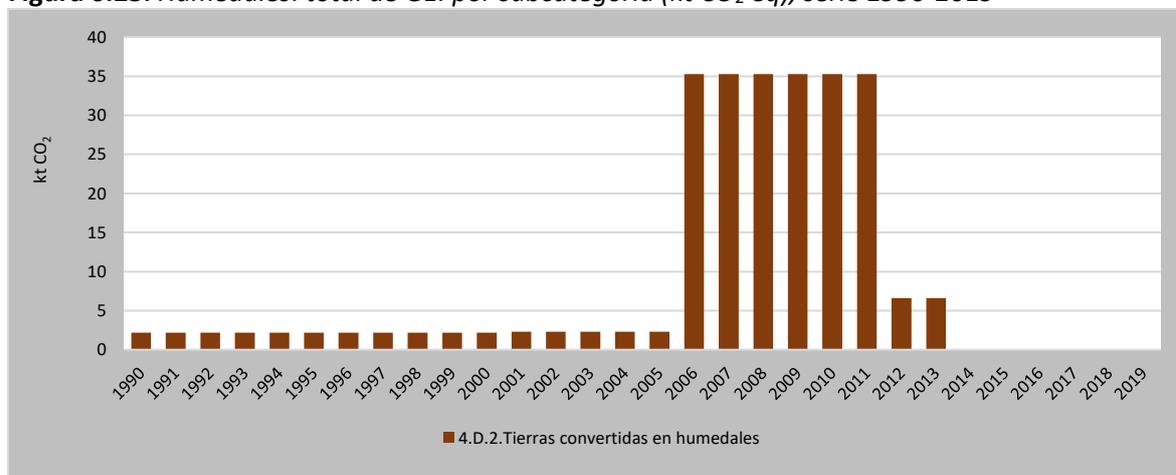
En 2019, según los mapas refinados de INFONA, no hubo conversiones de *tierras forestales a humedales*. En 2013, se contabilizó una emisión de 6,61 kt CO₂ eq representando el 0,01 % del total de emisiones del sector, aumentando un 201,83 % con relación a 1990 y disminuyendo en un 81,25 % con respecto al período comprendido entre 2006-2011. La tendencia de la categoría es directamente proporcional a los datos de actividad, es por ello, que desde 2014 a 2019 no se registran emisiones ya que no se detectaron cambios de tierras forestales a humedales para esos años. En la presente categoría se podría estar subestimando las emisiones de GEI, puesto que ocurren cambios de otros usos de la tierra a *humedales*. En la Tabla 6.29 y en la Figura 6.25 se observa el resumen de emisiones de GEI de *humedales*.

Tabla 6.29. Humedales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq) serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.D.1. Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	2,19	2,19	2,19	2,31	35,26	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	2,19	2,19	2,19	2,31	35,26	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de inventarios del MADES.

Figura 6.25. Humedales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.7.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, para la estimación de las emisiones de CO₂ de la categoría *humedales* se aplicó una combinación del método Nivel 1 y Nivel 2 para *tierras convertidas en humedales*. El método Nivel 2 proviene de las estimaciones realizadas para las *tierras forestales convertidas en humedales*. Se utilizaron valores por defecto y valores actualizados de biomasa del Inventario Forestal Nacional (IFN) de 2015.

En la Tabla 6.30 se presentan los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y GEI.

Tabla 6.30. Humedales: métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y tipo de GEI para 2017.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4.D.	Humedales	T1, T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.D.1.	Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	T1, T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.D.2.a.	Tierras forestales convertidas en humedales	T1, T2	D, CS	NE	NE	NE	NE
4.D.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.2.c.	Pastizales convertidos en humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.2.d.	Asentamientos convertidos en humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.2.e.	Otras tierras convertidas en humedales	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2 D = Por defecto; CS = País específico; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En general, la estimación de la subcategoría de *tierras forestales convertidas en humedales* se realizó mediante la *Ecuación 7.10 Cambio anual en las existencias de carbono en la biomasa viva de tierras convertidas en tierras permanentemente inundadas* de las *Directrices del IPCC de 2006* (Capítulo 7; Volumen 4;).

Las existencias de carbono de la tierra previas a la conversión pueden estimarse siguiendo el método para biomasa viva descrito para distintas categorías de uso de la tierra en otras secciones de este volumen. Aquí, se supone que las existencias de carbono después de la conversión equivalen a cero.

Las *Directrices del IPCC de 2006* mencionan que es posible que el carbono remanente en las tierras convertidas previo a la inundación se emita durante varios años después de la inundación. En estos momentos, no se suministra orientación sobre los cambios en las existencias de carbono debidos a la conversión de tierras en Tierras inundadas. Por el método de cambios de existencias, se supone que todo el carbono de la biomasa que existía antes de la inundación se emite y esto puede llevar a sobreestimaciones. Sin embargo, actualmente existen actualizaciones de metodologías probables para la estimación que serán analizadas para el posible reporte en el siguiente INGEI de Paraguay.

6.7.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Para las estimaciones de emisiones de la categoría de *humedales*, se utilizaron los datos de actividad de la representación de tierras presentada en las matrices de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra presentadas (ver sección 6.2).

En la Tabla 6.31 se presenta un resumen de los datos de actividad utilizados para las estimaciones de emisiones y absorciones de la categoría, y en el Anexo 3.4.1 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

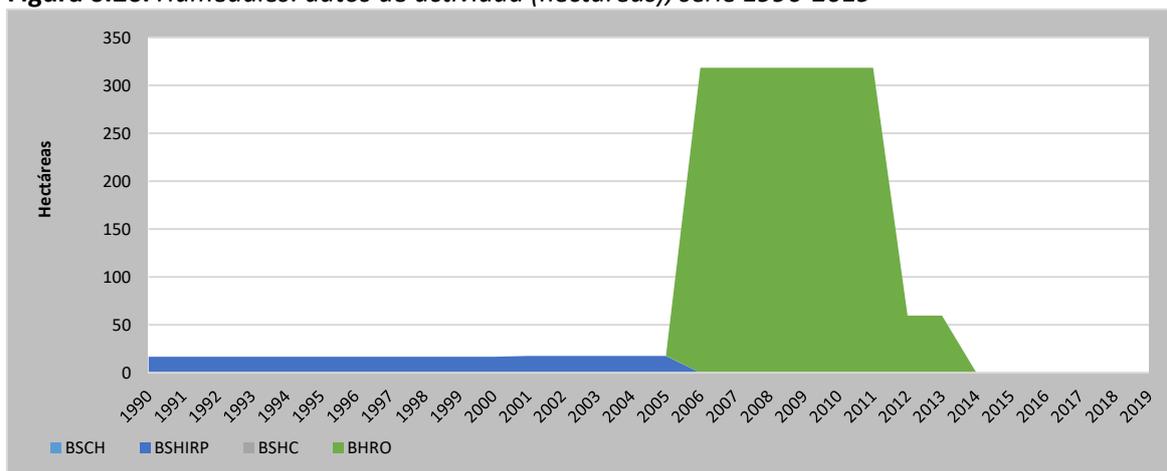
Tabla 6.31. Humedales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019.

Año	4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales			
	BSCH	BSHIRP	BSHC	BHRO
1990	0,00	16,64	0,00	0,00
1995	0,00	16,64	0,00	0,00
2000	0,00	16,64	0,00	0,00
2005	0,00	17,54	0,00	0,00
2010	0,00	0,00	0,00	318,40
2015	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	0,00	0,00	0,00	0,00
2018	0,00	0,00	0,00	0,00
2019	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.26 se observa la tendencia de los datos de actividad utilizados para toda la serie temporal.

Figura 6.26. Humedales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.7.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión y datos paramétricos utilizados en la categoría de *humedales* están compuestos por valores por defecto propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* y datos nacionales (como por ej. los datos de existencias de biomasa de tierras forestales de la Remedición del IFN de 2019, utilizados en la subcategoría de *tierras forestales convertidas en humedales*).

Los factores de emisión por defecto fueron desagregados según la clasificación de zonas ecológicas adoptada para el presente INGEI, como se menciona en la sección 6.2. Debido a la cantidad de factores de emisión y de datos paramétricos utilizados en este INGEI, a modo de presentar estas informaciones compiladas y organizadas, se presentan en el Anexo 3.4.2

6.7.3. Incertidumbre específica de la categoría

Las incertidumbres se encuentran asociadas tanto a los factores de emisión seleccionados para cada fuente, así como a los datos de actividad empleados en las estimaciones de la categoría.

El método utilizado para el análisis de la incertidumbre corresponde al método 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* de propagación del error. En la Tabla 6.32 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.32. Humedales: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Humedales que permanecen como tales	CO2	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Tierras forestales convertidas en humedales	CO2	6,53	6,53	85,83	85,83	86,08	86,08

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.7.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando el mismo método para todos los años (serie temporal 1990-2019), con los factores de emisión y datos paramétricos correspondientes. Con respecto a la fuente de datos, fueron utilizados diferentes fuentes según la disponibilidad de datos para abarcar toda la serie temporal, correspondiendo a áreas geográficas representativas del país.

6.7.5. Actividades de GCCV de la categoría

6.7.5.1. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que se lo compila. Las actividades de CC comprenden métodos generales como los controles de exactitud aplicados a la adquisición de los datos y a los cálculos, y la utilización de procedimientos normalizados aprobados para los cálculos de las emisiones y absorciones, las mediciones, la estimación de las incertidumbres, el archivo de la información y la declaración. Las actividades de CC comprenden también las revisiones técnicas de las categorías, los datos de la actividad, los factores de emisión, otros parámetros y métodos de estimación.

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector UTCUTS, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *humedales* y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.13.

6.7.5.2. Garantía de calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

6.7.5.3. Verificación

Según las Directrices del IPCC de 2006, la verificación se refiere al conjunto de actividades y procedimientos que se llevan a cabo durante la planificación y la elaboración de un inventario, o después de terminarlo, y que puede contribuir a definir su fiabilidad para los usos que se pretende dar al inventario. Se refiere específicamente a los métodos externos al inventario que aplican datos independientes, entre lo que se incluyen las comparaciones con estimaciones del inventario efectuadas por otros organismos o por métodos alternativos. Las actividades de verificación pueden ser parte tanto de la GC como del CC, según los métodos usados y la etapa en la cual se utiliza la información independiente.

Es una buena práctica realizar verificaciones de control de calidad mediante procedimiento de garantía de calidad y control de calidad, así como revisiones por expertos de los procedimientos de estimación de las emisiones.

Para el presente INGEI, no se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

6.7.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos se aplicaron a toda la serie temporal 1990-2019. Se realizó el recálculo para el período 1990-2017, y nuevos cálculos para los años 2018 y 2019.

En la Tabla 6.33 se presenta la diferencia con respecto al INGEI anterior, INGEI 1990-2017 reportado en el IBA3, y se observan importantes aumentos y disminuciones de emisiones de GEI (kt CO₂ eq) lo largo de la serie temporal.

Tabla 6.33. Humedales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI IBA3	2,15	2,15	2,15	3,32	43,07	0,00	6,59		
INGEI CCN	2,19	2,19	2,19	2,31	35,26	0,00	0,00	0,00	0,00
Diferencia	-0,04	-0,04	-0,04	1,01	7,81	0,00	6,59		
Diferencia %	1,87%	1,87%	1,87%	-30,47%	-18,14%	#DIV/0!	-100,00%		

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES con datos del INGEI 1990-2017.

6.7.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A continuación, se describen acciones para el mejoramiento de la categoría de *humedales* del INGEI de Paraguay en los próximos ciclos.

- Revisión bibliográfica de las metodologías propuestas por el IPCC con respecto a los cambios en las existencias de carbono debidos a la conversión de tierras en tierras inundadas.

- Es necesario obtener datos geoespaciales desagregados sobre la subcategoría de *tierras inundadas que permanecen como tales* que ocurre en el país.

6.8. Asentamientos (FCR 4.E)

6.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría incluye toda la tierra desarrollada, incluidas las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño, a menos que ya estén incluidos en otras categorías. (IPCC, 2006)

En el contexto nacional, se realizó la estimación de la subcategoría de *tierras convertidas en asentamientos*, específicamente de *tierras forestales convertidas en asentamientos*.

Para el presente INGEI se realizó la estimación de la subcategoría mencionada, la cual generó una pérdida de carbono en los distintos depósitos de biomasa y materia orgánica muerta. La extensión de las superficies de asentamientos que impliquen transiciones de *tierras forestales*, *tierras de cultivo* y *pastizales* pueden ejercer un impacto importante sobre las existencias y los flujos de carbono. El balance de CO₂ resultó en emisiones para toda la serie temporal.

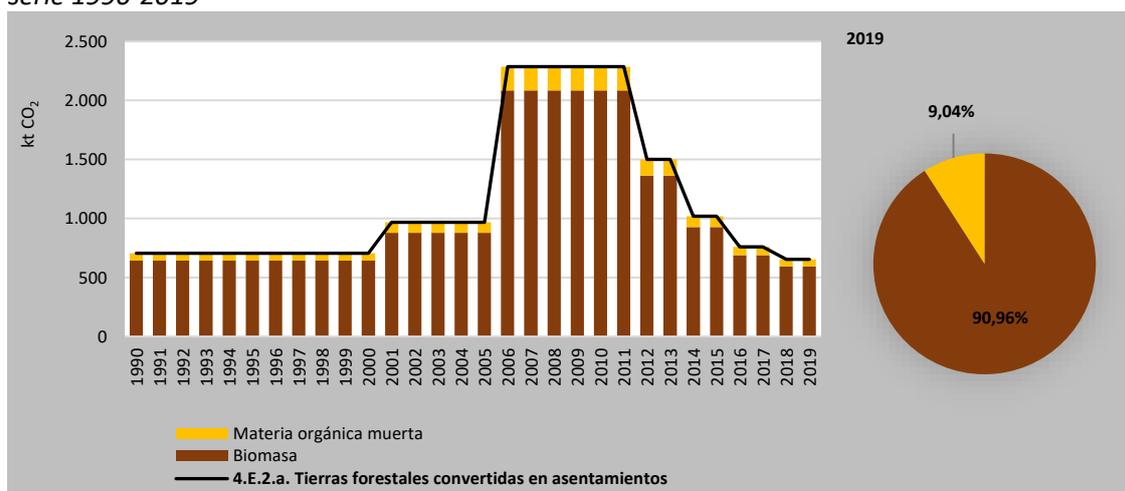
En 2019, se contabilizó una emisión de 653,76 kt CO₂ eq representando el 1,06 % del total de emisiones del sector, presentando una disminución de 7,42 % con relación a 1990, alcanzando niveles más altos entre 2006 y 2011, y disminuyendo un 13,83 % desde 2017. El principal causante de la tendencia de la categoría son las emisiones debidas a las pérdidas en el depósito de biomasa con un 90,96 % y luego el de materia orgánica muerta con un 9,04 %. La categoría *asentamientos* se podría estar subestimando ya que también existen cambios de otros usos de la tierra a *asentamientos*. En la Tabla 6.34 y en la Figura 6.27 se observa el resumen de emisiones de GEI de la categoría de *asentamientos*.

Tabla 6.34. Asentamientos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	706,30	706,30	706,30	968,19	2.285,87	1.020,37	758,69	653,76	653,76
Total	706,30	706,30	706,30	968,19	2.285,87	1.020,37	758,69	653,76	653,76

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 6.27. Asentamientos: total de GEI por subcategoría y depósitos de carbono (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico INGEI del MADES.

6.8.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, para la estimación de las emisiones de CO₂ de la categoría *asentamientos* se aplicó una combinación del método Nivel 1 y Nivel 2 para *tierras convertidas en humedales*. El método Nivel 2 proviene de las estimaciones realizadas para las *tierras forestales convertidas en asentamientos*. Se utilizaron valores por defecto y valores actualizados de biomasa del Inventario Forestal Nacional (IFN) de 2015.

En la Tabla 6.35 se presentan los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y GEI.

Tabla 6.35. Asentamientos: métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y tipo de GEI para 2019

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4.E.	Asentamientos	T1, T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.E.1.	Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	T1, T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	T1, T2	D, CS	NE	NE	NE	NE
4.E.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en asentamientos	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.E.2.c.	Pastizales convertidos en asentamientos	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.E.2.d.	Humedales convertidos en asentamientos	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.E.2.e.	Otras tierras convertidas en asentamientos	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2 D = Por defecto; CS = País específico; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de UTCUTS con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

6.8.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad utilizados en las estimaciones de emisiones de la categoría de *asentamientos* corresponden a los presentados en la representación de tierras, matrices de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra presentadas (ver sección 6.2).

En la Tabla 6.36 se presenta un resumen de los datos de actividad utilizados para las estimaciones de emisiones y absorciones de la categoría, y en el Anexo 3.4.1 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

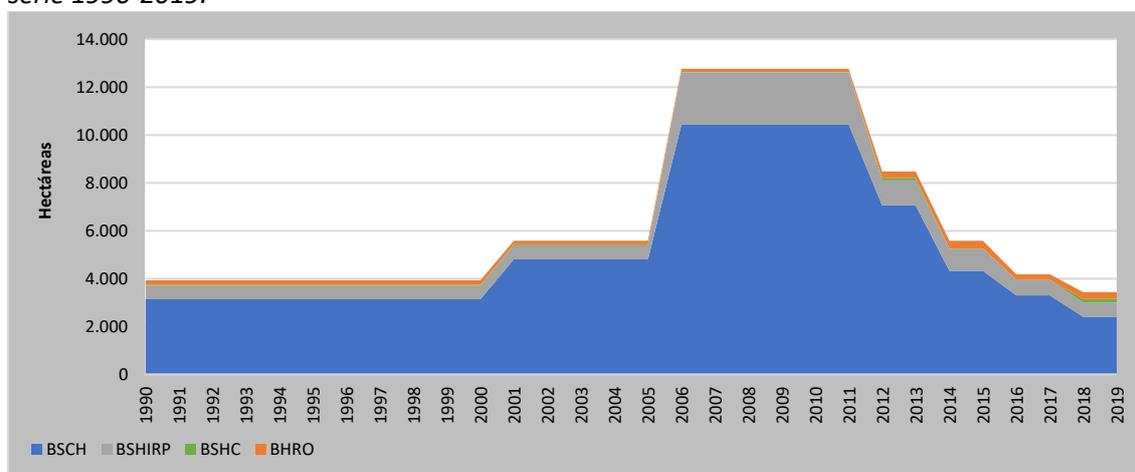
Tabla 6.36. Asentamientos: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019.

Año	4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales			
	BSCH	BSHIRP	BSHC	BHRO
1990	3.138,72	567,03	38,99	176,71
1995	3.138,72	567,03	38,99	176,71
2000	3.138,72	567,03	38,99	176,71
2005	4.802,62	597,66	30,92	154,58
2010	10.439,00	2.175,52	19,02	126,78
2015	4.327,25	919,05	21,25	309,40
2017	3.302,85	644,45	13,10	223,15
2018	2.404,25	590,10	156,05	278,25
2019	2.404,25	590,10	156,05	278,25

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.28 se observa la tendencia de los datos de actividad utilizados para toda la serie temporal.

Figura 6.28. Tierras forestales convertidas en asentamientos: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.8.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión y datos paramétricos utilizados en la categoría de *asentamientos* están compuestos por valores por defecto propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* y datos nacionales, como los datos de existencias de biomasa de tierras forestales del IFN de 2015, utilizados en la subcategoría de *tierras forestales convertidas en asentamientos*.

Los factores de emisión por defecto fueron desagregados según la clasificación de zonas ecológicas adoptada para el presente INGEI, como se menciona en la sección 6.2. Debido a la

cantidad de factores de emisión y de datos paramétricos utilizados en este INGEI, a modo de presentar estas informaciones compiladas y organizadas, se presentan en el Anexo 3.4.2

6.8.3. Incertidumbre específica de la categoría

Las incertidumbres se encuentran asociadas tanto a los factores de emisión seleccionados para cada fuente, así como a los datos de actividad empleados en las estimaciones de la categoría.

El método utilizado para el análisis de la incertidumbre corresponde al método 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* de propagación del error. En la Tabla 6.37 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.37. Asentamientos: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Asentamientos que permanecen como tales	CO2	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO2	6,53	6,53	85,83	85,83	86,08	86,08

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.8.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando el mismo método para todos los años (serie temporal 1990-2019), con los factores de emisión y datos paramétricos correspondientes. Con respecto a la fuente de datos, fueron utilizados diferentes fuentes según la disponibilidad de datos para abarcar toda la serie temporal, correspondiendo a áreas geográficas representativas del país.

6.8.5. Actividades de GCCV de la categoría

6.8.5.1. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que se lo compila. Las actividades de CC comprenden métodos generales como los controles de exactitud aplicados a la adquisición de los datos y a los cálculos, y la utilización de procedimientos normalizados aprobados para los cálculos de las emisiones y absorciones, las mediciones, la estimación de las incertidumbres, el archivo de la información y la declaración. Las actividades de CC comprenden también las revisiones técnicas de las categorías, los datos de la actividad, los factores de emisión, otros parámetros y métodos de estimación.

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector UTCUTS, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *asentamientos* y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.13.

6.8.5.2. Garantía de calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos

mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

6.8.5.3. Verificación

Según las Directrices del IPCC de 2006, la verificación se refiere al conjunto de actividades y procedimientos que se llevan a cabo durante la planificación y la elaboración de un inventario, o después de terminarlo, y que puede contribuir a definir su fiabilidad para los usos que se pretende dar al inventario. Se refiere específicamente a los métodos externos al inventario que aplican datos independientes, entre lo que se incluyen las comparaciones con estimaciones del inventario efectuadas por otros organismos o por métodos alternativos. Las actividades de verificación pueden ser parte tanto de la GC como del CC, según los métodos usados y la etapa en la cual se utiliza la información independiente.

Es una buena práctica realizar verificaciones de control de calidad mediante procedimiento de garantía de calidad y control de calidad, así como revisiones por expertos de los procedimientos de estimación de las emisiones.

Para el presente INGEI, no se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

6.8.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos se aplicaron a toda la serie temporal 1990-2019. Se realizó el recálculo para el período 1990-2017, y nuevos cálculos para los años 2018 y 2019.

En la Tabla 6.38 se presenta la diferencia con respecto al INGEI anterior, INGEI 1990-2017 reportado en el IBA3, y se observan importantes aumentos y disminuciones de emisiones de GEI (kt CO₂ eq) lo largo de la serie temporal.

Tabla 6.38. Asentamientos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI IBA3	692,06	692,06	692,06	1.120,94	2.172,81	1.315,42	527,53		
INGEI CCN	706,30	706,30	706,30	968,19	2.285,87	1.020,37	758,69	653,76	653,76
Diferencia	-14,24	-14,24	-14,24	152,75	-113,06	295,05	-231,16		
Diferencia %	2,06%	2,06%	2,06%	-13,63%	5,20%	-22,43%	43,82%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con datos del INGEI 1990-2017.

6.8.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Las actividades de plan mejoramiento de la categoría incluye realizar acciones necesarias para la obtención de datos a través del relevamiento de los mismos a fin de efectuar las estimaciones

de emisiones o absorciones de GEI de las subcategorías correspondiente a la categoría de Asentamientos.

6.9. Otras tierras (FCR 4.F)

6.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría incluye el suelo desnudo, roca, hielo y todas aquellas zonas que no estén incluidas en ninguna de las otras cinco categorías (IPCC, 2006).

El presente INGEI abarca las emisiones de CO₂ debido a cambios en los depósitos de carbono de biomasa y carbono orgánico de los suelos minerales, ocurridas por el cambio de uso de tierras forestales a otras tierras.

En el contexto nacional, se estima la subcategoría de *tierras convertidas en otras tierras*, específicamente *tierras forestales convertidas en otras tierras* para los depósitos de carbono de biomasa y suelos minerales.

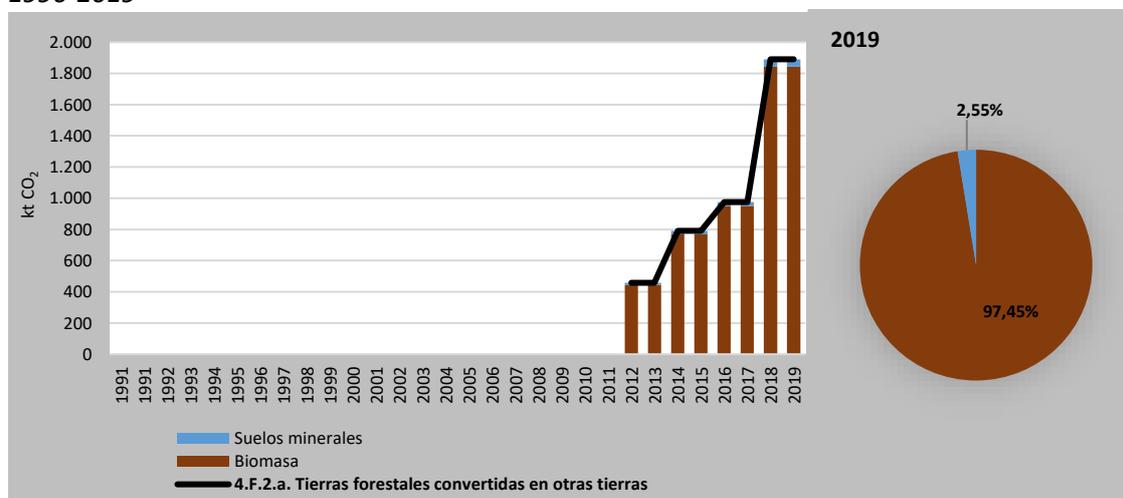
En 2019, el balance de la subcategoría de *tierras forestales convertidas en otras tierras* contabilizó una emisión de 1.890,53 kt CO₂ eq representando el 3,08 % del total de emisiones del sector, distribuidos en un 97,45 % por pérdidas de carbono en el depósito de biomasa y un 2,55 % en el depósito de carbono del suelo. Los años estimados son a partir de 2012 en adelante debido a que solo se registran cambios para esos años. En la Tabla 6.34 y en la Figura 6.29 se observa el resumen de emisiones de GEI de otras tierras. En el Anexo 5.5 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 6.39. Otras tierras: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	NE	NE							
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	NO	NO	NO	NO	NO	790,66	975,80	1.890,53	1.890,53
Total	NE, NO	790,66	975,80	1.890,53	1.890,53				

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 6.29. Otras tierras: total de GEI por subcategoría y depósitos de carbono (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico INGEI del MADES.

6.9.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, para la estimación de las emisiones de CO₂ de la categoría *otras tierras* se aplicó una combinación del método Nivel 1 y Nivel 2 para *tierras convertidas en humedales*. El método Nivel 2 proviene de las estimaciones realizadas para las *tierras forestales convertidas en asentamientos*. Se utilizaron valores por defecto y valores actualizados de biomasa del Inventario Forestal Nacional (IFN) de 2015.

En la Tabla 6.40 se presentan los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y tipo de GEI.

Tabla 6.40. Otras tierras: métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y tipo de GEI para 2019.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4.F.	Otras tierras	T1, T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.F.1.	Otras tierras que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	T1, T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
4.F.2.a.	Tierras forestales convertidas en otras tierras	T1, T2	D, CS	NE	NE	NE	NE
4.F.2.b.	Tierras de cultivo convertidas en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.2.c.	Pastizales convertidos en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.2.d.	Humedales convertidos en otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.2.e.	Asentamientos convertidos en otras tierras	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T1 = Nivel 1; T2= Nivel 2 D = Por defecto; CS = País específico; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de UTCUTS con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

6.9.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad utilizados en las estimaciones de emisiones de la categoría de *otras tierras* corresponden a los presentados en la representación de tierras, matrices de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra presentadas (ver sección 6.2).

En la Tabla 6.41 se presenta un resumen de los datos de actividad utilizados para las estimaciones de emisiones y absorciones de la categoría, y en el Anexo 3.4.1 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990-2019.

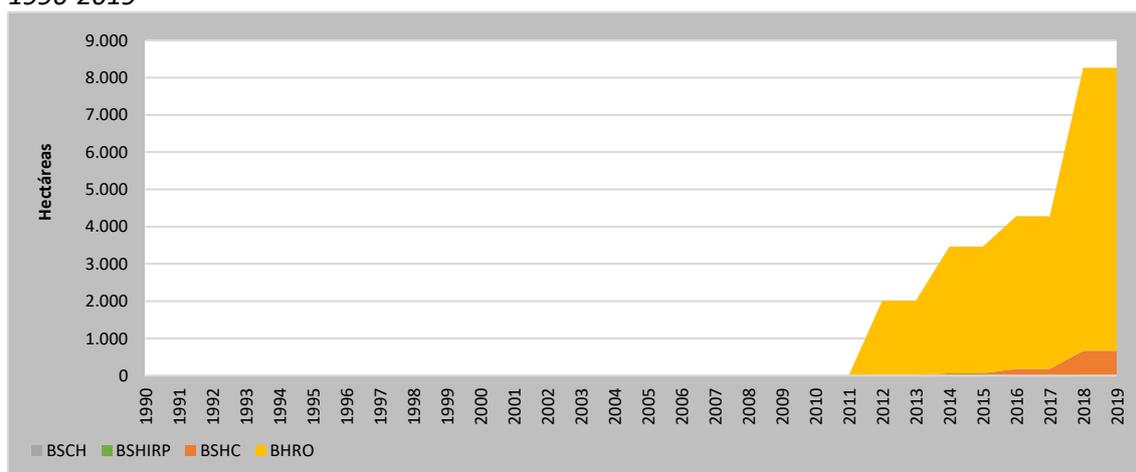
Tabla 6.40. Otras tierras: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019.

Año	4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales			
	BSCH	BHIRP	BSHC	BHRO
1990	0	0	0	0
1995	0	0	0	0
2000	0	0	0	0
2005	0	0	0	0
2010	0	0	0	0
2015	0	29	33	3.404
2017	0	1	178	4.098
2018	0	7	662	7.596
2019	0	7	662	7.596

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.30 se observa la tendencia de los datos de actividad utilizados para toda la serie temporal.

Figura 6.30. Tierras forestales convertidas en humedales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.9.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión y datos paramétricos utilizados en la categoría de *otras tierras* están compuestos por valores por defecto propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* y datos nacionales, como los datos de existencias de biomasa de tierras forestales del IFN de 2019, utilizados en la subcategoría de *tierras forestales convertidas en otras tierras*.

Los factores de emisión por defecto fueron desagregados según la clasificación de zonas ecológicas adoptada para el presente INGEI, como se menciona en la sección 6.2. Debido a la cantidad de factores de emisión y de datos paramétricos utilizados en este INGEI, a modo de presentar estas informaciones compiladas y organizadas, se presentan en el Anexo 3.4.2

6.9.3. Incertidumbre específica de la categoría

Las incertidumbres se encuentran asociadas tanto a los factores de emisión seleccionados para cada fuente, así como a los datos de actividad empleados en las estimaciones de la categoría.

El método utilizado para el análisis de la incertidumbre corresponde al método 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* de propagación del error. En la Tabla 6.42 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.41. Otras tierras: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Otras tierras que permanecen como tales	CO2	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Tierras forestales convertidas en otras tierras	CO2	6,53	6,53	85,83	85,83	86,08	86,08

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES.

6.9.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando el mismo método para todos los años (serie temporal 1990-2019), con los factores de emisión y datos paramétricos correspondientes. Con respecto a la fuente de datos, fueron utilizados diferentes fuentes según la disponibilidad de datos para abarcar toda la serie temporal, correspondiendo a áreas geográficas representativas del país.

6.9.5. Actividades de GCCV de la categoría

6.9.5.1. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que se lo compila. Las actividades de CC comprenden métodos generales como los controles de exactitud aplicados a la adquisición de los datos y a los cálculos, y la utilización de procedimientos normalizados aprobados para los cálculos de las emisiones y absorciones, las mediciones, la estimación de las incertidumbres, el archivo de la información y la declaración. Las actividades de CC comprenden también las revisiones técnicas de las categorías, los datos de la actividad, los factores de emisión, otros parámetros y métodos de estimación.

Durante la actualización del INGEI 1990-2019, sector UTCUTS, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *asentamientos* y las actividades del equipo técnico INGEI. Estas actividades se encuentran compiladas y registradas en un archivo Excel compartido con los integrantes del equipo técnico, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.13.

6.9.5.2. Garantía de calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Por medio de las revisiones se verifica que se hayan alcanzado los objetivos mensurables, se garantiza que el inventario represente las mejores estimaciones posibles de emisiones y absorciones, dado el estado actual del conocimiento científico y la disponibilidad de los datos y se respalda la eficacia del programa de CC.

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

6.9.5.3. Verificación

Según las Directrices del IPCC de 2006, la verificación se refiere al conjunto de actividades y procedimientos que se llevan a cabo durante la planificación y la elaboración de un inventario, o después de terminarlo, y que puede contribuir a definir su fiabilidad para los usos que se pretende dar al inventario. Se refiere específicamente a los métodos externos al inventario que aplican datos independientes, entre lo que se incluyen las comparaciones con estimaciones del inventario efectuadas por otros organismos o por métodos alternativos. Las actividades de verificación pueden ser parte tanto de la GC como del CC, según los métodos usados y la etapa en la cual se utiliza la información independiente.

Es una buena práctica realizar verificaciones de control de calidad mediante procedimiento de garantía de calidad y control de calidad, así como revisiones por expertos de los procedimientos de estimación de las emisiones.

Para el presente INGEI, no se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

6.9.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos se aplicaron a toda la serie temporal 1990-2019. Se realizó el recálculo para el período 1990-2017, y nuevos cálculos para los años 2018 y 2019.

En la Tabla 6.43 se presenta la diferencia con respecto al INGEI anterior, INGEI 1990-2017 reportado en el IBA3, y se observan importantes aumentos y disminuciones de emisiones de GEI (kt CO₂ eq) lo largo de la serie temporal.

Tabla 6.42. Humedales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI IBA3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	998,55	966,71		
INGEI CCN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	790,66	975,80	1.890,53	1.890,53
Diferencia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	207,89	-9,09		
Diferencia %	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	-20,82%	0,94%		

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES con datos del INGEI 1990-2017.

6.9.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Las actividades de plan mejoramiento de la categoría incluye realizar acciones necesarias para la obtención de datos a través del relevamiento de los mismos a fin de efectuar las estimaciones de emisiones o absorciones de GEI de las subcategorías correspondiente a la categoría de Humedales.

6.10. Productos de madera recolectada (FCR 4.G)

Esta categoría no fue estimada debido a la falta de información de datos de actividad, y debido a la falta de tiempo para recopilar otros parámetros. Por tanto, en este INGEI no se contabilizan las emisiones asociadas a los productos de madera recolectada.

Sin embargo, como parte del plan de mejoramiento se incluye la necesidad de reportar esta categoría en las estimaciones de los próximos ciclos.

Capítulo 7. Sector Residuos (FCR 5)

El presente capítulo se refiere a todas las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) resultantes de la disposición y tratamiento de los residuos sólidos y las aguas residuales.

7.1. Panorama general del sector

7.1.1. Descripción del sector

El sector residuos incluye las emisiones de GEI producidas por la disposición de residuos sólidos, el tratamiento biológico de residuos, la incineración y quema abierta de residuos y el tratamiento y descarga de aguas residuales. (IPCC, 2006).

Las categorías y subcategorías incluidas junto con los GEI que resultan de las mismas son las siguientes:

5.A. Disposición de residuos sólidos

5.A.1. Sitios disposición de residuos gestionados (CH₄)

5.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados (CH₄)

5.A.3. Sitios de disposición de residuos no categorizados (CH₄)

5.C. Incineración y quema abierta de residuos

5.C.1. Incineración de residuos (CO₂ y N₂O)

5.C.2. Quema abierta de residuos (CO₂, CH₄ y N₂O)

5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales

5.D.1. Aguas residuales domésticas (CH₄ y N₂O)

5.D.2. Aguas residuales industriales (CH₄)

El sector residuos en Paraguay se caracteriza por una gran debilidad por parte de las instituciones competentes para abocarse a una gestión adecuada. La responsabilidad de la gestión de los residuos sólidos urbanos corresponde a las municipalidades del país, las cuales trabajan de forma poco planificada y con recursos limitados, a lo cual se suma la ausencia de una coordinación efectiva en la formulación de planes, programas y proyectos a nivel nacional, departamental y municipal. En las últimas décadas, ha prevalecido el manejo de los residuos bajo el enfoque de “recolección y disposición final” dejando rezagados el aprovechamiento, valorización, reciclaje y tratamiento de estos.

En cuanto a la gestión de aguas residuales, tanto domésticas como industriales, existe una limitada infraestructura de redes de alcantarillado sanitario y aún son escasos los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

7.1.2. Tendencia de los GEI del sector

Residuos es uno de los sectores emisores de GEI en el país, con un total de 2.135,01 kt CO₂ eq en el año 2019, representando el 3,40 % del total de emisiones nacionales. En la Tabla 7.1 se presenta las emisiones correspondientes al año 2019 por gas, categoría y subcategoría.

Tabla 7. 1. Sector Residuos: emisiones por gas, categoría y subcategoría (kt) para 2019

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO _x
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)			
5.	Residuos	49,83	71,38	0,33	NA	NA	NA	NA	1,94,E-03	1,60,E-04	2,97	4,56,E-04
5.A.	Disposición de residuos sólidos	NA	32,79	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2,97	NA
5.A.1.	Sitios de disposición de residuos gestionados	NA	9,28						NA	NA	IE	
5.A.2.	Sitios de disposición de residuos no gestionados	NA	3,20						NA	NA	IE	
5.A.3.	Sitios de disposición de residuos no categorizados	NA	20,31						NA	NA	IE	
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NA
5.B.1.	Compostaje		NE	NE					NE	NE	NE	
5.B.2.	Digestión anaeróbica en instalaciones de biogás		NE	NE					NE	NE	NE	
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	49,83	1,73	0,02	NA	NA	NA	NA	1,94,E-03	1,60,E-04	5,91,E-04	4,56,E-04
5.C.1.	Incineración de residuos	0,48	NE	8,44,E-05					1,94,E-03	1,60,E-04	5,91,E-04	4,56,E-04
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	49,35	1,73	0,02					NE	NE	NE	NE
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales	NA	36,85	0,31	NA	NA	NA	NA	NA	NA, NE	NE	NA
5.D.1.	Aguas residuales domésticas		30,9	0,31					NA	NA	NE	
5.D.2.	Aguas residuales industriales		6,00	NE					NA	NA	NE	
5.D.3.	Otros (especificar)		NE	NE					NE	NE	NE	
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO

Referencias: NE = no estimada; NA = no aplicable; NO = no ocurre.
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Algunas fuentes de emisiones dentro del sector residuos no ocurren en el país (NO), otras por falta de metodología no fueron estimadas (NE).

La contribución porcentual del sector residuos en el inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) pasó del 1,82 % en el año 1990 a un 3,28 % en el año 2017, representando un 3,40 % en el año 2019.

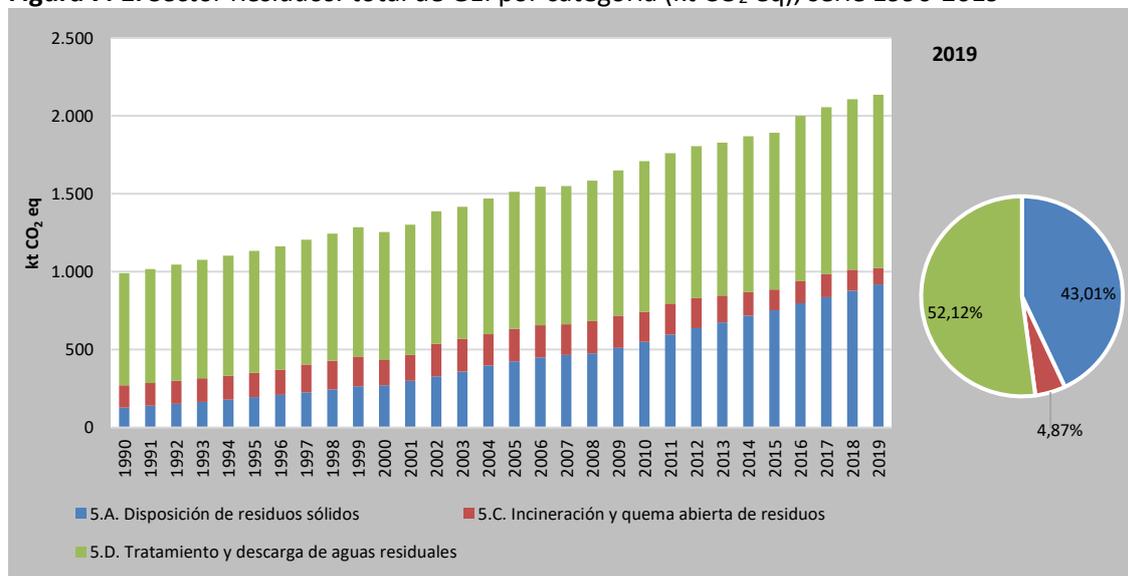
Desde 1990 a 2019 las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 115,55 % y de 2017 a 2019 hubo un aumento del 3,90 %. La principal causa del incremento en la serie temporal 1990-2019 ha sido el aumento de la población, lo cual incide directamente en las emisiones generadas por la disposición de los residuos sólidos y las aguas residuales domésticas. En el año 2019, las emisiones correspondientes a la categoría tratamiento y descarga de las aguas residuales representaron el 52,12 % del total del sector, la disposición de los residuos sólidos un 43,01 % y las de incineración y quema abierta de residuos fueron del 4,87 %. Esto se presenta en la Tabla 7.2 y en la Figura 7.1.

Tabla 7. 2. Sector Residuos: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq)

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
5.A. Disposición de residuos sólidos	128,56	194,67	271,20	425,03	549,61	753,29	836,06	876,52	918,20
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	141,56	156,45	162,73	207,70	192,48	132,32	150,12	136,44	103,94
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	720,39	782,34	821,53	879,13	967,59	1.005,93	1.068,72	1.093,79	1.112,87
Total	990,51	1.133,47	1.255,47	1.511,86	1.709,68	1.891,54	2.054,90	2.106,75	2.135,01

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 7. 1. Sector Residuos: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

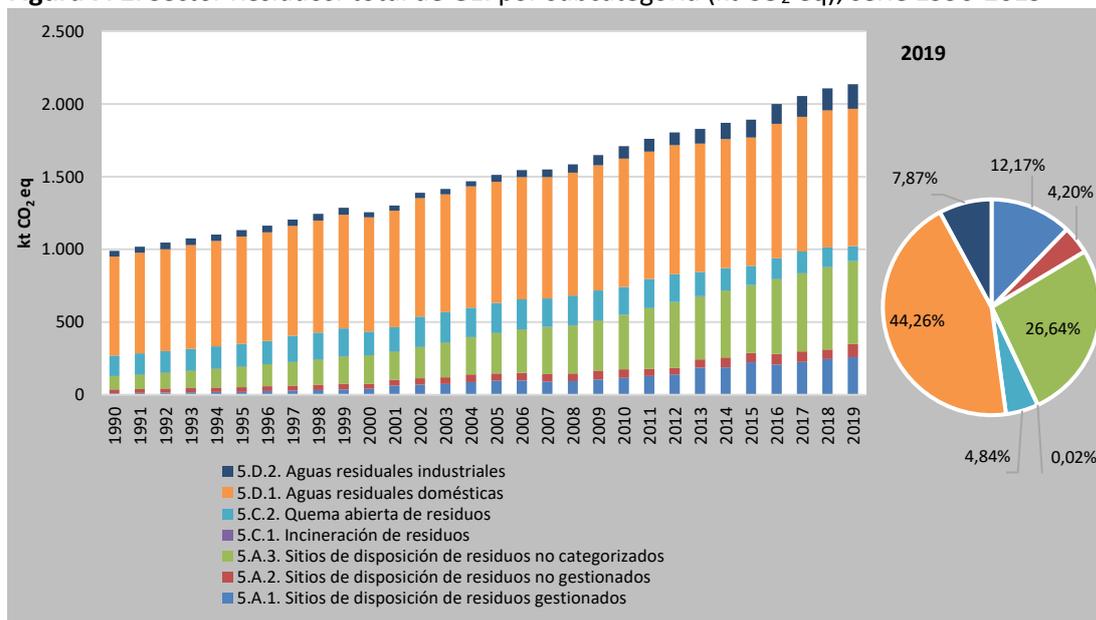
En cuanto a las subcategorías más relevantes en el año 2019, se encuentra en primer lugar la correspondiente a las aguas residuales domésticas con el 44,26 % de contribución de emisiones, siguiéndole los sitios de disposición de residuos no categorizados con el 26,64 %.

Tabla 7. 3. Sector Residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
5.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	10,57	20,25	41,60	95,50	116,35	222,67	224,90	244,64	259,85
5.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	26,28	32,84	34,42	51,00	58,31	65,08	74,07	67,05	89,62
5.A.3. Sitios de disposición de residuos no categorizados	91,71	141,59	195,18	278,52	374,95	465,53	537,08	564,83	568,74
5.C.1. Incineración de residuos	0,07	0,41	0,39	1,01	1,07	0,79	0,71	0,67	0,50
5.C.2. Quema abierta de residuos	141,49	156,04	162,34	206,69	191,41	131,54	149,41	135,77	103,43
5.D.1. Aguas residuales domésticas	680,03	736,89	785,63	831,40	883,07	882,77	924,64	942,90	944,91
5.D.2. Aguas residuales industriales	40,35	45,45	35,90	47,73	84,52	123,16	144,08	150,88	167,96
Total	990,51	1.133,47	1.255,47	1.511,86	1.709,68	1.891,54	2.054,90	2.106,75	2.135,01

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 7. 2. Sector Residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Las principales causas del incremento de las emisiones de GEI del sector son el aumento de la población y el consecuente aumento de la generación de residuos líquidos y sólidos. En la serie temporal se pueden observar algunas variaciones de la tendencia, entre las que podemos mencionar una disminución de las emisiones en el año 2000 y la disminución en el crecimiento de las emisiones en los años 2007 y 2015, como aspectos más resaltantes. Este comportamiento se debe a las variaciones en los porcentajes de quema abierta de los residuos, relacionada posiblemente con variaciones en la cobertura de recolección municipal de los residuos urbanos y al establecimiento de medidas legales de prohibición de quema abierta de residuos (Ley de residuos sólidos del 2009, Ordenanzas Municipales en Asunción del 2007 y 2014, Ordenanza Municipal en San Lorenzo del 2011, Ordenanza Municipal en Fernando de la Mora del 2021, entre otras) las cuales inciden en una reducción de dichas prácticas en los últimos años de la serie.

Con respecto a los GEI resultantes de las actividades del sector, como se observa en la Tabla 7.4 y en la Figura 7.3, el CH₄ es el gas que más influye en el total de emisiones representando el 93,61 % en el año 2019, siguiendo el N₂O con el 4,05 % y por último el CO₂ con el 2,33 %. El CO₂ producido se debe a la incineración y quema abierta de residuos, el N₂O a la quema abierta de residuos y al tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas, mientras que el CH₄ se

produce principalmente por el tratamiento y descarga de aguas residuales y la disposición de los residuos sólidos.

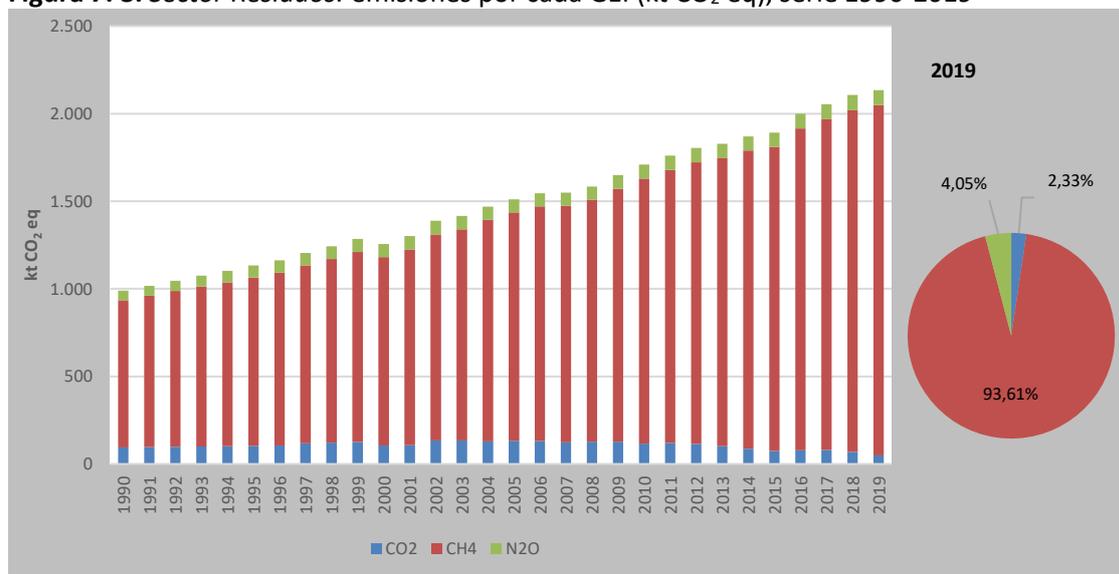
En cuanto a la variación de emisiones entre el año 2019 y el año base del inventario, el CH₄ tuvo un incremento del 137,95 % debido principalmente a las emisiones de las aguas residuales domésticas y a los sitios de eliminación de residuos. En cuanto al N₂O se tuvo un incremento del 53,74 %, mientras que para el CO₂ se presenta una disminución del 47,14 % debido a la disminución de la cantidad de residuos incinerados. El aumento de las emisiones de CH₄ en el último año del inventario con respecto al año 2017 fue del 5,79 %, 0,30 % para el N₂O y una disminución del 37,24% para el CO₂.

Tabla 7. 4. Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq)

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
CO ₂	94,27	103,77	106,47	132,34	117,24	74,53	79,39	69,13	49,83
CH ₄	839,93	960,64	1.074,86	1.303,76	1.512,73	1.736,05	1.889,20	1.950,69	1.998,61
N ₂ O	56,31	69,05	74,14	75,75	79,71	80,96	86,31	86,94	86,57
Total	990,51	1.133,47	1.255,47	1.511,86	1.709,68	1.891,54	2.054,90	2.106,75	2.135,01

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 7. 3. Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

7.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de emisiones de GEI del sector residuos se aplicaron métodos de Nivel 1 y Nivel 2 establecidos por las Directrices del IPCC de 2006, utilizando como instrumento de cálculo el IPCC Inventory Software, versión 2.691.

No fue posible estimar las emisiones correspondientes a la categoría tratamiento biológico de residuos sólidos, debido a la falta de datos accesibles relacionados a dicha actividad.

En la Tabla 7.5 se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por GEI.

Tabla 7. 5. Sector Residuos: resumen de métodos aplicados por categoría

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
5. Residuos	T2a, NA, NO	D, NA, NO	T1, T2, NE, NO	D, NE, NO	T1, NE, NA, NO	D, NE, NA, NO
5.A. Disposición de residuos sólidos	NA	NA	T2	D		
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos			NE	NE	NE	NE
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	T2a	D	T1, NE	D, NE	T1	D
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1, NS	D, NS
5.E. Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T2a = Nivel 2a; D = Por defecto; NE = No estimada; NA = No aplicable; NO = No ocurre.
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En el sector residuos los datos de actividad (DA) están relacionados principalmente con estadísticas públicas por tratarse de datos relacionados con la población (residuos generados, aguas residuales generadas, etc.), estos indicadores fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE)²². También se recurrió a datos publicados en el Balance Energético Nacional (BEN)²³ y solicitado a municipios. Además de ello, muchos otros datos debieron ser recopilados de las instituciones sectoriales, tal como es el caso de agua y saneamiento como el ente Regulador de Servicios Sanitarios (ERSSAN) y Dirección de Agua Potable y Saneamiento (DAPSAN) del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). En algunos casos también se recurrió a empresas del sector privado, como los datos de residuos incinerados. Los datos correspondientes a la disposición de los residuos sólidos fueron aportados mayormente por un experto local con amplia experiencia en el sector. También fueron utilizados datos de fuentes internacionales, en este caso de la FAO, IICA y United States Department of Agriculture sobre la producción de sectores industriales utilizados en la estimación de emisiones generadas en el tratamiento de aguas residuales industriales.

El detalle de los DA utilizados se podrá encontrar en las secciones correspondientes a cada categoría.

Con respecto a los factores de emisión (FE) utilizados, los mismos corresponden a valores por defecto extraídos de las Directrices del IPCC de 2006.

7.2. Disposición de residuos sólidos (FCR 5.A)

7.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

El tratamiento y disposición de los residuos sólidos municipales, industriales, hospitalarios, entre otros, producen cantidades significativas de CH₄. Además, los sitios de disposición de residuos sólidos (SERS) producen también dióxido de carbono biogénico (CO₂), así como cantidades más pequeñas de óxido nitroso (N₂O).

La descomposición de la materia orgánica derivada de las fuentes de biomasa (p. ej., cultivos, madera, etc.) es la fuente principal de liberación de CO₂ a partir de residuos. Estas emisiones de CO₂ no están incluidas en los totales nacionales de este sector porque el carbono es de origen biogénico y las emisiones netas se contabilizan en el sector AFOLU.

²² Disponible en <https://www.ine.gov.py/microdatos/index.php?cant=99&tema=TODO>

²³ Disponible en https://www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com_content&view=article&id=1805

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006 fueron consideradas las fuentes correspondientes a los sitios de disposición de residuos sólidos, las cuales son los sitios de disposición de residuos gestionados, no gestionados y no categorizados.

La disposición de residuos sólidos es la principal categoría emisora de GEI del sector residuos, representando el 43,01 % de las emisiones de GEI del sector para el año 2019, alcanzando las emisiones de GEI un total de 918,20 kt CO₂ eq, con un incremento del 614,22 % desde 1990 y en un 9,83 % respecto al año 2017.

El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es el crecimiento poblacional y, por lo tanto, la generación de residuos. También está determinada por las variaciones en las diferentes formas de disposición final de los residuos sólidos urbanos, lo cual fue cambiando a lo largo del tiempo.

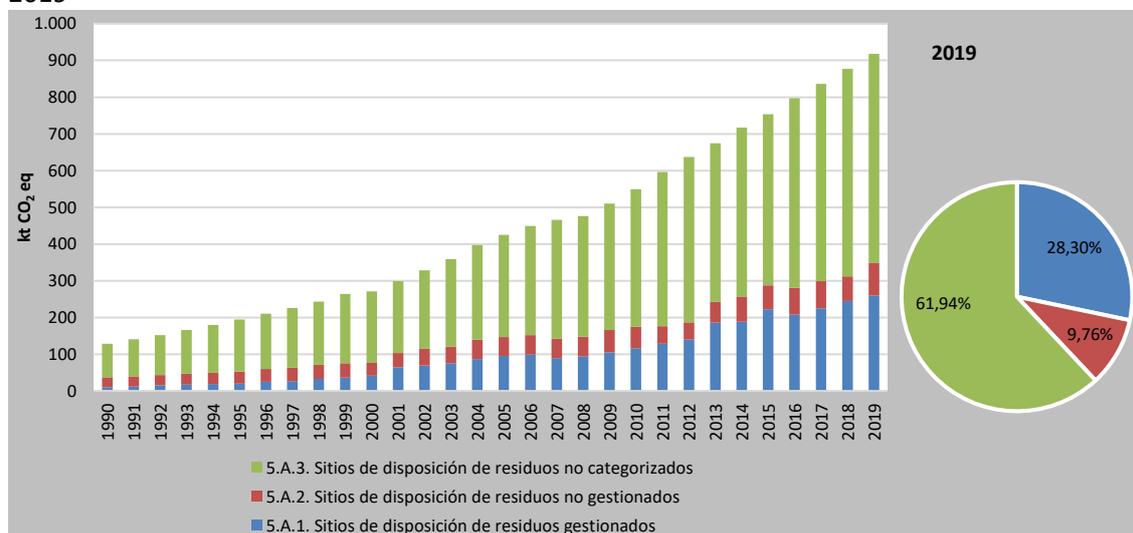
Respecto a las subcategorías, como se observa en la Tabla 7.6 y Figura 7.4, en el año 2019 la de mayor relevancia es sitios de disposición de residuos no categorizados con un 61,94 % de las emisiones de la categoría, seguida de sitios de disposición de residuos gestionados con un 28,30 % y por último sitios de disposición de residuos no gestionados con un 9,76 %.

Tabla 7. 6. Disposición de residuos sólidos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
5.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	10,57	20,25	41,60	95,50	116,35	222,67	224,90	244,64	259,85
5.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	26,28	32,84	34,42	51,00	58,31	65,08	74,07	67,05	89,62
5.A.3. Sitios de disposición de residuos no categorizados	91,71	141,59	195,18	278,52	374,95	465,53	537,08	564,83	568,74
Total	128,56	194,67	271,20	425,03	549,61	753,29	836,06	876,52	918,20

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 7. 4. Disposición de residuos sólidos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

7.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En la siguiente tabla se puede ver un resumen con los niveles metodológicos aplicados en la presente categoría.

Tabla 7. 7. Disposición de residuos sólidos: resumen de métodos aplicados por subcategoría

Subcategoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
5.A. Disposición de residuos sólidos	NA	NA	T2	D		
5.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	NA	NA	T2	D		
5.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	NA	NA	T2	D		
5.A.3. Sitios de disposición de residuos no categorizados	NA	NA	T2	D		

Referencias: T2 = nivel 2; D = por defecto; NA = no aplicable.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Para el cálculo de emisiones de CH₄, se utilizó el método de Nivel 2 de las Directrices del IPCC de 2006, considerando que es una categoría principal (según IBA3), la aplicación del método de descomposición de primer orden (FOD, del inglés, First Order Decay) con algunos parámetros por defecto, pero con datos de actividad específicos del país, basados en estadísticas nacionales provistos por un experto en residuos.

La metodología de las Directrices del IPCC de 2006 para estimar las emisiones de CH₄ provenientes de los SDRS se basa en el método FOD. En este método se formula la hipótesis de que el carbono orgánico degradable (COD) de los residuos se descompone lentamente a lo largo de unas pocas décadas, durante las cuales se forman el CH₄ y el CO₂. Si las condiciones permanecen constantes, el índice de producción del CH₄ depende únicamente de la cantidad de carbono restante en los residuos. De aquí resulta que las emisiones de CH₄ generadas por los residuos depositados en un vertedero son las más altas durante los primeros años siguientes a la eliminación y que, luego, éstas decaen a medida que el carbono degradable de los residuos es consumido por las bacterias responsables de la descomposición.

La transformación de la materia degradable de los SERS en CH₄ se produce a través de una cadena de reacciones paralelas. Un modelo completo tiende a ser muy complejo y varía con las condiciones prevalecientes en los SERS. Sin embargo, los datos de las observaciones de laboratorio y de campo sobre la generación de CH₄ sugieren que el proceso global de descomposición puede aproximarse por una cinética de primer orden, y esto ha sido ampliamente aceptado. El IPCC ha adoptado, por lo tanto, el modelo FOD como base para la estimación de las emisiones de CH₄ generadas por los SERS.

Ecuación 7. 1

CH₄ emitido desde los SDRS

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[\sum_x CH_4\ generado_{x,T} - R_T \right] \cdot (1 - OX_T)$$

Fuente: Ecuación 3.1; Capítulo 3; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

Emisiones_{CH4} = CH₄ emitido durante el año T, Gg

T = año del inventario

x = categoría o tipo de residuo y/o material

R_T = CH₄ recuperado durante el año T, Gg

OX_T = factor de oxidación durante el año T, (fracción)

Ecuación 7. 2

COD disuelto a partir de los datos sobre eliminación de residuos

$$DDOC_m = W \cdot DOC \cdot DOC_f \cdot MCF$$

Fuente: Ecuación 3.2; Capítulo 3; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

DDOC_m = masa del DDOC depositado, Gg

W = masa de los residuos depositados, Gg

DOC = carbono orgánico degradable durante el año de deposición, fracción, Gg de C/Gg de residuos.
 DOC_f = Fracción de DDOC que puede descomponerse (fracción)
 MCF = Factor de corrección de CH₄ para la descomposición aeróbica durante el año de deposición (fracción).

Ecuación 7. 3

Transformación de DDOCm en L_o

$$L_o = DDOCm \cdot F \cdot 16 / 12$$

Fuente: Ecuación 3.3; Capítulo 3; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

L_o = potencial de generación de CH₄, Gg de CH₄
 DDOCm = masa del DOC disuelto depositado, Gg
 F = fracción de CH₄ en el gas de vertedero generado (fracción de volumen)
 16/12 = cociente de pesos moleculares CH₄/C (cociente)

Ecuación 7. 4

DDOCm acumulado en los SERS al término del año T

$$DDOCma_T = DDOCmd_T + (DDOCma_{T-1} \cdot e^{-k})$$

Fuente: Ecuación 3.4; Capítulo 3; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Ecuación 7. 5

DDOCm acumulado en los SERS al término del año T

$$DDOCm\ descomp_T = DDOCma_{T-1} \cdot (1 - e^{-k})$$

Fuente: Ecuación 3.5; Capítulo 3; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

T = año del inventario
 DDOCma_T = DDOCm acumulado en los SERS al final del año T, Gg
 DDOCma_{T-1} = DDOCm acumulado en los SERS al final del año (T-1), Gg
 DDOCmd_T = DDOCm depositado en los SERS durante el año T, Gg
 DDOCm descomp_T = DDOCm descompuesto en los SERS durante el año T, Gg
 k = constante de reacción, k = ln(2)/t_{1/2} (años⁻¹)
 t_{1/2} = vida media (años)

Ecuación 7. 6

CH₄ generado a partir de los DDOCm en descomposición

$$CH_4\ generado_T = DDOCm\ descomp_T \cdot F \cdot 16 / 12$$

Fuente: Ecuación 3.6; Capítulo 3; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

CH₄ generado_T = cantidad CH₄ generado a partir del material en descomposición
 DDOCm descomp_T = CH₄ descompuesto durante el año T, Gg
 F = fracción volumétrica de CH₄ en el gas de vertedero generado (fracción)
 16/12 = cociente de pesos moleculares CH₄/C (cociente)

Con las ecuaciones mostradas arriba se estiman las emisiones de CH₄ procedentes de la disposición de residuos sólidos durante un solo año. El CH₄ se genera como resultado de la descomposición de materias orgánicas bajo condiciones anaeróbicas. Una parte del CH₄ generado se oxida en la cubierta de los SERS o puede recuperarse para obtener energía o la quema en antorcha. La cantidad de CH₄ realmente emitido a partir de los SERS será, por lo tanto, inferior a la cantidad generada.

El CH₄ recuperado debe restarse de la cantidad de CH₄ generada. Sólo la fracción de CH₄ que no se recupera está sujeta a la oxidación en la capa de la cubierta de los SERS.

En el caso de Paraguay, no se tiene información de recuperación de CH₄ en los sitios, por lo cual todo el CH₄ generado se considera emitido a la atmósfera.

7.2.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los DA incluyen la generación de residuos en general, por componente de residuos y la fracción de los residuos eliminados en los SERS. La generación de residuos es el producto del índice de generación de residuos per cápita (kilogramos/habitante/año) para cada componente por la población (habitante).

El método FOD requiere datos sobre la disposición de residuos sólidos (cantidades y composición) que se recopilan por defecto para 50 años, para lo cual se tomó como año base 1950.

Los DA recabados se basan en diversas fuentes, entre ellas las estadísticas oficiales proporcionadas por el INE, estudios sectoriales e informaciones proporcionadas por el especialista en residuos. Las mismas tienen como fuentes diversos estudios sectoriales relacionados a la gestión de los residuos sólidos urbanos, entre los que podemos mencionar:

- Estudio de la gestión de los residuos sólidos en el Paraguay (JICA, 1994)
- Planes de manejo comunales de la región oriental de Paraguay (STP, 2004)
- Implementación de planes de manejo para comunidades rurales (SENASA, 2017)
- Estudio de caracterización de los residuos sólidos en Asunción (Proyecto Asunción Sustentable, Municipalidad de Asunción - MADES - PNUD, 2019-2020).

Entre los datos recabados que se utilizaron para realizar los cálculos del periodo 1950-2019, se obtuvieron los siguientes:

- Tasa de generación de residuos por habitante, en áreas urbanas y rurales
- Tasa de recolección de residuos sólidos municipales, en áreas urbanas y rurales
- Fracción de distribución por sitios de eliminación de residuos sólidos
- Distribución por composición de residuos a nivel país

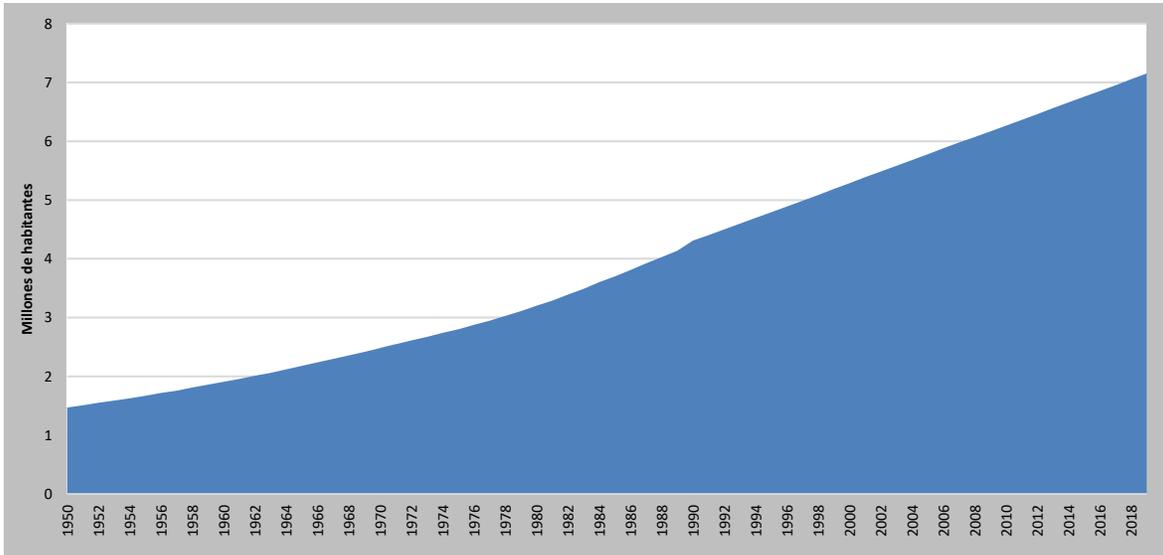
A continuación, se presenta en la Tabla 7.8 y Figura 7.5 el resumen de datos de la serie temporal 1950-2019 que permiten visualizar la evolución temporal.

Tabla 7. 8. Disposición de residuos sólidos: parámetros de datos de actividad utilizados

Año	Población total país	Generación per cápita total país	Recolección de RSM total país	Sitios de eliminación de residuos sólidos total país					Composición de los residuos sólidos total país				
	Millones de habitantes	kg/hab/año	%	Manejado anaerobico	Manejado semi-aerobico	No gestionado profundo	No gestionado poco profundo	No categorizado	Alimento	Jardinería y madera	Papel	Textil	Plásticos, otros inertes
				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1950	1,47	116,16	3,69%	0,00%	0,00%	0,00%	42,65%	57,35%	73,50%	3,39%	10,60%	2,04%	10,47%
1955	1,67	128,85	3,83%	0,00%	0,00%	0,00%	38,93%	61,07%	68,07%	4,13%	10,57%	1,92%	15,32%
1960	1,91	140,71	3,93%	0,00%	0,00%	0,00%	35,55%	64,45%	63,04%	5,03%	10,53%	1,81%	19,60%
1965	2,18	150,63	6,40%	0,00%	0,00%	0,00%	32,55%	67,45%	58,38%	6,13%	10,50%	1,70%	23,30%
1970	2,48	161,36	10,76%	0,00%	0,00%	0,00%	31,91%	68,09%	54,06%	7,46%	10,46%	1,60%	26,41%
1975	2,80	174,10	15,29%	0,00%	0,00%	2,74%	28,04%	69,22%	50,07%	9,08%	10,43%	1,51%	28,91%
1980	3,20	189,76	20,04%	0,00%	0,00%	4,48%	26,25%	69,27%	46,37%	11,06%	10,40%	1,42%	30,75%
1985	3,70	207,99	25,00%	0,00%	7,08%	0,00%	23,19%	69,74%	42,94%	13,47%	10,36%	1,34%	31,89%
1990	4,31	227,03	30,08%	0,00%	8,22%	0,00%	20,44%	71,34%	39,77%	16,40%	10,33%	1,26%	32,24%
1995	4,79	247,10	35,27%	1,25%	9,15%	0,00%	16,87%	72,72%	36,82%	19,94%	10,29%	1,19%	31,76%
2000	5,28	267,69	42,25%	1,54%	13,80%	0,00%	12,69%	71,97%	34,06%	24,10%	10,26%	1,12%	30,46%
2005	5,78	283,35	44,35%	11,48%	10,99%	0,00%	12,00%	65,54%	31,51%	29,13%	10,23%	1,05%	28,09%
2010	6,27	294,92	51,42%	13,60%	7,57%	0,00%	10,61%	68,22%	28,79%	35,58%	9,90%	0,96%	24,78%
2015	6,76	272,04	57,70%	20,32%	9,24%	0,00%	8,64%	61,80%	25,04%	45,31%	8,55%	0,76%	20,34%
2017	6,95	272,06	59,09%	17,09%	9,81%	0,00%	8,86%	64,24%	23,68%	49,91%	8,06%	0,69%	17,65%
2018	7,05	268,92	59,62%	18,18%	9,73%	0,00%	7,65%	64,45%	23,02%	52,39%	7,83%	0,66%	16,10%
2019	7,15	265,77	60,30%	18,62%	9,68%	0,00%	9,76%	61,94%	22,39%	54,98%	7,60%	0,63%	14,39%

Fuente: INE y Especialista en residuos sólidos

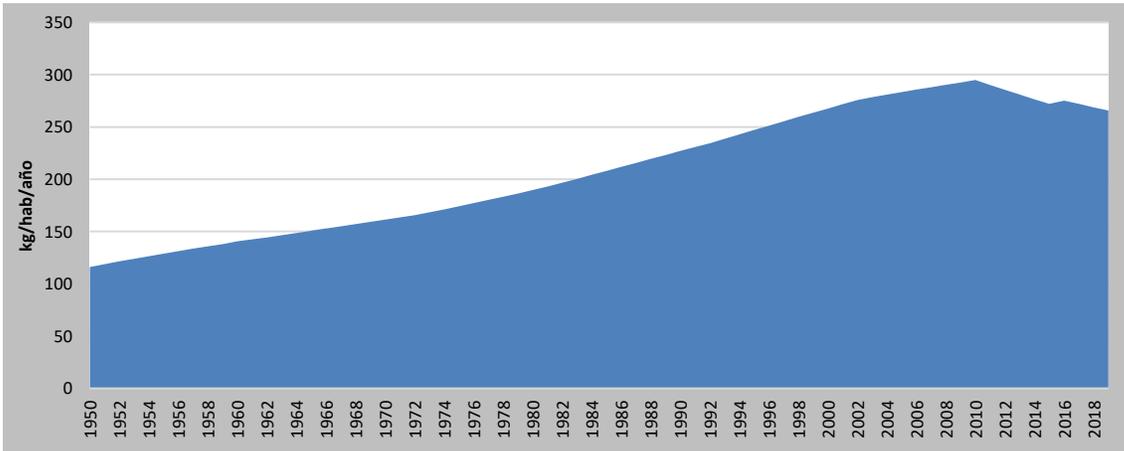
Figura 7. 5. Disposición de residuos sólidos: población total país (millones de habitantes), serie 1950-2019



Fuente: INE.

Es de resaltar el comportamiento de la tasa de generación per cápita observada en la Figura 7.6, la cual tiene una inflexión a partir del año 2010 aproximadamente, con un ligero descenso. Esto se podría explicar por ciertos cambios de hábitos de la población que se reflejan en esta ligera disminución del peso de los residuos generados, lo cual se detecta en estudios posteriores y se confirma con el último estudio del Proyecto Asunción Sustentable (Municipalidad de Asunción - MADES - PNUD) realizado en el año 2019.

Figura 7. 6. Disposición de residuos sólidos: generación per cápita total país (kg/hab/año), serie 1950-2019



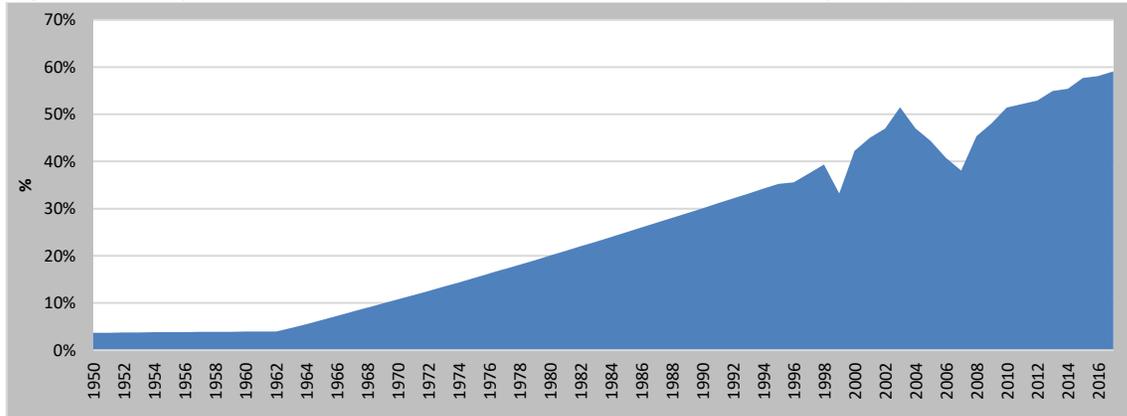
Fuente: Especialista en residuos sólidos.

En 1962 Asunción solo tenía recolección en lugares públicos o según pedidos, ya en 1968 se implementa la recolección en el microcentro de Asunción, y en 1970 la recolección en otras ciudades. Hubo un crecimiento lineal por la expansión del servicio alrededor de Asunción y

Encarnación con la implementación de la recolección alrededor de los años 1978/1980, Ciudad del Este (CDE) por su parte no contaba con servicio hasta 1974.

En 1998 hubo un repunte que hizo saltar el pico de recolección, coincidiendo con la donación de 810 vehículos recolectores, en 1999 empiezan a utilizarse dichos vehículos distribuidos en 12 municipios de Asunción y el Área Metropolitana de Asunción (AMA), abarcando 1.200.000 personas representadas por casi el 50 % de la población urbana, en 2007 hubo un quiebre debido a que dichos vehículos llegaron a su vida útil y no fue renovada la flota, ya en 2007 Asunción recolectaba en 10 vehículos con 20 años de antigüedad abarcando apenas al 20 % de la población, llegando a abarcar en el 2017 alrededor del 60 % o más de municipalidades en el país.

Figura 7. 7. Disposición de residuos sólidos: recolección de RSM total país (%), serie 1950-2019



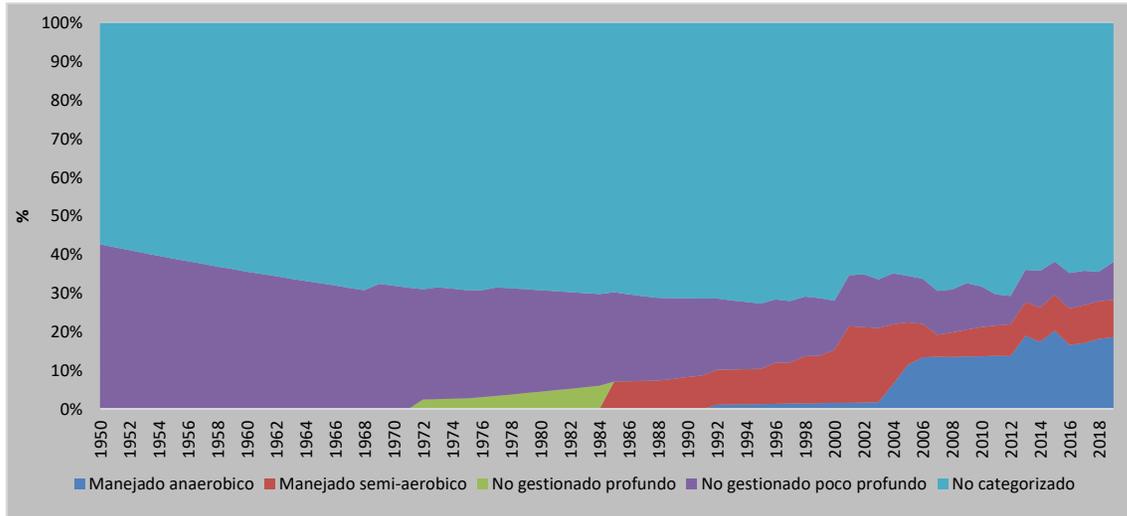
Fuente: Especialista en residuos sólidos.

En cuanto a las fracciones correspondientes a los sitios de disposición final se observa una predominancia en toda la serie de los sitios no categorizados, lo que refleja la falta de una gestión planificada de los residuos por parte de las municipalidades en la mayor parte del país. En las décadas de los años 1950 y 1960, solo eran gestionados una parte de los residuos de la ciudad de Asunción y en el resto de los centros urbanos se enterraban en hoyos sanitarios, mientras que en las áreas rurales se disponían en sitios no gestionados poco profundos y en sitios no categorizados.

En el año 1972 se inicia en Asunción y otras ciudades de su área metropolitana, la práctica de disposición final de los residuos en zanjas poco profundas localizadas en las periferias urbanas como una forma de rellenar zonas bajas o depresiones del terreno. En 1985 se habilita en Asunción el vertedero de Cateura como un sitio manejado de forma semi-aeróbica, en donde se disponen también los residuos urbanos de los principales municipios cercanos a Asunción. Es de resaltar un aumento, desde el año 2002, en esta modalidad de disposición de residuos debido a la adquisición de una gran cantidad de camiones recolectores por parte de la Asociación de Municipalidades del Área Metropolitana (AMUAM) los cuales depositaban los residuos en el vertedero de Cateura y una disminución a partir del año 2007, lo cual coincide con el fin del tiempo de vida útil de dichos camiones y la falta de inversiones en repuestos para mantener operativa la flota.

En cuanto a los sitios manejados de forma anaeróbica, en 1992 se habilita en Ciudad del Este un relleno sanitario anaeróbico de 8 metros de profundidad, el cual va aumentando su capacidad de forma gradual mediante la habilitación de módulos sucesivos. Entre los años 2004/2005 entra en operación el vertedero El Farol, localizado en Villa Hayes, donde se disponen la mayor parte de los residuos urbanos de los municipios del AMA y a partir de 2013 también de Asunción.

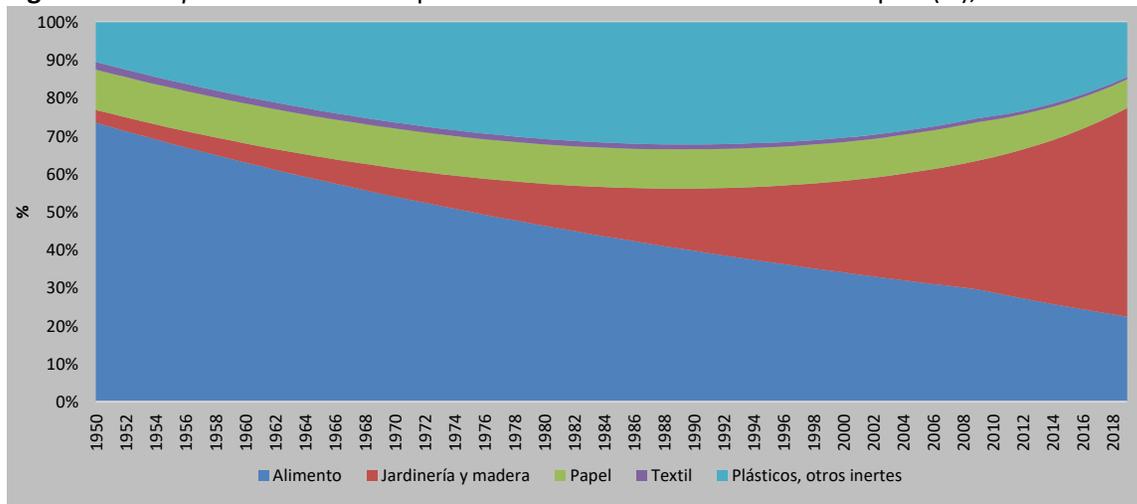
Figura 7. 8. Disposición de RS: sitios de eliminación de residuos sólidos total país (%), serie 1950-2019



Fuente: Especialista en residuos sólidos.

Con respecto al comportamiento de las fracciones de composición de los residuos sólidos urbanos, se puede notar una influencia de los cambios culturales, como por ej. un mayor uso de plástico hasta mediados de los años 90, la disminución de los residuos de alimentos y el aumento de los residuos de jardines. Sin embargo, no se observan cambios notorios en cuanto a los residuos de papel. El aumento de restos de jardinería se podría deber al aumento de áreas verdes en los centros urbanos. En cuanto a la variación de restos de alimentos, podría ser una consecuencia del aumento de restos de jardinería y tal vez del aumento de los servicios de comida preparada enviada a los domicilios. La explicación de la disminución de los plásticos desde mediados de los años 90 se debe sin duda a la demanda para reciclaje a través de empresas constituidas para tal efecto y una red de acopio ampliamente difundida. Existe también cierta demanda de papel y cartón para reciclaje, mientras que con respecto a los restos de jardinería no están muy difundidas las prácticas de compostaje.

Figura 7. 9. Disposición de RS: composición de los residuos sólidos a nivel país (%), serie 1950-2019



Fuente: Especialista en residuos sólidos.

7.2.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Para los FE se utilizaron parámetros promedios por defecto, extraídos del Volumen 5, Capítulo 2, Sección 2.3.2, 2.4 y Capítulo 3, Sección 3.2.3, 3.3 de las Directrices del IPCC de 2006. Los parámetros utilizados son los siguientes, cuyos valores se presentan en la tabla 7.9:

- fracción del carbono orgánico degradable que se descompone (DOCf)
- factor de corrección para el metano (MCF)
- fracción de CH₄ en el gas de vertedero generado (F)
- factor de oxidación (OX)
- vida media (t 1/2)
- tiempo de retardo
- índice de generación de metano (K)
- contenido de carbono orgánico degradable (DOC) en % de residuos húmedos

Tabla 7.9. Disposición de residuos sólidos: parámetros de factor de emisión aplicados

Parámetros		FE - CH ₄	
		Valor	Unidad
Carbono orgánico degradable que se descompone (DOCf)		0,50	1/%
Factor de corrección para el metano (MCF)	Manejado anaeróbico	1,00	
	Manejado semi-aeróbico	0,50	
	No gestionado profundo	0,80	
	No gestionado poco profundo	0,40	
	No categorizado	0,60	
CH4 en el gas de vertedero generado (F)		0,50	1/%
Factor de oxidación (OX) para SDRS gestionados, no gestionados y no categorizados		0,00	
Tiempo de retardo		6,00	Meses
Recuperación de metano (R)		0,00	Gg
Vida media (t 1/2) - húmedo y seco	Papel/textil	10,00	Años
	Madera/paja	20,00	
	Jardín/parques	4,00	
	Lodos	2,00	
Índice de generación de metano (K) - Zona tropical	Papel/carton	0,07	1/año
	Textiles	0,07	
	Residuos de alimentos	0,40	
	Madera	0,04	
	Residuos de jardines y parques	0,17	
Contenido de carbono orgánico degradable (DOC) en % de residuos húmedos	Papel/carton	40,00	%
	Textiles	24,00	
	Residuos de alimentos	15,00	
	Madera	43,00	
	Residuos de jardines y parques	20,00	

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

7.2.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta categoría, para el 2019, ha sido estimada para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 7.10.

Tabla 7. 10. Disposición de residuos sólidos: incertidumbre combinada

Categoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
4.A. Disposición de residuos sólidos	CH ₄	158,11	93,41	183,64

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

7.2.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La serie se podría considerar parcialmente consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 2). Con respecto a la fuente de datos, fueron utilizados diferentes fuentes según la disponibilidad de datos para abarcar toda la serie temporal, mas no fue posible segregarse por regiones geográficas representativas del país por falta de información, quedando como una opción de mejora para futuros inventarios. Los vacíos de información según tipo de dato fueron llenados mediante métodos estadísticos.

7.2.5. Actividades de GCCV de la categoría

7.2.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría y las actividades propias del equipo técnico INGEI. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Elaboración de plantillas metodológicas y un resumen de estas.
- Revisión detallada de los datos obtenidos, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Elaboración de plantillas de datos que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas, referencias y otras informaciones, dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.
- Chequeo cruzado de los datos entregados por las instituciones versus la información pública nacional.
- Chequeo cruzado de los datos entregados por el experto en residuos versus la información parcial pública nacional.
- Comparación de los datos utilizados en el inventario actual con las del inventario anterior.
- Consolidación de datos mediante vínculos automatizados en las plantillas de DA con el formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual y posibles errores asociados.
- Chequeo de la importación de datos desde la base original a la planilla consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software IPCC.
- Plantillas de datos protegidas con contraseña.
- Plantillas de datos con verificación de ceros y uso de minigráficos.
- Verificación que los datos que se repiten en varios años sean consistentes.

Verificación de cálculos

- Tablas reportes generadas por el software IPCC posteriormente vinculadas a las tablas FCR elaboradas por la RedINGEI y transportadas al documento IIN.
- Verificación que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada a través de la serie temporal.
- Comparación de emisiones de GEI entre el inventario actual y el inventario anterior.
- Verificación de cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.

Verificación del informe

- Verificar que las tablas y figuras correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar la exactitud y coherencia de los títulos de las tablas y figuras.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.

Verificación de la documentación

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

7.2.5.2. Garantía de la calidad

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

7.2.5.3. Verificación

No se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación de emisiones.

7.2.6. Nuevos cálculos de la categoría

Para el actual INGEI se adoptaron valores de GWP del AR5 del IPCC²⁴, lo que justifica las diferencias con el inventario anterior.

²⁴ Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

Tabla 7. 11. Disposición de residuos sólidos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI 1990-2017	95,23	143,57	200,42	315,97	409,70	561,79	624,96		
INGEI 1990-2019	128,56	194,67	271,20	425,03	549,61	753,29	836,06	876,52	918,20
Diferencia	33,33	51,10	70,78	109,06	139,91	191,50	211,10		
Diferencia %	25,92%	26,25%	26,10%	25,66%	25,46%	25,42%	25,25%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

7.2.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Relevar datos sobre la gestión de los residuos sólidos domésticos en municipios de todo el país y actualizar la información de los vertederos existentes a fin de mejorar la clasificación de los sitios.
- Realizar esfuerzos para regionalizar las emisiones de GEI correspondiente a la presente categoría.
- Promover líneas de investigación con universidades y/o centros de investigación para realizar estudios sectoriales que generen informaciones correspondientes a DA.
- Incrementar la transparencia de información obtenida mediante la contratación del experto en residuos sólidos que detalle los procesos llevados a cabo y suposiciones realizadas para obtención de información, recopile todo tipo de documentación utilizada, realice dictamen de experto, detalle métodos estadísticos utilizados, y otras informaciones útiles para el inventario.
- Coordinar con el Departamento de Residuos Sólidos de la Dirección de Calidad Ambiental y con la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental del MADES para obtener datos específicos sobre los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos de todo el país, correspondiente a proceso de licenciamiento ambiental de auditorías ambientales (Ley 294/93).
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

7.3. Tratamiento biológico de residuos sólidos (FCR 5.B)

Las emisiones relacionadas al tratamiento biológico de los residuos sólidos están relacionadas a las actividades de compostaje y generación de biogás, pero las mismas no fueron estimadas por falta de información.

Como plan de mejora para llegar a estimar esta categoría como punto de partida se plantea obtener un dictamen de experto sobre la distribución por tipo de tratamiento de los residuos sólidos, y una vez obtenido esto, pasar a utilizar valores regionales por defecto de las Directrices, sobre generación y tratamiento de los residuos sólidos municipales.

7.4. Incineración y quema abierta de residuos (FCR 5.C)

7.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones de GEI que resultan de la combustión de residuos sólidos y líquidos sin recuperación de energía, abarcando la incineración de residuos y la quema abierta de residuos.

La incineración se define como la combustión de los residuos sólidos y líquidos en instalaciones de incineración controladas. Los incineradores modernos de desperdicios poseen cámaras de combustión especialmente diseñadas que producen altas temperaturas de combustión, tiempos largos de residencia y agitación eficiente de los residuos al tiempo que introducen aire para una combustión más completa. Los tipos de residuos incinerados incluyen los residuos sólidos municipales (RSM), residuos industriales, residuos peligrosos, residuos hospitalarios y lodos de aguas servidas. La práctica de la incineración de los RSM es actualmente más común en los países desarrollados, mientras que la incineración de los residuos hospitalarios es común tanto en los países desarrollados y en desarrollo.

La quema abierta de residuos puede definirse como la combustión de materiales combustibles no deseados, tales como papel, madera, plástico, textiles, caucho, residuos de aceites y otros residuos al aire libre o en vertederos abiertos, donde el humo y otras emisiones se liberan directamente al aire, sin pasar por una chimenea o columna. Cabe señalar que, de acuerdo a la normativa nacional, la quema abierta de residuos es una práctica ilegal en el país.

En esta categoría se presentan emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O resultantes de la combustión de residuos, alcanzando un valor de 103,94 kt CO₂ eq en el año 2019, lo que representa un 4,87 % del total del sector, con una disminución del 26,58 % con respecto al año 1990 y del 30,76 % con relación al año 2017. El comportamiento observado de las emisiones se debe a variaciones en las prácticas de quema a cielo abierto de los residuos sólidos domésticos, las cuales están a su vez relacionadas principalmente con la cobertura de los sistemas de recolección municipal y con las medidas legales de prohibición de quema de residuos.

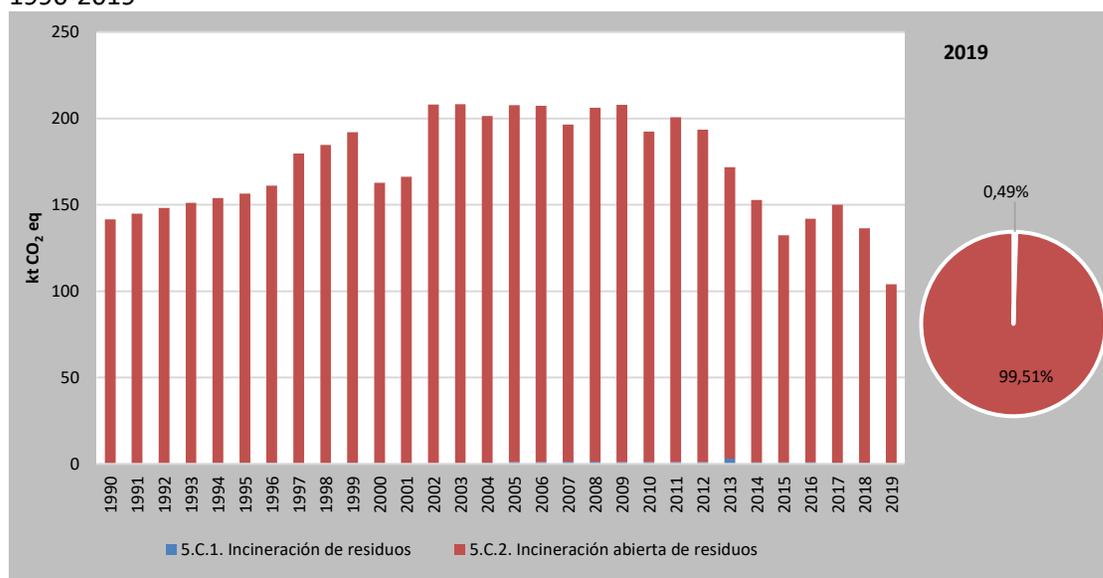
Respecto a las subcategorías, como se observa en la Tabla 7.12 y Figura 7.10, en el año 2019 la de mayor relevancia es la quema abierta de residuos con un 99,51 % de las emisiones de la categoría, mientras que la Incineración de residuos representa el 0,49 %.

Tabla 7. 12. Incineración e incineración abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
5.C.1. Incineración de residuos	0,07	0,41	0,39	1,01	1,07	0,79	0,71	0,67	0,50
5.C.2. Incineración abierta de residuos	141,49	156,04	162,34	206,69	191,41	131,54	149,41	135,77	103,43
Total	141,56	156,45	162,73	207,70	192,48	132,32	150,12	136,44	103,94

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 7. 8. Incineración y quema abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la serie temporal se observa un comportamiento variable de las emisiones, lo cual se debe principalmente a las actividades de quema a cielo abierto cuyos datos provienen de los censos y encuestas reportados por el INE.

7.4.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En la siguiente tabla se puede ver un resumen con los niveles metodológicos aplicados en la presente categoría.

Tabla 7. 13. Incineración e incineración abierta de residuos: resumen de métodos aplicados por subcategoría

Categoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	T2a	D	T1, NE	D, NE	T1	D
5.C.1. Incineración de residuos	T2a	D	NE	NE	T1	D
5.C.2. Incineración abierta de residuos	T2a	D	T1	D	T1	D

Referencias: T1 = nivel 1; T2a = nivel 2a; D = por defecto; NA = no aplicable; NE = no estimada.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Los métodos para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O provenientes de la incineración y quema abierta de residuos que varían en función de los diferentes factores que influyen en los niveles de emisión. La estimación de la cantidad de carbono fósil contenido en los residuos incinerados es el factor más importante para determinar las emisiones de CO₂. Las otras emisiones, aparte del CO₂, dependen más de la tecnología y de las condiciones predominantes durante el proceso de incineración.

El enfoque general para calcular las emisiones de GEI provenientes de la incineración y quema abierta de residuos consiste en obtener la cantidad del peso en seco de los residuos incinerados o quemados por incineración abierta (preferentemente diferenciados por tipo de residuo) e investigar

los FE de los GEI relacionados (preferentemente a partir de información específica del país sobre el contenido de carbono y sobre la fracción de carbono fósil).

Emisiones de CO₂

El método común para estimar las emisiones de CO₂ provenientes de la incineración y quema abierta de residuos se basa en una estimación del contenido de carbono fósil en los residuos quemados, multiplicado por el factor de oxidación, y en una conversión del producto (cantidad de carbono fósil oxidado) en CO₂. Los DA son las entradas de residuos en el incinerador o la cantidad de residuos que se quema al aire libre y los FE se basan en el contenido de carbono oxidado de los residuos que son de origen fósil. Entre los datos pertinentes se cuentan la cantidad y composición de los residuos, el contenido de materia seca, el contenido de carbono total, la fracción de carbono fósil y el factor de oxidación.

Para el caso específico de estimación de emisiones de CO₂ fue aplicada la metodología de Nivel 2a, basada en datos específicos del país relacionados con la generación, composición y las prácticas de gestión de los residuos.

El cálculo de las emisiones de CO₂ se basa en una estimación de la cantidad de residuos (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta tomando en cuenta el contenido de materia seca, el contenido de carbono total, la fracción de carbono fósil y el factor de oxidación. El método basado en la cantidad total de residuos quemados se plantea en la siguiente ecuación:

Ecuación 7.7

Estimación de las emisiones de CO₂ basada en la cantidad total de residuos quemados

$$Emisiones\ de\ CO_2 = \sum_i (SW_i \cdot dm_i \cdot CF_i \cdot FCF_i \cdot OF_i) \cdot 44/12$$

Fuente: Ecuación 5.1; Capítulo 5; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

Emisiones CO₂= emisiones de CO₂ durante el año del inventario, Gg/año

SW_i= cantidad total de residuos sólidos de tipo i (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año

dm_i= contenido de materia seca en los residuos (peso húmedo) incinerados o quemados a cielo abierto, (fracción)

CF_i= fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total), (fracción)

FCF_i= fracción de carbono fósil en el carbono total, (fracción)

OF_i= factor de oxidación, (fracción)

44/12= factor de conversión de C en CO₂

i= tipo de residuo incinerado/quemado al aire libre especificado de la manera siguiente: RSM: residuo sólido municipal, ISW: residuo sólido industrial, SS: lodo de aguas servidas, HW: residuo peligroso, CW: residuo hospitalario, otros (que deben especificarse)

Para el caso de la quema abierta, el cálculo de las emisiones de CO₂ se realiza en base a los tipos de residuos por tipo de material (como papel, plásticos, textil, alimentos, jardinería, etc.), según la Ecuación 7.8.

Ecuación 7. 8

Estimación de las emisiones de CO₂ basada en la composición de los RSM

$$Emisiones\ de\ CO_2 = DSM \cdot \sum_j (WF_j \cdot dm_j \cdot CF_j \cdot FCF_j \cdot OF_j) \cdot 44/12$$

Fuente: Ecuación 5.2; Capítulo 5; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ durante el año del inventario, Gg/año

DSM = cantidad total de residuos sólidos municipales en peso húmedo incinerados o quemados por quema abierta, Gg/año

WF_j = fracción de tipo/material de residuos del componente j en los DSM (en peso húmedo incinerados o quemados a cielo abierto)

dm_j = contenido de materia seca en el componente j de los DSM incinerados o quemados a cielo abierto, (fracción)

CF_j = fracción de carbono en la materia seca (es decir, contenido de carbono) del componente j, (fracción)

FCF_j = fracción de carbono fósil en el carbono total del componente j

OF_j = factor de oxidación, (fracción)

44/12 = factor de conversión de C en CO₂ con: 1=Σ_jWF

j = componente de los DSM incinerado/sometido a quema abierta, como papel/cartón, textiles, residuo de alimentos, madera, residuo de jardines y parques, pañales desechables, caucho y cuero, plásticos, metal, vidrio, otros residuos inertes.

Emisiones de CH₄

Las emisiones de CH₄ provenientes de la incineración y quema abierta de residuos son el resultado de una combustión incompleta. Los factores importantes que afectan las emisiones son la temperatura, el tiempo de residencia y proporción de aire (es decir, el volumen de aire en relación con la cantidad de residuos). Las emisiones de CH₄ son particularmente pertinentes para la quema abierta, donde una gran proporción del carbono contenido en los residuos no se oxida. Las condiciones pueden variar en gran medida, pues los residuos son muy heterogéneos y combustibles de baja calidad por su valor calórico.

De esta forma, consideramos insignificantes las emisiones de CH₄ en los equipos de incineración por haber una combustión casi completa, mas se reporta como No estimado. El cálculo de las emisiones de CH₄ se basa en la cantidad de residuos quemados a cielo abierto y en el FE por defecto, correspondiendo entonces al Nivel 1, según la siguiente ecuación:

Ecuación 7. 9

Estimación de las emisiones de CH₄ basada en la cantidad total de residuos quemados

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Fuente: Ecuación 5.4; Capítulo 5; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

Emisiones CH₄= emisiones de CH₄ durante el año del inventario, Gg/año

IW_i= cantidad de residuos sólidos de tipo i incinerados o quemados a cielo abierto, Gg/año

EF_i= factor de emisión de CH₄ agregado, kg. de CH₄/Gg de residuos

10⁻⁶= factor de conversión de kilogramos en gigagramos

i= categoría o tipo de residuo incinerado/quemado al aire libre especificado de la manera siguiente:

RSM: residuos sólidos municipales, ISW: residuo sólido industrial, HW: residuos peligrosos, CW: residuos hospitalarios: residuos cloacales, otros (que deben especificarse).

Emisiones de N₂O

El N₂O se emite en los procesos de combustión a temperaturas de combustión relativamente bajas, entre 500 y 950 °C. Otros factores importantes que influyen en las emisiones son el tipo de dispositivos de control de los contaminantes del aire, el tipo y el contenido de nitrógeno de los residuos y la fracción de aire en exceso.

Los cálculos de las emisiones de N₂O se basan en la entrada de residuos a los incineradores o en la cantidad de residuos quemados a cielo abierto y en un FE por defecto, correspondiendo a un Nivel 1. La relación se presenta a continuación:

Ecuación 7. 10

Estimación de las emisiones de N₂O basada en la entrada de residuos a los incineradores

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Fuente: Ecuación 5.5; Capítulo 5; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

Emisiones_{N2O} = emisiones de N₂O durante el año del inventario, Gg/año

IW_i = cantidad de residuos de tipo *i* incinerados o quemados a cielo abierto, Gg/año

EF_i = factor de emisión de N₂O (kg. de N₂O/Gg de residuos) para residuos de tipo *i*

10⁻⁶ = factor de conversión de kilogramos en gigagramos

i = categoría o tipo de residuo incinerado/quemado al aire libre especificado de la manera siguiente:

RSM: residuos sólidos municipales, ISW: residuo sólido industrial, HW: residuo peligroso, CW: residuos hospitalarios: lodos cloacales, otros (que deben especificarse)

Para la estimación de las emisiones provenientes de la quema abierta de residuos se utilizaron datos provenientes de censos y encuestas nacionales⁵ referentes a la cantidad de residuos quemados a cielo abierto, provenientes de la fracción de residuos domiciliarios no recolectados por los municipios, tanto a nivel urbano como rural, los cuales son quemados en los propios hogares.

7.4.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Para la Incineración de residuos, se relevaron informaciones de diversas fuentes como los datos proporcionados por el experto nacional sobre procesos de incineración controlada de residuos patológicos en la ciudad de Asunción y área metropolitana desde el año 1998 a través de una empresa privada, concesionada por la Municipalidad de Asunción. Así también, datos en el periodo 1999-2006 sobre la incineración de residuos en equipos instalados en el predio del Hospital Nacional de Itauguá, bajo la supervisión del SENASA del MSPyBS, y desde el año 2005 operaciones de incineración de otra empresa privada cuyos datos fueron proporcionadas desde 2012, concesionada por la Municipalidad de Asunción y la Dirección de Gestión Ambiental (DIGESA) del MSPyBS.

De la integración de los datos mencionados se construyó la serie 1990-2019 sobre las cantidades de residuos incinerados. Las variaciones de las cantidades incineradas anualmente varían, considerando que en el país se utilizan también equipos de autoclave para la esterilización de los residuos patológicos, los cuales han ido en aumento en los últimos años, determinando una tendencia decreciente al final de la serie.

Para la quema abierta se utilizaron los datos generados por el software IPCC a partir de los parámetros requeridos, basados en datos nacionales de población, fracción de la población que quema sus residuos, tasa de generación per cápita y fracción de residuos que se quema sobre el total de residuos tratados. Los resultados arrojados de los residuos quemados a cielo abierto fueron procesados manualmente y distribuidos según datos de composición de los residuos (alimentos, jardinería, papel, textil, plásticos, otros inertes) para ser cargada nuevamente al software y estimar así las emisiones de la presente subcategoría.

Los datos y fuentes utilizados fueron los siguientes:

- Población: se parten de datos de los censos de población proporcionados por el INE.
- Fracción de la población que quema sus residuos: estos datos fueron proporcionados por el INE (1997/2019) y complementados por el experto en residuos.
- Tasa de generación per cápita: estos datos fueron proporcionados por el experto en residuos. Fracción de residuos que se quema sobre el total de residuos tratados: se adoptó por defecto el valor 0,60 mencionado en las Directrices del IPCC de 2006 para la quema en vertederos abiertos.
- Composición de residuo: estos datos fueron proporcionados por el experto en residuos.

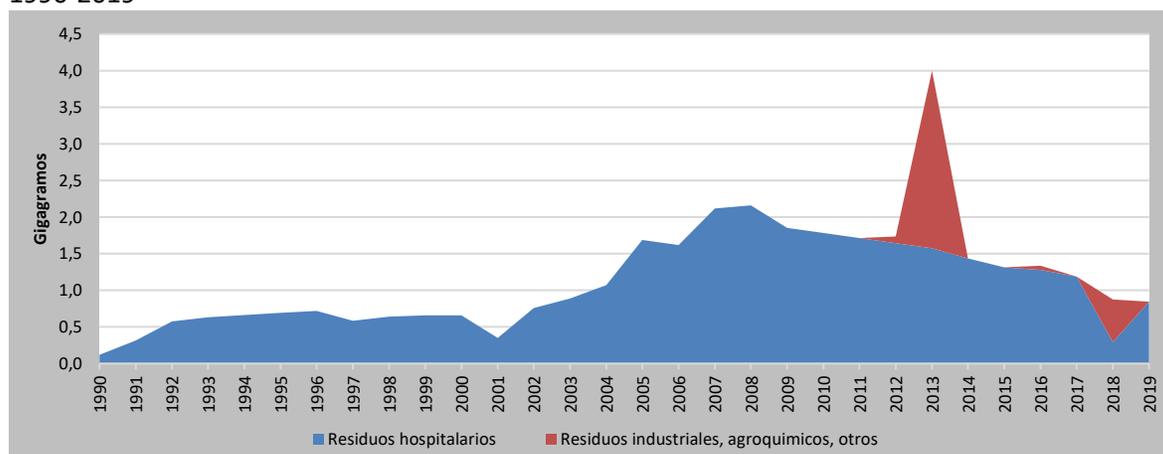
En las siguientes tablas y figuras se presentan de forma resumida los datos de la cantidad de residuos incinerados, de acuerdo con las características de estos.

Tabla 7. 14. Incineración de residuos: cantidad de residuos incinerados por tipo (Gigagramos)

Año	5.C.1. Incineración de residuos	
	Cantidad de residuos incinerados por tipo	
	Residuos hospitalarios	Residuos industriales, agroquímicos, otros
	Gg	Gg
1990	0,12	
1995	0,69	
2000	0,66	
2005	1,69	
2010	1,78	
2015	1,31	
2017	1,19	3,00,E-03
2018	0,29	0,59
2019	0,84	

Fuente: Empresa privada, Municipalidad de Asunción y Especialista en residuos sólidos.

Figura 7. 9. Incineración de residuos: cantidad de residuos incinerados por tipo (Gigagramos), serie 1990-2019



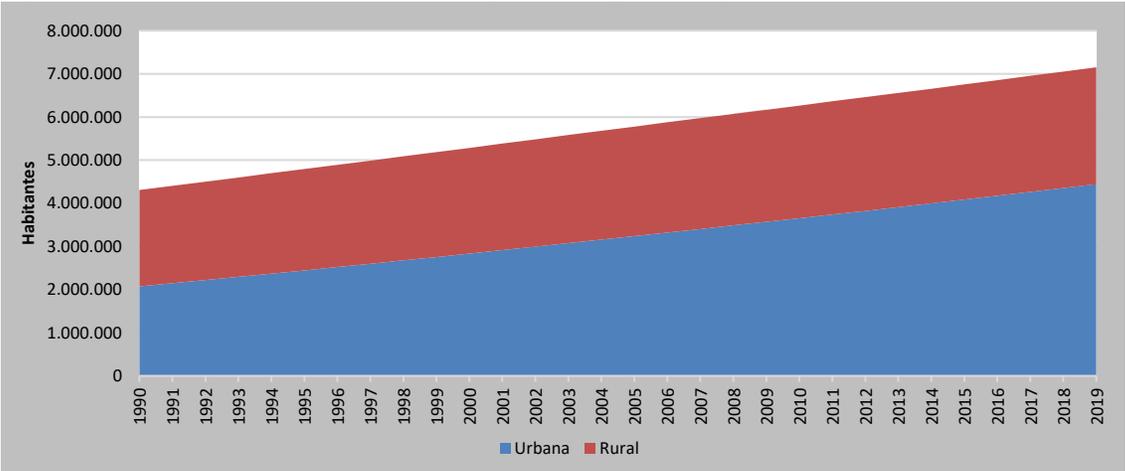
Fuente: Empresa privada, Municipalidad de Asunción, Especialista en residuos sólidos.

Tabla 7. 15. Quema abierta de residuos: parámetros de datos de actividad utilizados

5.C.2. Incineración abierta de residuos												
Año	Población por área		Generación per cápita por área		Población que quema sus residuos por área		Composición de los residuos sólidos total país					*Residuos que se quema sobre el total de residuos tratados
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Alimento	Jardinería y madera	Papel	Textil	Plásticos, otros inertes	
	Habitantes	Habitantes	kg/hab/día	kg/hab/día	1/%	1/%	%	%	%	%	%	
1990	2.074.997	2.233.344	1,07	0,16	0,34	0,79	39,77%	16,40%	10,33%	1,26%	32,24%	0,60
1995	2.445.425	2.348.443	1,11	0,17	0,31	0,79	36,82%	19,94%	10,29%	1,19%	31,76%	0,60
2000	2.835.331	2.449.149	1,15	0,18	0,28	0,78	34,06%	24,10%	10,26%	1,12%	30,46%	0,60
2005	3.237.475	2.542.294	1,20	0,18	0,33	0,78	31,51%	29,13%	10,23%	1,05%	28,09%	0,60
2010	3.652.713	2.613.163	1,25	0,19	0,28	0,80	28,79%	35,58%	9,90%	0,96%	24,78%	0,60
2015	4.085.396	2.670.360	1,13	0,20	0,20	0,71	25,04%	45,31%	8,55%	0,76%	20,34%	0,60
2017	4.264.473	2.689.173	1,09	0,20	0,25	0,78	23,68%	49,91%	8,06%	0,69%	17,65%	0,60
2018	4.354.253	2.698.730	1,07	0,20	0,24	0,76	23,02%	52,39%	7,83%	0,66%	16,10%	0,60
2019	4.444.274	2.708.428	1,05	0,20	0,18	0,71	22,39%	54,98%	7,60%	0,63%	14,39%	0,60

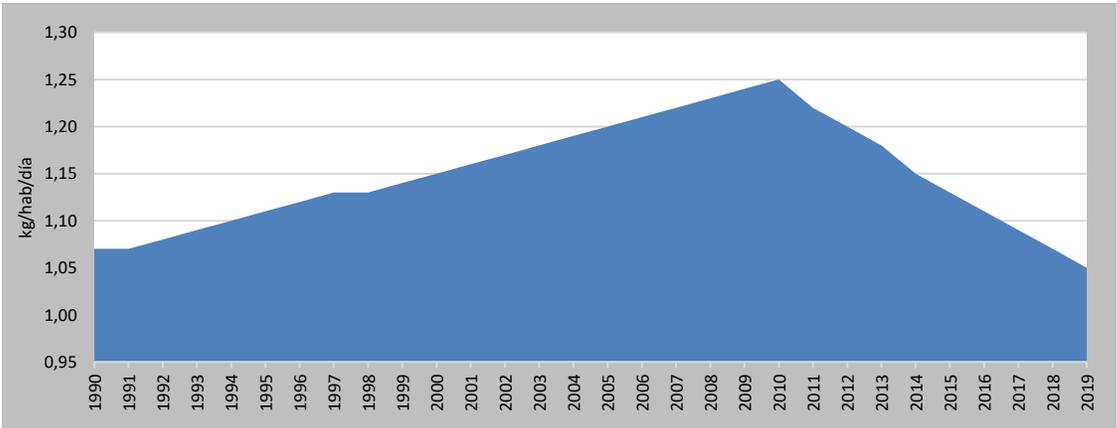
Fuente: INE, *Directrices del IPCC de 2006, Especialista en residuos sólidos.

Figura 7. 10. *Quema abierta de residuos: población por área (habitantes), serie 1990-2019*



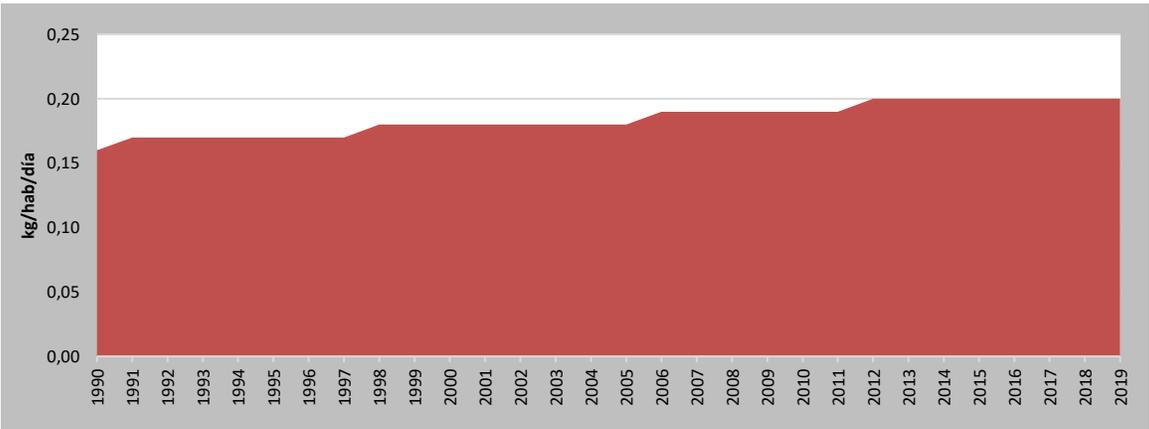
Fuente: INE.

Figura 7. 11. *Quema abierta de residuos: generación percápita área urbana (kg/hab/día), serie 1990-2019*



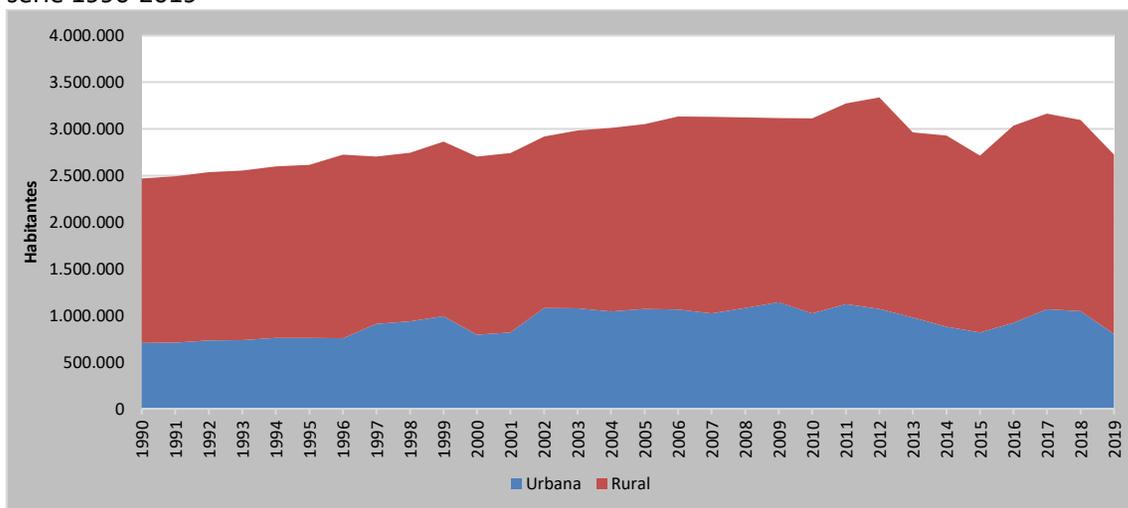
Fuente: Especialista en residuos sólidos.

Figura 7. 12. *Quema abierta de residuos: generación percápita área rural (kg/hab/día), serie 1990-2019*



Fuente: Especialista en residuos sólidos.

Figura 7. 13. *Quema abierta de residuos:* población que quema sus residuos por área (habitantes), serie 1990-2019



Fuente: INE, Especialista en residuos sólidos.

7.4.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

En incineración de residuos, para la estimación de emisiones de CO₂ se utilizaron como FE parámetros promedios por defecto, extraídos del Volumen 5, Capítulo 5, Cuadro 5.2 y la Sección 5.3.3, los valores de contenido de materia seca en % del peso húmedo fueron proporcionados por expertos sectoriales, mientras que el FE utilizado para N₂O se obtuvo del Volumen 5, Capítulo 5, Cuadro 5.6.

En la quema abierta de residuos, los FE utilizados fueron extraídos de las Directrices del IPCC de 2006, para estimar las emisiones de CO₂ se utilizaron parámetros promedios por defecto del Volumen 5, Capítulo 2, Cuadro 2.4 y Capítulos 5, Cuadro 5.2. Para el CH₄ el FE fue tomado del Volumen 5, Capítulo 5, Sección 5.4.2, mientras que el FE para estimar las emisiones de N₂O fue tomado del Volumen 5, Capítulo 5.4.3, Cuadro 5.6.

Los parámetros considerados para la estimación de emisiones CO₂ son los siguientes, cuyos valores se presentan en la Tabla 7.16 y 7.17:

- contenido de carbono total en % del peso en seco
- fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total
- factor de oxidación en % de la entrada de carbono
- contenido de materia seca en % del peso húmedo

Tabla 7. 16. Incineración de residuos: parámetros de factor de emisión aplicados por subcategoría

Parámetros		FE - CO ₂		FE - N ₂ O	
		Valor	Unidad	Valor	Unidad
Residuos industriales	Contenido de carbono total en % del peso en seco	0,50	1/%		
	Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total	0,90	1/%		
	Factor de oxidación en % de la entrada de carbono	1,00	1/%		
	Contenido de materia seca en % del peso húmedo	*0,50	1/%		
Residuos hospitalarios	Contenido de carbono total en % del peso en seco	0,60	1/%		
	Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total	0,40	1/%		
	Factor de oxidación en % de la entrada de carbono	1,00	1/%		
	Contenido de materia seca en % del peso húmedo	**0,65	1/%		
Factor de emisión (obs.: industrial y clínico)				100,00	kg N ₂ O/Gg residuos incinerados

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, *Especialista en residuos sólidos, **Empresa privada,

Tabla 7. 17. Incineración abierta de residuos: parámetros de factor de emisión aplicados por subcategoría

y 7.17		FE - CO ₂		FE - CH ₄		FE - N ₂ O	
		Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Contenido de materia seca en % del peso húmedo	Papel	0,90	1/%				
	Textil	0,80					
	Alimento	0,40					
	jardín	0,40					
	plásticos	1,00					
	Otros residuos inertes	0,90					
Contenido de carbono total en % del peso en seco	Papel	0,46	1/%				
	Textil	0,50					
	Alimento	0,38					
	jardín	0,49					
	plásticos	0,75					
	Otros residuos inertes	0,03					
Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total	Papel	0,01	1/%				
	Textil	0,16					
	Alimento	0,00					
	jardín	0,00					
	plásticos	0,80					
	Otros residuos inertes	0,03					
Factor de oxidación en % de la entrada de carbono	Papel	0,58	1/%				
	Textil	0,58					
	Alimento	0,58					
	jardín	0,58					
	Plásticos	0,58					
	Otros residuos inertes	0,58					
Factor de emisión				6.500,00	kg CH ₄ /Gg residuos húmedos		
Factor de emisión						150,00	kg N ₂ O/Gg residuos húmedos

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

7.4.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta categoría, para el 2019, ha sido estimada para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 7.18.

Tabla 7. 18. Incineración e incineración abierta de residuos: incertidumbre combinada

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
4.C.1. Incineración de residuos	CO ₂	50,23	40,00	64,21
	N ₂ O	50,23	100,00	111,91
4.C.2. Quema abierta de residuos	CO ₂	50,23	40,00	64,21
	CH ₄	50,23	100,00	111,91
	N ₂ O	50,23	100,00	111,91

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

7.4.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La serie se podría considerar parcialmente consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 2a para CO₂ y Nivel 1 para CH₄ y N₂O), mientras que los datos de incineración de residuos fueron obtenidos de tres diferentes fuentes (Empresa privada, Municipalidad de Asunción, Especialista en residuos) y para quema a cielo abierto de dos diferentes fuentes (INE, Especialista en residuos). Los vacíos de información según tipo de dato fueron llenados mediante un mismo método estadístico.

7.4.5. Actividades de GCCV de la categoría

7.4.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las Directrices del IPCC de 2006 para la categoría y las actividades propias del equipo técnico INGEI. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad específica de esta categoría, son las siguientes:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Elaboración de plantillas metodológicas y un resumen del mismo por cada subcategoría.
- Revisión detallada de los datos obtenidos, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Elaboración de plantillas de datos que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas, referencias y otras informaciones, dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.
- Chequeo cruzado de los datos entregados por las instituciones versus la información pública nacional.
- Chequeo cruzado de los datos entregados por el experto en residuos versus los datos entregados por las instituciones.
- Comparación de los datos utilizados en el inventario actual con las del inventario anterior.
- Consolidación de datos mediante vínculos automatizados en las plantillas de DA con el formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual y posibles errores asociados.
- Chequeo de la importación de datos desde la base original a la planilla consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Plantillas de datos protegidas con contraseña.
- Plantillas de datos con verificación de ceros y uso de minigráficos.
- Verificación que los datos que se repiten en varios años sean consistentes.

Verificación de cálculos

- Tablas reportes generadas por el software IPCC posteriormente vinculadas a las tablas FCR elaboradas por la RedINGEI y transportadas al documento de informe.
- Verificación que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada a través de la serie temporal.
- Comparación de emisiones de GEI entre el inventario actual y el inventario anterior.
- Verificación de cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.

Verificación del informe

- Verificar que las tablas y figuras correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar la exactitud y coherencia de los títulos de las tablas y figuras.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.

Verificación de la documentación

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

7.4.5.2. Garantía de la calidad

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

7.4.5.3. Verificación

No se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación de emisiones.

7.4.6. Nuevos cálculos de la categoría

Para el actual INGEI se adoptaron valores de GWP del AR5 del IPCC, lo que justifica las diferencias con el inventario anterior.

Tabla 7. 19. Incineración y quema abierta de residuos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI 1990-2017	132,21	146,03	151,56	192,67	177,35	120,56	135,63		
INGEI 1990-2019	141,56	156,45	162,73	207,70	192,48	132,32	150,12	136,44	103,94
Diferencia	9,35	10,43	11,17	15,03	15,12	11,76	14,49		
Diferencia %	6,61%	6,66%	6,86%	7,24%	7,86%	8,89%	9,65%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

7.4.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Identificar todos los tipos de residuos incinerados en el país (cremación, servicio antidroga, etc.) y recopilar los datos de actividad requeridos para estimar y reportar las emisiones de GEI de cada uno de ellos.
- Coordinar con el Departamento de Residuos Sólidos de la Dirección de Calidad Ambiental y con la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental del MADES para obtener datos específicos sobre las plantas incineradoras de residuos del país, correspondiente a proceso de licenciamiento ambiental de auditorías ambientales (Ley 294/93).
- Relevar informaciones para mejorar calidad de los datos de quema a cielo abierto en cuanto a las características de los residuos como la composición y estimar emisiones separadas de biogénicos y no biogénicos para determinar la cantidad de carbono fósil contenida por tipo de residuo quemado.
- Relevar datos sobre la gestión de los residuos sólidos dispuestos en los sitios y quemados a cielo abierto a fin de mejorar la clasificación por categoría.
- Incrementar la transparencia de información obtenida mediante la contratación del experto en residuos sólidos que detalle los procesos llevados a cabo y suposiciones realizadas para obtención de información, recopile todo tipo de documentación utilizada, realice dictamen de experto, detalle métodos estadísticos utilizados, y otras informaciones útiles para el inventario.
- Promover líneas de investigación con universidades y/o centros de investigación para realizar estudios sectoriales que generen informaciones correspondientes a datos de actividades.
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

7.5. Tratamiento y descarga de aguas residuales (FCR 5.D)

7.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Las aguas residuales representan una fuente de CH₄ cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico, siendo también una fuente de emisiones de N₂O. Las emisiones de CO₂ procedentes de las aguas residuales no se consideran en las Directrices del IPCC porque son de origen biogénico y no se incluyen en el total nacional de emisiones.

Las aguas residuales se originan en una variedad de fuentes domésticas, comerciales e industriales y pueden tratarse in situ (no recolectadas), transferirse por alcantarillado a una instalación central (recolectadas), o eliminarse sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües. Se entiende

por aguas residuales domésticas (o aguas servidas) los residuos de aguas utilizadas en los hogares, mientras que las aguas residuales industriales derivan exclusivamente de las prácticas industriales.

La estimación del potencial de producción de CH₄ derivado de los flujos de las aguas residuales industriales se basa en la concentración de materia orgánica degradable en el agua residual, en el volumen de ésta, y en la propensión del sector industrial a tratar sus aguas residuales en sistemas anaeróbicos. Utilizando estos criterios, las fuentes más importantes de agua residual industrial con alto potencial de producción de gas CH₄, son entre otras las siguientes actividades:

- manufactura de la pulpa y el papel
- procesamiento de carne y aves (mataderos)
- producción de alcohol, cerveza, almidón
- producción de sustancias químicas orgánicas
- otros procesamientos de alimentos y bebidas (productos lecheros, aceite vegetal, frutas y verduras, envasadoras, fabricación de jugos, etc.)

Esta categoría incluye las subcategorías de tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas e industriales.

En esta categoría se presentan emisiones de CH₄ y N₂O resultantes del tratamiento y/o descarga de las aguas residuales, alcanzando un valor de 1.112,87 kt CO₂ eq en el año 2019, lo que representa un 52,12 % del total del sector, con un incremento del 54,48 % con respecto al año 1990 y del 4,13 % con relación al 2017.

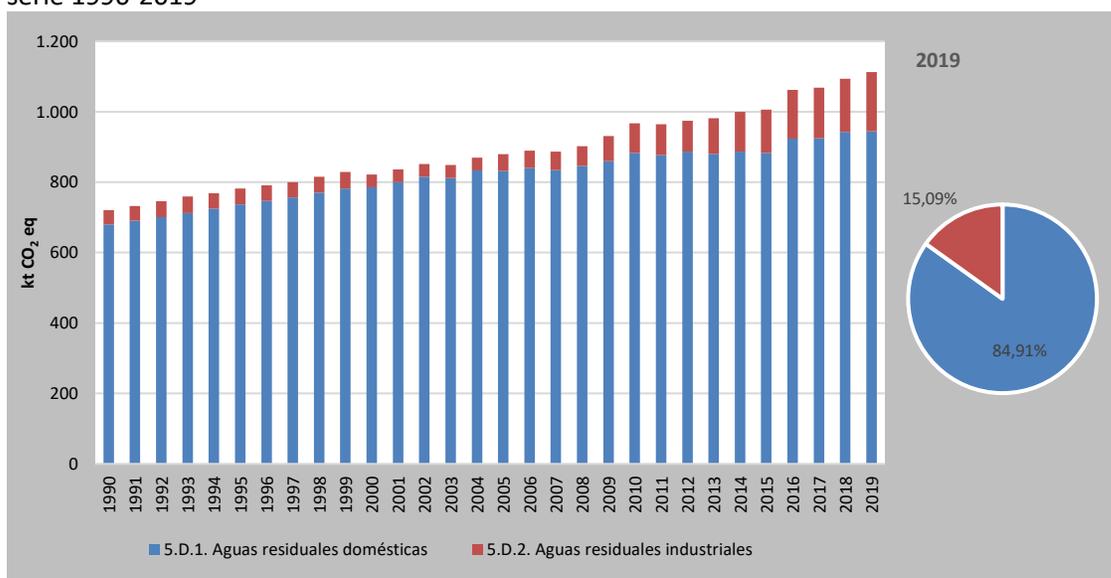
Respecto a las subcategorías, como se observa en la Tabla 7.20 y Figura 7.16, en el año 2019 la de mayor relevancia corresponde a las aguas residuales domésticas con un 84,91 % de las emisiones de la categoría, mientras que las aguas residuales industriales representan el 15,09 %. Las variaciones correspondientes a aguas residuales domésticas están relacionadas con el crecimiento poblacional mientras que las de aguas residuales industriales se deben a las variaciones de la producción anual en los sectores industriales considerados.

Tabla 7. 20. Tratamiento y descarga de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
5.D.1. Aguas residuales domésticas	680,03	736,89	785,63	831,40	883,07	882,77	924,64	942,90	944,91
5.D.2. Aguas residuales industriales	40,35	45,45	35,90	47,73	84,52	123,16	144,08	150,88	167,96
Total	720,39	782,34	821,53	879,13	967,59	1.005,93	1.068,72	1.093,79	1.112,87

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 7. 14. *Tratamiento y descarga de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2019*



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

7.5.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de CH₄ y N₂O de esta categoría se aplicó el método Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006, usando FE por defecto, así como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 7. 21. *Sector Residuos: resumen de métodos aplicados por subcategoría*

Subcategoría	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1, NS	D, NS
5.D.1. Aguas residuales domésticas			T1	D	T1	D
5.D.2. Aguas residuales industriales			T1	D	NS	NS

Referencias: T1 = nivel 1; D = por defecto; NS = no significativa.
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Emisiones de CH₄

Las emisiones de CH₄ dependen de la cantidad de residuos orgánicos generados y de un FE que caracteriza la proporción en la que estos residuos generan CH₄. El método de Nivel 1 aplica valores por defecto para el FE y para los parámetros de la actividad.

La ecuación general para estimar las emisiones de CH₄ derivadas de aguas servidas domésticas, es la siguiente:

Ecuación 7. 11

Emisiones totales de CH₄ procedentes de las aguas residuales domésticas

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[\sum_{i,j} (U_i \cdot T_{i,j} \cdot EF_j) \right] (TOW - S) - R$$

Fuente: Ecuación 6.1; Capítulo 6; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

Emisiones CH₄= emisiones de CH₄ durante el año del inventario, kg. de CH₄/año

TOW= total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg. de DBO/año

S= componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg. de DBO/año

U_i= fracción de la población del grupo de ingresos *i* en el año de inventario

T_{i,j}= grado de utilización de vía o sistema de tratamiento y/o eliminación *j*, para cada fracción de grupo de ingresos *i* en el año del inventario

i= grupo de ingresos: rural, urbano de altos ingresos y urbano de bajos ingresos

j= cada vía o sistema de tratamiento/eliminación

EF_j= factor de emisión, kg. de CH₄/kg. de DBO

R= cantidad de CH₄ recuperada durante el año del inventario, kg. de CH₄/año

Para el caso de las aguas residuales industriales, la estimación del potencial de producción de CH₄ derivado de los flujos de aguas residuales se basa en la concentración de materia orgánica degradable en el agua residual, en el volumen de ésta, y en la propensión del sector industrial a tratar sus aguas residuales en sistemas anaeróbicos.

El método para la estimación de emisiones procedentes del agua residual industrial es similar al utilizado para las aguas servidas domésticas.

La ecuación general para estimar las emisiones de CH₄ procedentes de las aguas residuales industriales es la siguiente:

Ecuación 7. 12

Emisiones totales de CH₄ procedentes de las aguas residuales industriales

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) EF_i - R_i]$$

Fuente: Ecuación 6.4; Capítulo 6; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

Emisiones CH₄= emisiones de CH₄ durante el año del inventario, kg. de CH₄/año

TOW= total de la materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales de la industria *i* durante el año del inventario, kg. de DQO/año

i = sector industrial

S_i= componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg. de DQO/año

EF_i= factor de emisión para la industria *i*, kg. de CH₄/kg. de DQO para la vía o sistema(s) de tratamiento y/o eliminación utilizada(s) en el año del inventario

S_i en una industria se utiliza más de una práctica de tratamiento, este factor debe corresponder a un promedio ponderado.

R_i= cantidad de CH₄ recuperada durante el año del inventario, kg. de CH₄/año

Emissiones de N₂O

Las emisiones de N₂O pueden producirse como emisiones directas provenientes de las plantas de tratamiento o como emisiones indirectas provenientes de las aguas residuales después de la eliminación de los efluentes en vías fluviales, lagos o en el mar.

Ecuación 7. 13

Emissiones de N₂O provenientes de las aguas residuales efluentes

$$E_{\text{emisiones de N}_2\text{O}} = N_{\text{EFLUENTE}} \cdot EF_{\text{EFLUENTE}} \cdot 44 / 28$$

Fuente: Ecuación 6.7; Capítulo 6; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006.

Donde:

Emissiones N₂O= emisiones de N₂O durante el año del inventario, kg. de N₂O/año

N_{efluente}= nitrógeno en el efluente eliminado en medios acuáticos, kg. de N/ año

EF_{luente}= factor de emisión para las emisiones de N₂O provenientes de la eliminación en aguas servidas, kg. de N₂O/kg. de N

El factor 44/28 corresponde a la conversión de kg. de N₂O-N en kg. de N₂O.

7.5.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Aguas residuales domésticas

Los DA requeridos para realizar los cálculos y sus respectivas fuentes para aguas residuales domésticas fueron los siguientes:

- población por área
- tipo de tratamiento o descarga de aguas residuales domésticas por área
- suministro medio de proteínas a nivel país
- fracción de Nitrógeno en la proteína
- fracción de proteína no consumida
- fracción de protección de descarga industrial y comercial
- componente orgánico degradable
- factor de corrección para DBO industrial adicional eliminado en las cloacas

En cuanto a la fracción de población urbana/rural por tipo de tratamiento de aguas residuales domésticos, para obtener datos se recurrieron a informaciones oficiales de los censos y encuestas de hogares, proporcionados por el INE. También se tuvieron en consideración informaciones proporcionadas por los organismos competentes en esta temática, representados por ERSSAN y DAPSAN-MOPC²⁵.

A partir de los datos proporcionados por ERSSAN con respecto a la infraestructura de alcantarillado sanitario a nivel nacional y de las informaciones proporcionadas por las estadísticas nacionales de los censos y encuestas de hogares, se estimaron las fracciones de los sistemas de tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas, tanto a nivel urbano como rural, no pudiendo llegar a la discriminación por tipo de ingresos.

²⁵ Disponible en https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/documento/eec9_Compendio%20Estadistico%20Ambiental%202019.pdf

Los resultados obtenidos se limitan al periodo de 1997 a 2019, y teniendo en cuenta la falta de datos estadísticos de censos y encuestas de hogares en los años previos se aplicó el método estadístico de media geométrica.

Tabla 7. 22. Aguas residuales domésticas: parámetros de datos de actividad utilizados

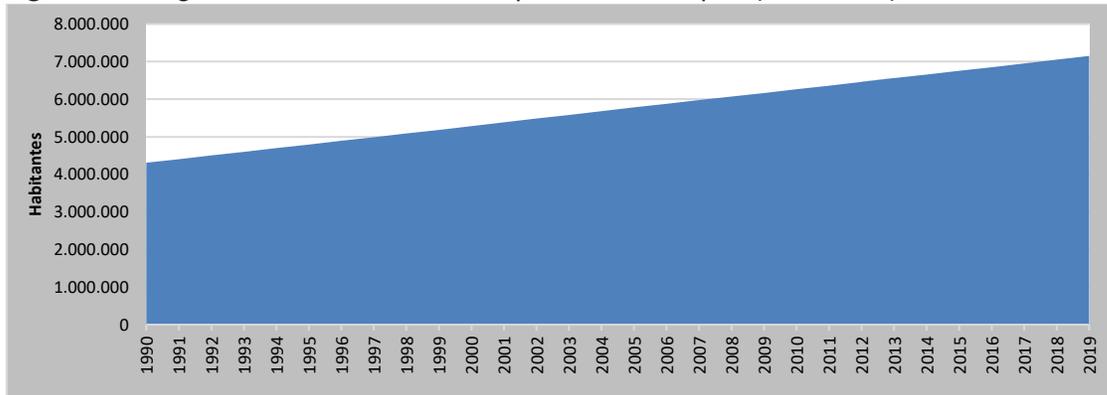
Año	5.D.1. Aguas residuales domésticas									
	Población			Tipo de tratamiento o descarga de aguas residuales domésticas por área						
	Total país	Urbana	Rural	Urbano				Rural		
				Alcantarillado con tratamiento 2% (lagunas anaeróbicas poco profundas)	Alcantarillado sin tratamiento 98% (ríos, etc.)	Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	Alcantarillado sin tratamiento (ríos, etc.)	Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	Letrina (clima húmedo, tipo familiar)
Habitantes	1/%	1/%	1/%	1/%	1/%	1/%	1/%	1/%	1/%	1/%
1990	4.308.340,54	0,48	0,52	2,62,E-03	0,13	0,52	0,34	0,00	0,15	0,85
1995	4.793.867,92	0,51	0,49	2,84,E-03	0,14	0,60	0,25	0,00	0,22	0,78
2000	5.284.480,00	0,54	0,46	3,36,E-03	0,16	0,64	0,19	2,00,E-03	0,24	0,75
2005	5.779.768,79	0,56	0,44	3,12,E-03	0,15	0,69	0,16	1,13,E-03	0,35	0,64
2010	6.265.876,70	0,58	0,42	2,75,E-03	0,13	0,76	0,10	4,03,E-03	0,41	0,59
2015	6.755.755,99	0,60	0,40	3,67,E-03	0,18	0,76	0,06	0,04	0,55	0,41
2017	6.953.646,03	0,61	0,39	3,04,E-03	0,15	0,79	0,06	0,01	0,64	0,35
2018	7.052.983,00	0,62	0,38	2,71,E-03	0,13	0,81	0,05	1,63,E-03	0,65	0,34
2019	7.152.703,00	0,62	0,38	2,86,E-03	0,14	0,82	0,04	3,50,E-03	0,69	0,31

Año	5.D.1. Aguas residuales domésticas					
	Suministro medio de proteínas a nivel país	Fracción de Nitrógeno en la proteína	Fracción de proteína no consumida	Fracción de protección de descarga industrial y comercial	Componente orgánico degradable	Factor de corrección para DBO industrial adicional eliminado en las cloacas
	kg/hab/año	kg N/kg proteína			kg DBO per cápita/año	
1990	25,55	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
1995	28,47	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2000	27,78	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2005	25,19	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2010	24,71	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2015	24,09	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2017	24,71	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2018	24,71	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2019	24,71	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00

Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

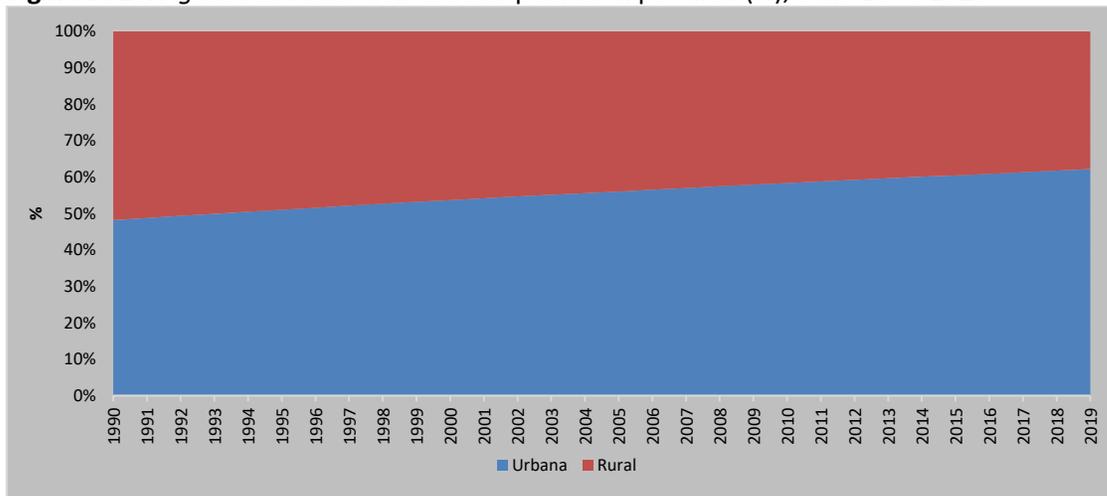
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en información proporcionada por el INE, ERSSAN, DAPSAN, datos obtenidos de FAO y de las Directrices del IPCC de 2006.

Figura 7. 15. Aguas residuales domésticas: población total país (habitantes), serie 1990-2019



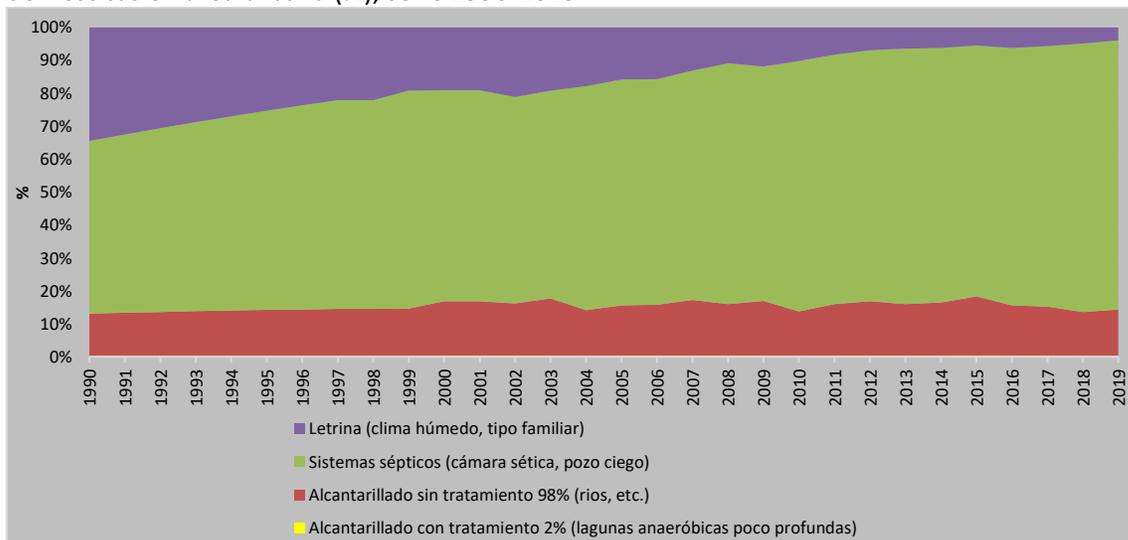
Fuente: INE.

Figura 7. 16. Aguas residuales domésticas: población por área (%), serie 1990-2019



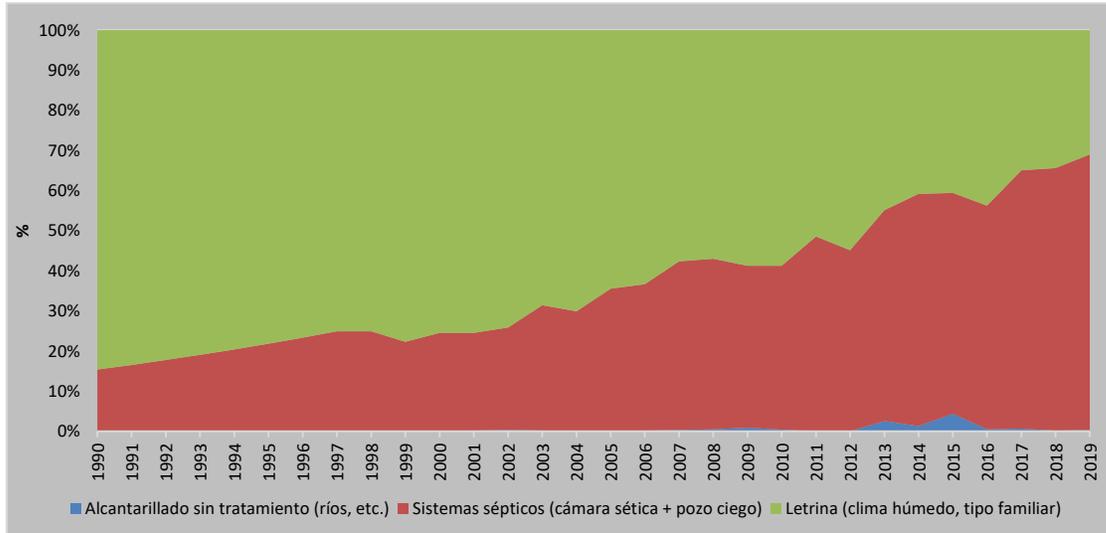
Fuente: INE.

Figura 7. 17. Aguas residuales domésticas: tipo de tratamiento o descarga de aguas residuales domésticas en área urbana (%), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en información proporcionada por el INE, ERSSAN y DAPSAN.

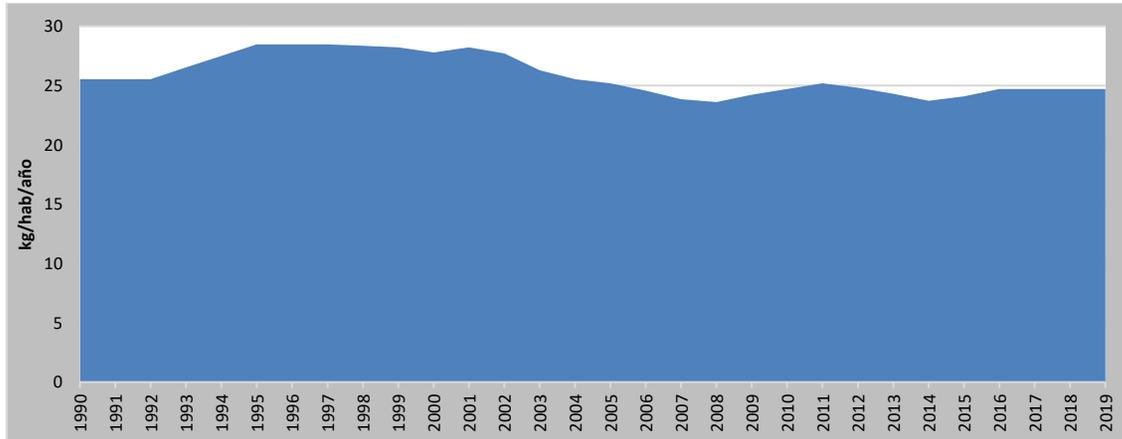
Figura 7. 18. Aguas residuales domésticas: tipo de tratamiento o descarga de aguas residuales domésticas en área rural (%), serie 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES base en la información proporcionada por el INE, ERSSAN y DAPSAN.

Para los cálculos de emisiones de N₂O se utilizaron datos del consumo de proteínas por habitante del Paraguay, obtenidos de la Dirección de estadística de la FAO (fuente internacional) donde se presentan datos específicos por país, aplicando el método estadístico de interpolación para los años donde no se disponían de datos, de manera a cubrir toda la serie temporal. Los datos utilizados se presentan en la Figura 7.21.

Figura 7. 19. Aguas residuales domésticas: suministro medio de proteínas a nivel país (kg/hab/año), serie 1990-2019



Fuente: FAO.

Aguas Residuales Industriales

Para las aguas residuales industriales, fueron considerados los principales sectores productivos de la industria para los cuales se determinaron las cantidades producidas anualmente, a partir de diversas fuentes de información. Los datos presentados representan valores de producción basados en estadísticas internacionales principalmente y otras nacionales. Se observa una tendencia

creciente con notorias variaciones, las cuales podrían explicarse por fluctuaciones en la economía, variaciones en la demanda de los mercados, disponibilidad de materia prima, etc.

Para la presente subcategoría se han considerado la producción nacional de etanol, azúcar, leche, cerveza, carnes (vacuna, porcina, avícola) y aceites (palma, girasol, colza y soja).

Los vacíos de información encontrados en la producción de aceite (1990-2003 y 2014-2019) y cerveza (2014-2019) fueron llenados mediante el método estadístico de progresión geométrica.

A continuación, se presentan dichos datos en la Tabla 7.23 y Figura 7.22.

Tabla 7. 23. Aguas residuales industriales: parámetros de datos de actividad utilizados

Año	Cantidad de producción por sector industrial					
	Leche (vacuno)	Carne (vacuno, cerdo, pollo)	Cerveza	Aceite (palma, girasol, colza, soja)	Etanol	Azúcar
	ton	ton	ton	ton	ton	ton
1990	204.836,69	300.199,74	97.977,60	106.272,44	24.083,04	120.000,00
1995	324.662,39	359.725,67	176.904,00	145.942,62	15.932,85	105.000,00
2000	299.194,56	278.233,70	199.584,00	199.631,77	1.909,47	112.000,00
2005	337.823,14	296.900,25	217.728,00	257.679,00	26.898,06	119.000,00
2010	444.845,52	373.018,87	136.080,00	382.002,00	115.074,47	120.000,00
2015	467.208,00	491.092,76	138.329,22	766.045,11	199.200,17	120.000,00
2017	417.137,82	585.989,51	140.615,61	886.433,45	241.768,26	140.000,00
2018	429.964,72	561.856,18	141.772,94	947.599,05	263.842,58	140.000,00
2019	435.540,37	557.448,09	142.939,80	1.015.243,56	312.166,08	140.000,00

Año	Promedio de aguas residuales generadas por sector industrial						COD por sector industrial					
	Carne	Leche	Etanol	Cerveza	Aceite	Azucar (promedio)	Carne	Leche	Etanol	Cerveza	Aceite	Azucar (promedio)
	m³/t	m³/t	m³/t	m³/t	m³/t	m³/t	kg/m³	kg/m³	kg/m³	kg/m³	kg/m³	kg/m³
1990	13,00	7,00	24,00	6,30	3,10	11,00	4,10	2,70	11,00	2,90	0,85	3,20
1995	13,00	7,00	24,00	6,30	3,10	11,00	4,10	2,70	11,00	2,90	0,85	3,20
2000	13,00	7,00	24,00	6,30	3,10	11,00	4,10	2,70	11,00	2,90	0,85	3,20
2005	13,00	7,00	24,00	6,30	3,10	11,00	4,10	2,70	11,00	2,90	0,85	3,20
2010	13,00	7,00	24,00	6,30	3,10	11,00	4,10	2,70	11,00	2,90	0,85	3,20
2015	13,00	7,00	24,00	6,30	3,10	11,00	4,10	2,70	11,00	2,90	0,85	3,20
2017	13,00	7,00	24,00	6,30	3,10	11,00	4,10	2,70	11,00	2,90	0,85	3,20
2018	13,00	7,00	24,00	6,30	3,10	11,00	4,10	2,70	11,00	2,90	0,85	3,20
2019	13,00	7,00	24,00	6,30	3,10	11,00	4,10	2,70	11,00	2,90	0,85	3,20

Año	Tipo de tratamiento o descarga por sector industrial															
	Laguna anaeróbica poco profunda						Planta de tratamiento aeróbico (lodo activado)				Eliminación en río, lago y mar					
	Carne	Leche	Etanol	Cerveza	Aceite	Azucar	Carne	Leche	Cerveza	Aceite	Carne	Leche	Etanol	Cerveza	Aceite	Azucar
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1990	50,00	70,00	90,00	70,00	70,00	90,00	40,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
1995	50,00	70,00	90,00	70,00	70,00	90,00	40,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
2000	50,00	70,00	90,00	70,00	70,00	90,00	40,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
2005	50,00	70,00	90,00	70,00	70,00	90,00	40,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
2010	50,00	70,00	90,00	70,00	70,00	90,00	40,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

2015	50,00	70,00	90,00	70,00	70,00	90,00	40,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
2017	50,00	70,00	90,00	70,00	70,00	90,00	40,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
2018	50,00	70,00	90,00	70,00	70,00	90,00	40,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
2019	50,00	70,00	90,00	70,00	70,00	90,00	40,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

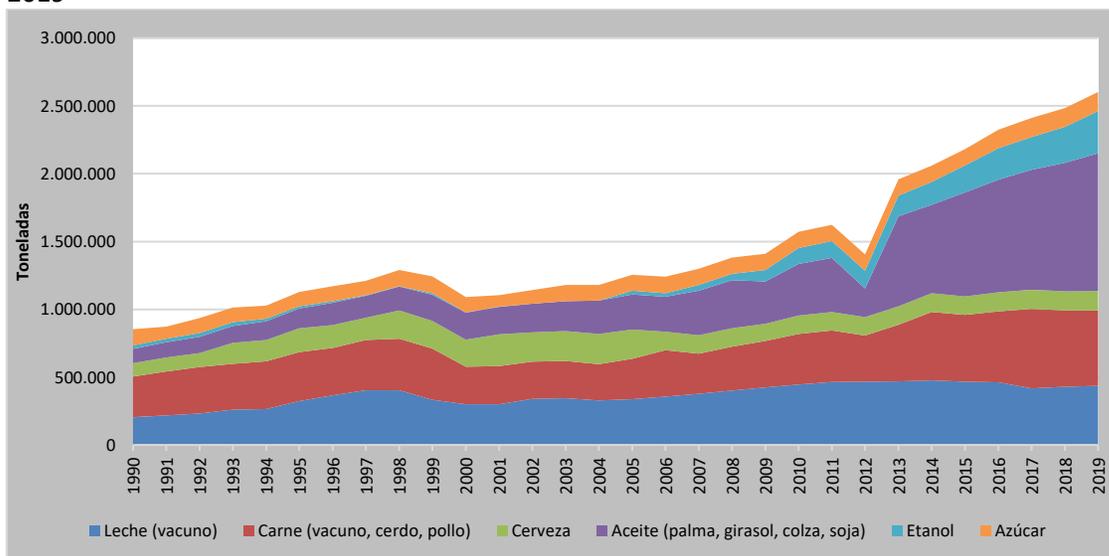
Referencias: Sombreado en gris = métodos estadísticos aplicados.

Fuente: FAO, IICA, BEN, United States Department of Agriculture, Ilanado de vacíos de información mediante estadística, *Directrices del IPCC de 2006 y

**Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 7. 20

Aguas residuales industriales: cantidad de producción por sector industrial (toneladas), serie 1990-2019



Fuente: FAO, IICA, BEN/SIEN/VMME, United States Department of Agriculture, Directrices del IPCC de 2006 y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

7.5.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Para los FE se utilizaron parámetros promedios por defecto, extraídos del Volumen 5, Capítulo 6 de las Directrices del IPCC de 2006, Cuadro 6.2, 6.3 y la Sección 6.3.1.2 para aguas residuales domésticas y Cuadro 6.8 y la Sección 6.2.3.2 para aguas residuales industriales.

Los parámetros considerados, cuyos valores se presentan en la Tabla 7.24, fueron los siguientes:

- factor de corrección de metano (MCF) para los diferentes tipos de tratamiento de las aguas residuales (eliminación en río, lago y mar, letrina, sistema séptico, laguna anaeróbica poco profunda, planta de tratamiento aeróbico)
- capacidad máxima de producción de metano
- factor de emisión de N₂O

Tabla 7. 24

Tratamiento y descarga de aguas residuales: parámetros de factores de emisión aplicados por subcategoría

Subcategoría	Parámetros		FE - CH ₄		FE - N ₂ O	
			Valor	Unidad	Valor	Unidad
5.D.1. Aguas residuales domésticas	Factor de corrección para el metano (MCF)	Eliminación en río, lago y mar	0,10			
		Letrina con clima húmedo/descarga por agua, capa freática más alta que la letrina	0,70			
		Sistema séptico	0,50			
		Laguna anaeróbica poco profunda	0,20			
	Capacidad máxima de producción de metano		0,60	kg CH ₄ /kg BOD		
	Factor de emisión de N ₂ O				0,01	kg N ₂ O de efluentes con N/Kg N
Emisiones de plantas de aguas residuales				0	kg N ₂ O/año	
5.D.2. Aguas residuales industriales	Factor de corrección para el metano (MCF)	Eliminación en río, lago y mar	0,10			
		Laguna anaeróbica poco profunda	0,20			
		Planta de tratamiento aeróbico	0,10			
	Capacidad máxima de producción de metano		0,25	kg CH ₄ /kg COD		

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

7.5.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2019, ha sido estimada para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 7.25.

Tabla 7. 25

Tratamiento y descarga de aguas residuales: incertidumbre combinada

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad	Incertidumbre de Factores de emisión	Incertidumbre combinada
		(±) %	(±) %	(±) %
5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH ₄	65,19	66,33	93,00
	N ₂ O	65,19	50,00	82,16
5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH ₄	114,56	30,00	118,42

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

7.5.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La serie se considera parcialmente consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de esta categoría fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método (Nivel 1) y con las mismas fuentes de datos según el tipo de información (INE, FAO, BEN, United States Department of Agriculture, IICA), pero, para el caso de las aguas residuales industriales, fueron considerados los principales sectores industriales existentes en el país, quedando sin estimar otros sectores industriales por falta de disponibilidad de datos. Los vacíos de información por tipo de dato fueron llenados mediante un mismo método estadístico.

7.5.5. Actividades de GCCV de la categoría

7.5.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las Directrices del IPCC de 2006 para la categoría y las actividades propias del equipo técnico INGEI. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos

- Elaboración de plantillas metodológicas y un resumen del mismo por subcategoría.
- Revisión detallada de los datos obtenidos, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Elaboración de plantillas de datos que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas, referencias y otras informaciones, dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.
- Chequeo cruzado de los datos entregados por las instituciones versus la información pública nacional e internacional.
- Comparación de los datos utilizados en el inventario actual con las del inventario anterior.
- Consolidación de los datos mediante vínculos automatizados en las plantillas de DA con el formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual y posibles errores asociados.
- Chequeo de la importación de datos desde la base original a la planilla consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software IPCC.
- Creación de tabla de referencia en el Capítulo 3 Sector Energía con los factores de conversión de densidad y poder calórico neto utilizados.
- Plantillas de datos protegidas con contraseña.
- Plantillas de datos con verificación de ceros y uso de minigráficos.
- Verificación que los datos que se repiten en varios años sean consistentes.

Verificación de cálculos

- Tablas reportes generadas por el software IPCC posteriormente vinculadas a las tablas FCR elaboradas por la RedINGEI y transportadas al documento IIN.
- Verificación que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada a través de la serie temporal.
- Comparación de emisiones de GEI entre el inventario actual y el inventario anterior.
- Verificación de cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.

Verificación del informe

- Verificar que las tablas y figuras correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar la exactitud y coherencia de los títulos de las tablas y figuras.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.

Verificación de la documentación

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

7.5.5.2. Garantía de la calidad

El proceso de Garantía de la Calidad se realizó en septiembre de 2022, con revisores expertos internacionales. Se han recibido recomendaciones y sugerencias para la mejora del INGEI, las mismas fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluidas. Las mismas han sido enlistadas y documentadas dentro del plan de seguimiento de calidad del país, correspondiente al libro de cálculo GCC_INGEI_1990-2019_PY.

7.5.5.3. Verificación

No se han realizado acciones de verificación, debido a que no se cuenta con datos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación de emisiones.

7.5.6. Nuevos cálculos de la categoría

Para el actual INGEI se adoptaron valores de GWP del AR5 del IPCC, lo que justifica las diferencias con el inventario anterior.

Además, en aguas residuales domésticas se han incorporado ajustes del consumo de proteína de la dieta de 2012-2017 según información obtenida de FAOSTAT y un ajuste principal dentro de esta subcategoría fue la utilización del parámetro fracción de distribución por tipo de tratamiento y área que estaba siendo utilizado de forma incorrecta, identificada en el proceso de garantía de calidad.

Por otra parte, en aguas residuales industriales se ajustaron los datos de producción de carne, leche y cerveza con información descargada de FAOSTAT para toda la serie y estadística actualizada de aceite en los años 1990-2003 y 2014-2017.

Tabla 7. 26. Tratamiento y descarga de aguas residuales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI 1990-2017	326,56	351,60	369,91	395,94	446,42	484,60	532,84		
INGEI 1990-2019	720,39	782,34	821,53	879,13	967,59	1.005,93	1.068,72	1.093,79	1.112,87
Diferencia	393,83	430,74	451,62	483,19	521,17	521,33	535,89		
Diferencia %	54,67%	55,06%	54,97%	54,96%	53,86%	51,83%	50,14%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

7.5.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Fortalecer vínculos con instituciones del sector agua y saneamiento (DAPSAN-MOPC, ERSSAN) para actualizar información sobre sistemas de tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas.
- Establecer vínculos con las principales industrias nacionales para obtener dictamen de experto o los parámetros de generación de efluente por unidad de producción y carga orgánica de los rubros industriales que ocurren en el país.
- Relevar datos sobre la fracción removida como lodo para mejorar la exhaustividad y obtener una estimación adecuada y más representativa de la realidad del país mediante la verificación de la coherencia con las estimaciones de los lodos aplicados a suelos agrícolas, los lodos incinerados y los lodos depositados en los sitios de disposición de residuos sólidos.
- Acceder a informaciones del Sistema de Información Ambiental (SIAM) del MADES sobre sistemas de tratamiento de aguas residuales de proponentes correspondiente a proceso de licenciamiento ambiental (Ley 294/93) a fin de identificar los tipos de tratamiento de efluentes existentes en el país.
- Promover líneas de investigación con universidades y/o centros de investigación para realizar estudios sectoriales que generen informaciones correspondientes a datos de actividades.
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

7.6. Otros (FCR 5.E)

No se identifican otras actividades en el país a considerar en la presente categoría.

Capítulo 8. Nuevos cálculos y mejoras

Paraguay reporta por tercera vez sus emisiones y absorciones de GEI a lo largo de una serie temporal para todos los sectores, el recálculo se aplica a los años inventariados en el IBA3 serie temporal 1990-2017, en la cual ya fueron utilizadas las *Directrices del IPCC de 2006*.

La siguiente tabla presenta la comparación del balance de emisiones del INGEI elaborado en el IBA3 y el INGEI serie 1990-2019 de la Cuarta Comunicación Nacional.

Tabla 8.1

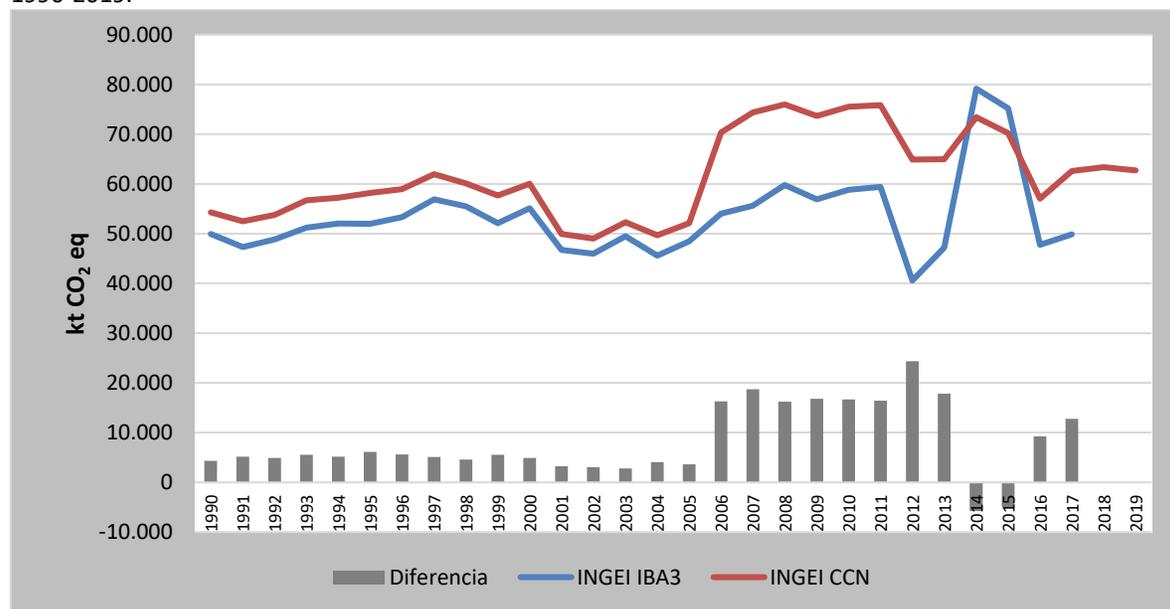
INGEI de Paraguay: comparación entre balance de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI IBA3	49.967,32	52.022,08	55.110,22	48.493,34	58.814,44	75.228,26	49.855,53		
INGEI CCN	54.323,82	58.168,23	60.026,24	52.097,59	75.521,99	70.242,18	62.607,87	63.380,95	62.744,16
Diferencia	4.356,50	6.146,15	4.916,02	3.604,25	16.707,55	-4.986,09	12.752,34		
Diferencia %	8,72%	11,81%	8,92%	7,43%	28,41%	-6,63%	25,58%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura 8. 1

INGEI de Paraguay: comparación entre balance de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES.

Las diferencias en el gráfico se deben principalmente a dos factores clave: el uso del *Refinamiento 2019* de las *Directrices del IPCC* y la mejora en los datos que permitieron ajustar las estimaciones. Así como también, el uso de un Potencial de Calentamiento Global Distinto – PCG (GWP, por sus siglas en inglés), habiendo utilizado el AR2 para el INGEI 1990-2017 de IBA3 y el AR5 para el presente INGEI 1990-2019.

Refinamientos de las Directrices 2019: Las actualizaciones o refinamientos en las directrices para el cálculo de las emisiones pueden tener un impacto significativo en los resultados. El Refinamiento 2019 incluyó ajustes metodológicos, nuevos datos científicos o cambios en los factores de conversión utilizados para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Estos cambios pueden afectar la magnitud y la distribución de las emisiones reportadas.

Mejora de Datos: La calidad y la disponibilidad de los datos mejoran con el tiempo a medida que se recopilan más observaciones y se realizan más estudios. Las mejoras en los datos pueden reflejarse en estimaciones más precisas y actualizadas de las emisiones de GEI. Por ejemplo, puede haber datos más recientes sobre las fuentes de emisión, lo que permite una evaluación más precisa y detallada.

Uso de un Potencial de Calentamiento Distinto (GWP): El Potencial de Calentamiento Global es un factor utilizado para comparar el impacto climático de diferentes gases de efecto invernadero. Diferentes versiones de informes de evaluación climática pueden utilizar diferentes valores de PCG para los gases, según la metodología y los datos disponibles en ese momento. Un cambio en el PCG utilizado para un gas específico puede influir en la magnitud total de las emisiones estimadas.

Por lo tanto, **al observar diferencias en un gráfico de emisiones de GEI entre distintas versiones de informes o evaluaciones, es importante considerar estos factores.** Las actualizaciones en las directrices, la calidad de los datos y el uso de diferentes valores de PCG pueden explicar por qué las cifras o tendencias pueden variar entre diferentes periodos de informes o evaluaciones.

8.1. Sector Energía

Los nuevos cálculos del sector corresponden a los años 2018-2019, y los recálculos para los años 1990-2017 que ya fueron reportados en el INGEI del IBA3.

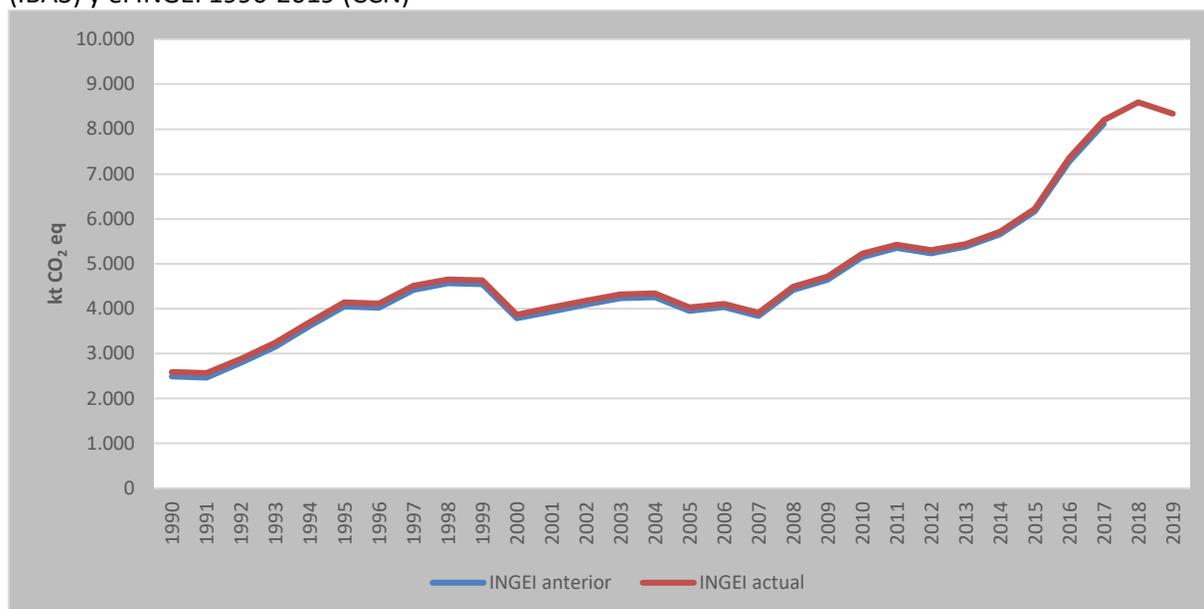
En la Tabla 8.1 y en la Figura 8.1 se presenta la comparación entre las emisiones de GEI del sector Energía del inventario anterior y el actual.

Tabla 8.1. Sector Energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI 1990-2017 (IBA3) y el INGEI 1990-2019 (CCN).

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior IBA3)	2.490,95	4.051,97	3.785,01	3.950,36	5.151,00	6.169,57	8.116,71		
INGEI actual (CCN)	2.590,32	4.141,80	3.868,66	4.031,06	5.223,81	6.225,75	8.202,28	8.597,78	8.342,66
Diferencia	99,38	89,82	83,65	80,69	72,81	56,19	85,57		
Diferencia %	3,84%	2,17%	2,16%	2,00%	1,39%	0,90%	1,04%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 8.1. Sector Energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI 1990-2017 (IBA3) y el INGEI 1990-2019 (CCN)



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Tabla 8.1 y en la Figura 8.1 se puede observar que existen pequeñas diferencias con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que:

- Se realizaron mejoras en los DA a través de métodos estadísticos que reflejen mejor el comportamiento de los combustibles.
- Se utilizaron nuevos valores de PCG para el caso del CH₄ y N₂O extraídos del AR5.

Para el plan de mejora se proponen las siguientes acciones:

- Relevar datos históricos de combustible diésel utilizado por la ANDE en sus centrales termoeléctricas, recurriendo a los registros de la institución.
- Estimar emisiones procedentes del uso de la energía propia para la producción de carbón vegetal, bagazo, aserrín, tallos de plantas y carbonización de biocombustibles.
- Desagregar el consumo de combustibles en la aviación entre vuelos nacionales e internacionales, para ello establecer las acciones pertinentes con la DINAC y/o propiciar las condiciones para la creación de estos registros en caso de su no disponibilidad y a fin de complementar esta acción se realizará un dictamen de expertos que mejore la estimación utilizada actualmente sobre la fracción de combustibles en vuelos nacionales e internacionales en la serie temporal.
- Desagregar los datos de consumo de combustibles del sector navegación desglosado por navegación internacional y navegación de cabotaje a través de estrategia conjunta.
- Establecer los vínculos necesarios con las organizaciones pertinentes (Viceministerio de Transporte del MOPC, Registro automotor, DNA, entre otras) a los efectos de posibilitar la desagregación del consumo de combustible por tipo de transporte (motos, autos, camiones, etc.).

- Establecer vínculos con los organismos competentes a los efectos de relevar datos de consumo de combustibles de vehículos y maquinaria móvil utilizados en actividades de agricultura, silvicultura, pesca, industria, construcción, residencial, todo terreno, equipos de apoyo de tierra de los aeropuertos, etc.
- Revisar datos de los valores de Valor Calórico Neto (VCN) utilizados en las estadísticas oficiales y su consistencia frente a los valores por defecto del IPCC combinada con el uso de factores de emisión por defecto del IPCC.
- Identificar laboratorios locales que determinen o puedan determinar parámetros de contenido de carbono y factor de oxidación de los combustibles utilizados en el país en el transporte terrestre.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de Licencias Ambientales y realización de Auditorías Ambientales.
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

8.2. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

Los nuevos cálculos del sector corresponden a los años 2018-2019, y los recálculos para los años 1990-2017 que ya fueron reportados en el INGEI del IBA3.

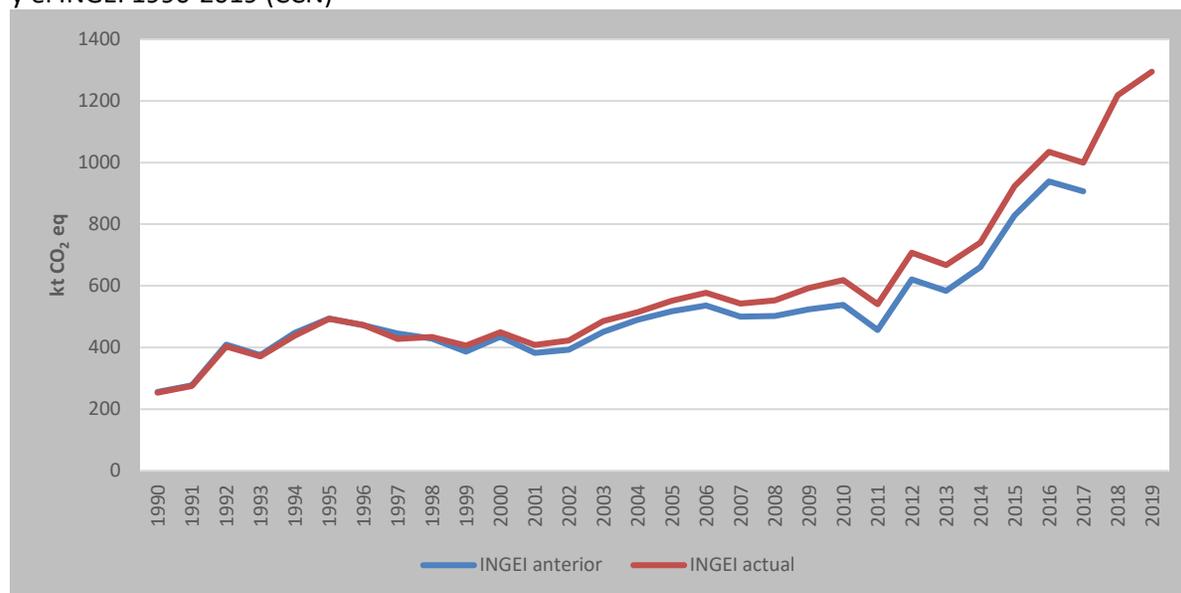
En la Tabla 8.2 y en la Figura 8.2 se presenta la comparación entre las emisiones de GEI del sector IPPU del inventario reportado en el IBA3 y el inventario actual.

Tabla 8.2. Sector IPPU: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI 1990-2017 (IBA3) y el INGEI 1990-2019 (CCN)

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	255,73	493,69	435,20	518,00	538,50	828,83	907,21		
INGEI actual	253,36	493,05	449,06	551,55	618,91	922,95	1.000,09	1.218,48	1.294,94
Diferencia	-2,37	-0,64	13,86	33,55	80,42	94,12	92,88		
Diferencia %	-0,94%	-0,13%	3,09%	6,08%	12,99%	10,20%	9,29%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 8.2. Sector IPPU: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI 1990-2017 (IBA3) y el INGEI 1990-2019 (CCN)



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Tabla 8.2 y Figura 8.2 se puede observar que existen pequeñas diferencias con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que se realizaron mejoras presentadas a continuación:

- Utilización de nuevos valores de PCG para el caso del CH₄ y N₂O extraídos del AR5.
- Ajustes de datos de producción de Clinker por parte de una de las cementeras en los años 1996, 1997, 2016 y 2017.
- Ajustes en datos de producción de cal en periodo 1992-2017 basado en un relevamiento realizado en la zona de Vallemí, así también en datos obtenidos de dos industrias específicas y en la actualización de proyecciones estadísticas.
- La categoría producción de vidrio fue estimada en un Nivel 3 con datos de carbonatos y caliza usados como materia prima basado en datos de producción de vidrio, lo cual tuvo ajustes de datos en los años 2014, 2015, 2017 y actualización estadística en el periodo 1990-2005. También se tuvieron datos actualizados de consumo de cullet en el periodo 2014-2017, dato utilizado como método de verificación en Nivel 2.
- Ajustes de datos en el periodo 2003-2017 para lubricantes y 1999-2017 para ceras a partir de información proporcionada por la DNA y la consideración de partidas arancelarias específicas.
- Actualización en tratamiento estadístico de datos en el periodo 1990-2002 para lubricantes y 1990-1998 para ceras.
- Ajustes en los valores de Factor de emisión para todos los gases en Refrigeración y aire acondicionado estacionario desde 1997.
- Actualización de datos HFC-134a en años 2009 y 2010, tanto para estacionario como móvil.
- Actualización de datos de HFC-125 para años 2009 y 2015.
- Actualización de datos de HFC-143a para año 2009, 2010 y 2015.
- Ajustes en tratamiento estadístico de datos del gas HFC-134a para el periodo 1990-2007.
- Actualización de datos proporcionados por parte de la ANDE y EBY.

Para el plan de mejora se identifican las siguientes acciones:

- Releva datos para el reporte de las emisiones de las categorías Ferroatomociones y Producción de negro de humo, uso de piedra caliza en la industria de hierro y acero, N₂O para aplicaciones médicas.
- Releva datos del consumo de SF₆ en las fases de instalación y de eliminación de equipos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
- Mejorar la exactitud en cálculos de la categoría producción de hierro y acero.
- Coordinar con el MIC y el INE una estrategia de relevamiento y registro de datos de actividades industriales.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener informaciones declaradas por empresas y/o actividades en el marco de la obtención de Licencias Ambientales y realización de Auditorías Ambientales.
- Alentar a las entidades proveedoras de información a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

8.3. Sector Agricultura y Ganadería

Los nuevos cálculos del sector corresponden a los años 2018 y 2019, y los recálculos para los años de 1990 a 2017 que ya fueron reportados en el INGEI del IBA3.

Estos nuevos cálculos se realizaron debido a las mejoras metodológicas implementadas en el presente inventario, siendo principalmente entre ellas la utilización de parámetros y factores de emisión por defecto actualizadas del *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*. Además, como se mencionó en la sección 1.4, en este inventario se utilizaron valores de potencial de calentamiento global del *Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5 - por sus siglas en inglés)*.

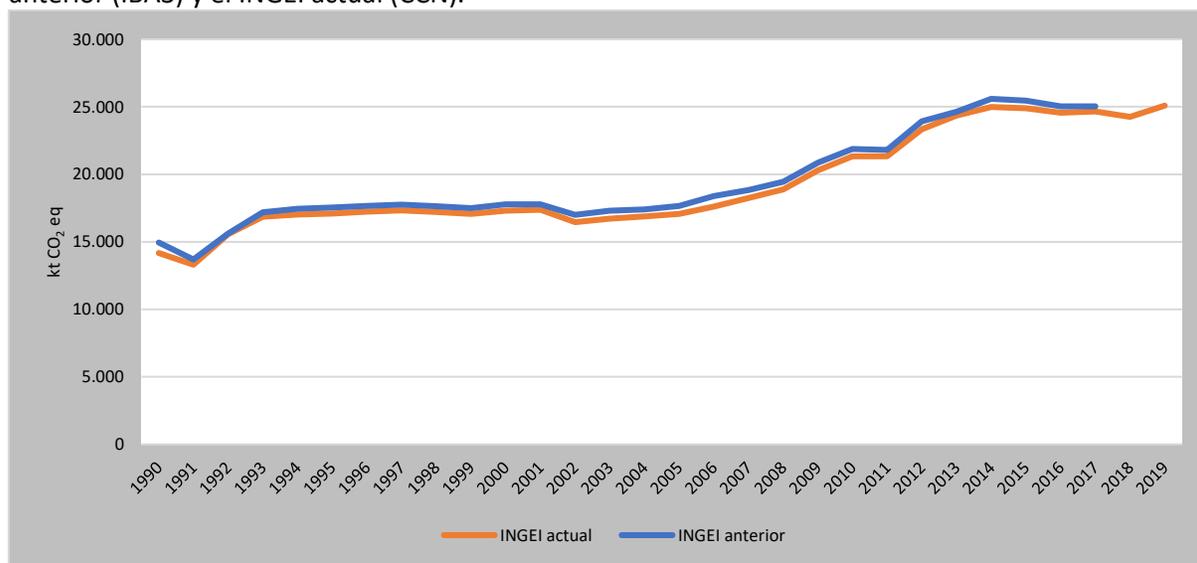
En la Tabla 8.3 y en la Figura 8.3 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería del INGEI anterior (1990-2017) estimados con valores de PCG del AR2 y del INGEI actual (1990-2019) con valores de PCG del AR5, en donde se puede observar una disminución de emisiones con respecto al reporte anterior. La diferencia entre los potenciales de calentamiento global (AR2 y AR5), presenta un aumento del 33,33 % para las emisiones de CH₄ en CO₂ eq., y una disminución del 14,52 % para las emisiones de N₂O en CO₂ eq. Adicionalmente, en el Anexo 16, se presentan otras comparaciones entre emisiones de GEI del inventario anterior y actual con los mismos valores de PCG (AR5). Además, en el Anexo 17 se incluyen las emisiones en masas de GEI (Kt de GAS año⁻¹).

Tabla 8.3. Sector Agricultura y Ganadería: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario anterior 1990-2017 (IBA3) y el inventario actual 1990-2019 (CCN).

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	14.958,59	17.533,47	17.785,71	17.663,33	21.873,28	25.459,06	25.027,22		
INGEI actual	14.174,05	17.080,30	17.298,63	17.074,13	21.329,81	24.897,74	24.647,68	24.250,31	25.086,24
Diferencia	-784,54	-453,17	-487,08	-589,20	-543,47	-561,32	-379,54		
Diferencia %	-5,24%	-2,58%	-2,74%	-3,34%	-2,48%	-2,20%	-1,52%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 8.3. Sector Agricultura y Ganadería: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

A continuación, se citan las mejoras llevadas a cabo:

- Aplicación de los ajustes metodológicos y nuevos factores de emisión propuestos por el *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*, en las categorías de *fermentación entérica, gestión del estiércol y suelos agrícolas*.
- Nuevo ajuste de los factores de emisión de ganado vacuno para la categoría *fermentación entérica*, implementando parámetros basados en datos de SENACSA, juicio de expertos nacionales y el ajuste de otros valores por defecto del *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*.
- Ajuste de los factores de emisión de gas CH₄ del ganado vacuno para la categoría de *gestión del estiércol* implementando datos de SENACSA, parámetros basados en juicio de expertos nacionales y el ajuste de factores por defecto del *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*.
- Desagregación de sistemas de gestión de estiércol, teniendo en cuenta los porcentajes por defecto del *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*, para aquellas categorías de ganado con los que no se cuenta información registrada en el país.
- Estimación de las emisiones indirectas de N₂O por la lixiviación en los sistemas de gestión del estiércol.

Para el plan de mejora se considera lo siguiente:

- Refinamiento de los datos de actividad para mejorar los niveles de estimación, específicamente, en las poblaciones de ganado del país, para una mejor caracterización y agrupación teniendo en cuenta regiones del país.
- Continuar con el fomento de desarrollo de factores de emisión país específico para las categorías principales del sector o fuentes de emisión importantes, como lo son la categoría de *fermentación entérica* y la fuente de N₂O orina y estiércol depositado por animales de pastoreo.

- Proseguir con la generación de espacios con expertos, academia y otros actores importantes del sector para la mejor desagregación de los datos de actividad, parámetros y factores, así como la inclusión de nuevas fuentes de emisión.
- Trabajar en el mejoramiento de la información oficial, para su uso en los próximos inventarios, involucrando a los principales actores del sector.

8.4. Sector Uso de la Tierra Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (FCR 4)

Los nuevos cálculos del sector corresponden a los años 2018-2019, y los recálculos para los años 1990-2017 que ya fueron reportados en el INGEI del IBA3.

Estos nuevos cálculos se realizaron debido a las mejoras metodológicas implementadas, siendo principalmente entre ellas, la utilización de los mapas refinados de cobertura y uso de la tierra según categorías del IPCC para los períodos de 2000-2019 generados por INFONA en 2022.

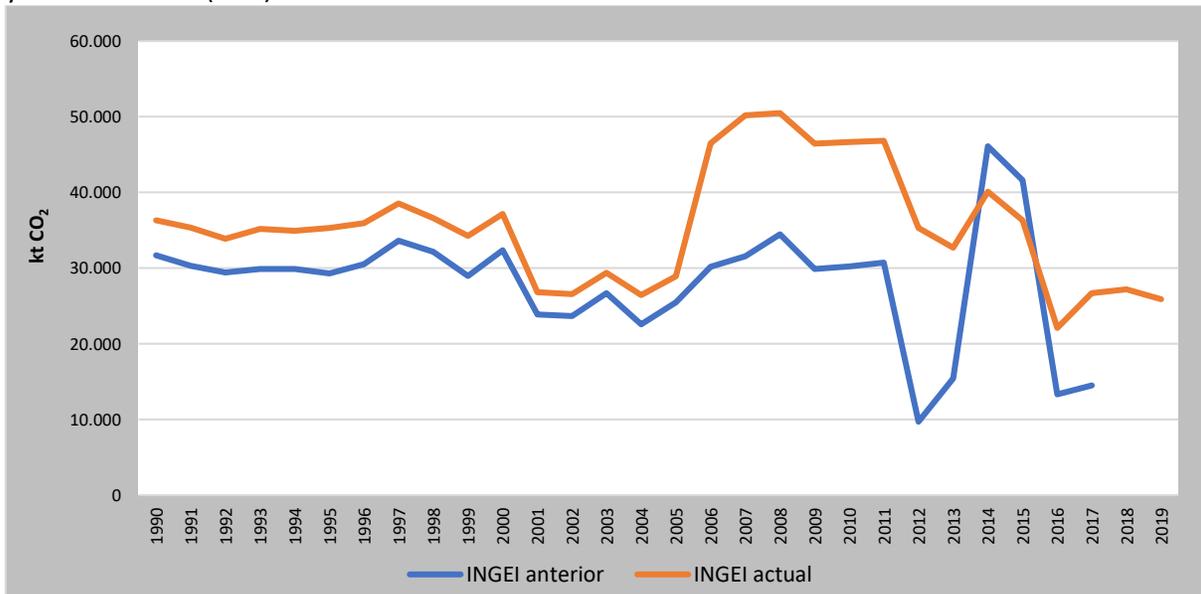
En la Tabla 8.4 y en la Figura 8.4 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI del sector UTCUTS del INGEI anterior (1990-2017) y el INGEI actual (1990-2019).

Tabla 8.4. Sector UTCUTS: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario anterior 1990-2017 (IBA3) y el inventario actual 1990-2019 (CCN).

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	31.709,61	29.301,74	32.382,39	25.457,07	30.218,19	41.603,85	14.510,98		
INGEI actual	36.315,58	35.319,61	37.154,42	28.929,00	46.639,79	36.304,19	26.702,92	27.207,63	25.885,32
Diferencia	-4.605,97	-6.017,86	-4.772,03	-3.471,93	-16.421,59	5.299,65	-12.191,95		
Diferencia %	14,53%	20,54%	14,74%	13,64%	54,34%	-12,74%	84,02%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 8.4. Sector UTCUTS: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN).



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

A continuación, se citan las mejoras llevadas a cabo:

- Utilización de mapas refinados de cobertura y uso de la tierra según categorías del IPCC, para los períodos de 2000-2011, 2011-2015, 2015-2019, generados por INFONA en 2022.
- Utilización de nuevos factores de emisión propuestos por el *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*, en las categorías de *tierras de cultivo* para los depósitos de biomasa y carbono del suelo.
- Estimación del cambio de la existencia de carbono en los depósitos de biomasa y MOM, con nuevos datos refinados en 2022 del IFN 2015, para las subcategorías que incluyen el cambio por pérdida de superficies de tierras forestales.
- Estimación del depósito de carbono del suelo en la categoría de pastizales, teniendo en cuenta la desagregación de pastizales según su región y tipo de gestión.

Para el plan de mejora se considera lo siguiente:

- Mejor desagregación de las categorías teniendo en cuenta: los regímenes de gestión (rotación de cultivos), las zonas climáticas, estratos boscosos y regiones del país.
- Continuar con el refinamiento de factores de emisión y parámetros para mejorar los niveles de estimación, con énfasis en las categorías principales.
- Trabajo conjunto con otras instituciones para la generación de nuevos factores de emisión.
- Trabajar en la posible inclusión de nuevos depósitos de carbono (tocones).
- Realización de dictámenes de expertos.
- Obtener datos geoespaciales desagregados sobre la subcategoría de tierras inundadas que permanecen como tales que ocurre en el país.

8.5. Sector Residuos

Los nuevos cálculos del sector corresponden a los años 2018-2019, y los recálculos para los años 1990-2017 que ya fueron reportados en el INGEI del IBA3.

En la Tabla 8.5 y Figura 8.5 se pueden observar las diferencias con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que se realizaron mejoras en los datos de actividad, lo cual influyó en un mejor reflejo de la situación de las emisiones del sector.

A continuación, se citan las mejoras llevadas a cabo:

- Se adoptaron valores de GWP del AR5 del IPCC.
- En aguas residuales domesticas se han incorporado ajustes del consumo de proteína de la dieta de 2012-2017 según información obtenida de FAOSTAT y un ajuste principal dentro de esta subcategoría fue la utilización del parámetro fracción de distribución por tipo de tratamiento y área que estaba siendo utilizado de forma incorrecta, identificada en el proceso de garantía de calidad.

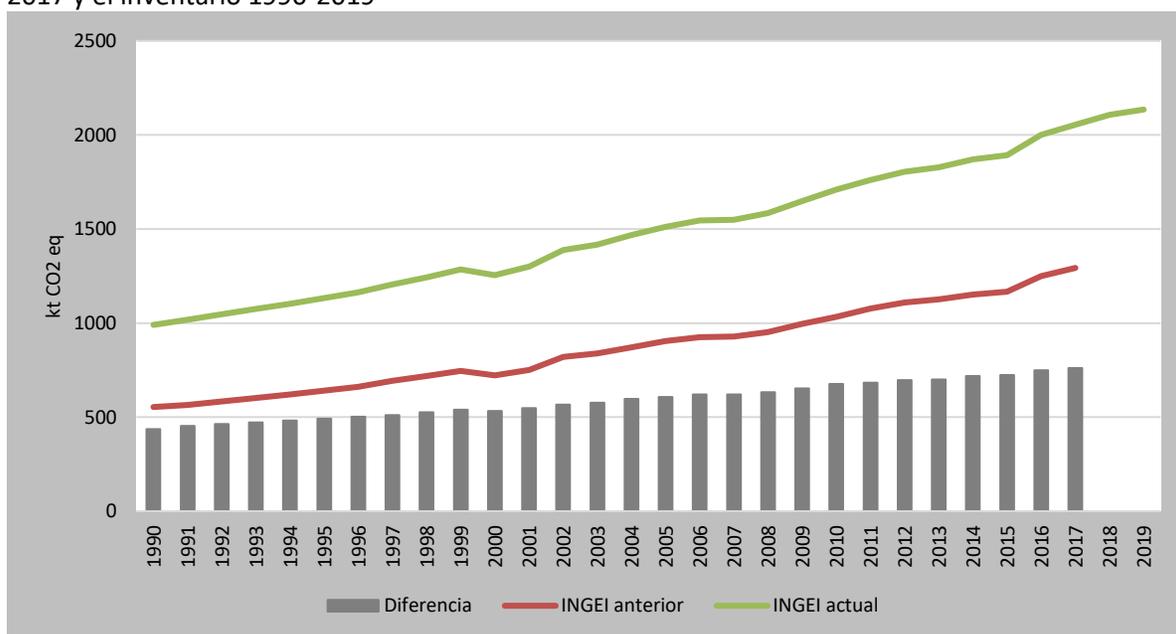
- Por otra parte, en aguas residuales industriales se ajustaron los datos de producción de carne, leche y cerveza con información descargada de FAOSTAT para toda la serie y estadística actualizada de aceite en los años 1990-2003 y 2014-2017.

Tabla 8.5. Sector Residuos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	554,00	641,20	721,90	904,58	1033,47	1166,96	1293,42		
INGEI actual	990,51	1133,47	1255,47	1511,86	1709,68	1891,54	2054,90	2106,75	2135,01
Diferencia	436,51	492,27	533,57	607,27	676,21	724,58	761,48		
Diferencia %	44,07%	43,43%	42,50%	40,17%	39,55%	38,31%	37,06%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 8.5. Sector Residuos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2017 y el inventario 1990-2019



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

A fin de mejorar la calidad del INGEI de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Relevar datos sobre la gestión de los residuos sólidos domésticos en municipios de todo el país y actualizar la información de los vertederos existentes a fin de mejorar la clasificación de los sitios.
- Realizar esfuerzos para regionalizar las emisiones de GEI correspondiente a la categoría 5A Sitios de Disposición de RS.
- Incrementar la transparencia de información obtenida mediante la contratación del experto en residuos sólidos que detalle los procesos llevados a cabo y suposiciones realizadas para obtención de información, recopile todo tipo de documentación utilizada, realice dictamen de experto, detalle métodos estadísticos utilizados, y otras informaciones útiles para el inventario.

- Obtener un dictamen de experto para llegar a estimar la categoría tratamiento biológico de residuos sólidos.
- Identificar todos los tipos de residuos incinerados en el país (cremación, servicio antidroga, etc.) y recopilar los datos de actividad requeridos para estimar y reportar las emisiones de GEI de cada uno de ellos.
- Relevar informaciones para mejorar calidad de los datos de quema a cielo abierto en cuanto a las características de los residuos como la composición y estimar emisiones separadas de biogénicos y no biogénicos para determinar la cantidad de carbono fósil contenida por tipo de residuo quemado.
- Relevar datos sobre la gestión de los residuos sólidos dispuestos en los sitios y quemados a cielo abierto a fin de mejorar la clasificación por categoría.
- Fortalecer vínculos con instituciones del sector agua y saneamiento (DAPSAN-MOPC, ERSSAN) para actualizar información sobre sistemas de tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas.
- Establecer vínculos con las principales industrias nacionales para obtener dictamen de experto o los parámetros de generación de efluente por unidad de producción y carga orgánica de los rubros industriales que ocurren en el país.
- Relevar datos sobre la fracción removida como lodo para mejorar la exhaustividad y obtener una estimación adecuada y más representativa de la realidad del país mediante la verificación de la coherencia con las estimaciones de los lodos aplicados a suelos agrícolas, los lodos incinerados y los lodos depositados en los sitios de disposición de residuos sólidos.
- Acceder a informaciones del Sistema de Información Ambiental (SIAM) del MADES sobre sistemas de tratamiento de aguas residuales de proponentes correspondiente a proceso de licenciamiento ambiental (Ley 294/93) a fin de identificar los tipos de tratamiento de efluentes existentes en el país.
- Coordinar con el Departamento de Residuos Sólidos de la Dirección de Calidad Ambiental y con la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental del MADES para obtener datos específicos sobre los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos de todo el país y las plantas incineradoras de residuos del país, correspondiente a proceso de licenciamiento ambiental de auditorías ambientales (Ley 294/93).
- Promover líneas de investigación con universidades y/o centros de investigación para realizar estudios sectoriales que generen informaciones correspondientes a DA.
- Promover entre las entidades proveedoras de información la implementación del cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.

Anexos

Anexo 1: Categorías principales

Anexo 1.1. Evaluación de nivel de clasificación 1 de las categorías principales para el año 2019.

Código de IPCC	Categoría IPCC	GEI	Emisiones (Gg CO2 eq) Año 2019	Emisiones (Gg CO2 eq) Año 2019	% de contribución al total	Contribución acumulada
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO2	25771,4879	25771,4879	0,24	23,51%
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO2	21018,4825	21018,4825	0,19	42,68%
3.A.	Fermentación entérica	CH4	19704,7297	19704,7297	0,18	60,65%
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO2	-10842,8559	10842,8559	0,10	70,54%
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO2	7095,2755	7095,2755	0,06	77,01%
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO2	-6931,4251	6931,4251	0,06	83,33%
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO2	-4389,3233	4389,3233	0,04	87,34%
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	N ₂ O	2333,3050	2333,3050	0,02	89,46%
4.F.	Otras tierras	CO2	1890,5300	1890,5300	0,02	91,19%
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	N ₂ O	1313,8471	1313,8471	0,01	92,39%
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CO2	-1285,3339	1285,3339	0,01	93,56%
5.D	Tratamiento y descarga de aguas residuales	CH4	1031,9055	1031,9055	0,01	94,50%
5.A	Disposición de residuos sólidos	CH4	918,2036	918,2036	0,01	95,34%
3.C.	Cultivo del arroz	CH4	875,3973	875,3973	0,01	96,14%
3.B.	Gestión del estiércol	CH4	635,9300	635,9300	0,01	96,72%
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO2	653,7600	653,7600	0,01	97,31%
2.F.1	Refrigeración y aire acondicionado	HFCs	612,4549	612,4549	0,01	97,87%
2.A.1	Producción de cemento	CO2	434,4971	434,4971	0,00	98,27%
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	CH4	396,8699	396,8699	0,00	98,63%
1.A.4	Otros sectores - Combustibles líquidos	CO2	229,4936	229,4936	0,00	98,84%
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles líquidos	CO2	199,6983	199,6983	0,00	99,02%
1.A.3.b	Transporte terrestre	N ₂ O	183,3364	183,3364	0,00	99,19%
2.A.2	Producción de cal	CO2	140,2084	140,2084	0,00	99,32%
5.D	Tratamiento y descarga de aguas residuales	N ₂ O	80,9627	80,9627	0,00	99,39%
3.G.	Encalado	CO2	76,1154	76,1154	0,00	99,46%
3.B.	Gestión del estiércol	N ₂ O	109,7835	109,7835	0,00	99,56%
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N ₂ O	60,6136	60,6136	0,00	99,61%
2.C.1	Producción de hierro y acero	CO2	58,2100	58,2100	0,00	99,67%
5.C	Incineración y quema abierta de residuos	CO2	49,8281	49,8281	0,00	99,71%
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	CH4	48,6619	48,6619	0,00	99,76%
5.C	Incineración y quema abierta de residuos	CH4	48,5034	48,5034	0,00	99,80%
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	N ₂ O	46,3207	46,3207	0,00	99,84%
1.A.3.b	Transporte terrestre	CH4	40,8241	40,8241	0,00	99,88%
3.H.	Aplicación de urea	CO2	37,1374	37,1374	0,00	99,91%
1.A.3.a	Aviación civil	CO2	31,0933	31,0933	0,00	99,94%
2.D	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	CO2	25,6318	25,6318	0,00	99,97%
2.G	Manufactura y utilización de otros productos	SF6	12,2200	12,2200	0,00	99,98%
2.F.3	Protección contra incendios	HFCs	5,8325	5,8325	0,00	99,98%
5.C	Incineración y quema abierta de residuos	N ₂ O	5,6039	5,6039	0,00	99,99%
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustible Sólidos	N ₂ O	4,7302	4,7302	0,00	99,99%

2.A.4	Otros usos de carbonatos en los procesos	CO2	3,8924	3,8924	0,00	100,00%
1.A.1	Industria de la energía - Combustibles Líquidos	CO2	1,6643	1,6643	0,00	100,00%
2.A.3	Producción de vidrio	CO2	1,0070	1,0070	0,00	100,00%
2.C.5	Producción de plomo	CO2	0,7596	0,7596	0,00	100,00%
1.A.4	Otros sectores - Combustibles líquidos	CH4	0,5110	0,5110	0,00	100,00%
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles líquidos	CH4	0,3359	0,3359	0,00	100,00%
1.A.3.a	Aviación civil	N2O	0,2321	0,2321	0,00	100,00%
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles líquidos	CO2	0,1781	0,1781	0,00	100,00%
1.A.4	Otros sectores - Combustibles líquidos	N2O	0,0983	0,0983	0,00	100,00%
2.B.5	Producción de carburo	CH4	0,0247	0,0247	0,00	100,00%
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustible Sólidos	N2O	0,0191	0,0191	0,00	100,00%
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustible Sólidos	CH4	0,0135	0,0135	0,00	100,00%
1.A.3.a	Aviación civil	CH4	0,0061	0,0061	0,00	100,00%
1.A.1	Industria de la energía - Combustibles Líquidos	N2O	0,0036	0,0036	0,00	100,00%
1.A.1	Industria de la energía - Combustibles Líquidos	CH4	0,0019	0,0019	0,00	100,00%
1.A.3.c	Ferrocarriles	CH4	0,0000	0,0000	0,00	100,00%
1.A.3.c	Ferrocarriles	N2O	0,0000	0,0000	0,00	100,00%
1.B.2.a	Petróleo	CH4	0,0000	0,0000	0,00	100,00%
4.D.	Humedales	CO2	0,0000	0,0000	0,00	100,00%

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Anexo 2: Evaluación de la incertidumbre

Para el análisis de la incertidumbre del INGEI 1990-2019 de Paraguay, se desarrolló el Método 1: Propagación del error de las *Directrices del IPCC de 2006*, que se utiliza para estimar la incertidumbre en las categorías individuales (datos de actividad y factores de emisión) en todo el inventario, ya sea en la tendencia o en un año particular.

Sector de inventario	Código de categoría IPCC	Nombre de la categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año base	Emisiones o absorciones del año T	Incertidumbre de los datos de actividad	¿Las incertidumbres de DA se correlacionan a lo largo de los años?	Incertidumbre del parámetro de estimación/factor de emisión	¿Las incertidumbres de FE se correlacionan a lo largo de los años?	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en el año t	Sensibilidad tipo A	Sensibilidad tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por el factor de emisión/incertidumbre del parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la evolución de las emisiones nacionales totales	¿Excluir del "total excluyendo las categorías seleccionadas"?
				kt CO ₂ equivalente	kt CO ₂ equivalente												
Energía	1.A	Actividades de quema de combustible															
Energía	1.A.1	Industrias de la energía															
Energía	1.A.1.a	Producción de electricidad y calor como actividad principal															
Energía	1.A.1.a.i	Generación de electricidad - Combustibles líquidos	CO ₂	4,28	1,66	10,00	Y	7,00	Y	12,21	7,28,E-08	5,07,E-05	2,56,E-05	3,55,E-04	5,07,E-04	3,83,E-07	N
Energía	1.A.1.a.i	Generación de electricidad - Combustibles líquidos	CH ₄	0,01	2,02,E-03	10,00	Y	150,00	Y	150,33	1,63,E-11	6,16,E-08	3,11,E-08	9,24,E-06	6,16,E-07	8,57,E-11	N
Energía	1.A.1.a.i	Generación de electricidad - Combustibles líquidos	N ₂ O	0,01	3,57,E-03	10,00	Y	100,00	Y	100,50	2,27,E-11	1,09,E-07	5,50,E-08	1,09,E-05	1,09,E-06	1,20,E-10	N
Energía	1.A.1.b	Refinación del petróleo - Combustibles líquidos	CO ₂	26,11	-	20,00	Y	7,00	Y	21,19	-	4,66,E-04	-	3,26,E-03	0,01	0,00	N
Energía	1.A.1.b	Refinación del petróleo - Combustibles líquidos	CH ₄	0,03	-	20,00	Y	150,00	Y	151,33	-	5,42,E-07	-	8,13,E-05	1,08,E-05	6,73,E-09	N
Energía	1.A.1.b	Refinación del petróleo - Combustibles líquidos	N ₂ O	0,05	-	20,00	Y	100,00	Y	101,98	-	9,58,E-07	-	9,58,E-05	1,92,E-05	9,54,E-09	N
Energía	1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles líquidos	CO ₂	160,55	199,70	20,00	Y	7,00	Y	21,19	3,16,E-03	2,09,E-04	3,07,E-03	1,47,E-03	4,19,E-03	1,97,E-05	N
Energía	1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles líquidos	CH ₄	0,19	0,19	20,00	Y	150,00	Y	151,33	1,47,E-07	3,97,E-07	2,94,E-06	5,95,E-05	7,93,E-06	3,60,E-09	N
Energía	1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles líquidos	N ₂ O	0,33	0,34	20,00	Y	100,00	Y	101,98	2,07,E-07	7,15,E-07	5,17,E-06	7,15,E-05	1,43,E-05	5,32,E-09	N
Energía	1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles sólidos	CO ₂	0,03	4,73	20,00	Y	7,00	Y	21,19	1,77,E-06	7,22,E-05	7,28,E-05	5,06,E-04	1,44,E-03	2,34,E-06	N
Energía	1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles sólidos	CH ₄	9,77,E-05	0,01	20,00	Y	150,00	Y	151,33	8,41,E-10	2,20,E-07	2,22,E-07	3,31,E-05	4,41,E-06	1,11,E-09	N
Energía	1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles sólidos	N ₂ O	1,29,E-04	0,02	20,00	Y	100,00	Y	101,98	6,71,E-10	2,92,E-07	2,94,E-07	2,92,E-05	5,84,E-06	8,87,E-10	N
Energía	1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	CO ₂	4.649,95	6.121,37	100,00	Y	7,00	Y	100,24	66,39	0,01	0,09	0,08	1,13	1,27	N
Energía	1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	CH ₄	44,06	48,66	100,00	Y	150,00	Y	180,28	0,01	3,70,E-05	7,49,E-04	0,01	3,70,E-03	4,46,E-05	N
Energía	1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N ₂ O	47,14	60,61	100,00	Y	100,00	Y	141,42	0,01	9,20,E-05	9,33,E-04	0,01	0,01	1,69,E-04	N
Energía	1.A.3	Transporte															

Energía	1.A.3.a	Aviación civil															
Energía	1.A.3.a.i	Aviación internacional (Tanques internacionales) - Combustibles líquidos	CO ₂	67,78	185,50	5,00	Y	5,00	Y	7,07	3,03,E-04	1,65,E-03	2,85,E-03	0,01	0,01	1,35,E-04	N
Energía	1.A.3.a.i	Aviación internacional (Tanques internacionales) - Combustibles líquidos	CH ₄	0,01	0,04	5,00	Y	100,00	Y	100,12	2,68,E-09	3,45,E-07	5,99,E-07	3,45,E-05	1,73,E-06	1,20,E-09	N
Energía	1.A.3.a.i	Aviación internacional (Tanques internacionales) - Combustibles líquidos	N ₂ O	0,50	1,38	5,00	Y	150,00	Y	150,08	7,51,E-06	1,22,E-05	2,12,E-05	1,83,E-03	6,10,E-05	3,35,E-06	N
Energía	1.A.3.a.ii	Aviación de cabotaje - Combustibles líquidos	CO ₂	7,86	31,09	5,00	Y	5,00	Y	7,07	8,52,E-06	3,38,E-04	4,79,E-04	1,69,E-03	1,69,E-03	5,72,E-06	N
Energía	1.A.3.a.ii	Aviación de cabotaje - Combustibles líquidos	CH ₄	1,65,E-03	0,01	5,00	Y	100,00	Y	100,12	7,63,E-11	7,17,E-08	1,01,E-07	7,17,E-06	3,58,E-07	5,15,E-11	N
Energía	1.A.3.a.ii	Aviación de cabotaje - Combustibles líquidos	N ₂ O	0,06	0,23	5,00	Y	150,00	Y	150,08	2,14,E-07	2,53,E-06	3,57,E-06	3,80,E-04	1,27,E-05	1,44,E-07	N
Energía	1.A.3.b	Transporte terrestre - Combustibles líquidos	CO ₂	1.635,17	7.095,28	5,00	Y	5,00	Y	7,07	0,44	0,08	0,11	0,40	0,40	0,32	N
Energía	1.A.3.b	Transporte terrestre - Combustibles líquidos	CH ₄	8,40	39,35	5,00	Y	3,00	Y	5,83	9,28,E-06	4,56,E-04	6,06,E-04	1,37,E-03	2,28,E-03	7,06,E-06	N
Energía	1.A.3.b	Transporte terrestre - Combustibles líquidos	N ₂ O	21,75	94,97	5,00	Y	3,00	Y	5,83	5,41,E-05	1,07,E-03	1,46,E-03	3,22,E-03	0,01	3,92,E-05	N
Energía	1.A.3.b	Transporte terrestre - Biomasa	CO ₂	50,96	647,43	100,00	Y	7,00	Y	100,24	0,74	0,01	0,01	0,06	0,91	0,82	N
Energía	1.A.3.b	Transporte terrestre - Biomasa	CH ₄	0,32	4,10	100,00	Y	150,00	Y	180,28	9,63,E-05	5,73,E-05	6,31,E-05	0,01	0,01	1,07,E-04	N
Energía	1.A.3.b	Transporte terrestre - Biomasa	N ₂ O	6,96	88,37	100,00	Y	100,00	Y	141,42	0,03	0,00	0,00	0,12	0,12	0,03	N
Energía	1.A.3.c	Ferrocarriles - Biomasa	CO ₂	36,44	-	100,00	Y	7,00	Y	100,24	-	6,50,E-04	-	4,55,E-03	0,07	4,25,E-03	N
Energía	1.A.3.c	Ferrocarriles - Biomasa	CH ₄	2,73	-	100,00	Y	150,00	Y	180,28	-	4,88,E-05	-	0,01	4,88,E-03	7,72,E-05	N
Energía	1.A.3.c	Ferrocarriles - Biomasa	N ₂ O	0,34	-	100,00	Y	100,00	Y	141,42	-	6,15,E-06	-	6,15,E-04	6,15,E-04	7,57,E-07	N
Energía	1.A.4	Otros sectores															
Energía	1.A.4.a	Comercial / Institucional - Combustibles líquidos	CO ₂	7,80	15,08	25,00	Y	7,00	Y	25,96	2,70,E-05	9,28,E-05	2,32,E-04	6,50,E-04	2,32,E-03	5,81,E-06	N
Energía	1.A.4.a	Comercial / Institucional - Combustibles líquidos	CH ₄	0,02	0,04	25,00	Y	150,00	Y	152,07	5,24,E-09	2,21,E-07	5,52,E-07	3,31,E-05	5,52,E-06	1,13,E-09	N
Energía	1.A.4.a	Comercial / Institucional - Combustibles líquidos	N ₂ O	3,28,E-03	0,01	25,00	Y	100,00	Y	103,08	7,51,E-11	3,89,E-08	9,75,E-08	3,89,E-06	9,72,E-07	1,61,E-11	N
Energía	1.A.4.a	Comercial / Institucional - Biomasa	CO ₂	44,43	56,98	100,00	Y	7,00	Y	100,24	0,01	8,44,E-05	8,77,E-04	5,91,E-04	0,01	7,16,E-05	N
Energía	1.A.4.a	Comercial / Institucional - Biomasa	CH ₄	3,17	3,96	100,00	Y	150,00	Y	180,28	8,96,E-05	4,25,E-06	6,09,E-05	6,37,E-04	4,25,E-04	5,87,E-07	N
Energía	1.A.4.a	Comercial / Institucional - Biomasa	N ₂ O	0,38	0,45	100,00	Y	100,00	Y	141,42	7,15,E-07	2,03,E-07	6,93,E-06	2,03,E-05	2,03,E-05	8,23,E-10	N
Energía	1.A.4.b	Residencial - Combustibles líquidos	CO ₂	136,59	214,42	25,00	Y	7,00	Y	25,96	0,01	8,63,E-04	3,30,E-03	0,01	0,02	5,02,E-04	N

Energía	1.A.4.b	Residencial - Combustibles líquidos	CH ₄	0,37	0,51	25,00	Y	150,00	Y	152,07	1,07,E-06	1,25,E-06	7,87,E-06	1,87,E-04	3,12,E-05	3,59,E-08	N
Energía	1.A.4.b	Residencial - Combustibles líquidos	N ₂ O	0,10	0,09	25,00	Y	100,00	Y	103,08	1,58,E-08	4,43,E-07	1,42,E-06	4,43,E-05	1,11,E-05	2,09,E-09	N
Energía	1.A.4.b	Residencial - Biomasa	CO ₂	5.800,59	5.554,22	100,00	Y	7,00	Y	100,24	54,66	0,02	0,09	0,13	1,80	3,25	N
Energía	1.A.4.b	Residencial - Biomasa	CH ₄	423,59	392,91	100,00	Y	150,00	Y	180,28	0,88	1,51,E-03	0,01	0,23	0,15	0,07	N
Energía	1.A.4.b	Residencial - Biomasa	N ₂ O	51,67	45,87	100,00	Y	100,00	Y	141,42	0,01	2,16,E-04	0,00	0,02	0,02	9,31,E-04	N
Energía	1.B	Emisiones fugitivas de combustibles															
Energía	1.B.1	Combustibles sólidos - Combustibles sólidos	CO ₂	-	-	-	Y	-	Y	-	-	-	-	-	-	-	N
Energía	1.B.1	Combustibles sólidos - Combustibles sólidos	CH ₄	-	-	-	Y	-	Y	-	-	-	-	-	-	-	N
Energía	1.B.2	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía															
Energía	1.B.2.a	Petróleo															
Energía	1.B.2.a.ii i	Todos los demás															
Energía	1.B.2.a.ii i.4	Refining - Petróleo	CH ₄	0,24	-	15,00	Y	100,00	Y	101,12	-	4,29,E-06	-	4,29,E-04	6,44,E-05	1,89,E-07	N
Energía	1.B.3	Otras emisiones provenientes de la producción de energía	CO ₂	-	-	-	Y	-	Y	-	-	-	-	-	-	-	N
Energía	1.C	Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono	CO ₂	-	-	-	Y	-	Y	-	-	-	-	-	-	-	N
IPPU	2.A	Industria de los minerales															
IPPU	2.A.1	Producción de cemento	CO ₂	136,47	434,50	2,24	Y	3,00	Y	3,74	4,67,E-04	4,25,E-03	0,01	0,01	0,01	2,54,E-04	N
IPPU	2.A.2	Producción de cal	CO ₂	25,02	140,21	2,24	Y	2,00	Y	3,00	3,13,E-05	1,71,E-03	2,16,E-03	3,42,E-03	3,83,E-03	2,64,E-05	N
IPPU	2.A.3	Producción de vidrio	CO ₂	0,04	1,01	3,00	Y	3,00	Y	4,24	3,22,E-09	1,48,E-05	1,55,E-05	4,44,E-05	4,44,E-05	3,94,E-09	N
IPPU	2.A.4	Otros usos de carbonatos en los procesos															
IPPU	2.A.4.a	Cerámicas	CO ₂	0,54	2,12	3,00	Y	5,00	Y	5,83	2,69,E-08	2,30,E-05	3,26,E-05	1,15,E-04	6,90,E-05	1,80,E-08	N
IPPU	2.A.4.b	Otros usos de la ceniza de sosa	CO ₂	0,01	1,77	3,00	Y	5,00	Y	5,83	1,89,E-08	2,72,E-05	2,73,E-05	1,36,E-04	8,16,E-05	2,52,E-08	N
IPPU	2.B	Industria química															
IPPU	2.B.5	Producción de carburo	CO ₂	-	0,20	5,00	Y	10,00	Y	11,18	8,74,E-10	3,06,E-06	3,06,E-06	3,06,E-05	1,53,E-05	1,17,E-09	N
IPPU	2.B.5	Producción de carburo	CH ₄	-	0,02	5,00	Y	10,00	Y	11,18	1,34,E-11	3,80,E-07	3,80,E-07	3,80,E-06	1,90,E-06	1,80,E-11	N
IPPU	2.C	Industria de los metales															

IPPU	2.C.1	Producción de hierro y acero	CO ₂	78,18	58,21	10,00	Y	25,00	Y	26,93	4,33,E-04	4,99,E-04	8,96,E-04	0,01	4,99,E-03	1,80,E-04	N
IPPU	2.C.5	Producción de plomo	CO ₂	-	0,76	10,00	Y	20,00	Y	22,36	5,09,E-08	1,17,E-05	1,17,E-05	2,34,E-04	1,17,E-04	6,83,E-08	N
IPPU	2.D	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes															
IPPU	2.D.1	Uso de lubricantes	CO ₂	6,99	24,52	20,00	Y	50,09	Y	53,94	3,08,E-04	2,53,E-04	3,77,E-04	0,01	0,01	1,86,E-04	N
IPPU	2.D.2	Uso de la cera de parafina	CO ₂	0,01	1,11	20,00	Y	100,12	Y	102,10	2,26,E-06	1,69,E-05	1,71,E-05	1,69,E-03	3,38,E-04	2,97,E-06	N
IPPU	2.E	Industria electrónica	CHF ₃	-	-	-	Y	-	Y	-	-	-	-	-	-	-	N
IPPU	2.E	Industria electrónica	SF ₆	-	-	-	Y	-	Y	-	-	-	-	-	-	-	N
IPPU	2.F	Uso de productos sustitutos de las SAO															
IPPU	2.F.1	Refrigeración y aire acondicionado															
IPPU	2.F.1.a	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	CHF ₃	-	0,01	15,00	Y	4,00	Y	15,52	1,21,E-12	8,21,E-08	8,21,E-08	3,28,E-07	1,23,E-06	1,62,E-12	N
IPPU	2.F.1.a	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	CH ₂ F ₂	-	14,73	15,00	Y	4,00	Y	15,52	9,22,E-06	2,27,E-04	2,27,E-04	9,07,E-04	3,40,E-03	1,24,E-05	N
IPPU	2.F.1.a	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	CHF ₂ C F ₃	-	157,06	15,00	Y	4,00	Y	15,52	1,05,E-03	2,42,E-03	2,42,E-03	0,01	0,04	1,41,E-03	N
IPPU	2.F.1.a	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	CH ₂ FC F ₃	-	160,32	15,00	Y	4,00	Y	15,52	1,09,E-03	2,47,E-03	2,47,E-03	0,01	0,04	1,47,E-03	N
IPPU	2.F.1.a	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	CH ₃ CH F ₂	-	0,12	15,00	Y	4,00	Y	15,52	5,99,E-10	1,83,E-06	1,83,E-06	7,31,E-06	2,74,E-05	8,04,E-10	N
IPPU	2.F.1.a	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	CF ₃ CH 3	-	111,62	15,00	Y	4,00	Y	15,52	5,29,E-04	1,72,E-03	1,72,E-03	0,01	0,03	7,11,E-04	N
IPPU	2.F.1.b	Aire acondicionado móvil	CH ₂ FC F ₃	-	168,60	15,00	Y	4,00	Y	15,52	1,21,E-03	2,59,E-03	2,59,E-03	0,01	0,04	1,62,E-03	N
IPPU	2.F.3	Protección contra incendios	CF ₂ CF ₂	-	5,83	15,00	Y	4,00	Y	15,52	1,45,E-06	8,98,E-05	8,98,E-05	3,59,E-04	1,35,E-03	1,94,E-06	N
IPPU	2.G	Manufactura y utilización de otros productos															
IPPU	2.G.1	Equipos eléctricos															
IPPU	2.G.1.b	Uso de equipos eléctricos	SF ₆	6,11	12,22	10,00	Y	-	Y	10,00	2,63,E-06	7,91,E-05	1,88,E-04	-	7,91,E-04	6,25,E-07	N
IPPU	2.H	Otros															
Agricultura y ganadería	3.	Agricultura															
Agricultura y ganadería	3.A.	Fermentación entérica															
Agricultura y ganadería	3.A.1.	Vacunos															
Agricultura y ganadería	3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH ₄	1.340,52	1.954,58	1,00	Y	20,00	Y	20,02	2,70,E-01	0,01	0,03	0,12	0,01	0,02	N

Agricultura y ganadería	3.A.1.b.	Otros vacunos	CH ₄	10,579,68	17,439,39	1,00	Y	20,00	Y	20,02	2,15,E+01	0,08	0,27	1,59	0,08	2,54	N
Agricultura y ganadería	3.A.2.	Ovinos	CH ₄	63,77	74,90	4,00	Y	40,00	Y	40,20	1,60,E-03	1,52,E-05	1,15,E-03	6,07,E-04	6,07,E-05	3,72,E-07	N
Agricultura y ganadería	3.A.3.	Porcinos															
Agricultura y ganadería	3.A.3.a.	Porcinos	CH ₄	22,85	32,85	4,00	Y	40,00	Y	40,20	3,07,E-04	9,80,E-05	5,06,E-04	3,92,E-03	3,92,E-04	1,55,E-05	N
Agricultura y ganadería	3.A.3.b.	Porcinos de carne	CH ₄	0,45	12,05	4,00	Y	40,00	Y	40,20	4,13,E-05	1,77,E-04	1,85,E-04	0,01	7,10,E-04	5,09,E-05	N
Agricultura y ganadería	3.A.4.	Otro ganado															
Agricultura y ganadería	3.A.4.a.	Búfalos	CH ₄	7,75	20,26	1,00	Y	40,00	Y	40,01	1,16,E-04	1,74,E-04	3,12,E-04	0,01	1,74,E-04	4,82,E-05	N
Agricultura y ganadería	3.A.4.d.	Caprinos	CH ₄	20,91	20,89	3,70	Y	40,00	Y	40,17	1,24,E-04	5,16,E-05	3,21,E-04	2,07,E-03	1,91,E-04	4,30,E-06	N
Agricultura y ganadería	3.A.4.e.	Equinos	CH ₄	168,44	136,99	4,50	Y	40,00	Y	40,25	0,01	8,96,E-04	2,11,E-03	0,04	4,03,E-03	1,30,E-03	N
Agricultura y ganadería	3.A.4.f.	Mulas y asnos	CH ₄	12,60	12,83	20,00	Y	40,00	Y	44,72	5,80,E-05	2,73,E-05	1,97,E-04	1,09,E-03	5,47,E-04	1,49,E-06	N
Agricultura y ganadería	3.B.	Gestión del estiércol															
Agricultura y ganadería	3.B.1.	Vacunos	CH ₄														
Agricultura y ganadería	3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH ₄	21,01	30,63	1,00	Y	20,00	Y	20,02	6,63,E-05	9,67,E-05	4,71,E-04	1,93,E-03	9,67,E-05	3,75,E-06	N
Agricultura y ganadería	3.B.1.b.	Otros vacunos	CH ₄	105,76	171,03	1,00	Y	20,00	Y	20,02	2,07,E-03	7,46,E-04	2,63,E-03	0,01	7,46,E-04	2,23,E-04	N
Agricultura y ganadería	3.B.2.	Ovinos	CH ₄	0,78	0,91	4,00	Y	30,00	Y	30,27	1,35,E-07	1,85,E-07	1,41,E-05	5,55,E-06	7,41,E-07	3,14,E-11	N
Agricultura y ganadería	3.B.3.	Porcinos															
Agricultura y ganadería	3.A.3.a.	Porcinos	CH ₄	246,37	354,20	4,00	Y	30,00	Y	30,27	0,02	1,06,E-03	0,01	0,03	4,23,E-03	1,02,E-03	N
Agricultura y ganadería	3.A.3.b.	Porcinos de carne	CH ₄	2,52	67,95	4,00	Y	30,00	Y	30,27	7,46,E-04	1,00,E-03	1,05,E-03	0,03	4,00,E-03	9,18,E-04	N
Agricultura y ganadería	3.B.4.	Otro ganado															
Agricultura y ganadería	3.B.4.a.	Búfalos	CH ₄	0,09	0,23	20,00	Y	30,00	Y	36,06	1,21,E-08	1,97,E-06	3,54,E-06	5,92,E-05	3,94,E-05	5,06,E-09	N
Agricultura y ganadería	3.B.4.d.	Caprinos	CH ₄	0,25	0,24	3,70	Y	30,00	Y	30,23	9,66,E-09	6,05,E-07	3,77,E-06	1,82,E-05	2,24,E-06	3,35,E-10	N
Agricultura y ganadería	3.B.4.e.	Equinos	CH ₄	4,01	3,26	4,50	Y	30,00	Y	30,34	1,73,E-06	2,14,E-05	5,02,E-05	6,41,E-04	9,61,E-05	4,20,E-07	N
Agricultura y ganadería	3.B.4.f.	Mulas y asnos	CH ₄	0,26	0,26	20,00	Y	30,00	Y	36,06	1,58,E-08	5,60,E-07	4,05,E-06	1,68,E-05	1,12,E-05	4,08,E-10	N
Agricultura y ganadería	3.B.4.g.	Aves de corral															

Agricultura y ganadería	3.B.4.g.	Aves de corral	CH ₄	5,69	3,56	4,30	Y	30,00	Y	30,31	2,06,E-06	4,66,E-05	5,48,E-05	1,40,E-03	2,00,E-04	1,99,E-06	N
Agricultura y ganadería	3.B.4.g.	Aves de corral (carne)	CH ₄	0,23	3,64	4,30	Y	30,00	Y	30,31	2,14,E-06	5,19,E-05	5,60,E-05	1,56,E-03	2,23,E-04	2,47,E-06	N
Agricultura y ganadería	3.B.	Gestión del estiércol															
Agricultura y ganadería	3.B.1.	Vacunos															
Agricultura y ganadería	3.B.1.a.	Vacas lecheras	N ₂ O	-	-	1,00	Y	20,00	Y	20,02	-	-	-	-	-	-	N
Agricultura y ganadería	3.B.1.b.	Otros vacunos	N ₂ O	3,07	5,25	1,00	Y	20,00	Y	20,02	1,95,E-06	2,60,E-05	8,08,E-05	5,20,E-04	2,60,E-05	2,71,E-07	N
Agricultura y ganadería	3.B.2.	Ovinos															
Agricultura y ganadería	3.B.3.	Porcinos															
Agricultura y ganadería	3.A.3.a.	Porcinos	N ₂ O	29,07	41,79	4,00	Y	30,00	Y	30,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N
Agricultura y ganadería	3.A.3.b.	Porcinos de carne	N ₂ O	0,76	20,45	4,00	Y	30,00	Y	30,27	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	N
Agricultura y ganadería	3.B.4.	Otro ganado															
Agricultura y ganadería	3.B.4.a.	Búfalos															
Agricultura y ganadería	3.B.4.d.	Caprinos	N ₂ O	0,02	0,02	3,70	Y	30,00	Y	30,23	7,18,E-11	5,22,E-08	3,25,E-07	1,57,E-06	1,93,E-07	2,49,E-12	N
Agricultura y ganadería	3.B.4.e.	Equinos	N ₂ O	0,64	0,52	4,50	Y	30,00	Y	30,34	4,39,E-08	3,40,E-06	8,01,E-06	1,02,E-04	1,53,E-05	1,07,E-08	N
Agricultura y ganadería	3.B.4.f.	Mulas y asnos															
Agricultura y ganadería	3.B.4.g.	Aves de corral															
Agricultura y ganadería	3.B.4.g.	Aves de corral	N ₂ O	-	-	4,30	Y	30,00	Y	30,31	-	-	-	-	-	-	N
Agricultura y ganadería	3.B.4.g.	Aves de corral (carne)	N ₂ O	0,11	1,78	4,30	Y	30,00	Y	30,31	5,11,E-07	2,53,E-05	2,73,E-05	7,60,E-04	1,09,E-04	5,89,E-07	N
Agricultura y ganadería	3.B.5.	Emissiones indirectas de N ₂ O	N ₂ O	18,65	39,97	6,04	Y	50,00	Y	50,36	7,14,E-04	2,82,E-04	6,15,E-04	1,41,E-02	1,71,E-03	2,02,E-04	N
Agricultura y ganadería	3.C.	Cultivo del arroz	CH ₄	60,36	875,40	7,50	Y	2,11	Y	7,79	0,01	0,01	0,01	0,03	0,09	0,01	N
Agricultura y ganadería	3.D.	Suelos agrícolas	N ₂ O	1.457,23	3.647,15	380,52	Y	0,02	Y	380,52	339,58	0,03	0,06	6,03,E-04	11,46	131,44	N
Agricultura y ganadería	3.G.	Encalado	CO ₂	0,20	76,12	2,00	Y	50,00	Y	50,04	2,56,E-03	1,17,E-03	1,17,E-03	0,06	2,34,E-03	3,42,E-03	N
Agricultura y ganadería	3.H.	Aplicación de urea	CO ₂	0,20	37,14	2,00	Y	50,00	Y	50,04	6,09,E-04	5,68,E-04	5,72,E-04	0,03	1,14,E-03	8,08,E-04	N
UTCUTS	4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura															
UTCUTS	4.A.	Tierras forestales															

UTCUTS	4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	-	-	22,20	Y	45,00	Y	50,18	52,19	0,09	0,17	3,96	1,95	19,51	N
UTCUTS	4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	-639,07	-6.931,43	12,00	Y	45,00	Y	46,57	18,37	0,10	0,11	4,29	1,14	19,69	N
UTCUTS	4.B.	Tierras de cultivo															
UTCUTS	4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	-838,25	-4.389,32	40,00	Y	75,00	Y	85,00	24,54	0,05	0,07	3,95	2,10	20,00	N
UTCUTS	4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	41.512,24	21.018,48	6,53	Y	113,98	Y	114,17	1.015,28	0,41	0,32	47,23	2,71	2.238,44	N
UTCUTS	4.C.	Pastizales															
UTCUTS	4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CO ₂	-	-1.285,33	40,53	Y	75,00	Y	85,25	2,12	0,02	0,02	1,48	0,80	2,84	N
UTCUTS	4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	9.851,07	25.771,49	6,53	Y	113,98	Y	114,17	1.526,38	0,22	0,40	25,14	1,44	634,16	N
UTCUTS	4.D.	Humedales															
UTCUTS	4.D.2.a.	Tierras forestales convertidas en humedales	CO ₂	2,19	-	6,53	Y	85,83	Y	86,08	-	3,91,E-05	-	3,35,E-03	2,55,E-04	1,13,E-05	N
UTCUTS	4.E.	Asentamientos															
UTCUTS	4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂	706,30	653,76	6,53	Y	85,83	Y	86,08	0,56	2,54,E-03	0,01	0,22	0,02	0,05	N
UTCUTS	4.F.	Otras tierras															
UTCUTS	4.F.2.a.	Tierras forestales convertidas en otras tierras	CO ₂	-	1.890,53	6,53	Y	85,83	Y	86,08	4,67	0,03	0,03	2,50	0,19	6,27	N
UTCUTS	4.G.	Productos de madera recolectada															
UTCUTS	4.H.	Otros (especificar)															
Residuos	5.A	Disposición de residuos sólidos	CH ₄	128,56	918,20	158,11	Y	93,41	Y	183,64	5,01	0,01	0,01	1,11	1,87	4,73	N
Residuos	5.B	Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH ₄	-	-	-	Y	-	Y	-	-	-	-	-	-	-	N
Residuos	5.B	Tratamiento biológico de residuos sólidos	N ₂ O	-	-	-	Y	-	Y	-	-	-	-	-	-	-	N
Residuos	5.C	Incineración y quema abierta de residuos															
Residuos	5.C.1	Incineración de residuos	CO ₂	0,07	0,48	50,23	Y	40,00	Y	64,21	1,69,E-07	6,20,E-06	7,43,E-06	2,48,E-04	3,12,E-04	1,59,E-07	N
Residuos	5.C.1	Incineración de residuos	CH ₄	-	-	50,23	Y	100,00	Y	111,91	-	-	-	-	-	-	N
Residuos	5.C.1	Incineración de residuos	N ₂ O	3,18,E-03	0,02	50,23	Y	100,00	Y	111,91	1,10,E-09	2,87,E-07	3,44,E-07	2,87,E-05	1,44,E-05	1,03,E-09	N
Residuos	5.C.2	Quema abierta de residuos	CO ₂	94,20	49,35	50,23	Y	40,00	Y	64,21	1,77,E-03	9,21,E-04	7,59,E-04	0,04	0,05	0,00	N
Residuos	5.C.2	Quema abierta de residuos	CH ₄	41,41	48,50	50,23	Y	100,00	Y	111,91	0,01	7,81,E-06	7,46,E-04	7,81,E-04	3,92,E-04	7,63,E-07	N

Residuos	5.C.2	Quema abierta de residuos	N ₂ O	5,88	5,58	50,23	Y	100,00	Y	111,91	6,88,E-05	1,90,E-05	8,59,E-05	1,90,E-03	9,54,E-04	4,51,E-06	N	
Residuos	5.D	Tratamiento y descarga de aguas residuales																
Residuos	5.D.1	Aguas residuales domésticas	CH ₄	629,61	863,95	65,19	Y	66,33	Y	93,00	1,14	2,06,E-03	0,01	0,14	0,13	0,04	N	
Residuos	5.D.1	Aguas residuales domésticas	N ₂ O	50,42	80,96	65,19	Y	-	Y	65,19	0,00	3,47,E-04	1,25,E-03	-	0,02	5,10,E-04	N	
Residuos	5.D.2	Aguas residuales industriales	CH ₄	40,35	167,96	114,56	Y	30,00	Y	118,42	0,07	1,87,E-03	2,58,E-03	0,06	0,21	0,05	N	
Residuos	5.E	Otros																
	Total			64.974,6 6	75.311,0 7					7.977,73	3.134,94					3.085,58		
	Results									Percentage uncertainty in total inventory:		55,99					Trend uncertainty	55,55

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Anexo 3. Descripción detallada de las metodologías

Anexo 3.1. Sector Energía

Anexo 3.1.1. Sector Energía: datos de actividad utilizados

Serie temporal 1990 - 2002

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Sector Energía																
1.A.1.a.i. Generación de electricidad	BEN, Método estadístico promedio de proporción	Dies el Oil	Terajulios	57,74	61,92	47,28	36,82	25,94	34,31	34,31	37,37	40,99	44,96	11,13	5,57	5,92
1.A.1.b. Refinación del petróleo	BEN	Otro querosen	Terajulios	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BEN	Dies el Oil	Terajulios	11,71	10,04	15,90	0,00	12,13	9,20	5,86	5,23	4,65	10,24	4,25	6,51	6,51
	BEN	Fuel Oil	Terajulios	324,26	294,97	312,54	266,10	0,00	0,42	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BEN	GLP	Terajulios	0,42	0,42	1,25	0,00	2,51	1,67	3,35	3,35	1,87	1,70	5,62	7,57	0,00
	BEN	Nafta	Terajulios	1,67	2,09	2,51	0,00	6,69	8,79	12,13	12,13	12,13	13,06	15,37	15,37	0,00
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	Otro querosen	Terajulios	34,95	33,77	32,59	31,41	30,23	29,05	27,88	26,70	25,52	24,34	23,16	21,98	20,80
	BEN, BNEU (2011, 2013, 2018 v.p.), VMME (en el BEN 2000-2017 el diésel de industria es incluido en transporte), Método estadístico interpolación/extrapolación lineal	Dies el Oil	Terajulios	55,23	746,01	797,05	114,65	804,59	1.413,78	286,60	261,09	261,09	261,09	252,21	243,32	234,44
	BEN	Fuel Oil	Terajulios	1.928,82	1.854,77	2.513,33	1.842,63	3.542,17	3.349,71	3.518,74	3.676,02	3.840,33	3.580,07	3.341,18	3.080,17	3.093,08
	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	GLP	Terajulios	11,33	13,26	5,02	2,93	4,18	4,18	22,92	24,85	26,78	28,71	30,64	32,58	34,51
	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	Nafta	Terajulios	53,80	54,01	54,22	54,44	54,65	54,87	55,08	55,29	55,51	55,72	55,94	56,15	56,36
	BEN	Coque de petróleo	Terajulios	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
	BEN, VMME (ajuste de dato del 2015), Método estadístico de imputación con media geométrica	Carbón mineral	Terajulios	0,33	0,42	0,21	0,27	0,35	0,45	0,59	0,76	0,97	1,26	1,62	2,09	2,69
	BEN	Leña	Terajulios	15.398,29	17.848,95	14.847,01	13.747,45	16.595,75	20.207,72	27.766,03	29.633,76	29.202,98	20.807,20	19.754,34	18.766,24	17.077,75

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Sector Energía																
	BEN	Otra biomasa	Terajulios	27.658,13	27.926,11	30.537,13	26.414,84	33.971,16	37.112,29	33.732,46	34.038,52	34.284,53	35.195,39	34.754,61	33.016,36	31.365,98
	BEN	Carbón vegetal	Terajulios	1.408,84	1.593,60	3.086,16	3.091,93	3.654,89	3.672,21	3.325,78	3.473,01	3.715,52	2.448,14	2.448,14	2.349,99	2.396,18
	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	Etanol	Terajulios	21,85	21,75	21,65	21,56	21,46	21,36	21,26	21,17	21,07	20,97	20,87	20,78	20,68
1.A.3.a.i. Aviación internacional (Tanques internacionales)	BEN, Método estadístico de media geométrica de imputaciones, Petrobras (90% del BEN)	Jet querosen	Terajulios	947,94	982,88	1.019,11	1.056,67	1.095,62	1.136,01	1.177,88	1.220,06	1.186,16	617,29	486,68	261,68	712,68
1.A.3.a.ii. Aviación de cabotaje	DINAC, VMME (el 100% de la aeronave se encuentra incluido en transporte en el BEN), Método estadístico de media geométrica	Aeronafta	Terajulios	4,69	5,27	5,94	6,68	7,52	8,46	9,52	10,71	12,06	13,57	15,27	17,18	19,34
	BEN, Método estadístico de media geométrica de imputaciones, Petrobras (10% del BEN)	Jet querosen	Terajulios	105,33	109,21	113,23	117,41	121,74	126,22	130,88	135,56	131,80	68,59	54,08	29,08	79,19
1.A.3.b. Transporte terrestre	BEN, BNEU, VMME (100% del BEN menos datos de DINAC proyectado con Método estadístico de media geométrica)	Gasolina	Terajulios	5.683,46	5.600,87	6.134,50	7.081,85	8.622,82	10.146,95	10.250,90	10.671,04	11.147,14	9.572,69	7.119,40	7.212,56	6.943,76
	BEN, VMME (el 100% de diesel de transporte del BEN menos datos de diesel de industria del BEN, BNEU y VMME quien menciona que en el BEN 2000-2019 el diésel de industria es incluido en transporte, proyectado con Método estadístico interpolación/extrapolación lineal)	Diesel Oil	Terajulios	16.359,44	15.102,99	18.697,04	23.849,22	26.330,33	29.839,87	30.095,09	34.392,69	36.135,75	37.476,66	30.484,60	32.912,05	35.497,94
	BEN	GLP	Terajulios	460,66	553,96	523,84	501,66	520,07	424,68	436,81	460,24	456,18	583,70	506,61	498,19	498,19
	BEN	Etanol	Terajulios	640,15	745,59	750,61	751,45	499,57	252,71	112,55	125,52	93,95	182,95	49,99	18,18	20,83
1.A.3.c. Ferrocarriles	BEN	Leña	Terajulios	325,35	301,25	299,74	408,19	313,30	328,36	301,25	305,77	301,25	296,73	296,73	296,73	0,00
1.A.4.a. Comercial / Institucional	BEN, VMME (0,4% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Fuel Oil	Terajulios	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	BEN, VMME (6,6% del BEN basado en BNEU)	GLP	Terajulios	123,60	130,20	141,97	153,67	165,22	182,86	188,08	197,04	205,85	250,15	214,30	185,22	188,81
	BEN, VMME (0,4% + Sector público del BEN basado en BNEU)	Leña	Terajulios	342,30	346,79	318,97	323,71	316,23	320,76	325,23	333,18	309,88	312,09	312,09	328,03	313,20

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Sector Energía																
	BEN, VMME (1,3% del BEN basado en BNEU)	Carbón vegetal	Terajulios	53,33	57,38	56,86	58,47	34,60	35,54	36,48	38,06	34,23	32,13	32,13	34,72	47,14
	BEN, VMME (6,9% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Etanol	Terajulios	1,47	1,46	1,46	1,46	1,45	1,45	1,45	1,44	1,44	1,44	1,43	1,43	1,42
1.A.4.b. Residencial	BEN, VMME (100% del BEN basado en BNEU)	Otro querosen	Terajulios	352,71	355,22	357,31	316,73	339,32	360,66	232,21	251,04	354,94	121,66	199,39	133,98	82,32
	BEN, VMME (99,6% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Fuel Oil	Terajulios	11,07	10,71	10,36	10,01	9,65	9,30	8,94	8,60	8,25	7,89	7,54	7,19	6,83
	BEN, VMME (93,4% del BEN basado en BNEU)	GLP	Terajulios	1.749,16	1.842,55	2.009,02	2.174,73	2.338,07	2.587,78	2.661,64	2.788,43	2.913,06	3.539,98	3.032,68	2.621,08	2.671,95
	BEN, VMME (99,6% del BEN basado en BNEU)	Leña	Terajulios	47.727,84	48.845,50	41.919,01	43.099,68	41.236,41	42.364,57	43.477,73	45.456,51	39.656,69	40.205,76	40.205,76	43.422,22	40.481,80
	BEN, VMME (98,7% del BEN basado en BNEU)	Carbón vegetal	Terajulios	4.049,04	4.356,78	4.316,88	4.439,41	2.627,18	2.698,41	2.769,65	2.889,32	2.598,68	2.439,11	2.439,11	2.635,72	3.578,88
	BEN, VMME (93,1% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Etanol	Terajulios	19,81	19,76	19,71	19,66	19,62	19,56	19,51	19,47	19,41	19,36	19,32	19,27	19,22
1.B.2.a.iii.4. Refinación	BEN	Petróleo crudo	10 ³ m ³	368,09	322,47	345,26	293,76	299,39	236,72	180,24	152,85	149,84	132,50	127,02	114,18	110,50

Referencias: Sombreado en naranja = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015, información proporcionada por VMME/MOPC, 2018; DINAC, 2020; Emblema, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Serie temporal 2003 – 2015

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Sector Energía																
1.A.1.a.i. Generación de electricidad	BEN, Método estadístico promedio de proporción	Diesel Oil	Terajulios	4,81	4,81	4,81	4,81	3,61	4,21	4,08	4,70	5,22	20,61	21,33	54,28	17,11
1.A.1.b. Refinación del petróleo	BEN	Otro querosen	Terajulios	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
	BEN	Diesel Oil	Terajulios	6,51	6,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BEN	Fuel Oil	Terajulios	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
	BEN	GLP	Terajulios	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

Categoría	Fuente	Dat o	Uni dad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Sector Energía																
	BEN	Nafta	Terajulios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	Otro querosen	Terajulios	19,62	18,44	21,45	25,97	25,97	1,49	5,03	5,03	5,03	6,04	6,04	6,16	6,28
	BEN, BNEU (2011, 2013, 2018 v.p.), VMME (en el BEN 2000-2017 el diésel de industria es incluido en transporte), Método estadístico interpolación/extrapolación lineal	Diesel Oil	Terajulios	225,56	216,67	207,79	198,91	190,02	181,14	172,26	163,37	154,49	160,56	166,63	155,24	143,85
	BEN	Fuel Oil	Terajulios	2.062,90	2.550,26	2.898,93	2.230,64	1.299,95	1.261,73	1.791,93	1.931,81	1.738,63	3.240,27	1.520,63	1.824,76	1.879,50
	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	GLP	Terajulios	36,44	38,37	67,66	67,69	67,69	68,70	67,40	64,54	64,54	66,47	42,40	42,40	42,40
	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	Nafta	Terajulios	56,58	56,79	52,81	58,09	58,09	58,96	58,96	58,96	58,96	58,96	58,96	58,96	58,96
	BEN	Coque de petróleo	Terajulios	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
	BEN, VMME (ajuste de dato del 2015), Método estadístico de imputación con media geométrica	Carbón mineral	Terajulios	3,47	4,48	8,79	5,71	9,78	8,52	4,95	4,95	32,77	45,75	5,59	11,28	108,70
	BEN	Leña	Terajulios	16.906,04	17.074,74	17.639,58	18.344,50	18.344,50	18.618,63	18.269,18	18.909,34	18.758,11	18.758,11	19.508,37	20.210,58	20.614,85
	BEN	Otra biomasa	Terajulios	31.052,60	23.297,14	24.065,95	24.065,95	23.754,03	24.108,42	23.657,38	24.484,77	23.261,12	23.377,54	23.610,52	24.318,85	24.440,40
	BEN	Carbón vegetal	Terajulios	2.445,26	2.592,49	2.592,49	2.664,66	2.745,50	2.785,92	2.733,95	2.829,22	1.980,74	2.277,81	965,98	1.071,64	1.094,45
	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	Etanol	Terajulios	20,58	20,48	21,96	20,61	19,49	19,49	19,49	19,49	19,49	19,58	19,49	19,49	19,49
1.A.3.a.i. Aviación internacional (Tanques internacionales)	BEN, Método estadístico de media geométrica de imputaciones, Petrobras (90% del BEN)	Jet querosen	Terajulios	926,23	673,53	687,03	857,57	857,57	919,11	762,15	965,69	961,83	1.054,16	1.244,49	1.445,87	1.291,16
1.A.3.a.ii. Aviación de cabotaje	DINAC, VMME (el 100% de la aeronauta se encuentra incluido en transporte en el BEN), Método estadístico de media geométrica	Aeronauta	Terajulios	21,76	24,49	27,56	33,93	55,27	86,62	89,93	117,17	138,57	134,91	137,48	149,93	151,66
	BEN, Método estadístico de media geométrica de imputaciones, Petrobras (10% del BEN)	Jet querosen	Terajulios	102,91	74,84	76,34	95,29	95,29	102,12	84,68	107,30	106,87	117,13	138,28	160,65	143,46
1.A.3.b. Transporte terrestre	BEN, BNEU, VMME (100% del BEN menos datos de DINAC proyectado con Método	Gasolina	Terajulios	7.482,51	6.465,75	6.555,07	7.206,93	7.421,45	8.982,28	10.506,99	13.605,47	15.294,21	15.884,32	16.331,09	17.709,04	20.639,01

Categoría	Fuente	Dat o	Uni dad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Sector Energía																
	estadístico de media geométrica)															
	BEN, VMME (el 100% de diesel de transporte del BEN menos datos de diesel de industria del BEN, BNEU y VMME quien menciona que en el BEN 2000-2019 el diésel de industria es incluido en transporte, proyectado con Método estadístico interpolación/extrapolación lineal)	Dies el Oil	Teraj ulios	37.883,21	38.654,28	34.141,39	35.899,18	33.766,49	40.002,57	40.574,02	44.167,15	45.445,27	41.708,56	45.638,28	47.415,48	51.170,30
	BEN	GLP	Teraj ulios	491,46	537,02	684,15	684,43	691,76	672,84	762,94	730,58	762,01	718,03	457,95	457,95	435,05
	BEN	Etan ol	Teraj ulios	20,83	10,81	660,85	636,43	1.083,33	1.171,11	2.232,40	2.973,34	3.158,25	3.320,96	3.924,20	4.363,07	5.175,87
1.A.3.c. Ferrocarriles	BEN	Leña	Teraj ulios	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.A.4.a. Comercial / Institucional	BEN, VMME (0,4% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Fuel Oil	Teraj ulios	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	BEN, VMME (6,6% del BEN basado en BNEU)	GLP	Teraj ulios	186,26	203,52	198,48	198,56	200,83	196,10	203,64	195,00	203,57	211,71	218,06	211,52	218,67
	BEN, VMME (0,4% + Sector público del BEN basado en BNEU)	Leña	Teraj ulios	318,08	313,06	306,88	283,44	284,77	287,45	295,84	295,83	292,56	287,03	261,55	266,44	264,12
	BEN, VMME (1,3% del BEN basado en BNEU)	Carb ón vege tal	Teraj ulios	48,11	51,04	51,04	52,47	67,97	76,00	64,74	64,74	64,74	68,27	107,74	107,19	108,84
	BEN, VMME (6,9% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Etan ol	Teraj ulios	1,42	1,42	1,48	1,46	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
1.A.4.b. Residencial	BEN, VMME (100% del BEN basado en BNEU)	Otro quer osen	Teraj ulios	71,53	107,96	45,31	47,15	26,30	2,14	7,24	10,30	10,30	12,36	12,36	12,49	12,61
	BEN, VMME (99,6% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Fuel Oil	Teraj ulios	6,48	6,13	7,08	5,45	5,45	5,53	2,77	2,77	2,77	2,92	2,92	2,92	2,92
	BEN, VMME (93,4% del BEN basado en BNEU)	GLP	Teraj ulios	2.635,88	2.880,19	2.808,78	2.809,94	2.842,10	2.775,08	2.881,74	2.759,52	2.880,81	2.996,04	3.085,93	2.993,35	3.094,47
	BEN, VMME (99,6% del BEN basado en BNEU)	Leña	Teraj ulios	41.696,97	40.447,30	38.908,07	33.072,24	33.402,28	34.071,39	36.159,68	36.158,19	35.380,32	33.965,01	27.622,71	28.838,18	28.261,35
	BEN, VMME (98,7% del BEN basado en BNEU)	Carb ón vege tal	Teraj ulios	3.652,97	3.875,23	3.875,23	3.983,50	5.160,31	5.770,09	4.915,27	4.915,27	4.915,27	5.183,40	8.179,57	8.138,55	8.263,34

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Sector Energía																
	BEN, VMME (93,1% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Etanol	Terajulios	19,17	19,12	19,92	19,69	18,61	18,61	18,61	18,61	18,61	18,64	18,61	18,61	18,61
1.B.2.a.iii.4. Refinación	BEN	Petróleo crudo	10 ³ m ³	96,02	74,86	37,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Referencias: Sombreado en naranja = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015, información proporcionada por MME/MOPC, 2018; DINAC, 2020; Emblema, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Serie temporal 2016 – 2019

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor			
				2016	2017	2018	2019
Sector Energía							
1.A.1.a.i. Generación de electricidad	BEN, Método estadístico promedio de proporción	Diesel Oil	Terajulios	15,86	19,15	19,71	22,46
1.A.1.b. Refinación del petróleo	BEN	Otro querosen	Terajulios	0,00	0,00	0,00	0,00
	BEN	Diesel Oil	Terajulios	0,00	0,00	0,00	0,00
	BEN	Fuel Oil	Terajulios	0,00	0,00	0,00	0,00
	BEN	GLP	Terajulios	0,00	0,00	0,00	0,00
	BEN	Nafta	Terajulios	0,00	0,00	0,00	0,00
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	Otro querosen	Terajulios	6,62	6,62	6,62	6,62
	BEN, BNEU (2011, 2013, 2018 v.p.), VMME (en el BEN 2000-2017 el diésel de industria es incluido en transporte), Método estadístico interpolación/extrapolación lineal	Diesel Oil	Terajulios	132,47	121,08	109,69	98,30
	BEN	Fuel Oil	Terajulios	1.990,91	198,43	172,00	232,43
	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	GLP	Terajulios	42,40	42,91	48,85	49,10
	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	Nafta	Terajulios	58,96	58,96	58,96	58,96
	BEN	Coque de petróleo	Terajulios	370,65	1.635,86	1.892,50	1.707,98
	BEN, VMME (ajuste de dato del 2015), Método estadístico de imputación con media geométrica	Carbón mineral	Terajulios	51,96	39,91	157,46	48,12
	BEN	Leña	Terajulios	32.333,10	32.851,70	33.691,28	33.355,38
	BEN	Otra biomasa	Terajulios	24.562,67	23.334,48	23.930,79	23.692,09
	BEN	Carbón vegetal	Terajulios	901,60	633,11	441,13	132,22

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor			
				2016	2017	2018	2019
Sector Energía							
	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	Etanol	Terajulios	19,49	19,49	19,49	19,49
1.A.3.a.i. Aviación internacional (Tanques internacionales)	BEN, Método estadístico de media geométrica de imputaciones, Petrobras (90% del BEN)	Jet querosen	Terajulios	1.654,07	2.194,43	2.611,89	2.594,34
1.A.3.a.ii. Aviación de cabotaje	DINAC, VMME (el 100% de la aeronafta se encuentra incluido en transporte en el BEN), Método estadístico de media geométrica	Aeronafta	Terajulios	143,34	151,94	127,93	149,75
	BEN, Método estadístico de media geométrica de imputaciones, Petrobras (10% del BEN)	Jet querosen	Terajulios	183,79	243,83	290,21	288,26
1.A.3.b. Transporte terrestre	BEN, BNEU, VMME (100% del BEN menos datos de DINAC proyectado con Método estadístico de media geométrica)	Gasolina	Terajulios	24.535,29	29.908,57	32.873,76	31.267,17
	BEN, VMME (el 100% de diesel de transporte del BEN menos datos de diesel de industria del BEN, BNEU y VMME quien menciona que en el BEN 2000-2019 el diésel de industria es incluido en transporte, proyectado con Método estadístico interpolación/extrapolación lineal)	Diesel Oil	Terajulios	59.640,49	65.855,12	67.836,71	66.215,01
	BEN	GLP	Terajulios	377,97	344,08	344,08	347,52
	BEN	Etanol	Terajulios	6.075,39	6.290,37	6.868,30	8.133,48
1.A.3.c. Ferrocarriles	BEN	Leña	Terajulios	0,00	0,00	0,00	0,00
1.A.4.a. Comercial / Institucional	BEN, VMME (0,4% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Fuel Oil	Terajulios	0,01	0,01	0,01	0,01
	BEN, VMME (6,6% del BEN basado en BNEU)	GLP	Terajulios	217,03	219,42	236,16	238,91
	BEN, VMME (0,4% + Sector público del BEN basado en BNEU)	Leña	Terajulios	408,12	409,76	400,14	397,00
	BEN, VMME (1,3% del BEN basado en BNEU)	Carbón vegetal	Terajulios	107,84	119,23	115,37	110,76
	BEN, VMME (6,9% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Etanol	Terajulios	1,38	1,38	1,38	1,38
1.A.4.b. Residencial	BEN, VMME (100% del BEN basado en BNEU)	Otro querosen	Terajulios	13,28	13,42	13,42	13,42
	BEN, VMME (99,6% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Fuel Oil	Terajulios	2,92	1,45	1,45	1,45
	BEN, VMME (93,4% del BEN basado en BNEU)	GLP	Terajulios	3.071,33	3.105,11	3.341,98	3380,99
	BEN, VMME (99,6% del BEN basado en BNEU)	Leña	Terajulios	43.939,35	44.348,01	41.950,51	41168,75
	BEN, VMME (98,7% del BEN basado en BNEU)	Carbón vegetal	Terajulios	8.187,84	9.052,06	8.759,43	8409,24
	BEN, VMME (93,1% del BEN basado en BNEU), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Etanol	Terajulios	18,61	18,61	18,61	18,61
1.B.2.a.iii.4. Refinación	BEN	Petróleo crudo	10 ³ m ³	0,00	0,00	0,00	0,00

Referencias: Sombreado en naranja = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: BEN, 2021; BNEU, 2014 y 2015, información proporcionada por VMME/MOPC, 2018; DINAC, 2020; Emblema, 2018; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Anexo 3.1.2. Sector Energía: factores de emisión utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor						
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SOx
Sector Energía										
1.A.1.a.i. Generación de electricidad	D	FE de Diesel Oil	Kg/TJ	74.100,00	3,00	0,60				
	D		Gg/TJ				6,50,E-05	1,62,E-05	8,00,E-07	4,65,E-05
1.A.1.b. Refinación del petróleo	D	FE de GLP	Kg/TJ	63.100,00	1,00	0,10				
	D		Gg/TJ				8,90,E-05	3,90,E-05	2,60,E-06	2,81,E-07
	D	FE de Gasolina/Nafta	Kg/TJ	73.300,00	3,00	0,60				
	D		Gg/TJ				6,50,E-05	1,62,E-05	8,00,E-07	4,65,E-05
	D	FE de Otro querosen	Kg/TJ	71.900,00	3,00	0,60				
	D		Gg/TJ				6,50,E-05	1,62,E-05	8,00,E-07	4,65,E-05
	D	FE de Diesel Oil	Kg/TJ	74.100,00	3,00	0,60				
	D		Gg/TJ				6,50,E-05	1,62,E-05	8,00,E-07	4,65,E-05
	D	FE de Fuel Oil	Kg/TJ	77.400,00	3,00	0,60				
	D		Gg/TJ				1,42,E-04	1,51,E-05	2,30,E-06	4,95,E-04
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	D	FE de Fuel Oil	Kg/TJ	77.400,00	3,00	0,60				
	D		Gg/TJ				5,13,E-04	6,60,E-05	2,50,E-05	4,70,E-05
	D	FE de Carbón mineral/Antracita	Kg/TJ	98.300,00	10,00	1,50				
	D		Gg/TJ				1,73,E-04	9,31,E-04	8,88,E-05	9,00,E-04
	D	FE de GLP	Kg/TJ	63.100,00	1,00	0,10				
	D		Gg/TJ				5,13,E-04	6,60,E-05	2,50,E-05	4,70,E-05
	D	FE de Gasolina/Nafta	Kg/TJ	73.300,00	3,00	0,60				
	D		Gg/TJ				5,13,E-04	6,60,E-05	2,50,E-05	4,70,E-05
	D	FE de Otro querosen	Kg/TJ	71.900,00	3,00	0,60				
	D		Gg/TJ				5,13,E-04	6,60,E-05	2,50,E-05	4,70,E-05
	D	FE de Coque de petróleo	Kg/TJ	97.500,00	3,00	0,60				
	D		Gg/TJ				5,13,E-04	6,60,E-05	2,50,E-05	4,70,E-05
D	FE de Carbón vegetal	Kg/TJ	112.000,00	200,00	4,00					

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor						
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SOx
Sector Energía										
	D		Gg/TJ				9,10,E-05	5,70,E-04	3,00,E-04	1,10,E-05
	D	FE de Etanol/Otros biocomustibles líquidos	Kg/TJ	79.600,00	3,00	0,60				
	D		Gg/TJ				9,10,E-05	5,70,E-04	3,00,E-04	1,10,E-05
	D	FE de Diesel Oil	Kg/TJ	74.100,00	3,00	0,60				
	D		Gg/TJ				5,13,E-04	6,60,E-05	2,50,E-05	4,70,E-05
	D	FE de Leña/Madera/desechos de madera	Kg/TJ	112.000,00	30,00	4,00				
	D		Gg/TJ				9,10,E-05	5,70,E-04	3,00,E-04	1,10,E-05
	D	FE de Otra biomasa	Kg/TJ	100.000,00	30,00	4,00				
	D		Gg/TJ				9,10,E-05	5,70,E-04	3,00,E-04	1,10,E-05
1.A.3.a.i. Aviación internacional (tanque internacional)	D	FE de Jet querosen	Kg/TJ	71.500,00	0,50	2,00				
	D		Gg/TJ				6,50,E-05	1,62,E-05	8,00,E-07	4,65,E-05
1.A.3.a.ii. Aviación de cabotaje	D	FE de Aeronafta/Gasolina de aviación	Kg/TJ	70.000,00	0,50	2,00				
	D		Gg/TJ				9,03,E-05	0,03	4,29,E-04	2,26,E-05
	D	FE de Jet querosen	Kg/TJ	71.500,00	0,50	2,00				
	D		Gg/TJ				6,50,E-05	1,62,E-05	8,00,E-07	4,65,E-05
1.A.3.b. Transporte terrestre	D	FE de Diesel Oil	Kg/TJ	74.100,00	3,90	3,90				
	D		Gg/TJ				4,98,E-04	1,49,E-04	3,38,E-05	
	D	FE de GLP	Kg/TJ	63.100,00	62,00	0,20				
	D		Gg/TJ				3,32,E-04	1,85,E-03	2,98,E-04	
	D	FE de Etanol/Otros biocomustibles líquidos	Kg/TJ	79.600,00	18,00	41,00				
	D		Gg/TJ				9,10,E-05	5,70,E-04	3,00,E-04	1,10,E-05
	D	FE de Gasolina	Kg/TJ	69.300,00	33,00	3,20				
	D		Gg/TJ				2,39,E-04	0,01	1,30,E-03	
1.A.3.c. Ferrocarriles	D	FE de Leña/Madera/desechos de madera	Kg/TJ	112.000,00	300,00	4,00				
	D		Gg/TJ				9,10,E-05	5,70,E-04	3,00,E-04	1,10,E-05
1.A.4.a. Comercial	D	FE de Leña/Madera/desechos de madera	Kg/TJ	112.000,00	300,00	4,00				

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor						
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO _x
Sector Energía										
	D		Gg/TJ				9,10,E-05	5,70,E-04	3,00,E-04	1,10,E-05
	D	FE de Carbón vegetal	Kg/TJ	112.000,00	200,00	1,00				
	D		Gg/TJ				9,10,E-05	5,70,E-04	3,00,E-04	1,10,E-05
	D	FE de GLP	Kg/TJ	63.100,00	5,00	0,10				
	D		Gg/TJ				3,06,E-04	9,30,E-05	2,00,E-05	9,40,E-05
	D	FE de Fuel Oil	Kg/TJ	77.400,00	10,00	0,60				
	D		Gg/TJ				3,06,E-04	9,30,E-05	2,00,E-05	9,40,E-05
	D	FE de Etanol/Otros biocomustibles líquidos	Kg/TJ	79.600,00	10,00	0,60				
	D		Gg/TJ				9,10,E-05	5,70,E-04	3,00,E-04	1,10,E-05
1.A.4.b. Residencial	D	FE de Leña/Madera/desechos de madera	Kg/TJ	112.000,00	300,00	4,00				
	D		Gg/TJ				5,00,E-05	4,00,E-03	6,00,E-04	1,10,E-05
	D	FE de Carbón vegetal	Kg/TJ	112.000,00	200,00	1,00				
	D		Gg/TJ				5,00,E-05	4,00,E-03	6,00,E-04	1,10,E-05
	D	FE de GLP	Kg/TJ	63.100,00	5,00	0,10				
	D		Gg/TJ				5,10,E-05	5,70,E-05	6,90,E-07	7,00,E-05
	D	FE de Fuel Oil	Kg/TJ	77.400,00	10,00	0,60				
	D		Gg/TJ				5,10,E-05	5,70,E-05	6,90,E-07	7,00,E-05
	D	FE de Otros querosen	Kg/TJ	71.900,00	10,00	0,60				
	D		Gg/TJ				5,10,E-05	5,70,E-05	6,90,E-07	7,00,E-05
	D	FE de Etanol/Otros biocomustibles líquidos	Kg/TJ	79.600,00	10,00	0,60				
	D		Gg/TJ				5,00,E-05	4,00,E-03	6,00,E-04	1,10,E-05
1.B.2.a.iii.4. Refinación	D	FE de insumo en refinarias: Petróleo crudo	Gg CH ₄ /Unidad de DA		2,18,E-05					
	D		Gg/m3				2,14,E-07	8,01,E-08	1,78,E-07	5,52,E-07

Referencias: D = Por defecto; FE = Factor de emisión.
Fuente: Directrices del IPCC de 2006 y Guías del EMEP/EEA de 2019.

Anexo 3.1.3. Sector Energía: Comparación de emisiones de CO₂ con método sectorial y de referencia (kt CO₂)

Método	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Referencia	1.929,97	1.874,17	2.219,19	2.567,17	3.025,89	3.431,73	3.465,59	3.805,65	4.033,23	4.028,76	3.302,08	3.413,26	3.652,87	3.722,59	3.772,21	3.477,21	3.602,02	3.388,83	3.948,90	4.149,43	4.633,75	4.841,50	4.729,23	4.908,56	5.157,04	5.643,12	6.581,54	7.403,29	7.795,75	7.554,58
Sectorial	1.978,40	1.935,73	2.303,74	2.649,89	3.117,52	3.526,70	3.480,47	3.850,33	4.040,84	4.040,98	3.296,77	3.427,49	3.602,78	3.734,72	3.778,76	3.478,94	3.604,30	3.391,38	3.951,54	4.151,77	4.636,22	4.846,77	4.735,71	4.911,15	5.160,26	5.656,06	6.589,16	7.409,84	7.813,91	7.561,96
Diferencia	-48,42	-61,56	-84,55	-82,72	-91,63	-94,97	-14,89	-44,68	-7,61	-12,22	5,31	-14,23	50,09	-12,13	-6,55	-1,74	-2,28	-2,55	-2,64	-2,34	-2,48	-5,27	-6,47	-2,60	-3,23	-12,94	-7,62	-6,55	-18,15	-7,37
Diferencia %	-2,45%	-3,18%	-3,67%	-3,12%	-2,94%	-2,69%	-0,43%	-1,16%	-0,19%	-0,30%	0,16%	-0,42%	1,39%	-0,32%	-0,17%	-0,05%	-0,06%	-0,08%	-0,07%	-0,06%	-0,05%	-0,11%	-0,14%	-0,05%	-0,06%	-0,23%	-0,12%	-0,09%	-0,23%	-0,10%

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Anexo 3.2. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos**Anexo 3.2.1. Sector IPPU: datos de actividad utilizados**

Serie temporal 1990 - 2002

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
IPPU																
2.A.1. Producción de cemento	C	Producción de clínker	Toneladas	273.786,20	261.200,73	423.535,16	403.823,64	507.955,21	560.302,41	525.650,00	475.308,00	475.308,30	459.951,82	466.321,24	384.566,20	357.431,79
2.A.2. Producción de cal	Datos relevados en visita a calerías de vallemi, C, Wiens, Método estadístico progresión geométrica (para el año 2021 se ha sumado datos proyectados de tres fuentes principales y posteriormente proyectado hacia atrás)	Producción de cal viva	Toneladas	33.355,00	35.204,00	37.299,23	39.640,68	42.228,37	45.062,28	48.142,42	51.468,79	55.041,38	58.860,21	62.925,26	67.236,54	71.794,05
2.A.3. Producción de vidrio	C, Método estadístico progresión geométrica e interpolación lineal a datos de producción de vidrio y el promedio de carbonatos.	Carbonato Soda Solvay utilizado como materia prima	Toneladas	55,15	60,15	65,59	71,54	78,02	85,08	92,79	101,19	110,36	120,36	131,26	143,15	155,09
		Carbonato Caliza utilizado como materia prima	Toneladas	36,99	40,34	44,00	47,98	52,33	57,07	62,24	67,87	74,02	80,73	88,04	96,01	104,02
2.A.4.a. Cerámicas	Arco, Proyección estadística	Producción de productos cerámicos	Toneladas	718.015,00	776.474,00	836.713,00	895.806,00	954.385,00	1.015.229,00	1.074.765,00	1.134.068,00	1.196.454,00	1.259.214,00	1.318.011,00	1.379.556,00	1.438.572,00
	Arco	Carbonato contenido en arcilla	Fracción	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03
	D	Arcilla contenida en productos cerámicos	Fracción	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	DNA, Método estadístico media geométrica	Importación de ceniza de sosa	Toneladas	12,63	16,45	21,41	27,87	36,27	47,21	61,46	80,00	198,00	89,55	116,56	425,16	774,06
2.B.5. Producción de carburo	DNA	Exportación de carburo de silicio producido en el país	Toneladas	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
2.B.10. Otros (producción de ácido sulfúrico)	C	Producción de ácido sulfúrico	Tonelada	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
2.C.1. Producción de hierro y acero	WSA	Producción de acero en horno de oxígeno básico (BOF por sus siglas en inglés)	Toneladas	48.000,00	61.000,00	86.000,00	77.000,00	87.000,00	95.000,00	96.000,00	66.000,00	56.000,00	56.000,00	77.000,00	71.000,00	80.000,00
	WSA	Producción de hierro o arrabio no convertido en acero	Toneladas	6.000,00	7.000,00	6.000,00	4.000,00	3.000,00	8.000,00	8.000,00	13.000,00	10.000,00	5.000,00	5.000,00	1.000,00	7.000,00
2.C.5. Producción de plomo	DNA	Exportación de plomo producido en el país con	Toneladas	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
IPPU																
		tratamiento de materias primas secundarias														
2.D.1. Uso de lubricantes	DNA, Método estadístico función de crecimiento	Importación de lubricante	Terajulios	476,44	497,35	519,18	541,97	565,76	590,60	616,52	643,59	671,84	701,33	732,12	764,25	797,80
2.D.2. Uso de la cera de parafina	DNA, Método estadístico función de crecimiento	Importación de ceras	Terajulios	0,70	0,98	1,37	1,93	2,71	3,81	5,35	7,52	10,56	8,06	28,83	34,81	59,42
2.D.4. Otros (pavimentación asfáltica)	DNA, Método estadístico	Importación de asfalto	Tonelada	s/d	7.884,55	18.195,21	10.065,76	20.158,83								
2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionario	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 23	Toneladas	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
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 32	Toneladas	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
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 125	Toneladas	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
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 143a	Toneladas	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
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 152a	Toneladas	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
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA), Método estadístico progresión geométrica	HFC 134a (50% del total)	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,15	24,58	26,11	27,73	29,45
2.F.1.b. Aire acondicionado móvil	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA), Método estadístico progresión geométrica	HFC 134a (50% del total)	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,15	24,58	26,11	27,73	29,45	31,27
2.F.3. Protección contra incendios	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 236fa	Toneladas	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
2.G.1.b. Uso de equipos eléctricos	IB, EBY, ANDE	SFs consumido o recargado en equipos (para IB fue considerado 50% de los consumos proporcionados, para EBY el 6,2% de los consumos proporcionados desde 1995 y ANDE el 100%) aplicando el método de equilibrio de masas	Toneladas	0,26	0,50	0,95	0,59	0,56	0,89	0,61	0,82	1,42	0,41	0,33	0,49	0,32
2.H.2. Industrias de la alimentación y las bebidas	FAO, Método estadístico	Producción de leche, entera fresca, vaca	Tonelada	225.790,00	240.466,00	255.281,00	288.074,00	290.954,00	357.873,00	403.824,00	444.206,00	445.000,00	368.132,00	329.800,00	331.000,00	375.127,00
		Producción de carne (vacuno, cerdo, pollo)	Tonelada	330.908,00	356.991,00	378.485,00	371.778,00	388.607,00	396.523,00	385.584,00	408.292,00	417.610,00	414.594,00	306.695,00	310.073,00	303.350,00
		Producción de cerveza	Tonelada	108.000,00	114.000,00	114.000,00	171.000,00	173.000,00	195.000,00	185.000,00	182.000,00	230.000,00	225.000,00	220.000,00	260.000,00	237.000,00
		Producción de bebidas alcohólicas	Tonelada	19.000,00	24.000,00	25.000,00	25.000,00	18.000,00	18.000,00	25.000,00	25.000,00	27.000,00	16.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
		Producción de café	Tonelada	18.000,00	20.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	4.000,00	4.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	4.000,00	3.000,00	2.000,00

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
IPPU																
	FAO, IICA, Método estadístico	Producción de aceite	Tonelada	106.272,44	111.985,10	118.215,51	123.002,12	139.276,43	145.942,62	163.961,32	162.673,65	175.990,37	192.519,58	199.631,77	201.234,48	209.971,72
	United States Department of Agriculture	Producción de azúcar	Tonelada	120.000,00	89.000,00	110.000,00	110.000,00	95.000,00	105.000,00	110.000,00	105.000,00	120.000,00	125.000,00	112.000,00	85.000,00	100.000,00

Referencias: Sombreado en naranja = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: C, Datos relevados en visita a calerías de Vallemi, Wiens, Arco, DNA, WSA, MADES, IB, EBY, ANDE, FAO, USDA, Directrices del IPCC de 2006; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Serie temporal 2003 – 2015

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
IPPU																
2.A.1. Producción de cemento	C	Producción de clínker	Toneladas	431.741,40	404.542,87	434.084,70	435.163,01	401.802,49	440.664,89	526.588,73	483.015,22	393.481,12	563.337,30	426.918,41	497.912,62	672.491,60
2.A.2. Producción de cal	Datos relevados en visita a calerías de Vallemi, C, Wiens, Método estadístico progresión geométrica (para el año 2021 se ha sumado datos proyectados de tres fuentes principales y posteriormente proyectado hacia atrás)	Producción de cal viva	Toneladas	76.597,78	81.647,74	86.943,94	92.486,35	98.275,00	104.309,88	110.590,98	117.118,31	123.891,87	130.911,66	138.177,67	145.689,92	153.448,39
2.A.3. Producción de vidrio	C, Método estadístico progresión geométrica e interpolación lineal a datos de producción de vidrio y el promedio de carbonatos.	Carbonato Soda Solvay utilizado como materia prima	Toneladas	167,03	178,97	195,19	214,15	165,10	242,38	218,06	203,54	215,14	291,06	1.657,09	3.812,79	2.984,78
		Carbonato Caliza utilizado como materia prima	Toneladas	112,04	120,05	130,92	128,02	137,82	149,69	154,49	150,43	131,24	186,66	1.016,17	2.561,32	1.887,60
2.A.4.a. Cerámicas	Arco, Proyección estadística	Producción de productos cerámicos	Toneladas	1.507.181,00	1.578.310,00	1.654.381,00	1.728.508,00	1.808.609,00	1.895.728,00	1.990.365,00	2.085.543,00	2.184.082,00	2.288.509,00	2.400.533,00	2.524.966,00	2.654.493,00
	Arco	Carbonato contenido en arcilla	Fracción	1,55,E-03												
	D	Arcilla contenida en productos cerámicos	Fracción	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	DNA, Método estadístico media geométrica	Importación de ceniza de sosa	Toneladas	760,99	1.141,16	1.807,08	1.542,18	2.172,43	2.928,20	3.109,37	3.367,61	5.589,01	3.483,22	4.207,68	2.759,70	2.768,32
2.B.5. Producción de carburo	DNA	Exportación de carburo de silicio producido en el país	Toneladas	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
2.B.10. Otros (producción de ácido sulfúrico)	C	Producción de ácido sulfúrico	Tonelada	s/d	6886,69	7309,97										
2.C.1. Producción de hierro y acero	WSA	Producción de acero en horno de oxígeno básico (BOF por sus siglas en inglés)	Toneladas	91.000,00	107.000,00	101.000,00	115.000,00	95.000,00	83.000,00	54.000,00	59.000,00	30.000,00	44.000,00	45.000,00	47.000,00	48.000,00

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
IPPU																
	WSA	Producción de hierro o arrabio no convertido en acero	Toneladas	7.000,00	12.000,00	22.000,00	13.000,00	15.000,00	11.000,00	17.000,00	22.000,00	12.000,00	23.000,00	24.000,00	24.000,00	25.000,00
2.C.5. Producción de plomo	DNA	Exportación de plomo producido en el país con tratamiento de materias primas secundarias	Toneladas	s/d	175,23	s/d	51,55	133,41	2.422,73	221,82	518,15	246,75	292,91	669,98	1.370,35	2.209,10
2.D.1. Uso de lubricantes	DNA, Método estadístico función de crecimiento	Importación de lubricante	Terajulios	870,81	890,73	893,41	860,80	947,30	1.188,76	992,97	1.161,37	1.247,79	1.144,95	1.300,16	1.331,84	1.357,68
2.D.2. Uso de la cera de parafina	DNA, Método estadístico función de crecimiento	Importación de ceras	Terajulios	68,22	73,27	82,48	64,86	83,57	78,26	69,42	62,19	71,89	74,78	82,33	89,62	79,61
2.D.4. Otros (pavimentación asfáltica)	DNA, Método estadístico	Importación de asfalto	Tonelada	29.340,58	22.745,56	17.857,82	26.812,10	19.095,25	12.061,04	22.984,75	24.639,45	29.439,97	26.099,81	33.433,64	22.830,75	53.821,71
2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionario	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 23	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 32	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,78	4,84	0,48	2,71	26,71
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 125	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,03	9,24	6,18	3,75	13,23	6,89	18,63	87,49
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 143a	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,12	10,92	6,66	3,43	9,86	7,55	9,59	30,55
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 152a	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90	4,06	4,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA), Método estadístico progresión geométrica	HFC 134a (50% del total)	Toneladas	33,21	35,27	37,46	39,79	42,25	44,87	88,47	50,86	47,39	98,00	110,63	117,50	177,30
2.F.1.b. Aire acondicionado móvil	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA), Método estadístico progresión geométrica	HFC 134a (50% del total)	Toneladas	33,21	35,27	37,46	39,79	42,25	44,87	88,47	50,86	47,39	98,00	110,63	117,50	177,30
2.F.3. Protección contra incendios	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 236fa	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00
2.G.1.b. Uso de equipos eléctricos	IB, EBY, ANDE	SFs consumido o recargado en equipos (para IB fue considerado 50% de los consumos proporcionados, para EBY el 6,2% de los consumos proporcionados desde 1995 y ANDE el 100%) aplicando el método de equilibrio de masas	Toneladas	0,29	0,32	0,58	0,95	0,76	0,41	0,41	0,11	0,72	0,42	0,42	0,45	0,45
2.H.2. Industrias de la alimentación y las bebidas	FAO, Método estadístico	Producción de leche, entera fresca, vaca	Tonelada	380.000,00	362.040,00	372.380,00	392.000,00	417.000,00	442.000,00	467.000,00	490.350,00	512.000,00	515.000,00	518.000,00	525.000,00	515.000,00
		Producción de carne (vacuno, cerdo, pollo)	Tonelada	302.313,00	294.445,00	327.271,00	378.379,00	324.474,00	357.732,00	378.479,00	411.176,00	418.132,00	374.082,00	458.605,00	555.888,00	541.328,00

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
IPPU																
		Producción de cerveza	Tonelada	243.000,00	245.000,00	240.000,00	150.000,00	150.000,00	150.000,00	140.000,00	150.000,00	150.000,00	150.000,00	137.200,00	138.329,22	
		Producción de bebidas alcohólicas	Tonelada	12.000,00	11.000,00	11.000,00	12.000,00	12.000,00	13.000,00	13.000,00	13.000,00	13.000,00	14.000,00	14.000,00	14.406,59	14.727,47
		Producción de café	Tonelada	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	2.425,00	2.254,41	2.083,82	1.913,24	1.742,65	1.572,06	1.401,47	1.230,88
	FAO, IICA, Método estadístico	Producción de aceite	Tonelada	220.393,45	246.298,00	257.679,00	258.893,00	328.322,00	353.074,00	311.259,00	382.002,00	400.517,00	211.063,00	665.599,00	653.961,54	766.045,11
	United States Department of Agriculture	Producción de azúcar	Tonelada	120.000,00	115.000,00	119.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00

Referencias: Sombreado en naranja = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: C, Datos relevados en visita a calerías de Vallemi, Wiens, Arco, DNA, WSA, MADES, IB, EBY, ANDE, FAO, USDA, Directrices del IPCC de 2006; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Serie temporal 2016 - 2019

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor			
				2016	2017	2018	2019
IPPU							
2.A.1. Producción de cemento	C	Producción de clínker	Toneladas	748.845,50	514.016,37	791.601,56	860.058,00
2.A.2. Producción de cal	Datos relevados en visita a calerías de vallemi, C, Wiens, Método estadístico progresión geométrica (para el año 2021 se ha sumado datos proyectados de tres fuentes principales y posteriormente proyectado hacia atrás)	Producción de cal viva	Toneladas	161.453,09	169.704,01	178.201,17	186.944,55
2.A.3. Producción de vidrio	C, Método estadístico progresión geométrica e interpolación lineal a datos de producción de vidrio y el promedio de carbonatos.	Carbonato Soda Solvay utilizado como materia prima	Toneladas	2.353,23	2.205,08	2.151,14	1.733,30
		Carbonato Caliza utilizado como materia prima	Toneladas	1.091,72	945,37	961,96	654,64
2.A.4.a. Cerámicas	Arco, Proyección estadística	Producción de productos cerámicos	Toneladas	2.796.389,00	2.943.845,00	2.981.788,00	2.825.404,00
	Arco	Carbonato contenido en arcilla	Fracción	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03	1,55,E-03
	D	Arcilla cantenida en productos cerámicos	Fracción	1,10	1,10	1,10	1,10
2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	DNA, Método estadístico media geométrica	Importación de ceniza de sosa	Toneladas	5.027,65	5.421,10	4.621,37	4.276,03
2.B.5. Producción de carburo	DNA	Exportación de carburo de silicio producido en el país	Toneladas	0,00	1.722,74	3.721,70	76,00
2.B.10. Otros (producción de ácido sulfúrico)	C	Producción de ácido sulfúrico	Tonelada	6016,93	6.461,82	6.956,33	7.363,94
2.C.1. Producción de hierro y acero	WSA	Producción de acero en horno de oxígeno básico (BOF por sus siglas en inglés)	Toneladas	35.000,00	24.000,00	25.000,00	26.000,00
	WSA	Producción de hierro o arrabio no convertido en acero	Toneladas	15.000,00	14.000,00	14.000,00	15.000,00
2.C.5. Producción de plomo	DNA	Exportación de plomo producido en el país con tratamiento de materias primas secundarias	Toneladas	456,94	1.634,63	1.912,29	3.798,20
2.D.1. Uso de lubricantes	DNA, Método estadístico función de crecimiento	Importación de lubricante	Terajulios	1.397,51	1.492,02	1.694,87	1.672,06

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor			
				2016	2017	2018	2019
IPPU							
2.D.2. Uso de la cera de parafina	DNA, Método estadístico función de crecimiento	Importación de ceras	Terajulios	86,87	94,67	90,98	75,57
2.D.4. Otros (pavimentación asfáltica)	DNA, Método estadístico	Importación de asfalto	Tonelada	58.212,73	64.046,63	70.356,48	77.298,69
2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionario	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 23	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 32	Toneladas	40,24	71,09	36,83	35,93
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 125	Toneladas	112,49	114,58	88,46	69,38
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 143a	Toneladas	51,35	28,71	54,61	39,27
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 152a	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00
	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA), Método estadístico progresión geométrica	HFC 134a (50% del total)	Toneladas	169,50	174,91	183,85	172,04
2.F.1.b. Aire acondicionado móvil	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA), Método estadístico progresión geométrica	HFC 134a (50% del total)	Toneladas	169,50	174,91	183,85	172,04
2.F.3. Protección contra incendios	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	HFC 236fa	Toneladas	0,00	4,00	6,00	0,00
2.G.1.b. Uso de equipos eléctricos	IB, EBY, ANDE	SF ₆ consumido o recargado en equipos (para IB fue considerado 50% de los consumos proporcionados, para EBY el 6,2% de los consumos proporcionados desde 1995 y ANDE el 100%) aplicando el método de equilibrio de masas	Toneladas	0,46	0,76	0,51	0,52
2.H.2. Industrias de la alimentación y las bebidas	FAO, Método estadístico	Producción de leche, entera fresca, vaca	Tonelada	510.000,00	459.808,00	473.947,00	480.093,00
		Producción de carne (vacuno, cerdo, pollo)	Tonelada	576.820,00	645.932,00	619.330,00	614.471,00
		Producción de cerveza	Tonelada	139.467,73	140.615,61	141.772,94	142.939,80
		Producción de bebidas alcohólicas	Tonelada	15.048,35	15.369,23	15.690,11	16.010,99
		Producción de café	Tonelada	1.060,29	889,71	719,12	548,53
	FAO, IICA, Método estadístico	Producción de aceite	Tonelada	830.782,33	886.433,45	947.599,05	1.015.243,56
United States Department of Agriculture	Producción de azúcar	Tonelada	135.000,00	140.000,00	140.000,00	140.000,00	

Referencias: Sombreado en naranja = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: C, Datos relevados en visita a calerías de Vallemi, Wiens, Arco, DNA, WSA, MADES, IB, EBY, ANDE, FAO, USDA, Directrices del IPCC de 2006; y, llenado de vacíos de información mediante estadística.

Anexo 3.2.2. Sector IPPU: factores de emisión utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																								CH ₄	N ₂ O	HF _C	S _{F₆}	NO _x	CO	COV _{DM}	SO _x													
				CO ₂																																												
				IPPU																																												
			1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019																
2.A.1. Producción de cemento	C, Método estadístico proporcional media geométrica	Parámetros para FE de clinker	ton CaO/ton clinker	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63																	
		Contenido de CaO en clinker	ton CaO/ton clinker	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																
	Equipo técnico (calculado según estequiometría)	Proporción CaO en CaCO ₃	ton CaO/ton CaCO ₃	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56																	
	Equipo técnico (calculado según contenido de CaO en clinker/Proporción CaO en CaCO ₃)	Requerimiento CaCO ₃ por tonelada de clinker	ton CaCO ₃ /ton clinker	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,13	1,12	1,12	1,12	1,13	1,14	1,12	1,13	1,11																
	D	Factor de Emisión de CO ₂ de carbonato de calcio, Calcita o Aragonita (FE _{cl})	ton CO ₂ /ton CaCO ₃	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44																	
		Equipo técnico (calculado según Requerimiento CaCO ₃ por tonelada de clinker * Factor de Emisión de CO ₂ de carbonato de calcio, Calcita o Aragonita)	Factor de emisión para el clinker local	ton CO ₂ /ton clinker	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																
	D	Factor corrector de emisiones para el polvo de horno de cemento (CF _{cd}) Con pérdida= 1,02 Sin pérdida= 1	Adimensional	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02																		
2.A.2. Producción de cal	D	FE para cal con fuerte proporción de calcio	ton CO ₂ /ton cal																									0,75																				
2.A.3. Producción de vidrio	D	FE para carbonato de sodio o ceniza de sosa (Na ₂ CO ₃)	ton CO ₂ /ton carbonato																									0,41492																				

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor										
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HF C	S F ₆	NO _x	CO	COV DM	SO _x		
IPPU														
	D	FE para carbonato calcita o aragonita (CaCO ₃)	ton CO ₂ /ton carbonato	0,43971										
2.A.4.a. Cerámicas	D	FE para carbonato calcita o aragonita (CaCO ₃)	ton CO ₂ /ton carbonato	0,43971										
2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	D	FE para carbonato de sodio o ceniza de sosa (Na ₂ CO ₃)	ton CO ₂ /ton carbonato	0,41492										
2.B.5. Producción de carburo	D	FE para producción de carburo de silicio	ton GEI/ton carburo producido	2,62	1,16,E-02									
2.B.10. Otros (producción de ácido sulfúrico)	D	FE para producción de ácido sulfúrico	Gg/tn										9,05,E-06	
2.C.1. Producción de hierro y acero	D	FE para acero producido en horno básico de oxígeno (BOF)	ton CO ₂ /ton acero producido	1,46										
	D	FE para producción de hierro o arrabio no convertido en acero	ton CO ₂ /ton arrabio producido	1,35										
	D	FE para producción de acero	Gg/tn						1,00,E-08	3,50,E-06	1,50,E-07			
2.C.5. Producción de plomo	D	FE para producción de plomo por tratamiento de materias primas secundarias	ton CO ₂ /ton producto	0,20000										
	D	FE para producción de plomo	Gg/tn										2,05,E-06	
2.D.1. Uso de lubricantes	D	Contenido de carbono de grasas y aceites	ton C/TJ	20,00										
	D	Factor ODU, carbono del combustible fósil que se oxida durante el uso para el total de lubricantes	Adimensional	0,20										
2.D.2. Uso de la cera de parafina	D	Contenido de carbono de ceras	ton C/TJ	20,00										
	D	Factor ODU, carbono del combustible fósil que se oxida durante el uso	Adimensional	0,20										
2.D.3. Otros (pavimentación asfáltica)	D	FE para pavimentación de vías con asfalto	Gg/tn										1,60,E-08	

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				CO ₂				CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NOx	CO	COVDM	SOx	
IPPU																
2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionado (HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a, HFC-152a)	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	Tasa de crecimiento en ventas de equipos nuevos	Porcentaje (%)									14,50				
	D	Vida útil promedio de los equipos	Años									15,00				
	D	FE de la base instalada	Porcentaje (%)									13,00				
	D	Gas destruido al fin de la vida útil	Porcentaje (%)									0,00				
2.F.1.b. Aire acondicionado móvil (HFC-134a)	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	Tasa de crecimiento en ventas de equipos nuevos	Porcentaje (%)									14,50				
	D	Vida útil promedio de los equipos	Años									13,00				
	D	FE de la base instalada	Porcentaje (%)									15,00				
	D	Gas destruido al fin de la vida útil	Porcentaje (%)									0,00				
2.F.3. Protección contra incendios (HFC-236fa)	MADES (Dpto. de Ozono de la DGA)	Tasa de crecimiento en ventas de equipos nuevos	Porcentaje (%)									14,50				
	D	Vida útil promedio de los equipos	Años									15,00				
	D	FE de la base instalada	Porcentaje (%)									4,00				
	D	Gas destruido al fin de la vida útil	Porcentaje (%)									0,00				
2.H.2. Industrias de la alimentación y las bebidas	D	FE por producto producido	Gg/tn												2,00E-06	

Referencias: Sombreado en naranja = datos estimados por métodos estadísticos.
Fuente: C; MADES, 2010; Directrices del IPCC de 2006 y Guías del EMEP/EEA de 2019.

Anexo 3.3. Sector Agricultura y Ganadería**Anexo 3.3.1. Sector Agricultura y Ganadería: datos de actividad utilizados**

Serie temporal 1990 - 2002

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Agricultura y Ganadería																
3.A. Fermentación entérica - 3.B. Gestión del estiércol																
3.A.1. - 3.B.1. Vacunos																
3.A.1.a. - 3.B.1.a. Vacas lecheras	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	521.360,00	517.430,00	420.164,00	545.405,00	637.324,00	680.413,00	687.622,00	688.934,00	690.926,00	688.124,00	691.465,00	538.051,00	495.647,00
3.A.1.b. - 3.B.1.b. Otros vacunos																
Vaca	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	2.727.017,06	2.515.087,67	3.083.439,73	3.295.728,20	3.234.253,28	3.222.236,79	3.211.225,74	3.221.077,45	3.191.764,66	3.169.546,58	3.200.080,97	3.308.267,58	3.142.462,25
Vaquilla	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.078.392,02	994.585,07	1.219.338,46	1.303.287,40	1.278.977,30	1.274.225,41	1.269.871,12	1.273.766,95	1.262.175,28	1.253.389,20	1.265.463,95	1.308.246,07	1.242.678,77
Novillo	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.150.287,93	1.060.893,61	1.300.631,20	1.390.176,99	1.364.246,14	1.359.177,44	1.354.532,85	1.358.688,42	1.346.323,94	1.336.952,09	1.349.831,86	1.395.466,24	1.325.527,60
Toro	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	292.056,77	269.359,66	330.228,75	352.964,32	346.380,51	345.093,58	343.914,32	344.969,41	341.830,09	339.450,58	342.720,74	354.307,26	336.549,92
Desmamante macho	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	572.757,43	528.245,74	647.617,15	692.204,26	679.292,63	676.768,80	674.456,14	676.525,30	670.368,72	665.702,24	672.115,40	694.837,91	660.013,69
Desmamante hembra	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	429.532,50	396.151,50	485.672,64	519.110,20	509.427,28	507.534,57	505.800,22	507.351,96	502.734,90	499.235,33	504.044,80	521.085,28	494.969,28
Ternero	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.409.789,39	1.300.227,99	1.594.049,65	1.703.796,69	1.672.015,92	1.665.803,74	1.660.111,35	1.665.204,40	1.650.050,53	1.638.564,42	1.654.349,82	1.710.279,19	1.624.562,60
Buey	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	44.326,82	40.881,97	50.120,36	53.571,04	52.571,78	52.376,46	52.197,48	52.357,62	51.881,15	51.520,00	52.016,32	53.774,86	51.079,75
3.A.2. - 3.B.2. Ovinos	MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	455.500,00	356.980,00	365.180,00	377.961,00	385.521,00	381.452,00	386.026,00	394.564,00	394.564,00	398.111,00	402.091,00	406.110,00	419.171,00
3.A.3. - 3.B.3. Porcinos																
3.A.3.a. - 3.B.3.a. Porcinos	MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	2.444.600,00	1.003.880,00	1.148.240,00	1.261.679,00	1.420.327,00	1.446.025,00	1.723.575,00	1.761.800,00	1.746.004,00	1.763.564,00	1.781.197,00	1.804.352,00	1.364.791,00
3.A.3.b. - 3.B.3.b. Porcinos de carne	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	10.618,11	11.963,10	13.478,45	15.185,76	17.109,33	19.276,55	21.718,30	24.469,34	27.568,86	31.060,98	34.995,45	36.248,64	40.840,22
3.A.4. - 3.B.4. Otro ganado																
3.A.4.a. - 3.B.4.a. Búfalos	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	4.070,09	3.753,78	4.602,05	4.918,90	4.827,14	4.809,21	4.792,78	4.807,48	4.763,73	4.730,57	4.776,14	4.937,61	4.690,15
3.A.4.d. - 3.B.4.d. Caprinos	MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	148.200,00	102.487,00	114.770,00	118.624,00	122.180,00	122.552,00	124.127,00	122.502,00	123.250,00	121.775,00	122.992,00	124.222,00	125.464,00
3.A.4.e. - 3.B.4.e. Equinos	MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	334.200,00	319.921,00	327.360,00	338.818,00	370.387,00	349.672,00	354.919,00	350.000,00	352.413,00	350.854,00	354.361,00	357.904,00	361.482,00
3.A.4.f. - 3.B.4.f. Mulass y asnos	FAOSTAT	Cabezas de ganado	Cabezas/año	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	46.000,00	46.000,00	46.300,00	46.300,00	46.300,00	47.000,00	47.500,00
3.B.4.g. Aves de corral																
3.B.4.g.i. Aves de corral	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	16.112.500,00	11.233.769,00	11.973.350,00	11.680.655,00	13.252.593,00	14.152.835,00	14.152.835,00	14.997.055,00	15.047.853,00	15.182.332,00	15.350.315,00	15.503.819,00	16.744.125,00
3.B.4.g.i.i. Aves de carne	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	501.222,71	567.920,52	643.493,83	729.123,70	990.385,55	1.525.723,17	1.388.529,13	1.573.301,01	1.782.660,53	2.019.879,56	2.153.148,97	1.482.181,47	1.679.415,69
3.C. Cultivo del arroz																

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Agricultura y Ganadería																
3.C.1. Irrigadas	MAG	Superficie de cultivo	Hectáreas/año	10.700,00	11.530,00	18.125,00	18.134,00	19.480,00	20.790,00	22.025,00	20.860,00	27.770,00	26.252,00	26.680,00	27.026,00	30.303,00
3.C.2. Alimentadas a lluvia	MAG	Superficie de cultivo	Hectáreas/año	5.888,00	5.939,00	6.007,00	6.018,00	6.195,00	6.500,00	6.955,00	9.830,00	6.891,00	4.948,00	4.837,00	4.659,00	4.059,00
3.D. Suelos agrícolas																
3.D.1. - 3.D.2. Emisiones directas e indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas																
Fertilizantes inorgánicos	DNA	N de fertilizantes sintéticos	kg N/año	2.101,98	2.554,56	3.104,58	3.773,03	4.585,41	5.572,69	6.772,56	8.230,76	55.129,73	600.057,80	2.255.368,82	3.376.131,63	5.376.536,06
Fertilizantes orgánicos	MAG SENACSA	N de estiércol animal utilizado como compost	kg N/año	6.591.618,90	5.329.711,11	5.946.051,64	6.194.048,68	6.648.397,89	7.046.293,50	6.997.864,13	7.256.465,85	7.311.166,85	7.396.134,32	7.506.462,90	7.299.320,02	7.461.108,32
Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo CPP	MAG SENACSA FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas	kg N/año	244.803.120,36	226.038.374,18	264.705.558,33	288.045.351,42	288.916.291,32	290.623.513,81	290.376.393,02	291.439.530,22	289.292.362,72	287.469.363,41	290.061.468,10	289.914.904,71	274.759.841,26
Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo SO	MAG SENACSA FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas	kg N/año	16.481.489,21	15.410.181,55	15.810.368,44	16.351.509,94	17.633.931,83	16.799.952,45	17.034.505,92	16.866.723,36	16.968.874,41	16.914.130,02	17.073.016,58	17.254.249,09	17.445.998,39
Residuos de cosechas	MAG	N en residuos de cosechas	kg N/año	90.823.293,76	91.663.956,16	98.148.495,03	96.424.953,05	112.411.442,11	108.465.799,31	121.014.356,31	126.993.618,58	121.154.859,58	115.209.075,55	127.356.210,34	132.661.574,71	137.673.020,02
3.G. Encalado																
3.G.2. Dolomita	DNA	Dolomita importada	t/año	417,35	521,85	652,52	815,90	1.020,20	1.275,65	1.595,06	1.994,45	2.493,85	3.118,30	3.899,10	6.672,31	16.778,11
3.H. Aplicación de urea	DNA	Urea importada	t/año	23,91	29,74	37,01	46,05	57,30	71,29	88,70	110,37	137,33	316,00	1.137,00	2.890,71	5.171,00

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Serie temporal 2003 - 2015

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Agricultura y Ganadería																
3.A. Fermentación entérica - 3.B. Gestión del estiércol																
3.A.1. - 3.B.1. Vacunos																
3.A.1.a. - 3.B.1.a. Vacas lecheras	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	462.942,00	462.942,00	455.164,00	452.504,00	469.419,00	477.759,00	483.773,00	497.461,00	513.389,00	531.690,00	571.291,00	632.208,00	621.312,00
3.A.1.b. - 3.B.1.b. Otros vacunos																
Vaca	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	3.189.864,87	3.240.411,17	3.319.387,59	3.346.108,00	3.520.503,00	3.680.940,00	3.957.741,00	4.232.762,00	4.232.971,00	4.540.684,00	4.725.235,00	4.786.742,00	4.719.158,00
Vaquilla	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.261.424,01	1.281.412,42	1.312.643,45	1.407.522,00	1.426.473,00	1.457.010,00	1.562.508,00	1.567.462,00	1.636.093,00	1.769.775,00	1.734.287,00	1.770.821,00	1.869.611,00
Novillo	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.345.522,58	1.366.843,61	1.400.156,79	1.568.988,00	1.641.612,00	1.621.466,00	1.644.984,00	1.605.351,00	1.531.213,00	1.686.979,00	1.524.012,00	1.409.123,00	1.289.886,00
Toro	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	341.626,62	347.040,01	355.498,19	301.410,00	317.531,00	358.503,00	432.987,00	509.562,00	569.677,00	695.019,00	767.117,00	864.221,00	1.001.823,00

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor													
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Agricultura y Ganadería																	
	Desmamante macho	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	669.969,70	680.585,98	697.173,45	684.971,00	676.319,00	765.425,00	866.801,00	890.413,00	955.955,00	938.832,00	1.412.827,00	1.163.849,00	1.134.038,00
	Desmamante hembra	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	502.435,66	510.397,21	522.836,79	536.281,00	511.671,00	559.251,00	648.793,00	661.809,00	707.448,00	742.432,00	1.207.445,00	978.663,00	962.972,00
	Ternero	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.649.068,39	1.675.199,38	1.716.027,91	1.612.687,00	1.834.256,00	1.970.975,00	1.978.945,00	2.273.360,00	2.226.194,00	2.319.501,00	1.371.594,00	2.789.240,00	2.550.496,00
	Buey	MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	51.850,26	52.671,88	53.955,62	68.085,00	62.163,00	62.554,00	61.413,00	61.215,00	53.464,00	54.728,00	50.171,00	59.003,00	55.644,00
3.A.2. - 3.B.2. Ovinos		MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	442.984,00	524.524,00	450.500,00	420.000,00	364.514,00	364.514,00	377.824,00	392.649,00	409.195,00	427.710,00	448.489,00	471.892,00	498.357,00
3.A.3. - 3.B.3. Porcinos																	
3.A.3.a. - 3.B.3.a. Porcinos		MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.473.975,00	1.506.833,00	1.067.346,00	1.069.054,00	1.072.655,00	1.072.655,00	1.095.174,00	1.117.664,00	1.142.044,00	1.168.606,00	1.197.698,00	1.229.760,00	1.265.328,00
3.A.3.b. - 3.B.3.b. Porcinos de carne		MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	46.013,42	36.831,95	50.412,33	81.329,92	52.334,14	86.257,48	92.338,03	96.845,92	115.921,48	124.862,30	146.677,32	156.623,18	172.884,33
3.A.4. - 3.B.4. Otro ganado																	
3.A.4.a. - 3.B.4.a. Búfalos		MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	4.760,89	4.836,34	4.954,21	4.376,00	4.054,00	4.244,00	5.441,00	6.047,00	10.716,00	11.524,00	12.477,00	11.711,00	11.316,00
3.A.4.d. - 3.B.4.d. Caprinos		MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	135.502,00	159.469,00	129.440,00	129.630,00	129.898,00	129.898,00	131.656,00	133.237,00	135.187,00	137.537,00	140.341,00	143.657,00	147.561,00
3.A.4.e. - 3.B.4.e. Equinos		MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	390.403,00	366.344,00	324.540,00	310.420,00	283.804,00	283.804,00	283.119,00	281.621,00	280.245,00	278.987,00	277.847,61	276.825,45	275.922,05
3.A.4.f. - 3.B.4.f. Mulass y asnos		FAOSTAT	Cabezas de ganado	Cabezas/año	49.550,00	49.550,00	49.600,00	49.650,00	49.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.734,00
3.B.4.g. Aves de corral																	
3.B.4.g.i. Aves de corral		MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	16.744.126,00	17.857.483,00	16.850.525,00	16.230.200,00	16.055.854,00	16.055.854,00	16.213.085,00	16.376.208,00	16.545.871,00	16.722.270,00	16.905.599,00	17.096.083,00	17.293.940,00
3.B.4.g.i.i. Aves de carne		MAG SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.902.895,91	2.160.074,09	2.415.121,18	2.736.501,89	2.989.993,77	3.726.048,99	3.868.225,04	4.787.349,90	5.169.435,68	5.052.643,29	5.103.458,05	6.073.381,96	6.581.603,99
3.C. Cultivo del arroz																	
3.C.1. Irrigadas		MAG	Superficie de cultivo	Hectáreas/año	31.000,00	33.500,00	42.000,00	42.000,00	33.868,00	49.999,00	59.475,63	78.605,51	80.000,00	97.999,00	120.000,00	128.000,00	130.000,00
3.C.2. Alimentadas a lluvia		MAG	Superficie de cultivo	Hectáreas/año	5.843,00	4.440,00	5.750,00	3.670,50	1.591,00	1.700,00	1.646,00	1.657,00	1.682,00	1.657,00	1.648,00	1.748,00	1.740,00
3.D. Suelos agrícolas																	
3.D.1. - 3.D.2. Emisiones directas e indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas																	
	Fertilizantes inorgánicos	DNA	N de fertilizantes sintéticos	kg N/año	9.590.341,77	3.066.469,71	2.513.616,72	10.517.371,21	18.426.613,86	16.121.209,45	16.118.233,27	22.619.528,64	28.940.904,17	42.845.058,53	50.139.352,33	53.624.084,32	60.104.520,08
	Fertilizantes orgánicos	MAG SENACSA	N de estiércol animal utilizado como compost	kg N/año	7.549.611,51	7.926.864,64	7.847.436,36	7.883.637,65	8.066.780,15	8.439.545,50	8.757.789,61	9.282.258,69	9.494.072,38	9.820.870,24	10.008.658,84	10.529.152,11	10.735.549,49
	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo CPP	MAG SENACSA FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas	kg N/año	276.671.516,71	280.858.555,27	285.952.060,15	292.071.804,31	304.029.936,36	315.660.324,84	336.313.677,55	352.810.621,96	357.051.401,04	385.258.849,68	396.246.160,25	409.715.582,39	409.794.553,26

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Agricultura y Ganadería																
Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo SO	MAG SENACSA FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas	kg N/año	18.754.031,19	18.171.708,53	16.167.995,05	15.473.360,02	14.206.214,01	14.127.862,57	14.210.566,35	14.238.211,39	14.469.531,05	14.531.821,10	14.615.174,97	14.633.143,70	14.686.862,36
Residuos de cosechas	MAG	N en residuos de cosechas	kg N/año	145.095.571,64	143.378.590,85	149.392.571,20	171.213.974,66	173.603.815,57	161.549.236,19	204.622.354,00	212.910.046,23	165.023.692,71	234.856.287,87	243.938.148,09	254.479.000,39	255.526.684,51
3.G. Encalado																
3.G.2. Dolomita	DNA	Dolomita importada	t/año	36.101,60	12.768,00	55.076,50	52.466,20	67.680,00	124.660,00	130.787,00	141.213,00	106.864,00	123.369,00	195.739,00	259.339,00	165.670,89
3.H. Aplicación de urea	DNA	Urea importada	t/año	8.754,67	8.061,77	6.746,39	9.877,56	15.281,81	14.677,05	16.222,82	20.291,27	23.552,34	37.483,01	40.461,67	41.185,92	42.919,76

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Serie temporal 2016 – 2019

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor			
				2016	2017	2018	2019
Agricultura y Ganadería							
3.A. Fermentación entérica - 3.B. Gestión del estiércol							
3.A.1. - 3.B.1. Vacunos							
3.A.1.a. - 3.B.1.a. Vacas lecheras	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	584.408,00	530.217,00	528.356,50	760.184,00
3.A.1.b. - 3.B.1.b. Otros vacunos							
Vaca	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	4.704.500,00	4.751.967,00	4.608.142,50	4.478.039,00
Vaquilla	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.840.881,00	1.829.244,00	1.873.169,00	1.859.623,00
Novillo	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.150.689,00	1.102.298,00	985.158,00	910.195,00
Toro	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.100.983,00	1.132.441,00	1.239.439,00	1.299.463,00
Desmamante macho	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.020.704,00	1.028.517,00	933.489,00	1.008.043,00
Desmamante hembra	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	894.596,00	920.365,00	744.567,00	839.959,00
Ternero	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	2.499.919,00	2.471.073,00	2.538.861,00	2.601.539,00
Buey	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	50.630,00	43.822,00	38.947,00	34.307,00
3.A.2. - 3.B.2. Ovinos	MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	528.419,00	534.289,00	530.700,00	535.000,00
3.A.3. - 3.B.3. Porcinos							
3.A.3.a. - 3.B.3.a. Porcinos	MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.300.064,00	1.418.440,00	1.426.670,00	1.460.000,00
3.A.3.b. - 3.B.3.b. Porcinos de carne	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	219.718,36	244.362,58	289.532,71	286.805,59

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor			
				2016	2017	2018	2019
Agricultura y Ganadería							
3.A.4. - 3.B.4. Otro ganado							
3.A.4.a. - 3.B.4.a. Búfalos	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	11.274,00	11.582,00	10.836,00	10.641,00
3.A.4.d. - 3.B.4.d. Caprinos	MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	152.143,00	144.482,00	145.468,00	148.000,00
3.A.4.e. - 3.B.4.e. Equinos	MAG	Cabezas de ganado	Cabezas/año	275.371,40	275.166,00	271.775,00	271.800,00
3.A.4.f. - 3.B.4.f. Mulas y asnos	FAOSTAT	Cabezas de ganado	Cabezas/año	45.863,00	45.948,00	45.838,00	45.816,00
3.B.4.g. Aves de corral							
3.B.4.g.i. Aves de corral	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	17.499.417,00	17.555.020,00	17.563.255,00	17.700.000,00
3.B.4.g.i.i. Aves de carne	MAG - SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	6.866.605,31	7.039.979,54	7.609.194,90	7.918.066,89
3.C. Cultivo del arroz							
3.C.1. Irrigadas	MAG	Superficie de cultivo	Hectáreas/año	140.000,41	142.000,00	162.000,00	180.000,00
3.C.2. Alimentadas a lluvia	MAG	Superficie de cultivo	Hectáreas/año	1.740,00	1.740,00	1.736,00	1.747,00
3.D. Suelos agrícolas							
3.D.1. - 3.D.2. Emisiones directas e indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas							
Fertilizantes inorgánicos	DNA	N de fertilizantes sintéticos	kg N/año	55.096.763,94	70.743.959,12	74.841.070,60	97.523.691,25
Fertilizantes orgánicos	MAG - SENACSA	N de estiércol animal utilizado como compost	kg N/año	10.798.077,70	10.838.387,62	10.956.107,52	11.241.254,62
Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo CPP	MAG - SENACSA FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas	kg N/año	403.782.356,31	402.116.916,38	396.235.927,03	406.810.588,74
Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo SO	MAG - SENACSA FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas	kg N/año	14.788.273,40	14.795.186,64	14.613.381,71	14.627.733,62
Residuos de cosechas	MAG	N en residuos de cosechas	kg N/año	264.489.313,46	267.828.042,21	258.861.264,73	287.055.572,89
3.G. Encalado							
3.G.2. Dolomita	DNA	Dolomita importada	t/año	197.219,44	218.652,95	217.672,67	159.682,58
3.H. Aplicación de urea	DNA	Urea importada	t/año	37.393,53	49.409,69	58.091,01	50.641,84

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Anexo 3.3.1.1. Sector Agricultura y Ganadería: cálculo de la cantidad anual de N de las distintas fuentes (kg N año⁻¹)

F_{SN}: cantidad anual de Fertilizantes de N sintético

A continuación, se presentan las partidas arancelarias utilizadas para obtener información referente a la importación y exportación de fertilizantes nitrogenados del Sistema SOFIA de la Dirección Nacional de Aduanas.

Suelos agrícolas: partidas arancelarias con información sobre fertilizantes nitrogenados

Nomenclatura	Descripción
25.15	MÁRMOL, TRAVERTINOS, «ECAUSSINES» Y DEMÁS PIEDRAS CALIZAS DE TALLA O DE CONSTRUCCIÓN DE DENSIDAD APARENTE SUPERIOR O IGUAL A 2,5, Y ALABASTRO, INCLUSO DESBASTADOS O SIMPLEMENTE TROCEADOS, POR ASERRADO O DE OTRO MODO, EN BLOQUES O EN PLACAS CUADRADAS O RECTANGULARES.
2515.11.00	- - En bruto o desbastados
2515.12	- - Simplemente troceados, por aserrado o de otro modo, en bloques o en placas cuadradas o rectangulares
2515.20.00	- «Ecaussines» y demás piedras calizas de talla o de construcción; alabastro
25.18	DOLOMITA, INCLUSO SINTERIZADA O CALCINADA, INCLUIDA LA DOLOMITA DESBASTADA O SIMPLEMENTE TROCEADA, POR ASERRADO O DE OTRO MODO, EN BLOQUES O EN PLACAS CUADRADAS O RECTANGULARES; AGLOMERADO DE DOLOMITA.
2518.10.00	- Dolomita sin calcinar ni sinterizar, llamada «cruda»
2518.20.00	- Dolomita calcinada o sinterizada
2518.30.00	- Aglomerado de dolomita
2521.00.00	CASTINAS; PIEDRAS PARA LA FABRICACIÓN DE CAL O DE CEMENTO.
3101.00.00	ABONOS DE ORIGEN ANIMAL O VEGETAL, INCLUSO MEZCLADOS ENTRE SÍ O TRATADOS QUÍMICAMENTE; ABONOS PROCEDENTES DE LA MEZCLA O DEL TRATAMIENTO QUÍMICO DE PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL O VEGETAL.
31.02	ABONOS MINERALES O QUÍMICOS NITROGENADOS.
3102.10	- Urea, incluso en disolución acuosa
3102.10.10	Con un contenido de nitrógeno, calculado sobre producto anhidro seco, superior al 45 % en peso
3102.10.90	Las demás
	- Sulfato de amonio; sales dobles y mezclas entre sí de sulfato de amonio y nitrato de amonio:
3102.21.00	- - Sulfato de amonio
3102.29	- - Las demás
3102.29.10	Sulfonitrato de amonio
3102.29.90	Las demás
3102.30.00	- Nitrato de amonio, incluso en disolución acuosa
3102.40.00	- Mezclas de nitrato de amonio con carbonato de calcio u otras materias inorgánicas sin poder fertilizante
3102.50	- Nitrato de sodio
3102.50.1	Natural
3102.50.11	Con un contenido de nitrógeno inferior o igual al 16,3 % en peso
3102.50.19	Los demás
3102.50.90	Los demás
3102.60.00	- Sales dobles y mezclas entre sí de nitrato de calcio y nitrato de amonio
3102.80.00	- Mezclas de urea con nitrato de amonio en disolución acuosa o amoniacal
3102.90.00	- Los demás, incluidas las mezclas no comprendidas en las subpartidas precedentes
31.05	ABONOS MINERALES O QUÍMICOS, CON DOS O TRES DE LOS ELEMENTOS FERTILIZANTES: NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO; LOS DEMÁS ABONOS; PRODUCTOS DE ESTE CAPÍTULO EN TABLETAS O FORMAS SIMILARES O EN ENVASES DE UN PESO BRUTO INFERIOR O IGUAL A 10 kg.
3105.10.00	- Productos de este Capítulo en tabletas o formas similares o en envases de un peso bruto inferior o igual a 10 kg
3105.20.00	- Abonos minerales o químicos con los tres elementos fertilizantes: nitrógeno, fósforo y potasio
3105.30	- Hidrogenoortofosfato de diamonio (fosfato diamónico)
3105.30.10	Con un contenido de arsénico (As) superior o igual a 6 mg/kg
3105.30.90	Los demás
3105.40.00	- Dihidrogenoortofosfato de amonio (fosfato monoamónico), incluso mezclado con hidrogenoortofosfato de diamonio (fosfato diamónico)
	- Los demás abonos minerales o químicos con los dos elementos fertilizantes:

Nomenclatura	Descripción
3105.51.00	nitrógeno y fósforo:
3105.59.00	-- Que contengan nitratos y fosfatos
	-- Los demás

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de DNA (Sistema SOFIA).

F_{ON}: cantidad anual de fertilizante de N orgánico aplicados (estiércol animal)

Para el cálculo de la cantidad anual de N orgánico como aplicado como fertilizante, en este caso estiércol animal, además de los datos ya citados anteriormente se utilizaron las siguientes ecuaciones del *Refinamiento de 2019*.

Ecuación 10.34

$$N_{MMS} = \sum_S \left\{ \sum_{(T)} \left[\left[(N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times AWMS_{(T,S)} + N_{cdg}) \times (1 - Frac_{LossMS (T,S)}) \right] + \left[N_{(T)} \times AWMS_{(T,S)} \times N_{beddingsMS (T,S)} \right] \right] \right\}$$

N_{MMS} = cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para la aplicación a suelos gestionados, kg N año⁻¹

N_(T) = número de cabezas de ganado de la categoría/especie T

N_{ex(T)} = tasa de excreción anual de N por animal de la categoría/ especie T, kg N animal⁻¹ año⁻¹

AWMS_(T, S) = fracción del total de nitrógeno excretado anualmente para cada categoría especie de ganado que es gestionado en un sistema de manejo de estiércol, sin dimensión

Frac_{LossMS (T, S)} = fracción total de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde en los sistemas de manejo, calculado de acuerdo a la ecuación 10.34_A

N_{beddingsMS (T, S)} = cantidad de nitrógeno del lecho, kg N animal⁻¹ año⁻¹

N_{cdg} = cantidad de nitrógeno de biodigestores, kg N año⁻¹

S = sistema de gestión del estiércol

T = especies / categoría de ganado

Ecuación 10.34_A

$$FRAC_{LOSSMS (T,S)} = FRAC_{GASMS (T,S)} + FRAC_{LEACHSMS (T,S)} + FRAC_{N_2MS(S)} + EF_3(S)$$

FRAC_{LOSSMS (T, S)} = fracción total del N que se pierde

FRAC_{GASMS (T, S)} = fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza

FRAC_{LEACHSMS (T, S)} = fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia

FRAC_{N₂MS(S)} = fracción de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde como N₂, ecuación 10.34_B

EF_{3(S)} = factor de emisión para emisiones directas de N₂O, se considera adimensional

Ecuación 10.34_B

$$FRAC_{N_2MS(S)} = R_{N_2(N_2O)} \times EF_3(S)$$

FRAC_{N₂MS(S)} = fracción de nitrógeno del estiércol gestionado que se pierde como N₂

EF_{3(S)} = factor de emisión para emisiones directas de N₂O, kg N₂O-N (kg N)⁻¹

R_{N₂(N₂O)} = promedio de N₂: emisiones de N₂O. El valore por defecto es 3 kg N₂-N (kg N₂O-N)⁻¹

A continuación, se presenta la tabla que especifica los factores utilizados en las ecuaciones anteriormente citadas para la estimación de la cantidad de N en los fertilizantes orgánicos, específicamente en el estiércol animal.

Suelos agrícolas: factores utilizados para la estimación de la cantidad de N para la fuente de F_{SN}

Especies/Categoría de ganado		Sistemas de gestión del estiércol	Relación de N ₂	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	Cantidad de nitrógeno del lecho
			kg N ₂ -N (kg N ₂ O-N) ⁻¹	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹	-	-	kg N animal ⁻¹ año ⁻¹
			Ecuación 10.34 _b	Cuadro 10.21	Cuadro 10.22	Cuadro 10.22	Párrafo 2, página 10.96 Ref. 2019
			R _{N2}	EF ₃	Frac _{GasMS}	Frac _{LEACHMS}	N _{beddingMS}
Ganado vacuno	Vacunos lecheros	Distribución diaria (alta producción)	3,00	0,00	0,07	0,00	
	Vaca	Distribución diaria	3,00	0,00	0,07	0,00	
		Camas profundas con mezclado activo	3,00	0,04	0,25	0,04	7,00
	Vaquilla	Distribución diaria	3,00	0,00	0,07	0,00	
		Camas profundas con mezclado activo	3,00	0,04	0,25	0,04	7,00
	Novillo	Distribución diaria	3,00	0,00	0,07	0,00	
		Camas profundas con mezclado activo	3,00	0,04	0,25	0,04	4,00
	Toro	Distribución diaria	3,00	0,00	0,07	0,00	
		Camas profundas con mezclado activo	3,00	0,04	0,25	0,04	4,00
	Desm. Macho	Distribución diaria	3,00	0,00	0,07	0,00	
		Camas profundas con mezclado activo	3,00	0,04	0,25	0,04	4,00
	Desm. Hembra	Distribución diaria	3,00	0,00	0,07	0,00	
		Camas profundas con mezclado activo	3,00	0,04	0,25	0,04	4,00
	Ternero	Distribución diaria	3,00	0,00	0,07	0,00	
		Camas profundas con mezclado activo	3,00	0,04	0,25	0,04	4,00
	Buey	Distribución diaria	3,00	0,00	0,07	0,00	
Camas profundas con mezclado activo		3,00	0,04	0,25	0,04	4,00	
Aves de corral		Distribución diaria	3,00	0,00	0,07	0,00	
Aves de corral de carne		Otros (Estiércol con hojarasca)	4,00	0,00	0,40	0,00	

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en el Refinamiento 2019 de las *Directrices del IPCC de 2006 (Cap.4 Vol. 10)*.

F_{PRP}: cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositado en las pasturas, praderas y prados por animales de pastoreo

La cantidad de N de la orina y el estiércol depositado anualmente en pasturas se obtiene a partir de las ecuaciones de las *Directrices de 2006*, que se detallan a continuación:

Ecuación 11.5

$$F_{PRP} = \sum_T [(N_{(T)} \times Nex_{(T)}) AWMS_{(T,PRP)}]$$

F_{PRP}= cantidad anual de N de orina y estiércol por animales en pastoreo, kg N año⁻¹
 N_(T)= número de cabezas de ganado de la categoría/especie T
 Nex_(T)= tasa de excreción anual de N por animal de la categoría/ especie T, kg N animal⁻¹ año⁻¹
 MS_(T, S)= fracción del total de N excretado anualmente para cada categoría/especie de ganado que es depositado en pastura.

Los valores de Nex_(T) corresponden a los estimados en la categoría de *gestión del estiércol*, por medio de la ecuación 10.30 del *Refinamiento 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*, y los valores de MS_(T, S) a la fracción del ganado en la situación alimentaria de pastoreo.

F_{CR}: cantidad anual de N en los residuos agrícolas

Para el cálculo de la cantidad anual de N en los residuos agrícolas se utilizó la ecuación 11.6 de las *Directrices de 2006*.

Ecuación 11.6

$$F_{CR} = Rend_{(T)} \times Frac_{Renov(T)} \times [(Superf_{(T)} - Superf. Quemada_{(T)} \times C_f) \times R_{AG(T)} \times N_{AG(T)} + (1 - Frac_{Remoc(T)}) \times Superf_{(T)} \times R_{BG(T)} \times N_{BG(T)}]$$

F_{CR}= cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y de la renovación de forraje/pastura, devueltos a los suelos, kg N año⁻¹
 Rend_(T)= rendimiento anual de materia seca cosechada para el cultivo T, kg d.m. ha⁻¹
 Superf_(T)= total de superficie anual cosechada del cultivo T, ha año⁻¹
 Superf. Quemada_(T)= superficie anual del cultivo T quemada, ha año⁻¹
 C_f= factor de combustión (sin dimensión)
 Frac_{Renov(T)}= fracción de la superficie total dedicada al cultivo T que se renueva anualmente. Para países en los que las pasturas se renuevan, en promedio cada X años, Frac_{Renov}= 1/X. Para cultivos anuales, Frac_{Renov}= 1.
 R_{AG(T)}= relación entre la materia seca de los residuos aéreos (AG_{DM(T)}) y el rendimiento de cosecha del cultivo T, (kg d.m.)⁻¹,
 = AG_{DM(T)} × 1000/Cultivo_(T)
 N_{AG(T)}= contenido de N de los residuos aéreos del cultivo T, kg N (kg dm)⁻¹
 Frac_{Remoc(T)}= fracción de los residuos aéreos del cultivo T que se extraen anualmente, como los destinados a alimentos, camas y construcción, kg N (kg cultivo-N)⁻¹. Se requiere un sondeo a cargo de expertos del país para obtener los datos. Si no se dispone de datos respecto a Frac_{Remoc}, se supone que no hay remoción
 R_{BG(T)}= relación entre residuos subterráneos y rendimiento de cosecha de cultivo T, kg d.m. (kg d.m.)⁻¹ Si no se dispone de datos alternativos, R_{BG(T)} puede calcularse multiplicando R_{BG-Bio} por la relación entre el total de biomasa aérea y el rendimiento del cultivo (= [(AG_{DM(T)} × 1000 + Cultivo_(T))/Cultivo_(T)])
 N_{BG(T)}= contenido de N de los residuos subterráneos del cultivo T, kg N (kg d.m.)⁻¹
 T= tipo de cultivo o forraje

En las siguientes tablas se detallan los rendimientos y las superficies de los 28 tipos de cultivos anuales considerados para la estimación y los factores utilizados para cada uno de ellos.

Suelos agrícolas: superficies de cultivos anuales serie 1990 – 2005

Superficies por tipo de cultivo	Hectáreas															
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ajo	610	526	495	490	480	473	450	439	579	514	548	575	416	366	350	300
Algodón	339.900	306.000	235.454	381.186	332.280	306.632	110.697	202.000	166.204	194.760	297.865	163.230	186.405	320.000	225.000	245.000
Arroz con riego	10.700	11.530	18.125	18.134	19.480	20.790	22.025	20.860	27.770	26.252	26.680	27.026	30.303	31.000	33.500	42.000
Arroz seco	5.888	5.939	6.007	6.018	6.195	6.500	6.955	9.830	6.891	4.948	4.837	4.659	4.059	5.843	4.440	5.750
Arveja	1.666	1.719	1.700	1.708	1.691	1.630	1.714	3.277	4.311	3.569	3.260	3.293	3.045	4.411	4.970	4.125
Batata	10.401	10.701	11.900	12.226	9.305	9.203	10.007	9.979	10.085	10.926	17.734	20.926	18.718	18.905	20.000	20.990
Canola																57.370
Caña de azúcar	55.900	55.900	55.940	55.637	56.000	57.000	57.815	58.000	61.173	59.450	59.580	52.399	62.255	69.942	74.000	75.000
Cebolla	1.420	1.509	1.523	1.532	1.760	1.762	1.763	1.796	2.387	2.164	1.952	1.991	2.373	2.210	2.250	2.110
Frutilla	174	180	186	183	181	195	197	197	205	186	293	311	369	351	380	375
Girasol	253	390	10.878	31.134	29.820	44.000	47.875	62.003	52.154	70.800	30.372	23.969	24.722	29.700	43.000	46.000
Habilla	5.343	5.450	7.564	7.441	5.887	5.895	5.954	5.996	8.284	8.387	10.033	9.628	10.216	10.498	14.950	13.070
Kaa hee											405	467	509	603	850	1.000
Locote	507	530	706	901	910	915	926	888	1.107	978	1.506	1.046	1.085	1.113	1.113	1.050
Maíz	243.213	258.000	249.081	218.385	330.901	324.431	383.851	355.320	356.302	335.022	361.791	390.033	425.465	449.270	507.660	616.002
Mandioca	175.572	179.439	183.829	174.278	211.406	190.847	220.006	236.696	227.746	201.792	199.325	198.200	187.220	190.700	187.155	192.790
Maní	30.846	27.600	32.000	31.100	30.258	29.423	26.500	30.300	30.988	29.330	30.254	29.450	30.150	31.420	31.600	28.700
Menta	13.726	13.979	13.978	14.009	13.993	13.836	13.846	13.754	934	965	1.110	833	635	442	490	480
Papa	250	283	283	289	293	300	301	302	232	187	202	196	135	155	170	190
Poroto	47.082	47.621	50.958	50.132	55.948	55.499	61.930	57.160	57.584	54.504	58.505	60.140	63.205	63.500	65.000	63.000
Sésamo											16.479	26.471	24.263	40.000	68.000	56.000
Soja	552.658	594.720	634.993	694.117	735.503	833.005	939.652	1.086.043	1.165.748	1.176.460	1.350.000	1.282.855	1.474.148	1.870.000	1.970.000	2.200.000
Sorgo	10.007	17.770	14.176	17.091	17.474	15.526	15.982	14.342	16.189	26.222	30.332	33.062	23.356	7.935	8.350	11.120
Tabaco	4.360	4.424	4.524	4.536	4.519	4.990	7.825	7.800	6.911	3.235	6.983	5.347	6.894	8.268	7.799	8.000
Tártago	11.300	12.000	11.626	11.948	12.003	11.124	11.237	11.440	10.654	9.847	9.000	8.760	8.019	8.000	8.000	7.000
Tomate	1.029	1.045	1.075	1.081	1.141	1.156	1.160	1.650	1.716	1.803	1.634	1.699	2.093	2.268	2.400	2.620
Trigo	153.837	156.498	192.230	174.786	172.497	221.415	224.046	200.700	187.900	127.680	159.342	290.248	310.931	325.000	365.000	365.000
Zanahoria	464	500	512	514	717	748	866	1.096	1.554	2.702	2.287	2.611	1.774	1.872	1.970	2.235

Suelos agrícolas: superficies de cultivos anuales serie 2006 - 2019

Superficies por tipo de cultivo	Hectáreas													
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ajo	226	151	155	154	158	162	162	163	165	167	165	165	168	173
Algodón	110.000	66.256	29.000	13.727	24.845	50.004	45.005	14.000	12.600	12.000	10.000	9.493	18.000	11.800
Arroz con riego	42.000	33.868	49.999	59.476	78.606	80.000	97.999	120.000	128.000	130.000	140.000	142.000	162.000	180.000
Arroz seco	3.671	1.591	1.700	1.646	1.657	1.682	1.657	1.648	1.748	1.740	1.740	1.740	1.736	1.747
Arveja	2.745	1.365	1.380	1.370	1.408	1.422	1.409	1.390	1.392	1.400	1.400	1.400	1.402	1.417
Batata	12.982	4.973	5.120	4.952	5.223	5.275	5.223	5.200	4.858	5.000	5.000	5.078	5.087	5.271
Canola	45.937	34.503	37.056	62.150	63.250	65.000	75.000	75.000	75.000	89.000	89.000	30.000	40.000	47.850
Caña de azúcar	82.000	81.885	100.000	100.000	104.055	115.000	116.000	118.000	120.000	120.000	118.000	110.000	103.000	105.000
Cebolla	1.421	731	780	754	796	804	796	800	818	895	993	995	1.009	1.062
Frutilla	283	191	210	206	214	216	297	300	348	350	350	389	394	414
Girasol	109.000	99.139	194.000	168.103	69.607	50.000	55.000	62.000	55.850	40.850	40.900	30.500	28.000	21.600
Habilla	8.799	4.528	4.650	4.522	4.535	4.572	4.547	4.572	5.385	5.380	5.380	5.425	5.750	5.730
Kaa hee	1.300	811	830	1.158	1.734	2.200	2.499	2.300	2.312	2.350	2.350	2.370	3.100	3.106
Locote	762	474	600	869	612	618	612	652	684	690	690	900	923	968
Maíz	725.250	858.101	774.100	794.034	853.593	995.003	1.030.002	800.000	950.000	960.000	940.000	1.070.000	1.085.005	1.100.000
Mandioca	175.700	170.694	180.000	177.480	181.332	172.000	175.000	180.000	182.000	182.000	182.000	183.000	188.000	185.000
Maní	28.300	24.113	25.100	24.698	25.819	25.000	25.000	25.000	25.670	26.000	26.000	26.350	25.000	25.000
Menta	539	598	596	594	594	596	594	596	604	600	600	600	602	605
Papa	108	26	40	103	229	320	235	240	242	250	260	266	270	277
Poroto	60.000	55.424	61.400	56.765	62.359	62.500	70.000	70.000	70.088	71.000	72.000	73.000	72.801	72.805
Sésamo	50.000	69.857	100.000	69.185	83.304	85.000	49.996	60.000	63.000	55.000	55.000	30.000	40.000	55.000
Soja	2.400.000	2.463.511	2.570.000	2.671.059	2.805.467	2.920.000	3.080.841	3.500.000	3.540.000	3.370.000	3.380.000	3.510.000	3.565.000	3.631.000
Sorgo	11.020	10.920	10.970	24.988	24.988	25.000	24.988	25.000	31.060	31.000	31.000	31.000	31.040	31.025
Tabaco	8.000	2.222	3.250	2.953	3.000	2.998	2.500	2.600	3.055	3.100	3.200	3.250	3.500	3.572
Tártago	6.500	4.828	5.000	4.986	5.000	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.320	5.336
Tomate	1.913	1.206	1.257	1.730	1.282	1.328	1.324	1.330	1.385	1.390	1.390	1.300	1.360	1.365
Trigo	320.000	381.028	508.000	560.800	584.408	600.000	550.000	560.000	600.000	520.000	510.000	430.000	485.000	480.800
Zanahoria	1.549	864	991	997	1.011	1.121	1.011	1.010	1.090	1.100	1.100	1.000	1.100	1.138

REFERENCIAS	
	No cultivos
	Rellenos estadísticos

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos del MAG.

Suelos agrícolas: rendimiento de cultivos anuales serie 1990 – 2005

Rendimiento por tipo de cultivo	Kilogramos/hectáreas															
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ajo	2.896,72	2.673,00	2.765,66	2.628,57	2.597,92	2.598,31	2.586,67	2.587,70	1.796,20	1.733,46	1.813,87	1.846,96	1.819,71	1.565,57	1.428,57	1.483,33
Algodón	1.858,56	1.279,01	1.787,07	996,57	1.388,10	1.075,40	1.256,55	1.099,01	1.217,08	1.266,14	988,52	757,61	926,42	1.031,25	880,00	734,69
Arroz con riego	3.169,72	3.832,61	3.771,48	3.978,49	4.114,27	3.669,17	3.698,75	3.879,24	4.612,64	3.849,19	3.979,72	3.884,15	3.638,25	4.032,26	3.044,78	3.000,00
Arroz seco	1.573,37	1.651,79	1.626,27	1.605,68	1.799,35	1.917,69	1.925,66	1.980,16	1.896,24	1.734,03	1.614,84	1.657,44	1.651,39	2.024,13	1.463,96	1.340,87
Arveja	908,76	866,78	911,76	913,93	898,29	890,18	886,81	878,24	934,12	843,65	939,88	884,00	814,12	1.053,73	1.086,52	923,64
Batata	8.098,45	7.898,61	8.314,03	8.699,41	7.611,39	7.288,49	7.799,84	7.711,29	7.869,61	6.320,15	7.382,94	5.943,95	5.680,74	8.830,04	6.727,00	7.884,23
Canola																1.083,46
Caña de azúcar	50.395,19	49.878,53	50.258,49	50.313,96	46.000,00	48.000,00	48.343,86	48.275,86	46.953,25	37.761,14	40.217,86	56.800,51	52.372,90	52.000,23	40.810,81	42.666,67
Cebolla	4.430,99	5.844,93	5.996,72	6.108,36	6.881,25	6.955,73	7.078,28	7.170,94	6.589,02	5.643,72	6.138,83	4.935,71	4.983,14	8.386,43	4.711,11	5.293,84
Frutilla	11.505,75	11.555,56	11.505,38	11.409,84	11.425,41	11.487,18	11.304,57	11.243,65	11.000,00	9.908,60	10.559,73	10.446,95	9.921,41	9.997,15	9.473,68	9.013,33
Girasol	944,66	1.230,77	1.458,72	1.285,41	1.423,71	1.565,91	951,39	1.312,39	1.390,80	1.157,49	1.312,46	1.431,81	1.368,70	1.500,00	1.500,00	1.478,26
Habilla	884,52	926,61	1.057,24	1.047,57	1.056,91	1.060,39	1.070,37	1.031,52	1.029,70	856,92	912,59	956,69	950,96	968,76	949,83	842,77
Kaa hee											1.128,40	1.209,85	1.335,95	684,91	764,71	1.415,00
Locote	6.980,28	7.037,74	6.862,61	7.109,88	7.265,93	7.277,60	10.340,17	10.595,72	9.825,65	8.451,94	8.861,89	8.991,40	9.005,53	8.442,95	11.823,00	8.880,95
Maíz	1.650,16	1.743,02	1.763,06	2.113,99	2.466,30	2.015,49	2.749,34	2.458,60	2.292,73	1.955,12	2.407,50	2.481,48	2.433,02	2.659,50	2.147,72	2.817,15
Mandioca	14.722,79	14.514,71	13.771,28	13.979,38	14.650,61	13.859,50	14.178,72	14.253,92	12.880,35	14.177,63	15.073,46	15.280,64	15.121,25	15.035,49	14.647,33	14.141,40
Maní	1.103,25	1.152,11	1.109,60	1.101,26	1.066,96	995,24	1.150,55	983,72	915,56	751,63	912,35	910,75	900,80	956,91	977,09	971,05
Menta	3.745,23	3.745,98	3.755,40	3.750,80	3.799,61	3.800,01	3.790,48	3.809,07	3.088,87	2.718,13	2.745,95	2.635,05	2.355,91	2.203,62	2.040,82	2.104,17
Papa	4.984,00	5.597,17	5.597,17	5.937,72	6.010,24	6.126,67	6.179,40	6.192,05	5.995,69	5.272,73	5.425,74	5.448,98	6.407,41	6.329,03	6.235,29	6.473,68
Poroto	859,88	865,69	831,12	716,76	929,68	744,82	905,98	699,87	748,44	671,95	835,58	874,87	892,00	890,12	911,61	854,23
Sésamo											1.209,24	824,68	1.039,85	850,00	514,71	892,86
Soja	1.868,56	2.004,43	2.824,51	2.587,16	3.007,61	2.874,89	2.841,48	2.629,49	2.618,92	2.533,07	2.600,78	2.770,48	2.852,40	1.916,41	2.024,37	1.727,27
Sorgo	1.338,86	1.397,30	1.334,86	1.299,22	1.475,16	1.501,74	1.502,13	1.497,63	1.415,03	1.305,74	1.401,79	1.208,88	1.172,46	2.407,44	2.059,88	2.255,85
Tabaco	1.882,57	1.878,39	1.872,51	1.878,61	1.537,00	1.634,34	1.792,05	1.756,42	1.579,92	1.386,77	1.791,21	1.828,32	1.855,76	1.999,88	2.000,13	1.875,00
Tártago	1.082,80	1.180,89	1.390,07	1.381,90	1.391,05	1.329,63	1.402,59	1.470,92	1.430,09	1.124,56	1.223,35	1.221,77	1.227,79	1.201,43	1.152,95	1.078,05
Tomate	40.956,27	41.021,54	41.089,02	37.526,50	36.397,94	37.080,45	38.581,03	39.584,24	38.263,40	34.001,11	33.766,83	34.098,88	32.212,61	30.622,13	28.687,50	33.614,50
Trigo	1.563,59	1.657,13	2.213,08	2.149,37	1.209,39	2.454,37	1.786,19	1.141,87	958,42	1.810,14	1.381,02	1.833,45	1.726,28	2.200,00	2.191,78	1.698,63
Zanahoria	11.232,76	10.904,00	11.082,03	12.354,09	12.284,52	11.816,84	11.863,74	12.120,44	10.719,43	9.951,15	9.621,78	10.991,19	9.635,85	10.674,68	10.812,18	10.885,91

Suelos agrícolas: rendimiento de cultivos anuales serie 2006 – 2019

Rendimiento por tipo de cultivo	Kilogramos/hectáreas													
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ajo	1.424,40	1.428,40	1.361,29	1.440,58	1.405,06	1.370,37	1.370,37	1.325,15	1.314,14	1.350,00	1.394,64	1.393,94	1.392,86	1.364,16
Algodón	954,55	962,34	620,76	1.096,67	1.232,12	575,99	1.099,97	1.100,00	1.176,20	1.180,00	1.400,01	2.000,00	1.500,00	2.461,02
Arroz con riego	3.095,24	4.272,26	4.300,07	5.299,86	5.193,60	4.949,98	6.300,03	6.700,00	6.701,34	6.600,00	6.599,98	6.300,00	6.600,00	6.598,71
Arroz seco	2.244,60	3.148,33	2.823,53	3.013,94	2.993,90	2.501,19	2.993,96	3.000,00	1.344,48	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.497,65	1.532,91
Arveja	904,31	884,98	888,41	832,65	888,68	879,75	887,86	900,00	897,73	905,57	905,57	905,71	903,71	907,55
Batata	8.304,67	8.725,12	8.693,55	8.654,41	8.693,20	8.607,58	8.693,28	10.000,00	9.918,26	9.950,00	9.950,00	9.964,36	9.931,22	9.874,03
Canola	1.264,18	1.444,90	1.299,68	1.601,07	1.600,28	1.700,00	1.300,00	1.400,00	1.400,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.500,00	1.402,23
Caña de azúcar	50.000,00	62.087,25	48.000,00	51.309,49	51.309,57	36.400,00	47.800,12	54.000,00	55.845,28	55.900,00	56.000,00	56.000,00	56.500,00	70.771,19
Cebolla	5.815,12	6.336,40	6.189,74	7.676,36	6.187,99	6.125,62	6.187,19	7.500,00	7.616,77	8.260,63	10.145,02	10.201,01	10.059,34	10.016,95
Frutilla	9.354,40	11.880,65	9.576,19	17.052,43	9.597,23	9.509,50	8.003,81	9.500,00	9.514,53	9.511,43	9.511,43	10.958,87	10.911,40	10.903,38
Girasol	1.743,12	1.927,34	1.000,00	1.560,31	1.560,32	1.579,00	2.100,00	1.800,00	1.808,21	1.600,01	1.600,00	1.600,00	1.400,00	1.609,24
Habilla	850,30	857,82	852,90	850,80	848,36	796,15	828,92	796,15	817,16	815,06	815,06	814,75	762,61	745,10
Kaa hee	1.400,00	1.199,35	1.177,11	1.178,75	1.522,39	1.380,00	1.550,53	1.600,00	1.604,13	1.605,11	1.600,00	1.650,21	1.200,00	1.243,16
Locote	9.794,65	9.171,83	8.680,00	9.954,55	8.676,00	8.587,38	7.295,75	8.489,26	8.516,63	9.999,51	12.028,99	11.644,44	11.490,79	11.504,13
Maíz	3.086,29	2.880,44	2.400,00	3.915,22	3.919,76	3.094,99	3.999,99	4.000,01	5.248,30	5.367,00	5.485,00	4.995,00	5.139,98	5.304,18
Mandioca	14.203,67	12.997,12	14.498,97	14.785,26	13.532,31	9.800,00	16.000,00	17.000,00	17.406,90	17.400,00	17.400,00	17.999,99	18.000,00	17.996,38
Maní	968,90	1.243,69	900,00	1.075,56	930,80	475,00	1.199,88	1.000,00	1.029,69	1.030,00	1.030,00	1.042,85	850,00	1.000,37
Menta	2.020,30	1.936,43	1.899,33	1.922,71	1.922,71	1.917,79	1.924,24	1.916,11	1.900,83	1.899,39	1.899,39	1.900,00	1.739,20	1.887,60
Papa	5.702,30	4.741,27	5.025,00	13.083,95	15.252,32	12.000,00	14.893,62	15.000,00	14.449,59	14.500,00	14.434,89	14.477,44	14.322,22	14.379,06
Poroto	851,88	805,21	700,00	859,24	853,72	423,01	800,00	830,00	817,46	820,00	850,00	850,00	899,99	958,39
Sésamo	1.000,00	716,45	650,00	580,12	604,84	328,93	599,89	690,00	695,07	390,00	550,00	600,07	600,00	678,87
Soja	2.500,00	2.562,11	1.500,00	2.793,06	2.962,00	1.488,00	2.947,86	2.850,00	2.501,78	2.719,00	3.100,00	3.147,00	2.390,00	3.036,20
Sorgo	2.341,34	2.426,83	2.415,22	5.984,49	5.984,49	4.985,00	4.201,82	3.500,00	3.475,11	3.480,05	3.480,05	3.479,97	3.477,13	3.479,61
Tabaco	1.875,00	1.692,57	1.750,15	2.146,88	2.146,91	1.611,07	2.150,00	2.160,00	1.925,65	1.925,94	2.000,00	2.100,00	2.050,00	2.086,35
Tártago	1.072,66	1.018,67	900,00	1.107,58	1.107,28	863,09	1.149,82	1.150,00	1.193,35	1.160,00	1.160,00	1.160,18	1.140,04	1.157,98
Tomate	32.531,59	34.209,92	35.292,76	33.722,50	35.300,56	34.077,56	34.271,90	35.000,00	36.164,26	36.759,15	40.071,94	38.461,54	38.958,82	39.550,18
Trigo	2.500,00	2.098,62	2.100,00	2.499,98	2.504,90	2.601,00	2.600,00	1.500,00	1.898,58	2.200,00	2.000,00	1.680,00	2.800,00	2.709,80
Zanahoria	11.086,72	11.388,25	11.562,06	11.716,79	11.559,53	10.426,40	11.560,83	11.500,00	11.442,80	11.500,00	11.500,00	13.670,00	12.000,00	12.267,14

REFERENCIAS

No cultivos
Rellenos estadísticos

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos del MAG.

Suelos agrícolas: factores por defecto utilizados para cada tipo de cultivo anual

Clasificación	Tipo de cultivo	Fracción de la superficie total que se renueva anualmente	Declive	Intercepción	Contenido de N de los residuos aéreos	Fracción de los residuos aéreos que se extraen anualmente	Relación residuos subterráneos / biomasa aérea	Contenido de N de los residuos subterráneos
		(-)	(-)	(-)	(kg N (kg d.m.) ⁻¹)	(kg N (kg cultivo-N) ⁻¹)	(-)	(kg N (kg d.m.) ⁻¹)
		Frac _{Renov(T)} = 1	Cuadro 11.2	Cuadro 11.2	Cuadro 11.2	Frac _{Remoc(T)} = 0	Cuadro 11.2	Cuadro 11.2
		Frac _{Renov(T)}	Declive _(T)	Intercept _(T)	N _{AG(T)}	Frac _{Remoc(T)}	R _{BG-BIO}	N _{BG(T)}
Tubérculos	Ajo	1,00	0,10	1,06	0,019	0,00	0,20	0,014
Mezcla de hierbas y trébol	Algodón	1,00	0,30	0,00	0,025	0,00	0,80	0,016
Cultivos individuales	Arroz con riego	1,00	0,95	2,46	0,007	0,00	0,16	0,000
Cultivos individuales	Arroz secano	1,00	0,95	2,46	0,007	0,00	0,16	0,000
Alubias y legumbres	Arveja	1,00	1,13	0,85	0,008	0,00	0,19	0,008
Raíces	Batata	1,00	1,07	1,54	0,016	0,00	0,20	0,014
Granos	Canola	1,00	1,09	0,88	0,006	0,00	0,22	0,009
Forrajeros no fijadores de N	Caña de azúcar	1,00	0,30	0,00	0,015	0,00	0,54	0,012
Tubérculos	Cebolla	1,00	0,10	1,06	0,019	0,00	0,20	0,014
Hierbas perennes	Frutilla	1,00	0,30	0,00	0,015	0,00	0,80	0,012
Mezcla de hierbas y trébol	Girasol	1,00	0,30	0,00	0,025	0,00	0,80	0,016
Alubias y legumbres	Habilla	1,00	1,13	0,85	0,008	0,00	0,19	0,008
Hierbas perennes	Ka'a hee	1,00	0,30	0,00	0,015	0,00	0,80	0,012
Mezcla de hierbas y trébol	Locote	1,00	0,30	0,00	0,025	0,00	0,80	0,016
Cultivos individuales	Maíz	1,00	1,03	0,61	0,006	0,00	0,22	0,007
Raíces	Mandioca	1,00	1,07	1,54	0,016	0,00	0,20	0,014
Cultivos individuales	Maní	1,00	1,07	1,54	0,016	0,00	0,00	0,000
Mezcla de hierbas y trébol	Menta	1,00	0,30	0,00	0,015	0,00	0,80	0,012
Cultivos individuales	Papa (patatas)	1,00	0,10	1,06	0,019	0,00	0,20	0,014
Cultivos individuales	Poroto (alubias)	1,00	0,36	0,68	0,01	0,00	0,00	0,010
Granos	Sésamo	1,00	1,09	0,88	0,006	0,00	0,22	0,009
Cultivos individuales	Soja	1,00	0,93	1,35	0,008	0,00	0,19	0,008
Cultivos individuales	Sorgo	1,00	0,88	1,33	0,007	0,00	0,00	0,006
Mezcla de hierbas y trébol	Tabaco	1,00	0,30	0,00	0,025	0,00	0,80	0,016
Mezcla de hierbas y trébol	Tártago	1,00	0,30	0,00	0,025	0,00	0,80	0,016
Mezcla de hierbas y trébol	Tomate	1,00	0,30	0,00	0,015	0,00	0,80	0,012
Cultivos individuales	Trigo	1,00	1,51	0,52	0,006	0,00	0,24	0,009
Raíces	Zanahoria	1,00	1,07	1,54	0,016	0,00	0,20	0,014

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en *las Directrices del IPCC 2006* (Vol. 4 Cap. 11 Cuadro 11.2).

Anexo 3.3.2. Sector Agricultura y Ganadería: factores de emisión utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
3.A. Fermentación entérica													
3.A.1. Vacunos													
3.A.1.a. Vacas lecheras	CS	FE	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		127,54							
	CS	FE	Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		118,20							
3.A.1.b. Otros vacunos													
Vaca	CS	FE	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		60,57							
	CS	FE	Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		53,10							
Vaquilla	CS	FE	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		55,83							
	CS	FE	Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		49,48							
Novillo	CS	FE	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		68,05							
	CS	FE	Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		60,20							
Toro	CS	FE	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		60,00							
	CS	FE	Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		51,28							
Desm. Macho	CS	FE	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		30,93							
	CS	FE	Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		27,45							
Desm. Hembra	CS	FE	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		29,38							
	CS	FE	Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		26,20							
Ternero	CS	FE	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		20,48							
	CS	FE	Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		18,17							
Buey	CS	FE	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		102,30							

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
	CS	FE	Compartimento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		92,04							
3.A.2. Ovinos	D	FE		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		5,00							
3.A.3.a. Porcinos	D	FE		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00							
3.A.3.b. Porcinos (carne)	D	FE		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00							
3.A.4.a. Búfalos	D	FE		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		55,00							
3.A.4.d. Caprinos	D	FE		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		5,00							
3.A.4.e. Equinos	D	FE		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		18,00							
3.A.4.f. Mulas y asnos	D	FE		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		10,00							
3.B. Gestión del estiércol													
3.B.1. Vacunos													
3.B.1.a. Vacas lecheras	D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		6,72							
	Dictamen de expertos		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,99							
	CS		Factor de emisión anual de CH ₄	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,45							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,28						
	D	MS: Distribución diaria	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		4,47							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,01							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,03							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,60						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,07						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
3.B.1.b. Otros vacunos													
Vaca	D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		3,48							
	Dictamen de expertos		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,99							
	CS		Factor de emisión anual de CH4	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,75							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,29						
	D	MS: Distribución diaria	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		2,84							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,01							
	D		Factor de emisión anual de CH4	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,12							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,07						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D		MS: Cama profundas con mezclado activo	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		2,84						
	D	Fracción de estiércol gestionada en el sistema		%		0,00							
	D	Factor de emisión anual de CH4		kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		6,39							
	D	Tasa de excreción de N por defecto		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36						
	D	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N		kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,04						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza		-			0,25						
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²			0,01						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia		-			0,04						
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D												
	Vaquilla	D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		2,58						

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NOx	CO	COVDM	SOx	
Agricultura y ganadería													
	Dictamen de expertos		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,99							
	CS		Factor de emisión anual de CH ₄	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,56							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,29						
	D	MS: Distribución diaria	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		1,97							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,01							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,08							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,07						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D		MS: Cama profundas con mezclado activo	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		1,97						
	D	Fracción de estiércol gestionada en el sistema		%		0,00							
	D	Factor de emisión anual de CH ₄		kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		4,43							
	D	Tasa de excreción de N por defecto		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36						
	D	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N		kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,04						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza		-			0,25						
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia		-			0,04						
D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01								
Novillo	D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		2,51							
	Dictamen de expertos		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,99							

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor										
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x		
Agricultura y ganadería														
	CS		Factor de emisión anual de CH4	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,54								
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,29							
	D	MS: Distribución diaria	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		1,91								
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,01								
	D		Factor de emisión anual de CH4	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,08								
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36							
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00							
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,07							
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01							
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00							
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01							
	D		MS: Cama profundas con mezclado activo	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		1,91							
	D			Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,00							
	D	Factor de emisión anual de CH4		kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		4,29								
	D	Tasa de excreción de N por defecto		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36							
	D	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N		kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,04							
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza		-			0,25							
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01							
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia		-			0,04							
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01							
	Toro	D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		2,01							
Dictamen de expertos		Fracción de estiércol gestionada en el sistema		%		0,99								
CS		Factor de emisión anual de CH4		kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,43								

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
	D	MS: Distribución diaria	Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,29						
	D		Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		2,52							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,01							
	D		Factor de emisión anual de CH4	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,10							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,07						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D	MS: Cama profundas con mezclado activo	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		2,52							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,00							
	D		Factor de emisión anual de CH4	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		5,66							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,04						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,25						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,04						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D												
Desmamante macho	D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		1,43							
	Dictamen de expertos		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,99							
	CS		Factor de emisión anual de CH4	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,31							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,29						

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
	D	MS: Distribución diaria	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		1,09							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,01							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹			0,04						
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,07						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D		MS: Cama profundas con mezclado activo	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		1,09						
	D	Fracción de estiércol gestionada en el sistema		%		0,00							
	D	Factor de emisión anual de CH ₄		kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹			2,46						
	D	Tasa de excreción de N por defecto		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36						
	D	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N		kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,04						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza		-			0,25						
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia		-			0,04						
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	Desmamante hembra	D		MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		1,37					
		Dictamen de expertos	Fracción de estiércol gestionada en el sistema		%		0,99						
CS		Factor de emisión anual de CH ₄	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹				0,30						
D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹				0,29						
D		MS: Distribución diaria	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		1,05							

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor										
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x		
Agricultura y ganadería														
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,01								
	D		Factor de emisión anual de CH4	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,04								
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36							
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00							
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,07							
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01							
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00							
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01							
	D		MS: Cama profundas con mezclado activo	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		1,05							
	D			Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,00							
	D	Factor de emisión anual de CH4		kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		2,35								
	D	Tasa de excreción de N por defecto		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36							
	D	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N		kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,04							
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza		-			0,25							
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01							
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia		-			0,04							
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01							
	Ternero	D		MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		0,12						
		Dictamen de expertos	Fracción de estiércol gestionada en el sistema		%		0,99							
		CS	Factor de emisión anual de CH4		kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,03							
D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹				0,29							
D		MS: Distribución diaria	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		0,10								
D			Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,01								

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,00							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,07						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D		MS: Cama profundas con mezclado activo	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		0,10						
	D	Fracción de estiércol gestionada en el sistema		%		0,00							
	D	Factor de emisión anual de CH ₄		kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,23							
	D	Tasa de excreción de N por defecto		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36						
	D	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N		kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,04						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza		-			0,25						
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia		-			0,04						
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D	Buey		MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		4,69					
	Dictamen de expertos		Fracción de estiércol gestionada en el sistema		%		0,99						
CS	Factor de emisión anual de CH ₄		kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹			1,01							
D	Tasa de excreción de N por defecto		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹				0,29						
D	MS: Distribución diaria		Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		3,64							
D			Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,01							
D			Factor de emisión anual de CH ₄	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,15							

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor										
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x		
Agricultura y ganadería														
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36							
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00							
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,07							
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²			0,01							
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00							
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01							
	D	MS: Cama profundas con mezclado activo	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		3,64								
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,00								
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹		8,18								
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36							
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,04							
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,25							
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²			0,01							
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,04							
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01							
	3.B.2. Ovinos		D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		8,30						
			Dictamen de expertos		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		1,00						
			D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		0,65						
D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹				0,32							
3.B.3.a. Porcinos	D	MS: Laguna	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		8,30								
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,05								
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		155,40								
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,67							

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,40						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D		Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		8,30							
	D	MS: Líquido suspendido	Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,30							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		105,85							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,67						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,29						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D		Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		8,30							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,15							
	D	MS: Sólidos depositados	Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		9,70							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,67						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,45						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,02						

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -Nlixiviado) ⁻¹			0,01						
	D	MS: Lote seco	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		8,30							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,15							
	D		Factor de emisión anual de CH4	g CH4 kg VS-1		3,90							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,67						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,02						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,45						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,04						
	D			Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -Nlixiviado) ⁻¹			0,01					
	D		MS: Pit < 1	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		8,30						
	D	Fracción de estiércol gestionada en el sistema		%		0,15							
	D	Factor de emisión anual de CH4		g CH4 kg VS-1		69,90							
	D	Tasa de excreción de N por defecto		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,67						
	D	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N		kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza		-			0,25						
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia		-			0,00						
	D			Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -Nlixiviado) ⁻¹			0,01					
	D	MS: Pit > 1		Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		8,30						
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,05							
	D		Factor de emisión anual de CH4	g CH4 kg VS-1		141,80							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,67						

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,25						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D	MS: Distribución diaria	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹			8,30						
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%			0,05						
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1			1,90						
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,67						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,07						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D		MS: Digestor	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹			8,30					
	D	Fracción de estiércol gestionada en el sistema		%			0,05						
	D	Factor de emisión anual de CH ₄		g CH ₄ kg VS-1			21,20						
	D	Tasa de excreción de N por defecto		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,67						
	D	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N		kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza		-			0,28						
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia		-			0,00						

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor										
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x		
Agricultura y ganadería														
3.B.3.b. Porcinos (carne)	MS: Pasturas	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -Nlixiviado) ⁻¹			0,01							
		D	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		8,30								
		D	Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,05								
		D	Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		0,60								
		D	Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,67							
	MS: Laguna	D	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		3,30								
		D	Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,11								
		D	Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		241,20								
		D	Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,55							
		D	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00							
		D	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,40							
		D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²			0,01							
		D	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00							
		D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -Nlixiviado) ⁻¹			0,01							
		MS: Líquido suspendido	D	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		3,30							
			D	Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,34							
			D	Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		164,30							
			D	Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,55						
			D	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
			D	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,29						
D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²			0,01								
D	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia		-			0,00								
D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -Nlixiviado) ⁻¹			0,01									

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
	D	MS: Sólidos depositados	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		3,30							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,12							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		15,10							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,55						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,45						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,02						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D		MS: Lote seco	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		3,30						
	D	Fracción de estiércol gestionada en el sistema		%		0,41							
	D	Factor de emisión anual de CH ₄		g CH ₄ kg VS-1		6,00							
	D	Tasa de excreción de N por defecto		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,55						
	D	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N		kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,02						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza		-			0,45						
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D	Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia		-			0,04						
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación		kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D	MS: Distribución diaria		Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		3,30						
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,02							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		3,00							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,55						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-				0,07					
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²					0,01				
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-					0,00				
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹					0,01				
3.B.4.a. Búfalos	D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		11,20							
	Dictamen de expertos		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		1,00							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		0,60							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,41						
3.B.4.d. Caprinos	D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		10,40							
	Dictamen de expertos		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,99							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		0,60							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,34						
	D	MS: Sólidos depositados	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		10,40							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,01							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		6,00							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,34						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,12						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,02						
	D	MS: Lote seco	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D		Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		10,40							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,00							

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		2,40							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,34						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,02						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,30						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,04						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
3.B.4.e. Equinos	D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		7,20							
	Dictamen de expertos		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,99							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		0,60							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,46						
	D	MS: Sólidos depositados	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		7,20							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,01							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		10,10							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,46						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,12						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,02						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
	D	MS: Lote seco	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		7,20							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		0,00							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		4,00							

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,46						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,02						
	D		Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,30						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²			0,01						
	D		Fración de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,04						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
3.B.4.f. Mulas y asnos	D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		7,20							
	Dictamen de expertos		Fración de estiércol gestionada en el sistema	%		1,00							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		0,60							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,46						
3.B.4.G.i Aves de corral	D	MS: Pastura	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		13,50							
	D		Fración de estiércol gestionada en el sistema	%		0,50							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		2,40							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			1,20						
	D	MS: Distribución diaria	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		13,50							
	D		Fración de estiércol gestionada en el sistema	%		0,50							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS-1		2,40							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			1,20						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,07						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻²			0,01						
	D		Fración de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x	
Agricultura y ganadería													
3.B.4.G.i.i. Aves de carne	D	MS: Otros (Estiércol con hojarasca)	Tasa de excreción de VS	kg VS (1000 kg masa animal) ⁻¹ día ⁻¹		15,60							
	D		Fracción de estiércol gestionada en el sistema	%		1,00							
	D		Factor de emisión anual de CH ₄	g CH ₄ kg VS ⁻¹		2,40							
	D		Tasa de excreción de N por defecto	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			1,23						
	D		Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N	kg N ₂ O-N (kg N excretado) ⁻¹			0,00						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	-			0,40						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹			0,01						
	D		Fracción de N del estiércol gestionado que se lixivia	-			0,00						
	D		Factor de emisión para emisiones de N ₂ O resultantes de la lixiviación	kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N lixiviado) ⁻¹			0,01						
3.D. Suelos agrícolas													
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas													
3.D.1.a. Fertilizantes inorgánicos	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O de aportes de N	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹			0,01							
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O de aportes de N	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹			0,01							
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo CPP	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O de aportes de N	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹			0,00							
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo SO	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O de aportes de N	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹			0,00							
3.D.1.d. Residuos de cosechas	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O de aportes de N	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹			0,01							
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas													
3.D.2.a. Deposición atmosférica	D	Fracción de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza	(kg NH ₃ -N + NO _x -N) (kg de N aplicado) ⁻¹			0,11							

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor								
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NO _x	CO	COVDM	SO _x
Agricultura y ganadería												
	D	Fracción de N orgánico y de N de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo que se volatiliza	(kg NH ₃ -N + NO _x -N)/(kg de N aplicado o depositado) ¹			0,21						
	D	FE de emisiones de N ₂ O de la deposición atmosférica de N	(kg N ₂ O-N) (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ²			0,01						
3.D.2.b. Lixiviación y escurrimiento	D	Fracción de N agregado en suelos gestionados donde se produce lixiviación/escurrimiento	[kg N (kg de agregados de N) ⁻¹]			0,24						
	D	FE para emisiones de N ₂ O por lixiviación y escurrimiento de N	[kg N ₂ O-N (kg N por lixiviación y escurrido) ¹]			0,01						
3.G. Encalado	D	Factor de emisión para emisiones por aplicación de dolomita	[t de C (t de dolomita) ⁻¹]	0,13								
3.H. Aplicación de urea	D	Factor de emisión para emisiones por aplicación de urea	[t de C (t de urea)] ¹	0,2								

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Anexo 3.3.2.1. Sector Agricultura y Ganadería: ecuaciones utilizadas para la generación de factores de emisión país específicos de la categoría fermentación entérica.

Para obtener valores de factores de emisión ajustados a las circunstancias propias del país, se procedió a realizar un cálculo de la energía bruta de cada subcategoría de ganado vacuno, clasificándolos por grupo etario. Los datos sobre el comportamiento y la dieta animal se emplean para estimar la ingesta de alimentos, es decir, la cantidad de energía que necesita un animal para su mantenimiento y para actividades tales como el crecimiento, la lactancia, la preñez y otros. Se utilizaron las ecuaciones estipuladas en el capítulo 10 del volumen 4 de las *Directrices del IPCC del 2006* y el *Refinamiento 2019*, las cuales se detallan en la siguiente tabla por subcategoría de ganado.

Energía neta para mantenimiento: (NE_m) es la energía neta requerida para mantener a un animal en equilibrio sin que se gane ni se pierda energía corporal.

<p>Ecuación 10.3</p> $NE_m = Cfi \times (Peso)^{0,75}$

NE_m = energía neta requerida por el animal para su mantenimiento, MJ día⁻¹
 Cfi = coeficiente que varía para cada categoría de animales, MJ día⁻¹ kg⁻¹
 Peso= peso vivo del animal, kg

Energía neta para la actividad: (NE_a) es la energía que necesitan los animales para obtener su alimento, agua y refugio. Se basa en la situación alimentaria más que en las características del alimento en sí.

<p>Ecuación 10.4</p> $NE_a = C_a \times NE_m$
--

NE_a = energía neta para la actividad animal, MJ día⁻¹
 C_a = coeficiente correspondiente a la situación alimentaria del animal
 NE_m = energía neta requerida por el animal para su mantenimiento, MJ día⁻¹

Energía neta para crecimiento: (NE_g) es la energía necesaria para ganar peso.

<p>Ecuación 10.6</p> $NE_g = 22,02 \times \left(\frac{BW}{C \times MW} \right)^{0,75} \times WG^{1,097}$
--

NE_g = energía neta para el crecimiento, MJ día⁻¹
 BW = peso corporal vivo promedio de los animales de la población, kg
 C = es un coeficiente con un valor de 0,8 para hembras, 1,0 para castrados y 1,2 para toros
 MW = peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada, kg
 WG = aumento de peso diario promedio de los animales de la población, kg día⁻¹

Energía neta para lactancia: (NE_l) es la energía necesaria para la lactancia, para vacunos se expresa como función de la cantidad de leche producida y su contenido graso expresado como porcentaje.

<p>Ecuación 10.8</p> $NE_l = Leche \times (1,47 + 0,40 \times Grasa)$
--

NE_l = energía neta para lactancia, MJ día⁻¹
 Leche= cantidad de leche producida, kg de leche día⁻¹
 Grasa= contenido graso de la leche, % por peso

Energía neta para el trabajo: ($NE_{trabajo}$) es la energía neta requerida para la fuerza de tiro de vacunos y búfalos. El agotamiento que produzca el trabajo realizado por el animal influye sobre los requisitos de energía. Aproximadamente es necesario un 10% de los requisitos diarios de NE_m por hora para el trabajo típico de los animales.

<p>Ecuación 10.11</p> $NE_{trabajo} = 0,10 \times NE_m \times Horas$

$NE_{trabajo}$ = energía neta para el trabajo, MJ día⁻¹
 NE_m = energía neta requerida por el animal para su mantenimiento, MJ día⁻¹
 Horas= cantidad de horas de trabajo por día

Energía neta para la preñez: (NE_p) es la energía total de requerimiento para la preñez durante un periodo de gestación de 281 días, promediado para todo un año, se calcula como el 10% del NE_m .

Ecuación 10.13

$$NE_p = C_{preñez} \times NE_m$$

NE_p = energía neta para la preñez, MJ día⁻¹

$C_{preñez}$ = coeficiente de preñez

NE_m = energía neta requerida por el animal para su mantenimiento, MJ día⁻¹

Relación entre la energía neta disponible en la dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida: (REM), la relación entre la energía neta disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida, se estima empleando la siguiente ecuación.

Ecuación 10.14

$$REM = \left[1,123 - (4,092 \times 10^{-3} \times DE\%) + [1,126 \times 10^{-5} \times (DE\%)^2] - \left(\frac{25,4}{DE\%} \right) \right]$$

REM= relación entre la energía neta disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida

DE%= energía digerible expresada como porcentaje de la energía bruta

Relación entre la energía neta disponible en una dieta para crecimiento y la energía digerible consumida: (REG) la relación entre la energía neta disponible para crecimiento (incluyendo el crecimiento de lana) y la energía digerible consumida (REG) se estima empleando la siguiente ecuación.

Ecuación 10.15

$$REG = \left[1,164 - (5,160 \times 10^{-3} \times DE\%) + [1,308 \times 10^{-5} \times (DE\%)^2] - \left(\frac{37,4}{DE\%} \right) \right]$$

REG= relación entre la energía neta disponible en la dieta para crecimiento y la energía digerible consumida

DE%= energía digerible expresada como porcentaje de la energía bruta

Energía bruta: (GE) el requerimiento de GE se deriva sobre la base de la suma de los requerimientos de energía neta y las características de disponibilidad de energía del alimento. En la siguiente ecuación solo se utilizan los términos correspondientes a cada categoría animal.

Ecuación 10.16

$$GE = \left[\frac{\left(\frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_{trabajo} + NE_p}{REM} \right) + \left(\frac{NE_g}{REG} \right)}{\frac{DE\%}{100}} \right]$$

GE= energía bruta, MJ día⁻¹

NE_m = energía neta requerida por el animal para su mantenimiento, MJ día⁻¹

NE_a = energía neta para la actividad animal, MJ día⁻¹

NE_l = energía neta para lactancia, MJ día⁻¹

$NE_{trabajo}$ = energía neta para el trabajo, MJ día⁻¹

NE_p = energía neta para la preñez, MJ día⁻¹

REM= relación entre la energía neta disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida

NE_g = energía neta para el crecimiento, MJ día⁻¹

REG= relación entre la energía neta disponible en la dieta para crecimiento y la energía digerible consumida

DE%= energía digerible expresada como porcentaje de la energía bruta

Desarrollo del factor de emisión: (FE) se debe desarrollar un factor de emisión para cada categoría de animales siguiendo la ecuación y considerando la energía bruta estimada para cada subcategoría de ganado.

Ecuación 10.21

$$FE = \left[\frac{\left(GE \times \left(\frac{Y_m}{100} \right) \times 365 \right)}{55,65} \right]$$

FE= factor de emisión, kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

GE= ingesta de energía bruta, MJ cabeza⁻¹ año⁻¹

Y_m = factor de conversión en metano, porcentaje de la energía bruta del alimento convertida en metano
55,65= contenido de energía del metano, MJ/kg CH₄
365= se supone que el FE se desarrolla para una categoría animal por el término de un año

Anexo 3.4. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura - UTCUTS

Anexo 3.4.1. Sector UTCUTS: datos de actividad utilizados

Serie temporal 1990 – 2002

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor													
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
UTCUTS																	
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de bosques nativos (BSCH, BSHIRPY, BSHC, BHRO) ³	ha	20.220.165,00	19.965.560,90	19.710.956,80	19.456.352,70	19.201.748,60	18.947.144,50	18.692.540,40	18.437.936,30	18.183.332,20	17.928.728,10	17.674.124,00	20.813.558,66	20.559.975,12	
	INFONA	Superficie de otras tierras forestales (Palmar)	ha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.037.680,50	3.037.680,50	
	INFONA	Superficie de plantaciones forestales ⁴	ha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	911,36	1.822,73	2.734,09	3.645,45	4.556,82	5.468,18	6.379,55	
	INFONA	Remoción anual de madera	(m ³ año ⁻¹)	2.058.811,96	1.840.236,50	1.645.150,50	1.471.050,67	1.315.702,47	1.177.111,56	1.053.498,33	943.275,19	845.026,44	757.490,33	829.585,42	659.079,93	465.471,92	
	VMME	Remoción anual de madera combustible (leña y carbón)	(m ³ año ⁻¹)	7.112.483,04	7.567.427,26	6.899.623,93	6.938.799,38	6.862.051,20	7.179.406,24	7.829.308,64	8.235.525,29	7.681.108,84	6.624.758,17	6.533.837,25	6.741.645,79	6.578.156,50	
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales																	
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	INFONA/PAYCO/FELBER Forestal	Superficie de plantaciones forestales ³⁻⁵	ha	10.025,00	10.465,75	11.520,00	12.574,25	13.015,00	16.417,30	18.908,24	21.456,67	24.005,11	26.496,05	28.986,98	31.477,92	33.968,85	
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	MAG-DCEA	Superficie de cultivos leñosos perennes con ganancia de C por biomasa	ha	80.925,00	82.639,00	83.396,00	84.165,00	84.196,00	84.623,00	84.623,00	84.623,00	7.726,00	6.012,00	8.695,00	9.770,00	9.739,00	
	MAG-DCEA	Superficie de cultivos leñosos perennes con pérdida de C por biomasa	ha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	656,00	0,00	3.035,00	0,00	5.271,00		
	MAG-DCEA/CAPECO-FEPASIDIAS	Superficie de cultivos anuales con sistema de siembra directa	ha	0,00	411.740,22	446.096,28	403.917,04	493.383,83	576.318,54	740.138,82	723.477,39	765.626,26	904.507,79	907.602,85	1.063.166,86	1.117.468,60	
	MAG-DCEA/CAPECO-FEPASIDIAS	Superficie de cultivos anuales con sistema de siembra convencional	ha	1.677.205,00	1.265.464,78	1.231.108,72	1.273.287,96	1.183.821,17	1.100.886,46	937.066,18	953.727,61	911.578,74	772.697,21	769.602,15	614.038,14	559.736,40	
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo																	
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	ha	158.063,59	158.063,59	158.063,59	158.063,59	158.063,59	158.063,59	158.063,59	158.063,59	158.063,59	158.063,59	158.063,59	158.063,59	142.795,50	142.795,50
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de pastizales implantados ⁶	ha	11.109,656,83	11.322,760,96	11.547,521,23	11.628,658,95	11.737,123,76	11.880,721,36	12.114,687,06	12.146,649,77	12.383,160,48	12.686,336,18	12.606,961,08	7.911,050,64	7.922,247,08	
	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de pastizales naturales	ha	6.473,813,11	6.473,834,60	6.473,856,09	6.473,877,58	6.473,899,07	6.473,920,56	6.473,942,05	6.473,963,54	6.473,985,03	6.474,006,52	6.474,028,01	5.074,918,82	5.050,255,04	
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales																	
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en pastizales	ha	69.456,59	69.456,59	69.456,59	69.456,59	69.456,59	69.456,59	69.456,59	69.456,59	69.456,59	69.456,59	69.456,59	69.456,59	106.266,82	106.266,82
4.D.2. Tierras convertidas en humedales																	
4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en humedales	ha	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	17,54	17,54
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos																	
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en asentamientos	ha	3.921,45	3.921,45	3.921,45	3.921,45	3.921,45	3.921,45	3.921,45	3.921,45	3.921,45	3.921,45	3.921,45	3.921,45	5.585,78	5.585,78
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras																	
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en otras tierras	ha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Serie temporal 2003 - 2015

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
UTCUTS																
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de bosques nativos (BSCH, BSHIRPY, BSHC, BHRO) ³	ha	20.306.391,58	20.052.808,04	19.799.224,50	19.420.424,80	19.041.625,10	18.662.825,40	18.284.025,70	17.905.226,00	17.526.426,30	17.359.726,10	17.046.087,50	16.672.863,75	16.299.640,00
	INFONA	Superficie de otras tierras forestales (Palmar)	ha	3.037.680,50	3.037.680,50	3.037.680,50	3.037.680,50	3.037.680,50	3.037.680,50	3.037.680,50	3.037.680,50	3.037.680,50	2.669.905,75	2.669.572,20	2.669.091,95	2.668.611,70
	INFONA	Superficie de plantaciones forestales ⁴	ha	7.290,91	8.202,27	9.113,64	10.025,00	10.025,00	10.025,00	10.025,00	10.025,00	10.025,00	10.465,75	11.520,00	12.574,25	13.015,00
	INFONA	Remoción anual de madera	m ³ año ⁻¹	582.434,07	684.777,52	710.896,79	573.944,69	619.245,42	431.817,89	343.518,45	347.158,42	297.799,28	276.457,74	292.054,69	276.445,79	256.931,59
	VMMME	Remoción anual de madera combustible (leña y carbón)	m ³ año ⁻¹	6.701.235,80	6.704.968,99	6.680.117,38	8.375.867,64	9.738.360,87	10.138.322,79	8.415.601,87	8.473.830,59	8.224.490,03	7.948.441,60	7.629.662,16	7.736.162,16	8.142.647,64
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales																
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	INFONA/PAYCO/FELBER Forestal	Superficie de plantaciones forestales ³⁻⁵	ha	36.459,79	38.950,73	38.039,36	37.128,00	37.128,00	37.128,00	37.128,00	46.068,00	56.078,00	64.775,25	69.605,00	75.060,75	82.225,00
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	MAG-DCEA	Superficie de cultivos leñosos perennes con ganancia de C por biomasa	ha	7.568,00	8.031,00	12.631,00	8.603,00	8.603,00	5.591,78	3.747,78	1.488,62	5.095,89	4.632,89	173,89	312,89	901,79
	MAG-DCEA	Superficie de cultivos leñosos perennes con pérdida de C por biomasa	ha	0,00	0,00	0,00	16.128,89	16.128,89	0,00	2.816,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	MAG-DCEA/CAPECO-FEPASIDIAS	Superficie de cultivos anuales con sistema de siembra directa	ha	1.109.905,24	1.169.151,05	1.192.072,53	1.293.692,72	1.323.408,85	1.451.976,74	1.419.810,31	1.372.616,85	1.343.752,57	1.299.686,77	1.339.581,69	1.486.708,77	1.583.441,77
	MAG-DCEA/CAPECO-FEPASIDIAS	Superficie de cultivos anuales con sistema de siembra convencional	ha	567.299,76	508.053,95	485.132,47	383.512,28	353.796,15	225.228,26	257.394,69	304.588,15	370.500,43	440.056,23	569.274,31	563.933,23	573.853,23
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo																
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	ha	142.795,50	142.795,50	142.795,50	108.495,30	108.495,30	108.495,30	108.495,30	108.495,30	108.495,30	89.910,35	89.910,35	86.962,80	86.962,80
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de pastizales implantados ⁶	ha	7.605.772,92	7.725.682,76	7.581.337,60	7.828.268,19	8.054.069,60	8.151.397,70	8.397.778,74	8.607.808,63	8.713.228,83	7.750.625,38	7.860.218,10	8.007.895,45	8.647.217,52
	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de pastizales naturales	ha	5.025.591,26	5.000.927,48	4.976.263,70	4.946.284,03	4.916.304,37	4.886.324,70	4.856.345,03	4.826.365,37	4.796.385,70	6.240.510,80	6.227.072,38	6.208.049,29	6.189.026,20
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales																
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en pastizales	ha	106.266,82	106.266,82	106.266,82	259.332,55	259.332,55	259.332,55	259.332,55	259.332,55	259.332,55	215.084,80	215.084,80	279.684,70	279.684,70
4.D.2. Tierras convertidas en humedales																
4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en humedales	ha	17,54	17,54	17,54	318,40	318,40	318,40	318,40	318,40	318,40	59,70	59,70	0,00	0,00
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos																
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en asentamientos	ha	5.585,78	5.585,78	5.585,78	12.760,32	12.760,32	12.760,32	12.760,32	12.760,32	12.760,32	8.524,30	8.524,30	5.576,95	5.576,95
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras																
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en otras tierras	ha	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2009,95	2009,95	3466,15	3466,15

Serie temporal 2016 – 2019

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor			
				2016	2017	2018	2019
UTCUTS							
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de bosques nativos (BSCH, BSHIRPY, BSHC, BHRO) ³	ha	16.354.012,25	16.080.882,80	15.817.350,05	15.553.817,30
	INFONA	Superficie de otras tierras forestales (Palmar)	ha	2.586.589,20	2.586.589,20	2.586.589,20	2.586.589,20
	INFONA	Superficie de plantaciones forestales ⁴	ha	16.417,30	18.908,24	21.456,67	24.005,11
	INFONA	Remoción anual de madera	(m ³ año ⁻¹)	178.166,16	184.038,04	174.702,55	128.682,11
	VMME	Remoción anual de madera combustible (leña y carbón)	(m ³ año ⁻¹)	10.352.866,87	10.729.503,56	10.501.093,63	10.118.589,01
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales							
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	INFONA/PAYCO/FELBER Forestal	Superficie de plantaciones forestales ³⁻⁵	ha	87.043,70	94.109,76	101.708,33	110.744,89
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	MAG-DCEA	Superficie de cultivos leñosos perennes con ganancia de C por biomasa	ha	812,11	4.461,11	9.395,26	8.776,00
	MAG-DCEA	Superficie de cultivos leñosos perennes con pérdida de C por biomasa	ha	0,00	0,00	0,00	0,00
	MAG-DCEA/CAPECO-FEPASIDIAS	Superficie de cultivos anuales con sistema de siembra directa	ha	1.655.648,82	1.875.440,29	1.911.628,82	1.906.653,23
	MAG-DCEA/CAPECO-FEPASIDIAS	Superficie de cultivos anuales con sistema de siembra convencional	ha	517.931,18	516.427,71	493.979,18	446.029,77
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo							
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	ha	65.529,80	65.529,80	77.467,75	77.467,75
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de pastizales implantados ⁶	ha	10.031.944,02	10.230.161,30	10.327.717,75	10.489.626,15
	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de pastizales naturales	ha	5.526.271,78	5.512.716,18	5.496.018,21	5.479.320,24
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales							
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en pastizales	ha	203.572,55	203.572,55	181.745,95	181.745,95
4.D.2. Tierras convertidas en humedales							
4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en humedales	ha	0,00	0,00	0,00	0,00
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos							
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en asentamientos	ha	4.183,55	4.183,55	3.428,65	3.428,65
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras							
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	INFONA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en otras tierras	ha	4276,45	4276,45	8265,45	8265,45

Anexo 3.4.2. Sector UTCUTS: factores de emisión utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor					
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	
UTCUTS									
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	VMME	Biomasa	Incremento anual neto promedio (BSCH)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	0,50				
	VMME		Incremento anual neto promedio (BHIRP - Palmar)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	1,00				
	VMME		Incremento anual neto promedio (BSHC - BHRO)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	1,50				
	VMME		Incremento anual neto promedio (PF tipo 1)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	28,50				
	PAYCO/FELBER Forestal		Incremento anual neto promedio (PF tipo 2)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	30,00				
	D, IPCC 2003		Factor de expansión de la biomasa (bosque nativo - otras tierras forestales)	(-)	1,50				
	IFN 2015		Factor de expansión de la biomasa (PF tipo 1)	(-)	2,10				
	Sato et al. 2015		Densidad básica de la madera (BSCH)	[ton secado en horno (humedad m ⁻³)]	0,68				
	Sato et al. 2015		Densidad básica de la madera (BHIRP - palmar)	[ton secado en horno (humedad m ⁻³)]	0,63				
	Sato et al. 2015		Densidad básica de la madera (BSHC - BHRO)	[ton secado en horno (humedad m ⁻³)]	0,58				
	D		Incremento anual neto promedio (PF tipo 1)	[ton secado en horno (humedad m ⁻³)]	0,51				
	D		Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea (BSCH)	[ton d.m. bs (tonelada d.m. ba) ⁻¹]	0,28				
	D		Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea (BHIRP)	[ton d.m. bs (tonelada d.m. ba) ⁻¹]	0,41				
	D		Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea (BSCH-BHRO)	[ton d.m. bs (tonelada d.m. ba) ⁻¹]	0,16				
	D		Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea (PF tipo 1)	[ton d.m. bs (tonelada d.m. ba) ⁻¹]	0,28				
D	Fracción de carbono de materia seca	[ton C (ton d.m.) ⁻¹]	0,47						
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales									
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	VMME	Biomasa	Incremento anual neto promedio (PF tipo 1.a)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	28,50				
	VMME		Incremento anual neto promedio (PF tipo 1.b)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	30,00				
	PAYCO		Incremento anual neto promedio (PF tipo 2.a)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	32,43				
	FELBER FORESTAL - Eucalipto		Incremento anual neto promedio (PF tipo 2.b)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	19,51				
	FELBER FORESTAL - Pino		Incremento anual neto promedio (PF tipo 2.c)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	4,78				
	IFN 2015		Factor de expansión de la biomasa	(-)	2,10				
	D		Densidad básica de la madera	[ton secado en horno (humedad m ⁻³)]	0,51				

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor					
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	
UTCUTS									
	IBA4 - Argentina		Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea (PF tipo 1, tipo 2.a, tipo 2.b)	[ton d.m. bs (tonelada d.m. ba) ⁻¹]	0,28				
	IBA4 - Argentina		Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea (PF tipo 2.c)	[ton d.m. bs (tonelada d.m. ba) ⁻¹]	0,20				
	D		Fracción de carbono de materia seca	[ton C (ton d.m.) ⁻¹]	0,47				
	D	Materia orgánica muerta	Existencias de madera muerta/ hojarasca, bajo la nueva categoría de uso de la tierra	(ton C ha ⁻¹)	12,70				
	D	Suelos	Referencia de existencia de C	(ton C ha ⁻¹)	3.642,00				
			Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas de un uso de la tierra en particular en el último año del inventario	(-)	1,00				
			Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión en el último año del inventario Laboreo reducido SSD	(-)	1,00				
			Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica en el último año del inventario	(-)	1,00				
			Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra al inicio del periodo del inventario	(-)	0,83				
			Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión al inicio del periodo del inventario	(-)	1,10				
			Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica al inicio del periodo del inventario	(-)	1,00				
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	D	Biomasa	Tasa de acumulación de biomasa	(ton C ha ⁻¹ año ⁻¹)	2,83				
	D		Pérdida de carbono de la biomasa	(ton C ha ⁻¹ año ⁻¹)	28,25				
	D	Suelos	Referencia de existencias de C	(ton C ha ⁻¹)	36,42				
	D		Tiempo de permanencia de cambio en el depósito	años	20,00				
	D		Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra	(-)	0,83				
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, sin laboreo SSD ⁽¹⁾	(-)	1,10				
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, laboreo total SSC	(-)	1,00				
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica	(-)	1,00				
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo									
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	IFN 2015	Biomasa	Existencias de biomasa antes de la conversión (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	38,62				
	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	71,79				
	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	0,11				

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor						
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆		
UTCUTS										
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	60,40					
	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (Palmar)	(ton C ha ⁻¹)	18,01					
	D		Existencias de C en la biomasa después de un año	(ton C ha ⁻¹)	4,70					
	D		Existencias de C en la biomasa después de un año	(ton C ha ⁻¹)	2,83					
	D		Existencias de C en la biomasa después de un año	(ton C ha ⁻¹)	3,76					
	D		Reducción anual en las existencias de carbono de la biomasa	(ton C ha ⁻¹)	4,70					
	IFN 2015	Materia orgánica muerta	Existencias de C en madera muerta (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	1,73					
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	2,42					
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	3,98					
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	0,95					
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	4,30					
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	2,01					
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	4,67					
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	3,38					
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (Palmar)	(ton C ha ⁻¹)	0,63					
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (Palmar)	(ton C ha ⁻¹)	0,73					
	D	Suelos	Referencia de existencias de C	(ton C ha ⁻¹)	36,42					
	D		Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra	(-)	0,83					
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, sin laboreo SSD ⁽¹⁾	(-)	1,10					
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, laboreo total SSC	(-)	1,00					
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica	(-)	1,00					
	D		Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra al inicio del periodo del inventario	(-)	1,00					
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión al inicio del periodo del inventario	(-)	1,00					
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica al inicio del periodo del inventario	(-)	1,00					
	4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	D	Suelos	Referencia de existencias de C (Región Occidental)	(ton C ha ⁻¹)	41,88				

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor					
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	
UTCUTS									
	D		Referencia de existencias de C (Región Oriental)	(ton C ha ⁻¹)	37,42				
	D		Referencia de existencias de C (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	21,89				
	D		Referencia de existencias de C (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	40,25				
	D		Referencia de existencias de C (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	11,94				
	D		Referencia de existencias de C (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	33,54				
	D		Tiempo de permanencia de cambio en el depósito	años	20,00				
	D		Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra	(-)	1,00				
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión sostenible, pastizal mejorado ⁽²⁾	(-)	1,17				
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión con pastizal moderadamente degradado ⁽²⁾	(-)	0,90				
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión nominal ⁽²⁾	(-)	1,00				
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica	(-)	1,00				
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales									
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	D	Biomasa	Existencias de biomasa después de la conversión (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	4,10				
	D		Existencias de biomasa después de la conversión (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	5,33				
	D		Existencias de biomasa después de la conversión (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	5,61				
	D		Existencias de biomasa después de la conversión (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	7,48				
	D		Existencias de biomasa después de la conversión (Palmar)	(ton C ha ⁻¹)	5,33				
	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	38,62				
	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	71,79				
	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	0,11				
	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	60,40				
	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (Palmar)	(ton C ha ⁻¹)	18,01				
	IFN 2015	Materia orgánica muerta	Existencias de C en madera muerta (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	1,73				
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	2,42				
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BSHIRP - Palmar)	(ton C ha ⁻¹)	3,98				

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor							
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆			
UTCUTS											
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BSHIRP - Palmar)	(ton C ha ⁻¹)	0,95						
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	4,30						
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	2,01						
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	4,67						
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	3,38						
	D	Suelos	Referencia de existencias de C (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	21,89						
	D		Referencia de existencias de C (BSHIRP - Palmar)	(ton C ha ⁻¹)	40,25						
	D		Referencia de existencias de C (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	11,94						
	D		Referencia de existencias de C (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	33,54						
	D		Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra	(-)	1,00						
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica	(-)	1,00						
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión sostenible, pastizal mejorado ⁽²⁾	(-)	1,17						
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión con pastizal moderadamente degradado ⁽²⁾	(-)	0,90						
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión nominal ⁽²⁾	(-)	1,00						
	D		Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra, para el uso inicial	(-)	1,00						
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, para el uso inicial	(-)	1,00						
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica, para el uso inicial	(-)	1,00						
	4.D.2. Tierras convertidas en humedales										
	4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales		IFN 2015	Biomasa	Existencias de biomasa antes de la conversión (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	38,62				
			IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	71,79				
IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)		0,11						
IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)		60,40						
D		Fracción de materia seca	(ton C (ton dm ⁻³))		0,50						
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos											

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor							
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆			
UTCUTS											
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	IFN 2015	Biomasa	Existencias de biomasa antes de la conversión (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	38,62						
	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	71,79						
	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	0,11						
	IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	60,40						
	IFN 2016		Existencias de biomasa antes de la conversión (Palmar)	(ton C ha ⁻¹)	18,01						
	IFN 2015	Materia orgánica muerta	Existencias de C en madera muerta (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	1,73						
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	2,42						
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	3,98						
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	0,95						
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	4,30						
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	2,01						
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	4,67						
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	3,38						
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (Palmar)	(ton C ha ⁻¹)	0,63						
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (Palmar)	(ton C ha ⁻¹)	0,73						
	4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras										
	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras		IFN 2015	Biomasa	Existencias de biomasa antes de la conversión (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	38,62				
			IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	71,79				
IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)		0,11						
IFN 2015		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)		60,40						
D		Suelos	Referenciade existencias de C (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	21,89						
D			Referenciade existencias de C (BHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	40,25						
D			Referenciade existencias de C (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	11,94						
D			Referenciade existencias de C (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	33,54						
D			Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra	(-)	0,00						
D											

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor					
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	
UTCUTS									
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión	(-)	0,00				
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica	(-)	0,00				
	D		Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra al inicio del periodo del inventario	(-)	1,00				
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión al inicio del periodo del inventario	(-)	1,00				
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica al inicio del periodo del inventario	(-)	1,00				

Anexo 3.4.3: Sector UTCUTS: matrices de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra

Las matrices de cambios presentados a continuación fueron realizadas con base en datos recopilados con un método 3, es decir superficies de uso y cambio de uso entre categorías de uso de la tierra seguidas en base al espacio explícito.

El método 3 se caracteriza por las observaciones explícitas en el espacio de categorías de uso de la tierra y de las conversiones de uso, a menudo realizando el seguimiento de patrones empleando mapas, obtenidos de las imágenes por detección remota.

Las informaciones de superficies para cada categoría, a nivel país, se desarrollaron a partir de los Mapas de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC correspondientes a las series temporales: 2000-2005-2011, 2011-2013-2015 y 2015-2017-2019, generados por el INFONA (2022).

Las matrices fueron elaboradas adaptando el cuadro 3.5 del Capítulo 3 del Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006.

Matriz 1

Sector UTCUTS: matriz uso de la tierra y cambio de uso de la tierra, periodo 2000-2011

2011 \ 2000	Tierras forestales	Tierras de cultivo	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otras tierras	TOTAL 2011
Tierras forestales	20.546.305,50	16.963,90	837,40	0,00			20.564.106,80
Tierras de cultivo	3.451.524,70	10.336.926,50	279.020,50	2,70			14.067.474,40
Pastizales	754,00		4.483.097,60				4.483.851,60
Humedales	1.998,10		65.731,10	581.374,30	409,20		649.512,70
Asentamientos	104.240,40	2.975,00	8.079,20	0,00	313.472,60		428.767,20
Otras tierras						31.185,70	31.185,70
TOTAL 2000	24.104.822,70	10.356.865,40	4.836.765,80	581.377,00	313.881,80	31.185,70	

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES, con base en los datos de los Mapas de Cobertura Forestal y Cambio de uso de la Tierra por categorías del IPCC serie 2000-2005-2011 (INFONA, 2022)

Matriz 2**Sector UTCUTS:** matriz uso de la tierra y cambio de uso de la tierra, periodo 2011-2015

2015 \ 2011	Tierras forestales	Tierras de cultivo	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otras tierras	TOTAL 2015
Tierras forestales	18.961.044,60	7.207,10	0,00	0,00	0,00	0,00	18.968.251,70
Tierras de cultivo	1.343.285,30	12.922.582,10	100.570,20	0,00	0,00	0,00	14.366.437,60
Pastizales	0,00	0,00	4.850.472,50	0,00	0,00	0,00	4.850.472,50
Humedales	119,40	0,00	0,00	498.985,90	0,00	0,00	499.105,30
Asentamientos	28.202,50	1.259,60	534,80	0,00	351.050,60	0,00	381.047,50
Otras tierras	10.952,20	0,00	26,10	0,00	0,00	24.604,10	35.582,40
TOTAL 2011	20.343.604,00	12.931.048,80	4.951.603,60	498.985,90	351.050,60	24.604,10	

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES, con base en los datos de los Mapas de Cobertura Forestal y Cambio de uso de la Tierra por categorías del IPCC serie 2011-2013-2015 (INFONA, 2022)

Matriz 3**Sector UTCUTS:** matriz uso de la tierra y cambio de uso de la tierra, periodo 2015-2019

2019 \ 2015	Tierras forestales	Tierras de cultivo	Pastizales	Humedales	Asentamientos	Otras tierras	TOTAL 2019
Tierras forestales	18.116.790,60	23.389,70	0,00	0,00	0,00	226,20	18.140.406,50
Tierras de cultivo	1.056.632,10	15.433.137,60	59.842,50	0,00	0,00	0,00	16.549.612,20
Pastizales	0,00	0,00	4.518.466,40	0,00	0,00	0,00	4.518.466,40
Humedales	0,00	0,00	0,00	595.505,90	0,00	0,00	595.505,90
Asentamientos	15.224,40	440,70	1.072,10	0,00	348.418,10	0,00	365.155,30
Otras tierras	25.083,80	0,00	2,90	0,00	0,00	35.199,60	60.286,30
TOTAL 2015	19.213.730,90	15.456.968,00	4.579.383,90	595.505,90	348.418,10	35.425,80	

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES, con base en los datos de los Mapas de Cobertura Forestal y Cambio de uso de la Tierra por categorías del IPCC serie 2015-2017-2019 (INFONA, 2022)

Anexo 3.5. Sector Residuos**Anexo 3.5.1. Sector Residuos: datos de actividad utilizados**

Serie temporal 1990 – 2002

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor													
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
				Residuos													
5.A. Eliminación de residuos sólidos	INE	Población total país	Millones de habitantes	4,31	4,40	4,50	4,60	4,70	4,79	4,89	4,99	5,09	5,19	5,28	5,39	5,48	
	Especialista en residuos sólidos	Tasa de generación per cápita total país	Kg/hab/año	227,03	230,77	234,48	238,72	242,92	247,10	251,27	255,42	259,54	263,64	267,69	271,71	275,69	
	Especialista en residuos sólidos	Recolección de residuo sólido municipal total país	%	30,08%	31,10%	32,12%	33,17%	34,22%	35,27%	35,57%	37,46%	39,35%	33,20%	42,25%	45,05%	46,95%	
	Especialista en residuos sólidos	SERS: Manejo anaeróbico	%	0,00%	0,00%	1,05%	1,13%	1,19%	1,25%	1,31%	1,37%	1,43%	1,49%	1,54%	1,60%	1,65%	
	Especialista en residuos sólidos	SERS: Manejo semi-aerobico	%	8,22%	8,66%	9,10%	9,12%	9,14%	9,15%	10,69%	10,70%	12,24%	12,25%	13,80%	19,86%	19,55%	
	Especialista en residuos sólidos	SERS: No gestionado profundo	%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Especialista en residuos sólidos	SERS: No gestionado poco profundo	%	20,44%	19,95%	18,42%	17,90%	17,38%	16,87%	16,37%	15,89%	15,41%	14,93%	12,69%	13,19%	13,66%	
	Especialista en residuos sólidos	SERS: No categorizado	%	71,34%	71,39%	71,43%	71,86%	72,29%	72,72%	71,62%	72,04%	70,92%	71,33%	71,97%	65,36%	65,14%	
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Alimentos	%	39,77%	39,16%	38,57%	37,98%	37,40%	36,82%	36,25%	35,69%	35,14%	34,59%	34,06%	33,53%	33,01%	
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Jardinería y madera	%	16,40%	17,06%	17,75%	18,46%	19,20%	19,94%	20,71%	21,51%	22,34%	23,21%	24,10%	25,03%	26,00%	
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Papel	%	10,33%	10,32%	10,31%	10,31%	10,30%	10,29%	10,29%	10,28%	10,27%	10,27%	10,26%	10,25%	10,25%	
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Textil	%	1,26%	1,24%	1,23%	1,21%	1,20%	1,19%	1,17%	1,16%	1,14%	1,13%	1,12%	1,10%	1,09%	
Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Plásticos, otros inertes	%	32,24%	32,21%	32,14%	32,04%	31,90%	31,76%	31,58%	31,36%	31,10%	30,80%	30,46%	30,08%	29,65%		
5.C.1. Incineración de residuos	Especialista en residuos sólidos, Municipalidad de Asunción, C	Residuos hospitalarios	Gigagramos	0,12	0,32	0,57	0,63	0,66	0,69	0,72	0,59	0,64	0,66	0,66	0,35	0,76	
		Residuos industriales, agroquímicos, otros	Gigagramos														
5.C.2. Incineración abierta de residuos	INE	Población urbana	Habitantes	2.074.997	2.147.306	2.220.558	2.294.697	2.369.669	2.445.425	2.521.921	2.599.113	2.676.965	2.755.441	2.835.331	2.916.547	2.997.281	
	INE	Población rural	Habitantes	2.233.344	2.257.589	2.281.216	2.304.230	2.326.637	2.348.443	2.369.652	2.390.272	2.410.307	2.429.763	2.449.149	2.468.454	2.487.329	
	INE, Especialista en residuos sólidos	Población urbana que quema sus residuos	1/%	0,34	0,33	0,33	0,32	0,32	0,31	0,30	0,35	0,35	0,36	0,28	0,28	0,36	

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Residuos																
	INE, Especialista en residuos sólidos	Población rural que quema sus residuos	1/%	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,83	0,75	0,75	0,77	0,78	0,78	0,74
	Especialista en residuos sólidos	Tasa de generación per cápita urbana	Kg/hab/día	1,07	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17
	Especialista en residuos sólidos	Tasa de generación per cápita rural	Kg/hab/día	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
	D	Fracción de residuos que se quema sobre el total de residuos tratados	1/%	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Alimentos	%	39,77%	39,16%	38,57%	37,98%	37,40%	36,82%	36,25%	35,69%	35,14%	34,59%	34,06%	33,53%	33,01%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Jardinería y madera	%	16,40%	17,06%	17,75%	18,46%	19,20%	19,94%	20,71%	21,51%	22,34%	23,21%	24,10%	25,03%	26,00%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Papel	%	10,33%	10,32%	10,31%	10,31%	10,30%	10,29%	10,29%	10,28%	10,27%	10,27%	10,26%	10,25%	10,25%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Textil	%	1,26%	1,24%	1,23%	1,21%	1,20%	1,19%	1,17%	1,16%	1,14%	1,13%	1,12%	1,10%	1,09%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Plásticos, otros inertes	%	32,24%	32,21%	32,14%	32,04%	31,90%	31,76%	31,58%	31,36%	31,10%	30,80%	30,46%	30,08%	29,65%
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	INE	Población total	Habitantes	4.308.340,54	4.404.894,95	4.501.774,08	4.598.926,81	4.696.305,91	4.793.867,92	4.891.573,05	4.989.385,16	5.087.271,76	5.185.204,08	5.284.480,00	5.385.001,81	5.484.610,06
	INE	Fracción de la población en área urbana	1/%	0,48	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,52	0,52	0,53	0,53	0,54	0,54	0,55
	INE	Fracción de la población en área rural	1/%	0,52	0,51	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46	0,46	0,45
	FAO, FAOSTAT, Método estadístico de interpolación	Consumo per cápita de proteína de la dieta	kg/persona/año	25,55	25,55	25,55	26,52	27,50	28,47	28,47	28,47	28,35	28,22	27,78	28,21	27,70
	D	Fracción de Nitrógeno en la proteína	kg N/kg proteína	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
	D	Fracción de proteína no consumida	Fracción	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
	D	Fracción de protección de descarga industrial y comercial	Fracción	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
	D	Nitrógeno removido con lodo	Kilogramos	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
	D	Componente orgánico degradable	kg BOD per cápita/año	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Residuos																
	D	Factor de corrección para BOD industrial adicional eliminado en las cloacas		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Alcantarillado con tratamiento (lagunas anaeróbicas poco profundas)	1/%	2,62,E-03	2,67,E-03	2,72,E-03	2,76,E-03	2,80,E-03	2,84,E-03	2,87,E-03	2,90,E-03	2,90,E-03	2,93,E-03	3,36,E-03	3,36,E-03	3,24,E-03
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Alcantarillado sin tratamiento (ríos, etc.)	1/%	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,16	0,16	0,16
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	1/%	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,60	0,62	0,63	0,63	0,66	0,64	0,64	0,63
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	1/%	0,34	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22	0,22	0,19	0,19	0,19	0,21
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Rural: Alcantarillado sin tratamiento (ríos, etc.)	1/%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,47,E-04	2,00,E-03	2,00,E-03	3,64,E-03
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Rural: Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	1/%	0,15	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,25	0,22	0,24	0,24	0,26
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Rural: Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	1/%	0,85	0,83	0,82	0,81	0,80	0,78	0,77	0,75	0,75	0,78	0,75	0,75	0,74
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	BEN	Producción de etanol	Toneladas	24.083,04	26.911,52	29.308,71	27.646,79	19.512,46	15.932,85	12.161,35	4.794,21	3.588,34	11.282,49	1.909,47	694,38	795,60
	FAOSTAT	Producción de leche (vacuno)	Toneladas	204.836,69	218.150,76	231.590,92	261.340,73	263.953,47	324.662,39	366.349,13	402.983,68	403.704,00	333.969,35	299.194,56	300.283,20	340.315,21
	FAOSTAT	Producción de carne (vacuno, cerdo, pollo)	Toneladas	300.199,74	323.862,24	343.361,59	337.277,00	352.544,27	359.725,67	349.801,80	370.402,50	378.855,79	376.119,68	278.233,70	281.298,23	275.199,12
	FAOSTAT, Método estadístico progresión geométrica	Producción de cerveza	Toneladas	97.977,60	103.420,80	103.420,80	155.131,20	156.945,60	176.904,00	167.832,00	165.110,40	208.656,00	204.120,00	199.584,00	235.872,00	215.006,40

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Residuos																
	FAO, IICA, Método estadístico progresión geométrica	Producción de aceite (palma, girasol, colza, soja)	Toneladas	106.272,44	111.985,10	118.215,51	123.002,12	139.276,43	145.942,62	163.961,32	162.673,65	175.990,37	192.519,58	199.631,77	201.234,48	209.971,72
	United States Department of Agriculture	Producción de azúcar	Toneladas	120.000,00	89.000,00	110.000,00	110.000,00	95.000,00	105.000,00	110.000,00	105.000,00	120.000,00	125.000,00	112.000,00	85.000,00	100.000,00
	Equipo técnico	Etanol: Anaeróbico	%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%
	Equipo técnico	Etanol: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Cerveza: Anaeróbico	%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%
	Equipo técnico	Cerveza: Aeróbico	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
	Equipo técnico	Cerveza: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Leche: Anaeróbico	%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%
	Equipo técnico	Leche: Aeróbico	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
	Equipo técnico	Leche: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Carne: Anaeróbico	%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
	Equipo técnico	Carne: Aeróbico	%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%
	Equipo técnico	Carne: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Azúcar: Anaeróbico	%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%
	Equipo técnico	Azúcar: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Aceite: Anaeróbico	%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%
	Equipo técnico	Aceite: Aeróbico	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
	Equipo técnico	Aceite: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
D		Aguares residuales generadas: Carne	m³/t	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
D		Aguares residuales generadas: Leche	m³/t	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
D		Aguares residuales generadas: Etanol	m³/t	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
D		Aguares residuales generadas: Cerveza	m³/t	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
D		Aguares residuales generadas: Aceite	m³/t	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
D		Aguares residuales generadas: Azúcar	m³/t	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
D		COD: Carne	kg/m²	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
D		COD: Leche	kg/m²	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
D		COD: Etanol	kg/m²	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
D		COD: Cerveza	kg/m²	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90
D		COD: Aceite	kg/m²	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
D		COD: Azúcar	kg/m²	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
D		Separación de lodos	kg COD/año	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
D		Recuperación de CH ₄	kg CH ₄ /año	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

Referencias: C = Información confidencial; D = Por defecto; s/d = Sin datos; Sombreado en naranja = datos estimados por métodos estadísticos en el inventario anterior; Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos en inventario actual.

Serie temporal 2003 – 2015

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Residuos																
5.A. Eliminación de residuos sólidos	INE	Población total país	Millones de habitantes	5,58	5,68	5,78	5,88	5,97	6,07	6,17	6,27	6,36	6,46	6,56	6,66	6,76
	Especialista en residuos sólidos	Tasa de generación percapita total país	Kg/hab/año	278,37	280,90	283,35	285,74	288,06	290,34	292,62	294,92	290,15	285,48	280,92	276,44	272,04
	Especialista en residuos sólidos	Recolección de residuo sólido municipal total país	%	51,50%	47,03%	44,35%	40,77%	38,09%	45,32%	48,05%	51,42%	52,18%	52,93%	54,92%	55,40%	57,70%
	Especialista en residuos sólidos	SERS: Manejo anaeróbico	%	1,71%	6,44%	11,48%	13,36%	13,51%	13,47%	13,62%	13,60%	13,74%	13,69%	18,96%	17,37%	20,32%
	Especialista en residuos sólidos	SERS: Manejo semi-aerobico	%	19,26%	15,48%	10,99%	8,66%	5,70%	6,32%	6,95%	7,57%	7,89%	8,28%	8,63%	8,95%	9,24%
	Especialista en residuos sólidos	SERS: No gestionado profundo	%	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%
	Especialista en residuos sólidos	SERS: No gestionado poco profundo	%	12,61%	13,22%	12,00%	11,71%	11,35%	11,13%	11,99%	10,61%	8,01%	7,29%	8,44%	9,47%	8,64%
	Especialista en residuos sólidos	SERS: No categorizado	%	66,43%	64,86%	65,54%	66,27%	69,44%	69,08%	67,44%	68,22%	70,36%	70,74%	63,96%	64,21%	61,80%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Alimentos	%	32,50%	32,00%	31,51%	31,02%	30,54%	30,07%	29,60%	28,79%	27,99%	27,22%	26,47%	25,74%	25,04%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Jardinería y madera	%	27,00%	28,05%	29,13%	30,26%	31,43%	32,64%	33,90%	35,58%	37,34%	39,19%	41,14%	43,17%	45,31%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Papel	%	10,24%	10,23%	10,23%	10,22%	10,21%	10,21%	10,20%	9,90%	9,62%	9,34%	9,07%	8,80%	8,55%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Textil	%	1,08%	1,06%	1,05%	1,04%	1,02%	1,01%	1,00%	0,96%	0,91%	0,87%	0,83%	0,80%	0,76%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Plásticos, otros inertes	%	29,18%	28,66%	28,09%	27,47%	26,80%	26,08%	25,30%	24,78%	24,13%	23,37%	22,49%	21,48%	20,34%
5.C.1. Incineración de residuos	Especialista en residuos sólidos, Municipalidad de Asunción, C	Residuos hospitalarios	Gigagramos	0,89	1,07	1,69	1,62	2,12	2,16	1,85	1,78	1,71	1,64	1,57	1,43	1,31
		Residuos industriales, agroquímicos, otros	Gigagramos									0,09	2,43			
5.C.2. Incineración abierta de residuos	INE	Población urbana	Habitantes	3.077.618	3.157.686	3.237.475	3.320.704	3.403.819	3.486.807	3.569.718	3.652.713	3.738.905	3.825.311	3.911.850	3.998.524	4.085.396
	INE	Población rural	Habitantes	2.505.866	2.524.186	2.542.294	2.556.619	2.570.847	2.584.974	2.599.039	2.613.163	2.624.371	2.635.730	2.647.177	2.658.708	2.670.360
	INE, Especialista en residuos sólidos	Población urbana que quema sus residuos	1/%	0,35	0,33	0,33	0,32	0,30	0,31	0,32	0,28	0,30	0,28	0,25	0,22	0,20
	INE, Especialista en residuos sólidos	Población rural que quema sus residuos	1/%	0,76	0,78	0,78	0,81	0,82	0,79	0,76	0,80	0,82	0,86	0,75	0,77	0,71
	Especialista en residuos sólidos	Tasa de generación percapita urbana	Kg/hab/día	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,22	1,20	1,18	1,15	1,13
	Especialista en residuos sólidos	Tasa de generación percapita rural	Kg/hab/día	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20
	D	Fracción de residuos que se	1/%	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Residuos																
		quema sobre el total de residuos tratados														
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Alimentos	%	32,50%	32,00%	31,51%	31,02%	30,54%	30,07%	29,60%	28,79%	27,99%	27,22%	26,47%	25,74%	25,04%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Jardinería y madera	%	27,00%	28,05%	29,13%	30,26%	31,43%	32,64%	33,90%	35,58%	37,34%	39,19%	41,14%	43,17%	45,31%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Papel	%	10,24%	10,23%	10,23%	10,22%	10,21%	10,21%	10,20%	9,90%	9,62%	9,34%	9,07%	8,80%	8,55%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Textil	%	1,08%	1,06%	1,05%	1,04%	1,02%	1,01%	1,00%	0,96%	0,91%	0,87%	0,83%	0,80%	0,76%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Plásticos, otros inertes	%	29,18%	28,66%	28,09%	27,47%	26,80%	26,08%	25,30%	24,78%	24,13%	23,37%	22,49%	21,48%	20,34%
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	INE	Población total	Habitantes	5.583.483,70	5.681.872,00	5.779.768,79	5.877.322,99	5.974.665,91	6.071.780,95	6.168.757,48	6.265.876,70	6.363.276,49	6.461.040,86	6.559.027,14	6.657.232,00	6.755.755,99
	INE	Fracción de la población en área urbana	1/%	0,55	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60
	INE	Fracción de la población en área rural	1/%	0,45	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40
	FAO, FAOSTAT, Método estadístico de interpolación	Consumo percapita de proteína de la dieta	kg/persona/año	26,28	25,55	25,19	24,56	23,83	23,62	24,24	24,71	25,19	24,82	24,31	23,73	24,09
	D	Fracción de Nitrógeno en la proteína	kg N/kg proteína	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
	D	Fracción de proteína no consumida	Fracción	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
	D	Fracción de protección de descarga industrial y comercial	Fracción	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
	D	Nitrogeno removido con lodo	Kilogramos	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
	D	Componente orgánico degradable	kg BOD percapita/año	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60
	D	Factor de corrección para BOD industrial adicional eliminado en las cloacas		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método	Urbano: Alcantarillado con tratamiento (lagunas)	1/%	3,54,E-03	2,84,E-03	3,12,E-03	3,15,E-03	3,44,E-03	3,19,E-03	3,38,E-03	2,75,E-03	3,20,E-03	3,38,E-03	3,19,E-03	3,29,E-03	3,67,E-03

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor													
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Residuos																	
	estadístico de media geométrica	anaeróbicas poco profundas)															
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Alcantarillado sin tratamiento (ríos, etc.)	1/%	0,17	0,14	0,15	0,15	0,17	0,16	0,17	0,13	0,16	0,17	0,16	0,16	0,18	
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	1/%	0,63	0,68	0,69	0,68	0,70	0,73	0,71	0,76	0,76	0,76	0,78	0,77	0,76	
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	1/%	0,19	0,18	0,16	0,16	0,13	0,11	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Rural: Alcantarillado sin tratamiento (ríos, etc.)	1/%	2,10,E-03	1,41,E-03	1,13,E-03	2,25,E-03	3,09,E-03	4,85,E-03	0,01	4,03,E-03	6,27,E-04	5,06,E-04	0,03	0,01	0,04	
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Rural: Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	1/%	0,31	0,30	0,35	0,36	0,42	0,43	0,40	0,41	0,48	0,45	0,53	0,58	0,55	
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Rural: Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	1/%	0,69	0,70	0,64	0,63	0,58	0,57	0,59	0,59	0,51	0,55	0,45	0,41	0,41	
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	BEN	Producción de etanol	Toneladas	795,60	412,92	26.898,06	25.903,35	42.885,58	46.238,34	85.237,00	115.074,47	122.137,06	131.065,32	151.392,66	168.155,18	199.200,17	
	FAOSTAT	Producción de leche (vacuno)	Toneladas	344.736,00	328.442,69	337.823,14	355.622,40	378.302,40	400.982,40	423.662,40	444.845,52	464.486,40	467.208,00	469.929,60	476.280,00	467.208,00	
	FAOSTAT	Producción de carne (vacuno, cerdo, pollo)	Toneladas	274.258,35	267.120,50	296.900,25	343.265,43	294.362,81	324.534,47	343.356,15	373.018,87	379.329,35	339.367,19	416.046,46	504.301,59	491.092,76	
	FAOSTAT, Método estadístico progresión geométrica	Producción de cerveza	Toneladas	220.449,60	222.264,00	217.728,00	136.080,00	136.080,00	136.080,00	127.008,00	136.080,00	136.080,00	136.080,00	136.080,00	137.200,00	138.329,22	
	FAO, IICA, Método estadístico progresión geométrica	Producción de aceite (palma, girasol, colza, soja)	Toneladas	220.393,45	246.298,00	257.679,00	258.893,00	328.322,00	353.074,00	311.259,00	382.002,00	400.517,00	211.063,00	665.599,00	653.961,54	766.045,11	
	United States Department of Agriculture	Producción de azúcar	Toneladas	120.000,00	115.000,00	119.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	120.000,00	
	Equipo técnico	Etanol: Anaeróbico	%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%
	Equipo técnico	Etanol: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor												
				2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Residuos																
	Equipo técnico	Cerveza: Anaeróbico	%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%
	Equipo técnico	Cerveza: Aeróbico	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
	Equipo técnico	Cerveza: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Leche: Anaeróbico	%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%
	Equipo técnico	Leche: Aeróbico	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
	Equipo técnico	Leche: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Carne: Anaeróbico	%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
	Equipo técnico	Carne: Aeróbico	%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%
	Equipo técnico	Carne: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Azucar: Anaeróbico	%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%
	Equipo técnico	Azucar: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Aceite: Anaeróbico	%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%
	Equipo técnico	Aceite: Aeróbico	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
	Equipo técnico	Aceite: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
D		Aguas residuales generadas: Carne	m ³ /t	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
D		Aguas residuales generadas: Leche	m ³ /t	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
D		Aguas residuales generadas: Etanol	m ³ /t	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
D		Aguas residuales generadas: Cerveza	m ³ /t	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
D		Aguas residuales generadas: Aceite	m ³ /t	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
D		Aguas residuales generadas: Azucar	m ³ /t	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
D		COD: Carne	kg/m ²	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
D		COD: Leche	kg/m ²	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
D		COD: Etanol	kg/m ²	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
D		COD: Cerveza	kg/m ²	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90
D		COD: Aceite	kg/m ²	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
D		COD: Azucar	kg/m ²	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
D		Separación de lodos	kg COD/año	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
D		Recuperación de CH ₄	kg CH ₄ /año	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

Referencias: C = Información confidencial; D = Por defecto; s/d = Sin datos; Sombreado en naranja = datos estimados por métodos estadísticos en el inventario anterior; Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos en inventario actual.

Serie temporal 2016 – 2019

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor			
				2016	2017	2018	2019
Residuos							
5.A. Eliminación de residuos sólidos	INE	Población total país	Millones de habitantes	6,85	6,95	7,05	7,15
	Especialista en residuos sólidos	Tasa de generación percapita total país	Kg/hab/año	275,19	272,06	268,92	265,77
	Especialista en residuos sólidos	Recolección de residuo sólido municipal total país	%	58,12%	59,09%	59,62%	60,30%
	Especialista en residuos sólidos	SERS: Manejo anaeróbico	%	16,55%	17,09%	18,18%	18,62%
	Especialista en residuos sólidos	SERS: Manejo semi-aerobico	%	9,55%	9,81%	9,73%	9,68%

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor			
				2016	2017	2018	2019
Residuos							
	Especialista en residuos sólidos	SERS: No gestionado profundo	%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Especialista en residuos sólidos	SERS: No gestionado poco profundo	%	9,14%	8,86%	7,65%	9,76%
	Especialista en residuos sólidos	SERS: No categorizado	%	64,76%	64,24%	64,45%	61,94%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Alimentos	%	24,35%	23,68%	23,02%	22,39%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Jardinería y madera	%	47,56%	49,91%	52,39%	54,98%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Papel	%	8,30%	8,06%	7,83%	7,60%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Textil	%	0,73%	0,69%	0,66%	0,63%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Plásticos, otros inertes	%	19,07%	17,65%	16,10%	14,39%
5.C.1. Incineración de residuos	Especialista en residuos sólidos, Municipalidad de Asunción, C	Residuos hospitalarios	Gigagramos	1,28	1,19	0,29	0,84
		Residuos industriales, agroquímicos, otros	Gigagramos	0,06	0,00	0,59	
	INE	Población urbana	Habitantes	4.174.834	4.264.473	4.354.253	4.444.274
	INE	Población rural	Habitantes	2.679.702	2.689.173	2.698.730	2.708.428
	INE, Especialista en residuos sólidos	Población urbana que quema sus residuos	1/%	0,22	0,25	0,24	0,18
	INE, Especialista en residuos sólidos	Población rural que quema sus residuos	1/%	0,79	0,78	0,76	0,71
	Especialista en residuos sólidos	Tasa de generación per cápita urbana	Kg/hab/día	1,11	1,09	1,07	1,05
	Especialista en residuos sólidos	Tasa de generación per cápita rural	Kg/hab/día	0,20	0,20	0,20	0,20
5.C.2. Incineración abierta de residuos	D	Fracción de residuos que se quema sobre el total de residuos tratados	1/%	0,60	0,60	0,60	0,60
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Alimentos	%	24,35%	23,68%	23,02%	22,39%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Jardinería y madera	%	47,56%	49,91%	52,39%	54,98%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Papel	%	8,30%	8,06%	7,83%	7,60%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Textil	%	0,73%	0,69%	0,66%	0,63%
	Especialista en residuos sólidos	Composición de los residuos total país: Plásticos, otros inertes	%	19,07%	17,65%	16,10%	14,39%
	INE	Población total	Habitantes	6.854.535,75	6.953.646,03	7.052.983,00	7.152.703,00
	INE	Fracción de la población en área urbana	1/%	0,61	0,61	0,62	0,62
	INE	Fracción de la población en área rural	1/%	0,39	0,39	0,38	0,38
	FAO, FAOSTAT, Método estadístico de interpolación	Consumo percapita de proteína de la dieta	kg/persona/año	24,71	24,71	24,71	24,71
	D	Fracción de Nitrógeno en la proteína	kg N/kg proteína	0,16	0,16	0,16	0,16
	D	Fracción de proteína no consumida	Fracción	1,10	1,10	1,10	1,10
	D	Fracción de protección de descarga industrial y comercial	Fracción	1,25	1,25	1,25	1,25
	D	Nitrogeno removido con lodo	Kilogramos	0,00	0,00	0,00	0,00
	D	Componente orgánico degradable	kg BOD percapita/año	14,60	14,60	14,60	14,60
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	D	Factor de corrección para BOD industrial adicional eliminado en las cloacas		1,00	1,00	1,00	1,00
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Alcantarillado con tratamiento (lagunas anaeróbicas poco profundas)	1/%	3,12,E-03	3,04,E-03	2,71,E-03	2,86,E-03
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Alcantarillado sin tratamiento (ríos, etc.)	1/%	0,15	0,15	0,13	0,14
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	1/%	0,78	0,79	0,81	0,82
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	1/%	0,06	0,06	0,05	0,04
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Rural: Alcantarillado sin tratamiento (ríos, etc.)	1/%	4,76,E-03	0,01	1,63,E-03	3,50,E-03

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor			
				2016	2017	2018	2019
Residuos							
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Rural: Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	1/%	0,56	0,64	0,65	0,69
	Equipo técnico basado en datos de INE y Método estadístico de media geométrica	Rural: Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	1/%	0,44	0,35	0,34	0,31
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	BEN	Producción de etanol	Toneladas	233.557,08	241.768,26	263.842,58	312.166,08
	FAOSTAT	Producción de leche (vacuno)	Toneladas	462.672,00	417.137,82	429.964,72	435.540,37
	FAOSTAT	Producción de carne (vacuno, cerdo, pollo)	Toneladas	523.291,10	585.989,51	561.856,18	557.448,09
	FAOSTAT, Método estadístico progresión geométrica	Producción de cerveza	Toneladas	139.467,73	140.615,61	141.772,94	142.939,80
	FAO, IICA, Método estadístico progresión geométrica	Producción de aceite (palma, girasol, colza, soja)	Toneladas	830.782,33	886.433,45	947.599,05	1.015.243,56
	United States Department of Agriculture	Producción de azúcar	Toneladas	135.000,00	140.000,00	140.000,00	140.000,00
	Equipo técnico	Etanol: Anaeróbico	%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%
	Equipo técnico	Etanol: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Cerveza: Anaeróbico	%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%
	Equipo técnico	Cerveza: Aeróbico	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
	Equipo técnico	Cerveza: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Leche: Anaeróbico	%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%
	Equipo técnico	Leche: Aeróbico	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
	Equipo técnico	Leche: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Carne: Anaeróbico	%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
	Equipo técnico	Carne: Aeróbico	%	40,00%	40,00%	40,00%	40,00%
	Equipo técnico	Carne: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Azucar: Anaeróbico	%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%
	Equipo técnico	Azucar: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	Equipo técnico	Aceite: Anaeróbico	%	70,00%	70,00%	70,00%	70,00%
	Equipo técnico	Aceite: Aeróbico	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
	Equipo técnico	Aceite: Río	%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
	D	Aguas residuales generadas: Carne	m ³ /t	13,00	13,00	13,00	13,00
	D	Aguas residuales generadas: Leche	m ³ /t	7,00	7,00	7,00	7,00
	D	Aguas residuales generadas: Etanol	m ³ /t	24,00	24,00	24,00	24,00
	D	Aguas residuales generadas: Cerveza	m ³ /t	6,30	6,30	6,30	6,30
	D	Aguas residuales generadas: Aceite	m ³ /t	3,10	3,10	3,10	3,10
	D	Aguas residuales generadas: Azucar	m ³ /t	11,00	11,00	11,00	11,00
	D	COD: Carne	kg/m ²	4,10	4,10	4,10	4,10
	D	COD: Leche	kg/m ²	2,70	2,70	2,70	2,70
	D	COD: Etanol	kg/m ²	11,00	11,00	11,00	11,00
	D	COD: Cerveza	kg/m ²	2,90	2,90	2,90	2,90
	D	COD: Aceite	kg/m ²	0,85	0,85	0,85	0,85
D	COD: Azucar	kg/m ²	3,20	3,20	3,20	3,20	
D	Separacion de lodos	kg COD/año	0,00	0,00	0,00	0,00	
D	Recuperación de CH ₄	kg CH ₄ /año	0,00	0,00	0,00	0,00	

Referencias: C = Información confidencial; D = Por defecto; s/d = Sin datos; Sombreado en naranja = datos estimados por métodos estadísticos en el inventario anterior; Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos en inventario actual.

Anexo 3.5.2. Sector Residuos: factores de emisión utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor								
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NOx	CO	COVDM	SOx
Residuos												
5.A. Eliminación de residuos sólidos	D	Carbono orgánico degradable que se descompone (DOCf)			0,50							
	D	Factor de corrección para el metano (MCF)	Gestionado – anaeróbico	Adimensional		1,00						
	D		Gestionado – semi-aeróbico	Adimensional		0,50						
	D		No gestionado – profundo (>5 m desechos) y/o capa freática elevada	Adimensional		0,80						
	D		No gestionado – poco profundo (<5m de desechos)	Adimensional		0,40						
	D		No categorizado	Adimensional		0,60						
	D		CH ₄ en el gas de vertedero generado (F)			0,50						
	D	Factor de oxidación (OX)		Adimensional		0,00						
	D	Tiempo de retardo		Meses		6,00						
	D	Recuperación de metano (R)		Gigagramos		0,00						
	D	Vida media (t 1/2) - Humedo y seco	Papel/textil	Años		10,00						
	D		Madera/paja	Años		20,00						
	D		Jardín/parques	Años		4,00						
	D	Indice de generación de metano (K) - Zona tropical	Papel/carton			0,07						
	D		Textiles			0,07						
	D		Desechos de alimentos				0,40					
	D		Madera				0,04					
	D		Desechos de jardines y parques				0,17					
	D	Contenido de carbono orgánico degradable (DOC) en % de desechos	Papel/carton	%		40,00						
	D		Textiles	%		24,00						
	D		Desechos de alimentos	%			15,00					
	D		Madera	%			43,00					
	D		Desechos de jardines y parques	%			20,00					
	D		Pañales	%			24,00					

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NOx	CO	COVDM	SOx	
Residuos													
	D	FE para Tratamiento biológico de residuos - Disposición de residuos sólidos en tierra	Gg/ Gg residuo									1,56,E-03	
5.C.1. Incineración de residuos	D, Especialista en residuos sólidos	Residuos industriales	Contenido de materia seca en % del peso húmedo		0,50								
	D		Contenido de carbono total en % del peso en seco		0,50								
	D		Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total		0,90								
	D		Factor de oxidación en % de la entrada de carbono		1,00								
	D, C	Residuos clínicos	Contenido de materia seca en % del peso húmedo		0,65								
	D		Contenido de carbono total en % del peso en seco		0,60								
	D		Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total		0,40								
	D		Factor de oxidación en % de la entrada de carbono		1,00								
	D	FE para clínico e industrial	Kg N ₂ O/Gg residuos				100,00						
	D	FE para incineración de residuos industriales, incluidos desechos peligrosos y lodos	Gg/ Gg de residuo						8,70,E-04	7,00,E-05	0,01	4,70,E-05	
D	FE para incineración de residuos clínicos	Gg/ Gg de residuo						2,30,E-03	1,90,E-04	7,00,E-04	5,40,E-04		
5.C.2. Incineración abierta de residuos	D	Contenido de materia seca en % del peso húmedo	Papel		0,90								
	D		Textil		0,80								
	D		Alimento		0,40								
	D		Jardín		0,40								
	D		Plásticos		1,00								
	D		Otros residuos inertes		0,90								
	D		Papel		0,46								
	D	Textil		0,50									

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor								
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆	NOx	CO	COVDM	SOx
Residuos												
	D	Contenido de carbono total en % del peso en seco	Alimento		0,38							
	D		Jardín		0,49							
	D		Plásticos		0,75							
	D		Otros residuos inertes		0,03							
	D	Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total	Papel		0,01							
	D		Textil		0,16							
	D		Alimento		0,00							
	D		Jardín		0,00							
	D		Plásticos		0,80							
	D	Otros residuos inertes		0,03								
	D	Factor de oxidación en % de la entrada de carbono	Papel		0,58							
	D		Textil		0,58							
	D		Alimento		0,58							
	D		Jardín		0,58							
	D		Plásticos		0,58							
	D		Otros residuos inertes		0,58							
D	FE		kg CH ₄ /Gg residuos húmedo			6.500,00						
D	FE		kg N ₂ O/Gg residuos húmedo				150,00					
5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	D	Factor de corrección para el metano (MCF)	Eliminación en río, lago y mar	Adimensional		0,10						
	D		Letrina con clima húmedo/descarga por agua, capa freática más alta que la letrina	Adimensional		0,70						
	D		Sistema séptico	Adimensional		0,50						
	D		Laguna anaeróbica poco profunda	Adimensional		0,20						
	D	Capacidad máxima de producción de metano	Kg CH ₄ /kg BOD			0,60						
	D	FE	Kg N ₂ O de efluentes con N/Kg N				0,005					
5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	D	Factor de corrección para el metano (MCF)	Eliminación en río, lago y mar	Adimensional		0,10						
	D		Laguna anaeróbica poco profunda	Adimensional		0,20						
	D		Planta de tratamiento aeróbico	Adimensional		0,10						
	D	Capacidad máxima de producción de metano	Kg CH ₄ /kg COD			0,25						

Referencias: C = Información confidencial; D = Por defecto; CS = País específico; PS = Planta específica; FE = Factor de emisión; Sombreado en naranja = datos estimados por métodos estadísticos en el inventario anterior.
Fuente: Los FE de gases directos disponibles en las Directrices del IPCC de 2006 y los FE de gases precursores disponibles en la Guía del EMEP/EEA de 2019.

Anexo 4. Balance nacional de energía del año 2019

Actividad	TJ 2019																							TOTAL	
	Carbón mineral	Total no renovables	Hydroenergía	Leña	Productos de caña	Otra biomasa	Total renovables	Total primarias	Electricidad	Total electricidad	Gas licuado de petróleo	Gasolina	Gasolina total	Kerosene y Jet Fuel	Diesel Oil	Fuel Oil	Coque de petróleo	Productos petroleros no energéticos	Total productos de petróleo	Carbón vegetal	Etanol	Total bio-combustibles	Total secundarias		
Producción	0	0	194843,58	98533,4	45916,47	23692,09	362985,54	362985,54	177924,08	177924,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11617,42	8172,97	19790,38	197714,46	362985,54	
Importación	48,12	48,12	0	0	0	0	0	48,12	0	0	4192,43	30328,49	30328,49	2885,37	67449,22	233,89	1707,98	2223,38	109020,76	52,54	0	52,54	109073,31	109121,43	
Exportación	0	0	0	0	0	0	0	0	114236,85	114236,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3017,74	0	3017,74	117254,59	117254,59	
Electricidad cedida a Argentina	0	0	0	0	0	0	0	0	26760,61	26760,61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26760,61	
Electricidad cedida a Brasil	0	0	0	0	0	0	0	0	87007,06	87007,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87007,06	
Otras exportaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3017,74	0	3017,74	3017,74	
Electricidad exportada por ANDE	0	0	0	0	0	0	0	0	469,17	469,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	469,17	
Variación de inventarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175,91	1147,39	1147,39	17,26	1113,45	0	0	0	-124,72	0	0	0	0	-124,72	
No aprovechado	0	0	7394,31	0	0	0	7394,31	7394,31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7394,31
OFERTA TOTAL	48,12	48,12	187449,27	98533,4	45916,47	23692,09	355591,23	355639,35	63687,23	63687,23	4016,51	31475,88	31475,88	2902,63	66335,76	233,89	1707,98	2223,38	108896,05	8652,22	8172,97	16825,19	189408,46	347333,35	
Centrales eléctricas	0	0	187449,27	0	0	0	187449,27	187449,27	177924,08	177924,08	0	0	0	0	-22,46	0	0	0	0	0	0	0	0	177924,08	-9547,65
Centrales hidráulicas	0	0	187449,27	0	0	0	187449,27	187449,27	177916,78	177916,78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177916,78	-9532,49
--Insumos	0	0	187449,27	0	0	0	187449,27	187449,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	187449,27
--Productos	0	0	0	0	0	0	0	0	177916,78	177916,78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177916,78	177916,78
Centrales térmicas	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	7,3	0	0	0	0	-22,46	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	-15,15
--Insumos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,46	0	0	0	22,46	0	0	0	0	22,46	22,46
--Productos	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	7,3
Carboneras	0	0	0	23612,27	0	0	23612,27	23612,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11617,42	0	11617,42	11617,42	11994,85	
Insumos	0	0	0	23612,27	0	0	23612,27	23612,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23612,27
Productos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11617,42	0	11617,42	11617,42	11617,42	
Destilerías de etanol	0	0	0	0	45916,47	0	45916,47	45916,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8172,97	8172,97	8172,97	-37743,5

TJ 2019																									
Actividad	Carbón mineral	Total no renovables	Hydroenergía	Leña	Productos de caña	Otra biomasa	Total renovables	Total primarias	Electricidad	Total electricidad	Gas licuado de petróleo	Gasolina	Gasolina total	Kerosene y Jet Fuel	Diesel Oil	Fuel Oil	Coque de petróleo	Productos petroleros no energéticos	Total productos de petróleo	Carbón vegetal	Etanol	Total bio-combustibles	Total secundarias	TOTAL	
Insumos	0	0	0	0	45916,47	0	45916,47	45916,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45916,47
Productos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8172,97	8172,97	8172,97	8172,97	
TOTAL TRANSFORMACION	0	0	187449,27	23612,27	45916,47	0	256978,01	256978,01	0	0	0	0	0	0	-22,46	0	0	0	-22,46	0	0	0	-22,46	59286,01	
Sector residencial y comercial	0	0	0	41334,09	0	0	41334,09	41334,09	28271,66	28271,66	3619,9	0	0	13,42	0	1,46	0	0	3634,78	8520	19,99	8539,99	40446,43	81780,52	
Residencial	0	0	0	0	0	0	0	0	19912,55	19912,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19912,55	
Comercial	0	0	0	0	0	0	0	0	8359,11	8359,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8359,11	
Residencial + comercial	0	0	0	41334,09	0	0	41334,09	41334,09	0	0	3619,9	0	0	13,42	0	1,46	0	0	3634,78	8520	19,99	8539,99	12174,77	53508,86	
Sector transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	347,52	31416,92	31416,92	2882,6	66313,31	0	0	0	0	100960,34	0	8133,48	8133,48	109093,83	109093,83	
Sector industrial	48,12	48,12	0	33355,38	0	23692,09	57047,47	57095,59	8603,1	8603,1	49,1	58,96	58,96	6,62	0	232,43	1707,98	0	2055,09	132,22	19,49	151,71	10809,9	67905,5	
Sector público y otros	0	0	0	231,66	0	0	231,66	231,66	9325,92	9325,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9325,92	
General	0	0	0	0	0	0	0	0	4681,56	4681,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4681,56	
Gubernamental	0	0	0	0	0	0	0	0	2818,61	2818,61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2818,61	
Alumbrado público	0	0	0	0	0	0	0	0	1825,75	1825,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1825,75	
Otros	0	0	0	231,66	0	0	231,66	231,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231,66	
CONSUMO ENERGETICO	48,12	48,12	0	74921,13	0	23692,09	98613,22	98661,34	46200,68	46200,68	4016,51	31475,88	31475,88	2902,63	66313,31	233,89	1707,98	0	106650,21	8652,22	8172,97	16825,19	169676,08	268337,42	
Consumo no energético	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2223,38	2223,38	0	0	0	0	2223,38	
CONSUMO FINAL	48,12	48,12	0	74921,13	0	23692,09	98613,22	98661,34	46200,68	46200,68	4016,51	31475,88	31475,88	2902,63	66313,31	233,89	1707,98	2223,38	108873,59	8652,22	8172,97	16825,19	171899,46	270560,8	
Consumo del sector energético	0	0	0	0	0	0	0	0	1401,87	1401,87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1401,87	
Autoconsumos eléctricos	0	0	0	0	0	0	0	0	1369,49	1369,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1369,49	
Autoconsumos de la empresa ANDE	0	0	0	0	0	0	0	0	32,38	32,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32,38	
Pérdidas	0	0	0	0	0	0	0	0	16084,67	16084,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16084,67	
Pérdidas en transporte y distribución	0	0	0	0	0	0	0	0	16084,67	16084,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16084,67	
AJUSTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: VMME/MOPC, 2021 (basado en el BEN 2019).

Anexo 5. Cualquier otra información relevante

Anexo 5.1. Llenado de vacíos de información

Introducción

En los grupos de AFOLU y NO AFOLU, los vacíos de información son más bien estructurales relacionadas a la realidad del país; un deficiente sistema de información de las Instituciones Públicas, datos incompletos con poca integridad y la persistente reticencia de las instituciones privadas de dar información de sus actividades. Estas dificultades se pueden subsanar, en parte, con la coordinación, gestión y trabajo conjunto con las fuentes, concienciación y con buenas interacciones con los responsables, de modo propender a la obtención de datos confiables e íntegros. Hasta el momento se ha observado estos inconvenientes que reflejan solo una parte de los datos del inventario, pues en general los datos cumplen con las especificaciones y directrices del IPCC y pueden considerarse confiables y exhaustivos, y de ellos pueden calcularse sus FDP y por consiguiente realizar mejores cálculos de incertidumbre.

Metodología

Los vacíos en la base de datos, que en adelante llamaremos imputaciones de valores ausentes o perdidos conocido en los paquetes estadísticos como missing value, se trataran con tres procedimientos, según sea la cantidad de valores perdidos. En un primer caso, cuando los valores perdidos son menos del 10% de la cantidad de datos y si no se presentan en los extremos, comienzo y final de la serie, se aplica el procedimiento de imputación llamado “reemplazo de valores perdidos” o RMV. Si la serie de datos tienen valores perdidos en los extremos o son más del 10% del total de datos se aplica el método de Imputación Múltiple cuyo método de imputación es personalizado completamente condicional o MCMC (Monte Carlo con Cadenas de Márkov) método adecuado para patrones arbitrarios de valores perdidos y cuando se cuenta con series referenciales para la regresión, que llamamos Vecino más Cercano, es un procediendo que utiliza la inferencia bayesiana y un tercer método aplicado, es el exponencial cuando los anteriores no han dado consistencia con la serie, de acuerdo a los expertos encargados de los datos de actividad del inventario. Adicionalmente recurrimos a las fuentes de datos para corroborar y corregir la falta de integridad. Una mejora en la metodología de llenado de vacíos adecuadas a directivas del IPCC se presenta el anexo 1, como “Definiciones de métodos utilizados y contexto de directivas del IPCC”.

Definiciones de métodos utilizados y contexto de directivas del IPCC

A continuación, se citan los métodos utilizados para llenado de vacíos de información, llamados en las directivas del IPCC como técnicas de empalme.

Método RMV: Método que se encuentra en el software estadístico SPSS, que tiene como objeto reemplazar valores perdidos, por su sigla RMV, y consiste en crear nuevas variables de *series temporales* a partir de otras existentes, reemplazando los valores perdidos por estimaciones calculadas mediante uno de los distintos métodos posibles. Los nombres predeterminados de las nuevas variables se componen de los seis primeros caracteres de las variables existentes utilizadas para crearlas, seguidos por un carácter de subrayado y un número secuencial. De todas las opciones, para este trabajo, se utiliza el método de tendencia lineal al punto.

Tendencia lineal en el punto: Reemplaza los valores perdidos de la serie por la tendencia lineal en ese punto. Se hace una regresión de la serie existente sobre una variable índice escalada de 1 a n . Los valores perdidos se sustituyen por sus valores pronosticados.

Método IM: El objetivo de la imputación múltiple (IM) es generar valores posibles para los valores perdidos, creando así varios conjuntos de datos "completos". Los procedimientos analíticos que trabajan con conjuntos de datos de imputación múltiple producen resultados para cada conjunto de datos "completo", además de resultados combinados que estiman cuáles habrían sido los resultados si el conjunto de datos original no tuviera valores perdidos. Estos resultados combinados suelen ser más precisos que los proporcionados por métodos de imputación individual. De los disponibles se utiliza el de especificación totalmente condicional.

Especificación totalmente condicional: Éste es un método de Monte Carlo y cadenas de Márkov (MCMC) iterativo que puede utilizarse cuando el patrón de datos perdidos es arbitrario (monotónico o no monotónico). El método de especificación totalmente condicional (FCS) ajusta un modelo univariante (variable dependiente simple) para cada iteración y variable en el orden especificado en la lista de variables utilizando como predictores todas las demás variables disponibles en el modelo para luego imputar los valores perdidos de las variables que se están ajustando. El método continúa hasta que se alcanza el número máximo de iteraciones y los valores imputados en la máxima iteración se guardan en el conjunto de datos imputado.

Método PE: Este método es de crecimiento o decrecimiento exponencial utilizando la siguiente ecuación $M = C(1 + i)^t$ donde M es el valor posterior, C es el valor anterior i es el incremento y t es el tiempo. Es la fórmula conocida como tasa de interés compuesto. Una vez calculado los incrementos se procede al cálculo del promedio de la serie, el promedio puede ser la media aritmética o la media geométrica. Se aplica la media aritmética cuando los valores son homogéneos sin valores atípicos en cuyo caso se aplica la media geométrica.

Técnicas de empalme

Los empalmes en este contexto se refieren a la combinación o a la unión de más de un método para formar una serie temporal completa. Si no se puede usar el mismo método o la misma fuente de datos todos los años, hay varias técnicas de empalme disponibles. Cada técnica puede ser adecuada en determinadas situaciones, como lo determinen consideraciones tales como la disponibilidad de datos y la naturaleza de la modificación metodológica. La selección de una técnica requiere una evaluación de las circunstancias específicas y una determinación de la mejor opción para el caso particular. Es una buena práctica realizar el empalme usando más de una técnica, antes de tomar una decisión final y documentar por qué se eligió un método determinado.

Selección de la técnica más adecuada

La elección de una técnica de empalme requiere el dictamen de expertos y depende de la evaluación de un experto sobre la volatilidad de la tendencia de emisiones, la disponibilidad de datos para dos métodos de superposición parcial, la adecuación y la disponibilidad de los conjuntos de datos sustitutos y la cantidad de años sobre los que faltan datos.

Anexo 5.2. Dictámenes de expertos

Anexo 5.2.1. Sector Agricultura y ganadería: dictamen de expertos sobre actividades ganaderas en el Paraguay

Dictamen de Expertos sobre actividades ganaderas en el Paraguay – IBA3



Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
 Dirección Nacional de Cambio Climático
 Proyecto Cuarta Comunicación Nacional y Tercer Informe Bienal de Actualización de la República del Paraguay

Juicio de Expertos sobre actividades ganaderas del Paraguay
 CCN INGEI 1990-2019

Fecha: 21/06/2022
Hora: 09:00 h

DESARROLLO

Tema 1. Situación alimentaria y tipo de gestión del estiércol de cada tipo de ganado a nivel nacional.

		Situación alimentaria %			Gestión del estiércol
		Pastura	Compartimiento	Observaciones	Sistema
Vacunos	Vacunos lecheros	99,00	1,00	1% de compartimientos va a lecheros de alta producción	99% pastura 1% de compartimiento distribución diaria
	Otros vacunos				99% pastura 0,93% de compartimiento distribución diaria 0,07% de camas profundas mezclado activo

Tema 2. Caracterización del ganado vacuno.

		Peso vivo del animal	Cantidad de leche producida	Contenido graso de la leche
		Kg	kg día ⁻¹	%
Vacunos lecheros	Alta producción	550,00	19,23	3,50
	Baja producción	385,00	7,69	3,50
Vacas			3,84	3,50

Para las otras subcategorías de ganado vacuno y otros tipos de ganado se adaptan los valores del Dictamen de Expertos del IBA3

Jorge Pérez
Tory Pérez

J. Miguel Cano F.

FEB
Dra. Vet. FATIMA ESTHER COLARTE
Programa Fomento de la Cadena Láctea
Vice ministerio de Ganadería

Liz Mabel Ziveros
Liz Mabel Ziveros

Dalma Dominguez



IV COMUNICACIÓN NACIONAL
III INFORME ESPECIAL DE ACTUALIZACIÓN
DE LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY



fmam



PNUD

Asamblea
de las personas
y las naciones



MINISTERIO DEL
AMBIENTE
Y DESARROLLO SOSTENIBLE



GOBIERNO
NACIONAL



Paraguay
de la gente

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
Dirección Nacional de Cambio Climático

INGEI 1990-2017 IBA3

Segunda Reunión Juicio de Expertos sobre actividades ganaderas en el Paraguay

Dictamen de Expertos

Fecha: 23/11/2020
Hora: 10:00 h – 12:30 h
Lugar: Salón Auditorio de la Dirección de Áreas Silvestres Protegidas del MADES

DESARROLLO

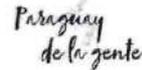
Tema 1.

Porcentaje de ganado con manejo intensivo, semi-intensivo y extensivo a nivel nacional por cada tipo de ganado.

Tipo de ganado	Manejo Extensivo	Manejo Intensivo	Observaciones
Vacunos	99%	1%	Carne y Leche
Equinos	99%	1%	
Caprinos	99%	1%	
Ovinos	100%		
Bubalinos	100%		
Mulas y asnos	100%		



Federación de Cooperativas de Productores
"FECOPROD" Ltda.



Tema 2.

Tipo de gestión del estiércol para cada tipo de ganado según su situación alimentaria (manejo intensivo, semi-intensivo y extensivo).

Tipo de ganado	Sistema de gestión del estiércol	Observaciones
Vacunos	Extensivo pasturas	Del Intensivo 90% tratamiento aeróbico 10% Otros
Equinos	Extensivo pasturas	
Caprinos	Extensivo pasturas	
Ovinos	Extensivo pasturas	
Bubalinos	Extensivo pasturas	
Mulas y asnos	Extensivo pasturas	
Aves de corral	100% fertilizante	Gallinaza como abono

Tema 3.

Cantidad de litros de leche y porcentaje promedio de contenido graso de leche producidas por vacas lecheras de alta producción y baja producción.

Vacunos lecheros	Leche producida (Litros)	% contenido graso	Observaciones
Alta Producción	17,4	3,87%	
Baja Producción	7,68		

Tema 4.

Cantidad de trabajo promedio realizado por día para animales de tiro.

Tipo de ganado vacuno	Horas trabajadas/días
Animales de tiro (Buey)	2,5 horas

Asociación de Cooperativas de Producción
"FECOPROD" Ltda.



Tema 5.

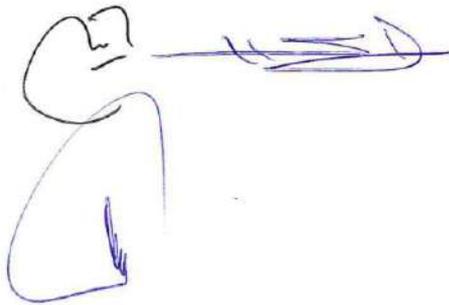
Peso promedio y aumento de peso promedio del ganado vacuno.

Ganado Vacuno	Peso promedio (Kg)	Aumento de peso promedio (Kg/día)	Observaciones
Vacuno lechero	485	0,246	
Vaquillas	290	0,246	
Novillos		0,270	
Toros		0,246	
Desm. Machos	130	0,3	
Desm. Hembras	115	0,3	
Terberos	75	0,3	
Bueyes	550	0,246	

Ganado maduro: 0,246

Ganado joven: 0,3

Novillos: 0,270



[Handwritten signatures in blue ink]

Federación de Cooperativas de Producción
"FECOPROD" Ltda.





Paraguay
de la gente

FIRMAS

Nombre:	MARCO MEDINA BRITOS
Institución:	ASOCIACIÓN RURAL del PARAGUAY
Cargo:	Presidente Comisión Asesoras Internacionales / Miembro Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo Forestal
Firma:	

Nombre:	Hugo Sánchez Aguirre
Institución:	Mesa Paraguaya de Carne Sostenible
Cargo:	Director Ejecutivo
Firma:	

Nombre:	MARCELO PONTALUPPI
Institución:	FECOPROD LTDA
Cargo:	ORIENTE TECNOLOGIA PECUARIA
Firma:	

Econ. Blas B. Cristaldo M
Gerente General
FECOPROD Ltda.

Nombre:	CALIXTO SAQUIER
Institución:	ASOCIACION RURAL DEL PARAGUAY
Cargo:	COMISION TECNICA - MIEMBRO
Firma:	



MPCS
Mesa Paraguaya de Carne Sostenible

Anexo 5.2.2. Sector UTCUTS: dictamen de expertos sobre pastizales.



GOBIERNO NACIONAL

Paraguay de la gente

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
Dirección Nacional de Cambio Climático

Cuarta Comunicación Nacional
INGEI 1990-2019

Juicio de Expertos sobre Pastizales del Paraguay

Fechas: 23/06/2022

Hora: 09:00 h.

DESARROLLO

Tema 1. Subcategoría Pastizales¹ que permanecen como tales. Selección de factores relativos de cambios de existencias para la gestión de los pastizales según proporción a nivel país (Factor de Gestión FMG), propuestos por el *Refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006*.

			%
Pasturas (implantadas)	Occidental	Pastizal mejorado	85
		Pastizal moderadamente degradado	15
	Oriental	Pastizal mejorado	85
		Pastizal moderadamente degradado	15
Pastizales (campos naturales)	BSCH	Pastizal mejorado	0
		Pastizal moderadamente degradado	0
		Gestionado nominalmente	100
	BSHIRP	Pastizal mejorado	90
		Pastizal moderadamente degradado	10
	BSHC	Pastizal mejorado	0
		Pastizal moderadamente degradado	0
		Gestionado nominalmente	100
	BHRO	Pastizal mejorado	30
		Pastizal moderadamente degradado	70

¹ El concepto de pastizal involucra a los ecosistemas de praderas (especies nativas) y pasturas (especies exóticas o introducidas).



Al servicio de las personas



Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible

Anexo 5.3. Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt), año 1990.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
0.	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	38.635,71	499,22	0,31	6,39	-	-	6,11	-	-	-	-	-
1.	Energía	1.978,40	16,92	0,31	0,49					17,77	271,91	53,05	1,70
1.A.	Actividades de quema de combustible	1.978,40	16,92	0,30	0,49					17,69	271,88	52,99	1,50
1.A.1.	Industrias de la energía	30,39	NE, NA	1,19,E-03	2,37,E-04					0,05	0,01	8,04,E-04	0,16
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	4,28	NA	1,73,E-04	3,46,E-05					3,75,E-03	9,35,E-04	4,62,E-05	2,68,E-03
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	26,11	NA	1,01,E-03	2,03,E-04					0,05	0,01	7,58,E-04	0,16
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	NE	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	160,59	1,57	0,01	0,18					5,12	25,50	13,40	0,59
1.A.2.a.	Hierro y acero	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.b.	Metales no ferrosos	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.c.	Sustancias químicas	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.g.	Otros (especificar)	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.3.	Transporte	1.643,03	0,11	0,28	0,11					9,75	38,84	8,39	0,02
1.A.3.a.	Aviación civil	7,86	NA	5,50,E-05	2,20,E-04					0,01	0,13	2,10,E-03	0,01
1.A.3.b.	Transporte terrestre	1635,17	0,01	0,28	0,11					9,71	38,52	8,29	0,01
1.A.3.c.	Ferrocarriles	IE	0,10	NA	1,30,E-03					0,03	0,19	0,10	3,58,E-03
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	IE	NA	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	IE	NA	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.4.	Otros sectores	144,39	15,24	0,01	0,20					2,77	207,55	31,20	0,73
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	7,80	0,11	6,18,E-04	1,44,E-03					0,07	0,24	0,12	0,02
1.A.4.b.	Residencial	136,59	15,13	0,01	0,20					2,70	207,31	31,08	0,72
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / Pesca	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.5.	Otros (especificar)	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.5.a.	Estacionaria	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
1.A.5.b.	Móvil	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NA, NO	NA, NO	0,01	NA, NO					0,08	0,03	0,07	0,20
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NA, NO
1.B.1.a.	Minería y manejo del carbón	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
1.B.1.b.	Transformación de combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.1.c.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NA, NO	NA, NO	0,01	NA, NO					0,08	0,03	0,07	0,20
1.B.2.a.	Petróleo	NA	NA	0,01	NA					0,08	0,03	0,07	0,20
1.B.2.b.	Gas natural	NO	NO	NO								NO	NO
1.B.2.c.	Venteo y quemado	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.d.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO											
1.C.1.	Transporte de CO ₂	NO											
1.C.2.	Inyección y almacenamiento	NO											
1.C.3.	Otros	NO											
2.	Procesos industriales y uso de productos	247,25	NA, NO		NA, NE, NO	NA, NO	NA, NO	6,11	NA, NO	4,80,E-04	0,17	1,74	NO, NA, NE
2.A.	Industria de los minerales	162,07								NE, NO, NA	NE, NO, NA	NE, NO, NA	NE, NO, NA
2.A.1.	Producción de cemento	136,47											NE
2.A.2.	Producción de cal	25,02											
2.A.3.	Producción de vidrio	0,04											
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	0,54								NE	NE	NE	NE
2.A.5.	Otros (especificar)	NO								NO	NO	NO	NO
2.B.	Industria química	NO, NA	NO, NA		NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA, NE	NO, NA, NE	NO, NA, NE	NO, NA, NE
2.B.1.	Producción de amoníaco	NO	NO		NO					NO	NO	NO	NO
2.B.2.	Producción de ácido nítrico				NO					NO			
2.B.3.	Producción de ácido adípico	NO			NO					NO	NO	NO	
2.B.4.	Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	NO			NO							NO	NO
2.B.5.	Producción de carburo	NO	NO							NO	NO	NO	NO
2.B.6.	Producción de dióxido de titanio	NO											

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
2.B.7.	Producción de ceniza de sosa	NO											
2.B.8.	Producción petroquímica y de negro de humo	NO	NO							NO	NO	NO	NO
2.B.9.	Producción fluoroquímica					NO	NO	NO	NO				
2.B.10.	Otros (especificar)	NA	NA		NA					NE	NE	NE	NE
2.C.	Industria de los metales	78,18	NA, NO		NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	4,80,E-04	0,17	7,20,E-03	NE, NO
2.C.1.	Producción de hierro y acero	78,18	NA							4,80,E-04	0,17	7,20,E-03	NE
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	NO	NO							NO	NO	NO	NO
2.C.3.	Producción de aluminio	NO					NO	NO		NO	NO	NO	NO
2.C.4.	Producción de magnesio	NO				NO	NO	NO		NO	NO	NO	NO
2.C.5.	Producción de plomo	NE											NE
2.C.6.	Producción de cinc	NO											NO
2.C.7.	Otros (especificar)	NO	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	7,00	NA		NA					NE, NA	NE, NA	NE	NE, NA
2.D.1.	Uso de lubricantes	6,99	NA		NA					NA	NA	NE	NA
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	0,01	NA		NA					NA	NA	NE	NA
2.D.3.	Otros (especificar)	NA	NA		NA					NE	NE	NE	NE
2.E.	Industria electrónica					NO	NO	NO	NO				
2.E.1.	Circuitos integrados o semiconductores					NO	NO	NO	NO				
2.E.2.	Pantalla plana tipo TFT					NO	NO	NO	NO				
2.E.3.	Células fotovoltaicas					NO	NO	NO	NO				
2.E.4.	Fluidos de transferencia térmica					NO	NO	NO	NO				
2.E.5.	Otros (especificar)					NO	NO	NO	NO				
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO					NO	NO, NA	NO, NA	NO, NA				
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado					NO	NA	NA	NA				
2.F.2.	Agentes espumantes					NO	NO	NO	NO				
2.F.3.	Protección contra incendios					NO	NA	NA	NA				
2.F.4.	Aerosoles					NO	NO	NO	NO				
2.F.5.	Solventes					NO	NO	NO	NO				
2.F.6.	Otras aplicaciones					NO	NO	NO	NO				

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NA, NO	NA, NO		NA, NE, NO	NA, NO	NA, NO	6,11	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.G.1.	Equipos eléctricos					NA	NA	6,11	NA				
2.G.2.	SF ₆ y PFC de otros usos de productos						NO	NO					
2.G.3.	N ₂ O de usos de productos				NE								
2.G.4.	Otros	NO	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.H.	Otros (especificar)	NA	NA		NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE	1,73	NE
3.	Agricultura y Ganadería	0,22	452,30		5,70					NE	NE	NE, NO	
3.A.	Fermentación entérica		436,32										
3.A.1.	Vacunos		425,72										
3.A.1.a.	Vacas lecheras		47,88										
3.A.1.b.	Otros vacunos		377,85										
3.A.2.	Ovinos		2,28										
3.A.3.	Porcinos		0,83										
3.A.3.a.	Porcinos		0,82										
3.A.3.b.	Porcinos de carne		0,02										
3.A.4.	Otro ganado		7,49										
3.A.4.a.	Búfalos		0,28										
3.A.4.d.	Caprinos		0,75										
3.A.4.e.	Equinos		6,02										
3.A.4.f.	Mulas y asnos		0,45										
3.A.4.g.	Aves de corral		NA										
3.A.4.h.	Otras especies		NO										
3.B.	Gestión del estiércol		13,82		0,20							NE	
3.B.1.	Vacunos		4,53		0,01							NE	
3.B.1.a.	Vacas lecheras		0,75		0							NE	
3.B.1.b.	Otros vacunos		3,78		0,01							NE	
3.B.2.	Ovinos		0,03		NE							NE	
3.B.3.	Porcinos		8,89		0,11							NE	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
3.B.3.a.	Porcinos		8,80		0,11							NE	
3.B.3.b.	Porcinos de carne		0,09		0,00							NE	
3.B.4.	Otro ganado		0,38		0,00							NE	
3.B.4.a.	Búfalos		0,00		0,00							NE	
3.B.4.d.	Caprinos		0,01		0,00							NE	
3.B.4.e.	Equinos		0,14		0,00							NE	
3.B.4.f.	Mulas y asnos		0,01		NE							NE	
3.B.4.g.	Aves de corral		0,21		0,00							NE	
3.B.4.h.	Otras especies		NO		NO							NO	
3.B.5.	Emisiones indirectas de N ₂ O				0,07								
3.C.	Cultivo del arroz		2,16									NE, NO	
3.C.1.	Irrigadas		1,85									NE	
3.C.2.	Alimentadas a lluvia		0,30									NE	
3.C.3.	Aguas profundas		NO									NO	
3.C.4.	Otros (especificar)		NO									NO	
3.D.	Suelos agrícolas				5,50							NE, NO	
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas				3,14							NE, NO	
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos				0,00							NE	
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos				0,10							NE	
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo				1,61							NE	
3.D.1.d.	Residuos de cosechas				1,43							NE	
3.D.1.e.	Mineralización de la materia orgánica del suelo				NE							NE	
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)				NO							NO	
3.D.1.g.	Otros (especificar)				NO							NO	
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas				2,36							NE	
3.D.2.a.	Deposición atmosférica				0,88							NE	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento				1,48							NE	
3.E.	Quema prescrita de sabanas		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.1.	Cereales		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.2.	Legumbres		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.3.	Tubérculos y raíces		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.4.	Caña de azúcar		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.5.	Otros (especificar)		NE		NE					NE	NE	NE	
3.G.	Encalado	0,20											
3.G.1.	Caliza	NE											
3.G.2.	Dolomita	0,20											
3.H.	Aplicación de urea	0,02											
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO											
3.J.	Otros (especificar)	NO	NO		NO					NO	NO	NO	
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	36.315,58	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.A.	Tierras forestales	-14.917,97	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	-14.278,90	NE		NE					NE	NE	NE	
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	-639,07	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.	Tierras de cultivo	40.674,00	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-838,25	NE		NE					NE	NE	NE	
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	41.512,24	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.	Pastizales	9.851,07	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	0,00	NE		NE					NE	NE	NE	
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	9.851,07	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.D.	Humedales	2,19	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.D.1.	Humedales que permanecen como tales	NE	NE		NE					NE	NE	NE	
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	2,19	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.E.	Asentamientos	706,30	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.E.1.	Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE		NE					NE	NE	NE	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	706,30	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	
4.F.1.	Otras tierras que permanecen como tales	NE	NE		NE					NE	NE	NE	
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	NO	NO		NO					NO	NO	NO	
4.G.	Productos de madera recolectada	NE											
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO		NO					NO	NO	NO	
5.	Residuos	94,27	30,00		0,21					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NA, NO
5.A.	Disposición de residuos sólidos	-NA	4,59							NE	NE	NE	
5.A.1.	Sitios de disposición de residuos gestionados	-NA	0,38	-	-	-	-	-	-	NE	NE	NE	-
5.A.2.	Sitios de disposición de residuos no gestionados	-NA	0,94	-	-	-	-	-	-	NE	NE	NE	-
5.A.3.	Sitios de disposición de residuos no categorizados	-NA	3,28	-	-	-	-	-	-	NE	NE	NE	-
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos		NE		NE					NE	NE	NE	
5.B.1.	Compostaje	-	NE	-	NE	-	-	-	-	NE	NE	NE	-
5.B.2.	Digestión anaeróbica en instalaciones de biogás	-	NE	-	NE	-	-	-	-	NE	NE	NE	-
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	94,27	1,48		0,02					NE	NE	NE	NE
5.C.1.	Incineración de residuos	0,07	NE	-	1,20,E-05	-	-	-	-	NE	NE	NE	NE
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	94,20	1,48	-	0,02	-	-	-	-	NE	NE	NE	NE
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales		23,93		0,19					NE	NE	NE	
5.D.1.	Aguas residuales domésticas	-	22,49	-	0,19	-	-	-	-	NE	NE	NE	-
5.D.2.	Aguas residuales industriales	-	1,44	-	NA-	-	-	-	-	NE	NE	NE	-
5.D.3.	Otros (especificar)	-	NE	-	NE	-	-	-	-	NE	NE	NE	-
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	-	NO	-	-	-	-	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas													
	Tanque internacional	67,78	NA	4,74,E-04	1,90,E-03					0,06	0,02	7,58,E-04	0,04
	Aviación internacional	67,78	NA	4,74,E-04	1,90,E-03					0,06	0,02	7,58,E-04	0,04
	Navegación internacional	IE	NA	IE	IE					IE	IE	IE	NE
	Operaciones multilaterales	IE	NA	IE	IE					IE	IE	IE	NE
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	10.582,36											
	CO ₂ capturado	NO											
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	NO											

Fuente: elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES.

Anexo 5.4. Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt), año 2019

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
0.	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	34.274,76	845,15	1,34	15,60	618,29		12,22	-	-	-	-	-
1.	Energía	7.561,96	16,06	1,34	1,10					50,41	442,72	92,73	1,69
1.A.	Actividades de quema de combustible	7.561,96	16,06	1,34	1,10					50,41	442,72	92,73	1,69
1.A.1.	Industrias de la energía	1,66	NA	6,74,E-05	1,35,E-05					1,46,E-03	3,64,E-04	1,80,E-05	1,04,E-03
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	1,66	NA	6,74,E-05	1,35,E-05					1,46,E-03	3,64,E-04	1,80,E-05	1,04,E-03
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	NE	NE	NE	NE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	204,43	1,74	0,01	0,23					6,32	32,79	17,22	0,77
1.A.2.a.	Hierro y acero	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.b.	Metales no ferrosos	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.c.	Sustancias químicas	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.2.g.	Otros (especificar)	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	IE
1.A.3.	Transporte	7.126,37	0,15	1,31	0,69					41,32	211,03	45,59	0,11
1.A.3.a.	Aviación civil	31,09	NA	2,19,E-04	8,76,E-04					0,03	4,06	0,06	0,02
1.A.3.b.	Transporte terrestre	7095,28	0,15	1,31	0,69					41,29	206,97	45,53	0,09
1.A.3.c.	Ferrocarriles	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	IE	NA	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	IE	NA	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.4.	Otros sectores	229,49	14,17	0,02	0,18					2,77	198,89	29,92	0,81
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	15,08	0,14	0,00	1,72,E-03					0,12	0,31	0,16	0,03
1.A.4.b.	Residencial	214,42	14,03	0,02	0,17					2,65	198,58	29,76	0,78
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / Pesca	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.5.	Otros (especificar)	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
1.A.5.a.	Estacionaria	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.A.5.b.	Móvil	IE	IE	IE	IE					IE	IE	IE	NE
1.B.	Emissiones fugitivas de combustibles	NO	NO	NO	NA, NO					NA, NO	NA, NO	NO	NA, NO
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NA, NO
1.B.1.a.	Minería y manejo del carbón	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
1.B.1.b.	Transformación de combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.1.c.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NO	NO	NO	NA, NO					NA, NO	NA, NO	NO	NO
1.B.2.a.	Petróleo	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.	Gas natural	NO	NO	NO								NO	NO
1.B.2.c.	Venteo y quemado	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.d.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO											
1.C.1.	Transporte de CO ₂	NO											
1.C.2.	Inyección y almacenamiento	NO											
1.C.3.	Otros	NO											
2.	Procesos industriales y uso de productos	664,41	8,82,E-04		NE, NA, NO	618,29	NA, NO	12,22	NA, NO	2,60,E-04	0,09	4,62	0,07
2.A.	Industria de los minerales	579,61								NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.A.1.	Producción de cemento	434,50											NE
2.A.2.	Producción de cal	140,21											
2.A.3.	Producción de vidrio	1,01											
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	3,89								NE	NE	NE	NE
2.A.5.	Otros (especificar)	NO								NO	NO	NO	NO
2.B.	Industria química	0,20	8,82,E-04		NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NO, NA	NE, NO, NA	NE, NO, NA	0,07
2.B.1.	Producción de amoníaco	NO	NO		NO					NO	NO	NO	NO
2.B.2.	Producción de ácido nítrico				NO					NO			
2.B.3.	Producción de ácido adípico	NO			NO					NO	NO	NO	
2.B.4.	Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	NO			NO							NO	NO
2.B.5.	Producción de carburo	0,20	8,82,E-04							NE	NE	NE	NE

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
2.B.6.	Producción de dióxido de titanio	NO											
2.B.7.	Producción de ceniza de sosa	NO											
2.B.8.	Producción petroquímica y de negro de humo	NE	NE							NE	NE	NE	NE
2.B.9.	Producción fluoroquímica					NO	NO	NO	NO				
2.B.10.	Otros (especificar)	NA	NA		NA					NE	NE	NE	0,07
2.C.	Industria de los metales	58,97	NE, NA, NO		NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	2,60,E-04	0,09	3,90,E-03	0,01
2.C.1.	Producción de hierro y acero	58,21	NA							2,60,E-04	0,09	3,90,E-03	NE
2.C.2.	Producción de ferroleaciones	NE	NE							NE	NE	NE	NE
2.C.3.	Producción de aluminio	NO					NO	NO		NO	NO	NO	NO
2.C.4.	Producción de magnesio	NO				NO	NO	NO		NO	NO	NO	NO
2.C.5.	Producción de plomo	0,76											0,01
2.C.6.	Producción de cinc	NO											NO
2.C.7.	Otros (especificar)	NO	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	25,63	NA		NA					NE, NA	NE, NA	1,24,E-03	NE, NA
2.D.1.	Uso de lubricantes	24,52	NA		NA					NA	NA	NE	NA
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	1,11	NA		NA					NA	NA	NE	NA
2.D.3.	Otros (especificar)	NA	NA		NA					NE	NE	1,24,E-03	NE
2.E.	Industria electrónica					NO	NO	NO	NO				
2.E.1.	Circuitos integrados o semiconductores					NO	NO	NO	NO				
2.E.2.	Pantalla plana tipo TFT					NO	NO	NO	NO				
2.E.3.	Células fotovoltaicas					NO	NO	NO	NO				
2.E.4.	Fluidos de transferencia térmica					NO	NO	NO	NO				
2.E.5.	Otros (especificar)					NO	NO	NO	NO				
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO					618,29	NA, NO	NA, NO	NA, NO				
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado					612,45	NA	NA	NA				
2.F.2.	Agentes espumantes					NO	NO	NO	NO				
2.F.3.	Protección contra incendios					5,83	NA	NA	NA				
2.F.4.	Aerosoles					NO	NO	NO	NO				
2.F.5.	Solventes					NO	NO	NO	NO				

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
2.F.6.	Otras aplicaciones					NO	NO	NO	NO				
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NA, NO	NA, NO		NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	12,22	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.G.1.	Equipos eléctricos					NA	NA	12,22	NA				
2.G.2.	SF ₆ y PFC de otros usos de productos						NO	NO					
2.G.3.	N ₂ O de usos de productos				NE								
2.G.4.	Otros	NO	NO		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.H.	Otros (especificar)	NA	NA		NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE	4,62	NE
3.	Agricultura y Ganadería	113,25	757,72		14,18					NE	NE	NE, NO	
3.A.	Fermentación entérica		703,74										
3.A.1.	Vacunos		692,64										
3.A.1.a.	Vacas lecheras		69,81										
3.A.1.b.	Otros vacunos		622,84										
3.A.2.	Ovinos		2,68										
3.A.3.	Porcinos		1,60										
3.A.3.a.	Porcinos		1,17										
3.A.3.b.	Porcinos de carne		0,43										
3.A.4.	Otro ganado		6,82										
3.A.4.a.	Búfalos		0,72										
3.A.4.d.	Caprinos		0,75										
3.A.4.e.	Equinos		4,89										
3.A.4.f.	Mulas y asnos		0,46										
3.A.4.g.	Aves de corral		NA										
3.A.4.h.	Otras especies		NO										
3.B.	Gestión del estiércol		22,71		0,41							NE	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
3.B.1.	Vacunos		7,20		0,02							NE	
3.B.1.a.	Vacas lecheras		1,09		0							NE	
3.B.1.b.	Otros vacunos		6,11		0,02							NE	
3.B.2.	Ovinos		0,03		-							NE	
3.B.3.	Porcinos		15,08		0,23							NE	
3.B.3.a.	Porcinos		12,65		0,16							NE	
3.B.3.b.	Porcinos de carne		2,43		0,08							NE	
3.B.4.	Otro ganado		0,40		0,01							NE	
3.B.4.a.	Búfalos		0,01		-							NE	
3.B.4.d.	Caprinos		0,01		0,00							NE	
3.B.4.e.	Equinos		0,12		0,00							NE	
3.B.4.f.	Mulas y asnos		0,01		NE							NE	
3.B.4.g.	Aves de corral		0,26		0,01							NE	
3.B.4.h.	Otras especies		NO		NO							NO	
3.B.5.	Emisiones indirectas de N ₂ O				0,15								
3.C.	Cultivo del arroz		31,26									NE, NO	
3.C.1.	Irrigadas		31,17									NE	
3.C.2.	Alimentadas a lluvia		0,09									NE	
3.C.3.	Aguas profundas		NO									NO	
3.C.4.	Otros (especificar)		NO									NO	
3.D.	Suelos agrícolas				13,76							NE, NO	
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas				8,80							NE, NO	
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos				1,53							NE	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos				0,15							NE	
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo				2,61							NE	
3.D.1.d.	Residuos de cosechas				4,51							NE	
3.D.1.e.	Mineralización de la materia orgánica del suelo				NE							NE	
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)				NO							NO	
3.D.1.g.	Otros (especificar)				NO							NO	
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas				4,96							NE	
3.D.2.a.	Deposición atmosférica				1,58							NE	
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento				3,37							NE	
3.E.	Quema prescrita de sabanas		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.1.	Cereales		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.2.	Legumbres		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.3.	Tubérculos y raíces		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.4.	Caña de azúcar		NE		NE					NE	NE	NE	
3.F.5.	Otros (especificar)		NE		NE					NE	NE	NE	
3.G.	Encalado	76,12											
3.G.1.	Caliza	NE											
3.G.2.	Dolomita	76,12											
3.H.	Aplicación de urea	37,14											
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO											
3.J.	Otros (especificar)	NO	NO		NO					NO	NO	NO	
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	25.885,32	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.A.	Tierras forestales	-17.774,28	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	-10.842,86	NE		NE					NE	NE	NE	
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	-6.931,43	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.	Tierras de cultivo	16.629,16	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-4.389,32	NE		NE					NE	NE	NE	
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	21.018,48	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.	Pastizales	24.486,15	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	-1.285,33	NE		NE					NE	NE	NE	
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	25.771,49	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.D.	Humedales	NE, NO	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.D.1.	Humedales que permanecen como tales	NE, NO	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	NE, NO	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.E.	Asentamientos	653,76	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.E.1.	Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE		NE					NE	NE	NE	
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	653,76	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.F.	Otras tierras	1.890,53	NE, NO		NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.F.1.	Otras tierras que permanecen como tales	NE	NE		NE					NE	NE	NE	
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	1.890,53	NE		NE					NE	NE	NE	
4.G.	Productos de madera recolectada	NE											
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO		NO					NO	NO	NO	
5.	Residuos	49,83	71,38		0,33					1,94,E-03	1,60,E-04	2,97	4,56,E-04
5.A.	Disposición de residuos sólidos	NA	32,79							NA	NA	2,97	
5.A.1.	Sitios de disposición de residuos gestionados	NA	9,28							NA	NA	IE	
5.A.2.	Sitios de disposición de residuos no gestionados	NA	3,20							NA	NA	IE	
5.A.3.	Sitios de disposición de residuos no categorizados	NA	20,31							NA	NA	IE	
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos		NE		NE					NE	NE	NE	
5.B.1.	Compostaje		NE		NE					NE	NE	NE	
5.B.2.	Digestión anaeróbica en instalaciones de biogás		NE		NE					NE	NE	NE	
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	49,83	1,73		0,02					1,94,E-03	1,60,E-04	5,91,E-04	4,56,E-04
5.C.1.	Incineración de residuos	0,48	NE		8,44,E-05					1,94,E-03	1,60,E-04	5,91,E-04	4,56,E-04

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	CH ₄ Fósil (kt)	N ₂ O (kt)	HFC (kt CO ₂ eq)	PFC (kt CO ₂ eq)	SF ₆ (kt CO ₂ eq)	NF ₃ (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	49,35	1,73		0,02					NE	NE	NE	NE
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales		36,85		0,31					NA	NA, NE	NE	
5.D.1.	Aguas residuales domésticas		30,9		0,31					NA	NA	NE	
5.D.2.	Aguas residuales industriales		6,00		NE					NA	NA	NE	
5.D.3.	Otros (especificar)		NE		NE					NE	NE	NE	
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO		NO					NO	NO	NO	NO
Partidas informativas													
	Tanque internacional	185,50	NA	1,30,E-03	0,01					0,17	0,04	2,08,E-03	0,12
	Aviación internacional	185,50	NA	1,30,E-03	0,01					0,17	0,04	2,08,E-03	0,12
	Navegación internacional	IE	NA		IE					IE	IE	IE	NE
	Operaciones multilaterales	IE	NA	IE	IE					IE	IE	IE	NE
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	12.379,99											
	CO ₂ capturado	NO											

Fuente: elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES.

Anexo 5.5 Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt CO₂ eq), serie 1990-2019.

Código	Categorías de fuentes y sumideros de GEI	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	54.32 3,82	52.50 4,98	53.75 7,76	56.73 0,05	57.21 5,18	58.16 8,23	58.93 6,62	62.00 0,23	60.12 8,37	57.65 5,44	60.02 6,24	49.93 4,93	49.02 0,75	52.30 1,64	49.66 7,67	52.09 7,59	70.34 4,09	74.40 8,39	75.99 8,58	73.69 7,30	75.52 1,99	75.85 6,53	64.93 8,74	64.97 2,89	73.41 8,47	70.24 2,18	57.04 7,92	62.60 7,87	63.38 0,95	62.74 4,16	
1.	Energía	2.590 ,32	2.566 ,19	2.882 ,70	3.239 ,19	3.704 ,42	4.141 ,80	4.110 ,54	4.511 ,01	4.648 ,56	4.630 ,07	3.868 ,66	4.027 ,69	4.174 ,30	4.321 ,09	4.340 ,29	4.031 ,06	4.106 ,21	3.906 ,18	4.488 ,76	4.717 ,72	5.223 ,81	5.425 ,44	5.303 ,70	5.441 ,12	5.714 ,57	6.225 ,75	7.356 ,42	8.202 ,28	8.597 ,78	8.342 ,66	
1.A.	Actividades de quema de combustible	2.590 ,08	2.565 ,98	2.882 ,48	3.239 ,00	3.704 ,22	4.141 ,64	4.110 ,42	4.510 ,91	4.648 ,46	4.629 ,98	3.868 ,58	4.027 ,62	4.174 ,23	4.321 ,02	4.340 ,24	4.031 ,03	4.106 ,21	3.906 ,18	4.488 ,76	4.717 ,72	5.223 ,81	5.425 ,44	5.303 ,70	5.441 ,12	5.714 ,57	6.225 ,75	7.356 ,42	8.202 ,28	8.597 ,78	8.342 ,66	
1.A.1.	Industrias de la energía	30,49	28,46	29,23	23,40	3,48	4,05	4,12	4,27	4,40	5,17	2,63	2,51	0,92	0,84	0,84	0,36	0,36	0,27	0,31	0,30	0,35	0,39	1,53	1,59	4,04	1,27	1,18	1,42	1,47	1,67	
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	252,30	304,37	367,88	254,99	461,79	505,03	441,11	456,60	470,70	427,91	405,95	379,29	373,70	292,59	316,49	347,63	297,31	224,73	220,81	259,27	272,71	251,54	372,27	226,83	253,56	267,76	327,42	306,76	342,41	314,26	
1.A.3.	Transporte	1.683 ,59	1.590 ,52	1.897 ,36	2.352 ,40	2.646 ,54	3.010 ,58	3.036 ,53	3.391 ,95	3.556 ,14	3.549 ,85	2.841 ,73	3.028 ,44	3.204 ,90	3.424 ,16	3.410 ,87	3.094 ,91	3.275 ,11	3.136 ,95	3.719 ,72	3.888 ,09	4.388 ,76	4.610 ,70	4.370 ,96	4.690 ,11	4.929 ,35	5.426 ,97	6.350 ,36	7.205 ,44	7.573 ,71	7.353 ,39	
1.A.4.	Otros sectores	623,70	642,63	588,00	608,21	592,42	621,99	628,67	658,10	617,22	647,05	618,28	617,38	594,71	603,44	612,05	588,13	533,43	544,23	547,92	570,06	561,98	562,81	558,93	522,59	527,62	529,75	677,45	688,66	680,19	673,33	
1.A.5.	Otros	IE	IE																													
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	0,24	0,21	0,23	0,19	0,20	0,15	0,12	0,10	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,02	NO	NO													
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO																													
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	0,24	0,21	0,23	0,19	0,20	0,15	0,12	0,10	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,02	NO	NO													

Código	Categorías de fuentes y sumideros de GEI	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO2	NO																														
2.	IPPU	253,36	274,80	403,39	371,41	438,22	493,05	473,43	427,63	434,08	406,44	449,06	408,36	422,77	486,08	514,95	551,55	577,66	542,07	552,36	593,48	618,91	540,10	707,23	667,01	741,02	922,95	1.035,35	1.000,09	1.218,48	1.294,94	
2.A.	Industria de los minerales	162,07	157,23	239,77	231,75	285,65	313,92	299,01	276,47	279,26	274,47	280,76	243,43	233,52	274,21	265,91	285,59	289,51	277,32	301,74	349,62	334,76	294,39	383,69	323,50	366,84	464,35	508,95	399,95	537,51	579,61	
2.B.	Industria química	NO	5,07	10,96	0,22																											
2.C.	Industria de los metales	78,18	98,51	133,66	117,82	131,07	149,50	150,96	113,91	95,26	88,51	119,17	105,01	126,25	142,31	172,46	177,16	185,46	158,98	136,51	101,83	115,94	60,05	95,35	98,23	101,29	104,27	71,44	54,27	55,78	58,97	
2.D.	Productos energéticos de combustibles y uso de solventes	7,00	7,31	7,63	7,98	8,34	8,72	9,12	9,55	10,01	10,40	11,16	11,72	12,57	13,77	14,14	14,31	13,58	15,12	18,58	15,58	17,95	19,36	17,89	20,28	20,85	21,08	21,77	23,27	26,19	25,63	
2.E.	Industria electrónica	NO	NO																													
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	8,43	16,19	23,41	30,22	36,69	42,91	48,97	54,93	60,85	66,79	72,80	85,89	116,81	147,68	149,39	200,44	215,13	241,46	322,67	422,38	499,67	576,06	618,29		
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	6,11	11,75	22,33	13,87	13,16	20,92	14,34	19,27	33,37	9,64	7,76	11,52	7,52	6,82	7,52	13,63	22,33	17,86	9,64	9,64	2,59	16,92	9,87	9,87	10,58	10,58	10,81	17,86	11,99	12,22	
2.H.	Otros	NA																														
3.	Agricultura y ganadería	14.174,05	13.303,87	15.553,93	16.844,96	17.024,37	17.080,30	17.238,94	17.329,38	17.206,64	17.073,97	17.298,63	17.371,97	16.451,80	16.707,10	16.888,61	17.074,13	17.605,83	18.237,96	18.891,57	20.294,33	21.329,81	21.325,43	23.332,96	24.354,44	24.983,29	24.897,74	24.562,06	24.647,68	24.250,31	25.086,24	
3.A.	Fermentación entérica	12.216,97	11.361,60	13.328,79	14.486,51	14.506,12	14.560,05	14.547,23	14.588,45	14.480,77	14.387,35	14.517,53	14.546,49	13.785,43	13.908,41	14.108,12	14.346,96	14.696,43	15.254,37	15.830,95	16.860,91	17.636,93	17.828,06	19.154,82	19.881,43	20.301,39	20.194,44	19.795,78	19.711,54	19.260,50	19.704,73	
3.B.	Gestión del estiércol	439,28	491,27	562,24	616,46	675,71	686,80	785,53	800,08	793,58	799,07	806,93	812,66	648,21	688,37	702,94	547,83	551,90	559,39	565,36	584,47	601,09	612,09	635,28	656,01	669,63	681,58	688,50	728,78	725,99	745,71	
3.C.	Cultivo del arroz	60,36	64,46	96,54	96,60	103,38	110,17	116,81	115,30	144,58	134,42	136,34	137,76	152,79	158,74	168,84	211,95	208,95	166,53	244,91	290,79	383,57	390,37	477,62	584,29	623,23	632,92	681,42	691,11	788,09	875,40	

Código	Categorías de fuentes y sumideros de GEI	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
3.D.	Suelos agrícolas	1.457,23	1.386,26	1.566,03	1.644,98	1.738,63	1.722,62	1.788,54	1.824,52	1.786,42	1.751,41	1.835,13	1.869,76	1.853,58	1.927,96	1.896,72	1.936,19	2.116,30	2.214,20	2.180,18	2.483,93	2.626,03	2.426,71	2.978,95	3.109,73	3.235,21	3.278,35	3.274,94	3.375,79	3.329,37	3.647,15	
3.E.	Quema prescrita de sabanas	NE																														
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	NE																														
3.G.	Encalado	0,20	0,25	0,31	0,39	0,49	0,61	0,76	0,95	1,19	1,49	1,86	3,18	8,00	17,21	6,09	26,25	25,01	32,26	59,42	62,34	67,31	50,94	58,81	93,30	123,62	78,97	94,01	104,22	103,76	76,12	
3.H.	Aplicación de urea	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,23	0,83	2,12	3,79	6,42	5,91	4,95	7,24	11,21	10,76	11,90	14,88	17,27	27,49	29,67	30,20	31,47	27,42	36,23	42,60	37,14	
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO																														
3.J.	Otros (especificar)	NA																														
4.	UTCUTS	36.315,58	35.342,70	33.871,32	35.198,80	34.945,99	35.319,61	35.950,95	38.526,73	36.595,32	34.259,91	37.154,42	26.826,20	26.583,58	29.370,82	26.455,09	28.929,00	46.508,47	50.172,79	50.481,24	46.442,85	46.639,79	46.804,35	33.789,66	32.682,58	40.109,63	36.304,19	22.093,75	26.702,92	27.207,63	25.885,32	
4.A.	Tierras forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		14.917,97	13.915,47	15.251,65	15.064,98	15.042,48	14.349,27	12.932,34	12.000,83	13.053,85	15.130,80	14.854,21	26.394,56	26.873,94	26.104,16	25.614,61	25.127,43	21.301,48	17.785,63	16.764,38	19.971,94	19.819,20	20.469,16	20.987,31	21.467,69	21.123,31	20.513,22	16.380,33	15.808,63	16.539,67	17.774,28	
4.B.	Tierras de cultivo	40.674,00	40.428,08	40.401,20	40.416,61	40.366,71	40.316,33	40.225,55	40.302,73	41.007,95	41.263,12	40.919,24	36.929,11	37.445,33	36.926,02	36.888,39	36.828,04	30.680,54	30.664,07	28.953,33	29.282,04	29.039,81	29.041,30	23.596,84	22.660,42	21.064,29	20.459,54	14.940,63	13.562,19	16.249,75	16.629,16	
4.C.	Pastizales	9.851,07	8.121,60	8.013,28	9.138,68	8.913,26	8.644,06	7.949,24	9.516,33	7.932,73	7.419,09	10.380,90	15.321,16	15.041,71	17.578,46	14.210,82	16.257,90	34.808,29	34.973,22	35.971,16	34.811,63	35.098,05	35.911,09	30.715,62	29.525,08	38.357,63	34.546,85	21.798,95	27.214,88	24.953,26	24.486,15	
4.D.	Humedales	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	35,26	35,26	35,26	35,26	35,26	35,26	35,26	6,61	6,61	6,61	6,61	6,61	6,61	6,61	
4.E.	Asentamientos	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	968,19	968,19	968,19	968,19	968,19	2.285,87	2.285,87	2.285,87	2.285,87	2.285,87	2.285,87	2.285,87	6,61	1.500,25	1.020,37	1.020,37	758,69	758,69	653,76	653,76	
4.F.	Otras tierras	NO	457,90	457,90	790,66	790,66	975,80	975,80	1.890,53	1.890,53																						
4.G.	Productos de madera recolectada	NE	NE																													

Código	Categorías de fuentes y sumideros de GEI	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.	Residuos	990,51	1.017,42	1.046,41	1.075,68	1.102,19	1.133,47	1.162,76	1.205,48	1.243,77	1.285,06	1.255,47	1.300,71	1.388,29	1.416,55	1.468,72	1.511,86	1.545,91	1.549,39	1.584,65	1.648,92	1.709,68	1.761,20	1.805,19	1.827,75	1.869,96	1.891,54	2.000,34	2.054,90	2.106,75	2.135,01
5.A.	Disposición de residuos sólidos	128,56	140,25	152,39	165,55	179,71	194,67	210,35	225,48	243,47	264,09	271,20	298,78	328,51	359,27	397,30	425,03	449,43	465,78	476,37	510,14	549,61	595,89	637,11	674,06	717,35	753,29	796,59	836,06	876,52	918,20
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	141,56	144,91	148,14	151,08	153,81	156,45	161,11	179,69	184,61	192,01	162,73	166,17	208,10	208,30	201,40	207,70	207,30	196,43	206,28	207,87	192,48	200,63	193,43	171,76	152,77	132,32	141,95	150,12	136,44	103,94
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales	720,39	732,26	745,88	759,05	768,67	782,34	791,29	800,31	815,68	828,96	821,53	835,76	851,68	848,99	870,01	879,13	889,18	887,18	902,00	930,91	967,59	964,68	974,65	981,93	999,84	1.005,93	1.061,81	1.068,72	1.093,79	1.112,87
5.E.	Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Partidas informativas																														
	Tanque internacional	68,29	70,81	73,42	76,13	78,93	81,84	84,86	87,90	85,46	44,47	35,06	18,85	51,35	66,73	48,52	49,50	61,78	61,78	66,22	54,91	69,57	69,30	75,95	89,66	104,17	93,02	119,17	158,10	188,17	186,91
	Aviación internacional	68,29	70,81	73,42	76,13	78,93	81,84	84,86	87,90	85,46	44,47	35,06	18,85	51,35	66,73	48,52	49,50	61,78	61,78	66,22	54,91	69,57	69,30	75,95	89,66	104,17	93,02	119,17	158,10	188,17	186,91
	Navegación internacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	Operaciones multilaterales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Emisiones de CO2 de la biomasa	10.582,36	11.070,61	10.379,47	10.003,61	10.695,44	11.533,01	12.121,81	12.615,71	11.931,02	10.990,04	10.817,44	10.903,75	10.297,78	10.397,75	9.541,47	9.560,46	9.001,47	9.185,38	9.407,47	9.539,71	9.763,63	9.456,53	9.385,69	9.020,90	9.349,18	9.423,16	12.561,33	12.627,66	12.503,02	12.379,99

Código	Categorías de fuentes y sumideros de GEI																														
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	CO2 capturado	NO																													
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	NO																													

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.6. Emisiones y absorciones de CO₂ de Paraguay (kt CO₂), serie 1990-2019

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
0.	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	38.6 35,7 1	37.6 38,2 6	36.6 55,1 0	38.3 07,1 5	38.5 91,2 6	39.4 22,8 8	39.9 98,0 0	42.8 96,6 8	41.1 43,5 7	38.8 02,0 5	40.9 71,4 4	30.7 27,3 5	30.7 05,3 9	33.6 93,7 8	30.8 27,4 7	33.0 48,5 5	50.7 64,6 1	54.1 82,2 6	55.0 87,9 0	51.2 63,4 9	51.9 44,0 9	52.2 14,1 0	39.22 3,82	38.2 60,2 8	46.0 00,7 0	42.7 34,9 3	29.4 84,2 6	34.8 14,6 1	35.8 66,2 5	34.2 74,7 6	
1.	Energía	1.97 8,40	1.93 5,73	2.30 3,74	2.64 9,89	3.11 7,52	3.52 6,70	3.48 0,47	3.85 0,33	4.04 0,84	4.04 0,98	3.29 6,77	3.42 7,49	3.60 2,78	3.73 4,72	3.77 8,76	3.47 8,94	3.60 4,30	3.39 1,38	3.95 1,54	4.15 1,77	4.63 6,22	4.84 6,77	4.735 ,71	4.91 1,15	5.16 0,26	5.65 6,06	6.58 9,16	7.40 9,84	7.81 3,91	7.56 1,96	
1. A.	Actividades de quema de combustible	1.97 8,40	1.93 5,73	2.30 3,74	2.64 9,89	3.11 7,52	3.52 6,70	3.48 0,47	3.85 0,33	4.04 0,84	4.04 0,98	3.29 6,77	3.42 7,49	3.60 2,78	3.73 4,72	3.77 8,76	3.47 8,94	3.60 4,30	3.39 1,38	3.95 1,54	4.15 1,77	4.63 6,22	4.84 6,77	4.735 ,71	4.91 1,15	5.16 0,26	5.65 6,06	6.58 9,16	7.40 9,84	7.81 3,91	7.56 1,96	
1. A. 1.	Industrias de la energía	30,3 9	28,3 7	29,1 4	23,3 2	3,47	4,04	4,11	4,26	4,39	5,15	2,62	2,50	0,92	0,84	0,84	0,36	0,36	0,27	0,31	0,30	0,35	0,39	1,53	1,58	4,02	1,27	1,18	1,42	1,46	1,66	
1. A. 2.	Industrias manufactureras y de la construcción	160, 59	206, 10	260, 25	157, 58	340, 26	370, 45	301, 13	311, 49	324, 28	304, 21	285, 15	264, 39	264, 85	184, 58	221, 80	250, 32	198, 35	126, 05	120, 68	160, 88	170, 87	158, 00	276,1 4	138, 03	161, 29	174, 27	212, 63	195, 26	229, 32	204, 43	
1. A. 3.	Transporte	1.64 3,03	1.55 0,40	1.85 2,14	2.29 8,52	2.59 0,69	2.95 0,73	2.97 8,02	3.32 7,48	3.48 9,21	3.48 3,09	2.78 9,19	2.97 3,33	3.15 0,05	3.36 5,58	3.35 3,31	3.03 4,70	3.21 1,94	3.07 0,74	3.64 2,48	3.79 5,16	4.27 7,62	4.49 2,81	4.254 ,51	4.56 1,95	4.79 1,60	5.27 0,33	6.16 6,68	7.00 2,31	7.35 6,27	7.12 6,37	
1. A. 4.	Otros sectores	144, 39	150, 85	162, 22	170, 47	183, 10	201, 48	197, 21	207, 10	222, 96	248, 52	219, 81	187, 27	186, 96	183, 72	202, 82	193, 57	193, 65	194, 32	188, 06	195, 42	187, 39	195, 58	203,5 2	209, 60	203, 35	210, 19	208, 68	210, 86	226, 86	229, 49	
1. A. 5.	Otros (especificar)	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE																					
1. B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NE, NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO															
1. B. 1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO																					
1. B. 2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO															
1. C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO																					
2.	Procesos industriales y uso de productos	247, 25	263, 05	381, 06	357, 55	425, 06	472, 14	459, 09	399, 93	384, 52	373, 39	411, 09	360, 15	372, 34	430, 29	452, 50	477, 06	488, 54	451, 42	456, 83	467, 04	468, 65	373, 79	496,9 3	442, 01	488, 98	589, 70	602, 16	482, 00	629, 23	664, 41	
2. A.	Industria de los minerales	162, 07	157, 23	239, 77	231, 75	285, 65	313, 92	299, 01	276, 47	279, 26	274, 47	280, 76	243, 43	233, 52	274, 21	265, 91	285, 59	289, 51	277, 32	301, 74	349, 62	334, 76	294, 39	383,6 9	323, 50	366, 84	464, 35	508, 95	399, 95	537, 51	579, 61	
2. B.	Industria química	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	4,51	9,75	0,20																					
2. C.	Industria de los metales	78,1 8	98,5 1	133, 66	117, 82	131, 07	149, 50	150, 96	113, 91	95,2 6	88,5 1	119, 17	105, 01	126, 25	142, 31	172, 46	177, 16	185, 46	158, 98	136, 51	101, 83	115, 94	60,0 5	95,35	98,2 3	101, 29	104, 27	71,4 4	54,2 7	55,7 8	58,9 7	
2. D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	7,00	7,31	7,63	7,98	8,34	8,72	9,12	9,55	10,0 1	10,4 0	11,1 6	11,7 2	12,5 7	13,7 7	14,1 4	14,3 1	13,5 8	15,1 2	18,5 8	15,5 8	17,9 5	19,3 6	17,89	20,2 8	20,8 5	21,0 8	21,7 7	23,2 7	26,1 9	25,6 3	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
2.E.	Industria electrónica	NO																														
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO																															
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NA																														
2.H.	Otros (especificar)	NA																														
3.	Agricultura y ganadería	0,22	0,27	0,34	0,42	0,53	0,66	0,83	1,03	1,29	1,72	2,69	5,30	11,79	23,63	12,00	31,20	32,25	43,47	70,18	74,24	82,19	68,21	86,29	122,97	153,82	110,44	121,43	140,46	146,36	113,25	
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 de residuos agrícola en el campo																															
3.G.	Encalado	0,20	0,25	0,31	0,39	0,49	0,61	0,76	0,95	1,19	1,49	1,86	3,18	8,00	17,21	6,09	26,25	25,01	32,26	59,42	62,34	67,31	50,94	58,81	93,30	123,62	78,97	94,01	104,22	103,76	76,12	
3.H.	Aplicación de urea	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,23	0,83	2,12	3,79	6,42	5,91	4,95	7,24	11,21	10,76	11,90	14,88	17,27	27,49	29,67	30,20	31,47	27,42	36,23	42,60	37,14	
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO	NO																													
3.J.	Otros (especificar)	NA	NA																													
4.	UTCUTS	36.315,58	35.342,70	33.871,32	35.198,80	34.945,99	35.319,61	35.950,95	38.526,73	36.595,32	34.259,91	37.154,42	26.826,20	26.583,58	29.370,82	26.455,09	28.929,00	46.508,47	50.172,79	50.481,24	46.442,85	46.639,79	46.804,35	33.789,66	32.682,58	40.109,63	36.304,19	22.093,75	26.702,92	27.207,63	25.885,32	
4.A.	Tierras forestales	14.917,97	13.915,47	15.251,65	15.064,98	15.042,48	14.349,27	12.932,34	12.000,83	13.053,85	15.130,8	14.854,21	26.394,56	26.873,94	26.104,16	25.614,61	25.127,43	21.380,58	17.785,63	16.764,38	19.971,9	19.819,2	20.469,16	20.987,31	21.467,69	21.123,31	20.513,2	16.380,33	15.808,63	16.539,67	17.774,28	
4.B.	Tierras de cultivo	40.674,00	40.428,08	40.401,20	40.416,61	40.366,71	40.316,33	40.225,53	40.302,73	41.007,95	41.263,12	40.919,24	36.929,11	37.445,33	36.926,02	36.888,99	36.828,04	30.680,54	30.664,07	28.953,33	29.282,04	29.039,81	29.041,30	23.596,84	22.660,42	21.064,29	20.459,54	14.940,63	13.562,19	16.249,75	16.629,16	
4.C.	Pastizales	9.851,07	8.121,60	8.013,28	9.138,68	8.913,26	8.644,06	7.949,24	9.516,33	7.932,73	7.419,09	10.380,90	15.321,16	15.041,71	17.578,46	14.210,82	16.257,90	34.808,29	34.973,22	35.971,16	34.811,63	35.098,05	35.911,09	30.715,62	29.525,08	38.357,63	34.546,85	21.798,95	27.214,88	24.953,26	24.486,15	
4.D.	Humedales	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	35,26	35,26	35,26	35,26	35,26	35,26	NO	6,61	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
4. E.	Asentamientos	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	706,30	968,19	968,19	968,19	968,19	968,19	2.285,87	2.285,87	2.285,87	2.285,87	2.285,87	2.285,87	6,61	1.500,25	1.020,37	1.020,37	758,69	758,69	653,76	653,76	
4. F.	Otras tierras	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	457,90	457,90	790,66	790,66	975,80	975,80	1.890,53	1.890,53	
4. G.	Productos de madera recolectada	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
4. H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
5.	Residuos	94,27	96,51	98,63	100,49	102,16	103,77	106,67	118,66	121,59	126,06	106,47	108,20	134,90	134,32	129,11	132,34	131,04	123,20	128,10	127,59	117,24	120,97	115,23	101,57	88,00	74,53	77,75	79,39	69,13	49,83	
5. A.	Disposición de residuos sólidos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
5. B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos																															
5. C.	Incineración y quema abierta de residuos	94,27	96,51	98,63	100,49	102,16	103,77	106,67	118,66	121,59	126,06	106,47	108,20	134,90	134,32	129,11	132,34	131,04	123,20	128,10	127,59	117,24	120,97	115,23	101,57	88,00	74,53	77,75	79,39	69,13	49,83	
5. D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales																															
5. E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Partidas informativas																																
	Tanque internacional	67,78	70,28	72,87	75,55	78,34	81,22	84,22	87,23	84,81	44,14	34,8	18,71	50,96	66,23	48,16	49,12	61,32	61,32	65,72	54,49	69,05	68,77	75,37	88,98	103,38	92,32	118,27	156,9	186,75	185,5	
	Aviación internacional	67,78	70,28	72,87	75,55	78,34	81,22	84,22	87,23	84,81	44,14	34,8	18,71	50,96	66,23	48,16	49,12	61,32	61,32	65,72	54,49	69,05	68,77	75,37	88,98	103,38	92,32	118,27	156,9	186,75	185,5	
	Navegación internacional	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	10,58	11,01	10,37	10,03	10,69	11,53	12,11	12,61	11,92	10,94	10,84	10,95	10,28	10,35	9,54	9,56	9,00	9,18	9,40	9,53	9,76	9,45	9,38	9,02	9,34	9,42	12,56	12,62	12,52	12,39	
	CO ₂ capturado	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.7. Emisiones y absorciones de CH₄ de Paraguay (kt CH₄), serie 1990-2019

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0.	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	499,22	471,69	544,42	588,58	591,54	595,53	599,58	603,16	599,61	596,98	601,56	605,19	574,76	582,06	591,56	597,92	609,95	629,45	654,37	696,05	730,13	738,66	791,38	821,60	840,83	838,76	835,05	835,63	824,23	845,15
1.	Energía	16,92	17,44	15,63	15,89	15,35	15,91	16,3	17,02	15,26	14,91	14,86	15,77	14,9	15,27	14,74	14,33	12,63	12,98	13,34	13,78	13,85	13,41	13,11	11,58	12,01	11,9	16,96	17,19	16,42	16,06
1.A.	Actividades de quema de combustible	16,92	17,44	15,63	15,89	15,35	15,91	16,3	17,02	15,26	14,91	14,86	15,77	14,9	15,27	14,74	14,33	12,63	12,98	13,34	13,78	13,85	13,41	13,11	11,58	12,01	11,9	16,96	17,19	16,42	16,06
1.A.1.	Industrias de la energía	NA	NA	NA	NA																										
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	1,57	1,69	1,98	1,82	2,25	2,45	2,51	2,6	2,65	2,17	2,12	2,02	1,93	1,93	1,73	1,77	1,81	1,81	1,84	1,8	1,87	1,66	1,72	1,49	1,55	1,57	1,89	1,81	1,82	1,74
1.A.3.	Transporte	0,11	0,1	0,1	0,14	0,1	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0	0	0	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,11	0,12	0,15
1.A.4.	Otros sectores	15,24	15,64	13,55	13,93	13	13,35	13,7	14,32	12,52	12,65	12,65	13,66	12,96	13,34	13,01	12,55	10,81	11,15	11,48	11,93	11,93	11,7	11,33	10,02	10,38	10,23	14,96	15,26	14,48	14,17
1.A.5.	Otros (especificar)	IE	IE	IE	IE																										
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NO, NA	NO, NA	NO, NA	NO, NA																										
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO																										
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NA	NA	NA	NA																										
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂																														
2.	Procesos industriales y uso de productos	NO, NE, NA	0,02	0,04	0,00																										
2.A.	Industria de los minerales																														
2.B.	Industria química	NO	0,02	0,04	0,00																										
2.C.	Industria de los metales	NE	NE	NE	NE																										
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	NA	NA	NA	NA																										

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2.E.	Industria electrónica																														
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO																														
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NO																													
2.H.	Otros (especificar)	NA																													
3.	Agricultura Y Ganadería	452,30	423,42	497,04	540,09	542,82	545,31	548,07	549,92	546,91	543,36	548,31	549,57	517,91	523,71	531,66	537,02	549,48	568,18	591,69	630,73	662,25	669,62	720,87	751,27	768,02	764,86	752,45	750,95	738,10	757,72
3.A.	Fermentación entérica	436,32	405,77	476,03	517,38	518,08	520,00	519,54	521,02	517,17	513,83	518,48	519,52	492,34	496,73	503,86	512,39	524,87	544,80	565,39	602,18	629,89	636,72	684,10	710,05	725,05	721,23	706,99	703,98	687,87	703,74
3.B.	Gestión del estiércol	13,82	15,35	17,57	19,26	21,05	21,37	24,36	24,79	24,57	24,72	24,96	25,13	20,11	21,31	21,77	17,06	17,14	17,43	17,56	18,17	18,66	18,96	19,71	20,35	20,71	21,02	21,12	22,28	22,08	22,71
3.C.	Cultivo del arroz	2,16	2,30	3,45	3,45	3,69	3,93	4,17	4,12	5,16	4,80	4,87	4,92	5,46	5,67	6,03	7,57	7,46	5,95	8,75	10,39	13,70	13,94	17,06	20,87	22,26	22,60	24,34	24,68	28,15	31,26
3.D.	Suelos agrícolas																														
3.E.	Quema prescrita de sabanas	NE																													
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	NE																													
3.G.	Encalado																														
3.H.	Aplicación de urea																														
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono																														
3.J.	Otros	NA																													
4.	UTCUTS	NE																													
4.A.	Tierras forestales	NE																													
4.B.	Tierras de cultivo	NE																													
4.C.	Pastizales	NE																													
4.D.	Humedales	NE																													
4.E.	Asentamientos	NE																													
4.F.	Otras tierras	NE																													

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
4.G.	Productos de madera recolectada																														
4.H.	Otros (especificar)	NO																													
5.	Residuos	30,00	30,83	31,75	32,61	33,37	34,31	35,20	36,22	37,44	38,71	38,39	39,85	41,96	43,07	45,16	46,56	47,84	48,29	49,34	51,55	54,03	55,63	57,41	58,75	60,80	62,00	65,64	67,47	69,67	71,38
5.A.	Disposición de residuos sólidos	4,59	5,01	5,44	5,91	6,42	6,95	7,51	8,05	8,70	9,43	9,69	10,67	11,73	12,83	14,19	15,18	16,05	16,64	17,01	18,22	19,63	21,28	22,75	24,07	25,62	26,90	28,45	29,86	31,30	32,79
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	NE																													
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	1,48	1,51	1,55	1,58	1,62	1,65	1,70	1,91	1,97	2,07	1,76	1,82	2,30	2,32	2,27	2,37	2,40	2,30	2,46	2,53	2,37	2,52	2,47	2,22	2,05	1,84	2,04	2,25	2,15	1,73
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales	23,93	24,31	24,76	25,11	25,34	25,71	25,98	26,26	26,77	27,21	26,94	27,36	27,93	27,92	28,70	29,02	29,39	29,36	29,87	30,80	32,02	31,83	32,19	32,46	33,12	33,26	35,15	35,36	36,21	36,85
5.E.	Otros	NO																													
	Elementos informativos																														
	Tanque internacional	NA																													
	Aviación internacional	NA																													
	Navegación internacional	NA																													
	Operaciones multilaterales	NA																													
	Emissiones de CO ₂ de la biomasa																														
	CO ₂ capturado																														
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos																														
	N ₂ O indirecto																														
	CO ₂ indirecto																														

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.8. Emisiones y absorciones de CH₄ fósil de Paraguay (kt CH₄ fósil), serie 1990-2019

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0.	Todas las emisiones y las absorciones nacionales																														
1.	Energía	0,31	0,31	0,34	0,39	0,46	0,52	0,52	0,55	0,57	0,53	0,42	0,43	0,43	0,45	0,42	0,42	0,44	0,44	0,51	0,57	0,69	0,75	0,76	0,77	0,82	0,93	1,09	1,29	1,4	1,34
1.A.	Actividades de quema de combustible	0,3	0,3	0,33	0,38	0,45	0,51	0,51	0,54	0,57	0,53	0,41	0,42	0,42	0,45	0,42	0,42	0,44	0,44	0,51	0,57	0,69	0,75	0,76	0,77	0,82	0,93	1,09	1,29	1,4	1,34
1.A.1.	Industrias de la energía	1,00 E-03	1,00 E-03	1,00 E-03	9,00 E-04	1,00 E-04	2,00 E-04	1,00 E-04	9,00 E-05	4,00 E-05	3,00 E-05	3,00 E-05	1,00 E-05	2,00 E-05	6,00 E-05	6,00 E-05	2,00 E-04	5,00 E-05	5,00 E-05	6,00 E-05	7,00 E-05										
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
1.A.3.	Transporte	0,28	0,28	0,31	0,36	0,42	0,48	0,48	0,51	0,54	0,5	0,39	0,4	0,4	0,43	0,4	0,39	0,42	0,42	0,49	0,55	0,67	0,73	0,73	0,75	0,8	0,91	1,07	1,27	1,37	1,31
1.A.4.	Otros sectores	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
1.A.5.	Otros (especificar)	IE	IE																												
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	4,00 E-03	3,00 E-03	3,00 E-03	3,00 E-03	3,00 E-03	2,00 E-03	2,00 E-03	2,00 E-03	2,00 E-03	8,00 E-04	NO	NO												
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO																												
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	4,00 E-03	3,00 E-03	3,00 E-03	3,00 E-03	3,00 E-03	2,00 E-03	2,00 E-03	2,00 E-03	2,00 E-03	8,00 E-04	NO	NO												
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂																														
2.	Procesos industriales y uso de productos																														
2.A.	Industria de los minerales																														
2.B.	Industria química																														
2.C.	Industria de los metales																														
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes																														
2.E.	Industria electrónica																														
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO																														
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos																														
2.H.	Otros (especificar)																														
3.	Agricultura y ganadería																														
3.A.	Fermentación entérica																														
3.B.	Gestión del estiércol																														
3.C.	Cultivo del arroz																														
3.D.	Suelos agrícolas																														
3.E.	Quema prescrita de sabanas																														

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo																														
3.G.	Encalado																														
3.H.	Aplicación de urea																														
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono																														
3.J.	Otros (especificar)																														
4.	UTCUTS																														
4.A.	Tierras forestales																														
4.B.	Tierras de cultivo																														
4.C.	Pastizales																														
4.D.	Humedales																														
4.E.	Asentamientos																														
4.F.	Otras tierras																														
4.G.	Productos de madera recolectada																														
4.H.	Otros (especificar)																														
5.	Residuos																														
5.A.	Disposición de residuos sólidos																														
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos																														
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos																														
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales																														
5.E.	Otros (especificar)																														
Elementos informativos																															
	Tanque internacional	5,00 E-04	5,00 E-04	5,00 E-04	5,00 E-04	5,00 E-04	6,00 E-04	6,00 E-04	6,00 E-04	6,00 E-04	3,00 E-04	2,00 E-04	1,00 E-04	4,00 E-04	5,00 E-04	3,00 E-04	3,00 E-04	4,00 E-04	4,00 E-04	5,00 E-04	4,00 E-04	5,00 E-04	5,00 E-04	5,00 E-04	6,00 E-04	7,00 E-04	6,00 E-04	8,00 E-04	1,00 E-03	1,00 E-03	1,00 E-03
	Aviación internacional	5,00 E-04	5,00 E-04	5,00 E-04	5,00 E-04	5,00 E-04	6,00 E-04	6,00 E-04	6,00 E-04	6,00 E-04	3,00 E-04	2,00 E-04	1,00 E-04	4,00 E-04	5,00 E-04	3,00 E-04	3,00 E-04	4,00 E-04	4,00 E-04	5,00 E-04	4,00 E-04	5,00 E-04	5,00 E-04	5,00 E-04	6,00 E-04	7,00 E-04	6,00 E-04	8,00 E-04	1,00 E-03	1,00 E-03	1,00 E-03
	Navegación internacional	IE																													
	Operaciones multilaterales	IE																													
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa																														
	CO ₂ capturado																														
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos																														
	N ₂ O indirecto																														
	CO ₂ indirecto																														

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.9. Emisiones y absorciones de N₂O de Paraguay (kt N₂O), serie 1990-2019

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0.	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	6,39	6,18	6,89	7,23	7,68	7,68	8,00	8,19	8,03	7,88	8,15	8,31	8,15	8,46	8,31	8,38	9,05	9,42	9,35	10,57	11,18	10,46	12,54	13,06	13,58	13,81	14,02	14,49	14,36	15,60
1.	Energía	0,49	0,50	0,49	0,50	0,54	0,58	0,60	0,63	0,62	0,59	0,54	0,55	0,53	0,55	0,51	0,52	0,51	0,52	0,56	0,61	0,68	0,68	0,67	0,69	0,73	0,79	0,98	1,03	1,06	1,10
1. A.	Actividades de quema de combustible	0,49	0,50	0,49	0,50	0,54	0,58	0,60	0,63	0,62	0,59	0,54	0,55	0,53	0,55	0,51	0,52	0,51	0,52	0,56	0,61	0,68	0,68	0,67	0,69	0,73	0,79	0,98	1,03	1,06	1,10
1. A. 1.	Industrias de la energía	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1. A. 2.	Industrias manufactureras y de la construcción	0,18	0,19	0,20	0,17	0,22	0,25	0,26	0,27	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,23	0,23	0,23	0,23
1. A. 3.	Transporte	0,11	0,11	0,12	0,15	0,15	0,16	0,16	0,18	0,18	0,19	0,15	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,23	0,28	0,34	0,36	0,35	0,39	0,42	0,48	0,56	0,61	0,65	0,69
1. A. 4.	Otros sectores	0,20	0,20	0,17	0,18	0,17	0,17	0,18	0,19	0,16	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,14	0,12	0,13	0,12	0,19	0,19	0,18	0,18
1. A. 5.	Otros (especificar)	IE																													
1. B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NA, NO																													
1. B. 1.	Combustibles sólidos	NO																													
1. B. 2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NA, NO																													
1. C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂																														
2.	Procesos industriales y uso de productos	NE, NA, NO																													
2. A.	Industria de los minerales																														
2. B.	Industria química	NO																													
2. C.	Industria de los metales	NO																													
2. D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	NA																													
2. E.	Industria electrónica																														
2. F.	Uso de productos sustitutos de las SAO																														
2. G.	Manufactura y utilización de otros productos	NE																													

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
2.H.	Otros (especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA																					
3.	Agricultura y ganadería	5,70	5,46	6,18	6,50	6,89	6,83	7,14	7,29	7,14	7,01	7,33	7,47	7,32	7,62	7,51	7,57	8,26	8,62	8,51	9,66	10,21	9,46	11,56	12,06	12,55	12,72	12,72	13,13	12,97	14,18	
3.A.	Fermentación entérica																															
3.B.	Gestión del estiércol	0,20	0,23	0,27	0,29	0,33	0,33	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,32	0,35	0,35	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,40	0,41	0,41	
3.C.	Cultivo del arroz																															
3.D.	Suelos agrícolas	5,50	5,23	5,91	6,21	6,56	6,50	6,75	6,88	6,74	6,61	6,93	7,06	6,99	7,28	7,16	7,31	7,99	8,36	8,23	9,37	9,91	9,16	11,24	11,73	12,21	12,37	12,36	12,74	12,56	13,76	
3.E.	Quema prescrita de sabanas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE																					
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE																					
3.G.	Encalado																															
3.H.	Aplicación de urea																															
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono																															
3.J.	Otros (especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA																					
4.	UTCUTS	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE																						
4.A.	Tierras forestales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE																					
4.B.	Tierras de cultivo	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE																					
4.C.	Pastizales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE																					
4.D.	Humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE																					
4.E.	Asentamientos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE																					
4.F.	Otras tierras	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE																					
4.G.	Productos de madera recolectada																															
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO																					
5.	Residuos	0,21	0,22	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,29	0,30	0,29	0,28	0,29	0,28	0,28	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,31	0,30	0,31	0,32	0,33	0,33	0,33	
5.A.	Disposición de residuos sólidos																															
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE																					
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales	0,19	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO																											
	Elementos informativos																														
	Tanque internacional	2,00 E-03	1,00 E-03	1,00 E-03	5,00 E-04	1,00 E-03	2,00 E-03	1,00 E-03	1,00 E-03	2,00 E-03	3,00 E-03	3,00 E-03	3,00 E-03	4,00 E-03	0,01	0,01															
	Aviación internacional	2,00 E-03	1,00 E-03	1,00 E-03	5,00 E-04	1,00 E-03	2,00 E-03	1,00 E-03	1,00 E-03	2,00 E-03	3,00 E-03	3,00 E-03	3,00 E-03	4,00 E-03	0,01	0,01															
	Navegación internacional	IE	IE	IE																											
	Operaciones multilaterales	IE	IE	IE																											
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa																														
	CO ₂ capturado																														
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos																														
	N ₂ O indirecto																														
	CO ₂ indirecto																														

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES

Anexo 5.10. Emisiones de HFC de Paraguay (kt HFC), serie 1990-2019

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0.	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	NO	8,43	16,19	23,41	30,22	36,69	42,91	48,97	54,93	60,85	66,79	72,80	85,89	116,81	147,68	149,39	200,44	215,13	241,46	322,67	422,38	499,67	576,06	618,29						
1.	Energía																														
1. A.	Actividades de quema de combustible																														
1. A. 1.	Industrias de la energía																														
1. A. 2.	Industrias manufactureras y de la construcción																														
1. A. 3.	Transporte																														
1. A. 4.	Otros sectores																														
1. A. 5.	Otros (especificar)																														
1. B.	Emisiones fugitivas de combustibles																														
1. B. 1.	Combustibles sólidos																														
1. B. 2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía																														
1. C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂																														
2.	Procesos industriales y uso de productos	NO	8,43	16,19	23,41	30,22	36,69	42,91	48,97	54,93	60,85	66,79	72,80	85,89	116,81	147,68	149,39	200,44	215,13	241,46	322,67	422,38	499,67	576,06	618,29						
2. A.	Industria de los minerales																														
2. B.	Industria química	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO								
2. C.	Industria de los metales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO								
2. D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes																														
2. E.	Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO								
2. F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	NO	8,43	16,19	23,41	30,22	36,69	42,91	48,97	54,93	60,85	66,79	72,80	85,89	116,81	147,68	149,39	200,44	215,13	241,46	322,67	422,38	499,67	576,06	618,29						

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NO																													
2.H.	Otros (especificar)	NO																													
3.	Agricultura y Ganadería																														
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 de residuos agrícola en el campo																														
3.G.	Encalado																														
3.H.	Aplicación de urea																														
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono																														
3.J.	Otros (especificar)																														
4.	UTCUTS																														
4.A.	Tierras forestales																														
4.B.	Tierras de cultivo																														
4.C.	Pastizales																														
4.D.	Humedales																														
4.E.	Asentamientos																														
4.F.	Otras tierras																														
4.G.	Productos de madera recolectada																														
4.H.	Otros (especificar)																														
5.	Residuos																														
5.A.	Disposición de residuos sólidos																														
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos																														
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos																														
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales																														

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
S. E.	Otros (especificar)																														
	Elementos informativos																														
	Tanque internacional																														
	Aviación internacional																														
	Navegación internacional																														
	Operaciones multilaterales																														
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa																														
	CO ₂ capturado																														
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos																														
	N ₂ O indirecto																														
	CO ₂ indirecto																														

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES

Anexo 5.11. Emisiones de SF₆ de Paraguay (kt SF₆), serie 1990-2019

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0.	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	6,11	11,75	22,33	13,87	13,16	20,92	14,34	19,27	33,37	9,64	7,76	11,52	7,52	6,82	7,52	13,63	22,33	17,86	9,64	9,64	2,59	16,92	9,87	9,87	10,58	10,58	10,81	17,86	11,99	12,22
1.	Energía																														
1. A.	Actividades de quema de combustible																														
1. A. 1.	Industrias de la energía																														
1. A. 2.	Industrias manufactureras y de la construcción																														
1. A. 3.	Transporte																														
1. A. 4.	Otros sectores																														
1. A. 5.	Otros (especificar)																														
1. B.	Emisiones fugitivas de combustibles																														
1. B. 1.	Combustibles sólidos																														
1. B. 2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía																														
1. C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂																														
2.	Procesos industriales y uso de productos	6,11	11,75	22,33	13,87	13,16	20,92	14,34	19,27	33,37	9,64	7,76	11,52	7,52	6,82	7,52	13,63	22,33	17,86	9,64	9,64	2,59	16,92	9,87	9,87	10,58	10,58	10,81	17,86	11,99	12,22
2. A.	Industria de los minerales																														
2. B.	Industria química	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. C.	Industria de los metales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes																														
2. E.	Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Có di go	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2. G.	Manufactura y utilización de otros productos	6,11	11,75	22,33	13,87	13,16	20,92	14,34	19,27	33,37	9,64	7,76	11,52	7,52	6,82	7,52	13,63	22,33	17,86	9,64	9,64	2,59	16,92	9,87	9,87	10,58	10,58	10,81	17,86	11,99	12,22
2. H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.	Agricultura y Ganadería																														
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 de residuos agrícola en el campo																														
3. G.	Encalado																														
3. H.	Aplicación de urea																														
3.I .	Otros fertilizantes que contienen carbono																														
3.J .	Otros (especificar)																														
4.	UTCUTS																														
4. A.	Tierras forestales																														
4. B.	Tierras de cultivo																														
4. C.	Pastizales																														
4. D.	Humedales																														
4. E.	Asentamientos																														
4. F.	Otras tierras																														
4. G.	Productos de madera recolectada																														
4. H.	Otros (especificar)																														
5.	Residuos																														
5. A.	Disposición de residuos sólidos																														
5. B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos																														
5. C.	Incineración y quema abierto de residuos																														

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
5. D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales																														
5. E.	Otros (especificar)																														
Elementos informativos																															
	Tanque internacional																														
	Aviación internacional																														
	Navegación internacional																														
	Operaciones multilaterales																														
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa																														
	CO ₂ capturado																														
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos																														
	N ₂ O indirecto																														
	CO ₂ indirecto																														

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES

Anexo 5.12. Emisiones de gases precursores de GEI de Paraguay (kt), serie 1990-2019

Código	Categorías	Gases precursores	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1.	Energía	NOx	17,77	17,81	19,84	21,52	25,12	28,07	28,12	30,76	31,54	30,99	26,59	27,56	28,36	29,16	28,85	26,95	27,41	26,02	29,58	30,62	33,41	34,14	33,19	34,14	35,74	38,44	45,74	49,83	51,71	50,41
		CO	271,91	278,86	255,44	264,21	265,59	283,88	291,37	304,41	283,28	270,72	253,56	266,51	255,28	263,83	249,55	244,78	226,78	234,35	251,21	266,21	287,53	294,47	293,21	282,76	297,65	315,25	409,71	448,39	456,64	442,72
		COVDM	53,05	54,69	51,67	52,28	55,41	60,17	62,09	64,75	61,78	57,44	53,49	54,88	52,34	53,74	49,61	49,29	46,96	48,13	51,38	54,23	59,08	60,26	60,41	59,08	62,25	66,33	84,85	92,58	95,44	92,73
		SOx	1,7	1,75	1,75	1,6	1,68	1,77	1,74	1,8	1,75	1,67	1,6	1,55	1,49	1,44	1,38	1,37	1,27	1,25	1,26	1,3	1,33	1,32	1,41	1,26	1,31	1,42	1,7	1,68	1,8	1,69
1.A.	Actividades de quema de combustible	NOx	17,69	17,74	19,77	21,46	25,05	28,02	28,09	30,73	31,57	30,97	26,56	27,53	28,33	29,14	28,83	26,94	27,41	26,02	29,58	30,62	33,41	34,14	33,19	34,14	35,74	38,44	45,74	49,83	51,71	50,41
		CO	271,88	278,83	255,41	264,19	265,57	283,86	291,36	304,44	283,27	270,71	253,55	266,51	255,27	263,82	249,55	244,77	226,67	234,35	251,21	266,21	287,53	294,47	293,21	282,76	297,65	315,25	409,71	448,39	456,64	442,72
		COVDM	52,99	54,64	51,6	52,22	55,35	60,12	62,06	64,73	61,75	57,42	53,46	54,86	52,32	53,72	49,6	49,28	46,96	48,13	51,38	54,23	59,08	60,26	60,41	59,08	62,25	66,33	84,85	92,58	95,44	92,73
		SOx	1,5	1,57	1,56	1,44	1,51	1,64	1,64	1,71	1,67	1,6	1,53	1,49	1,43	1,39	1,34	1,35	1,27	1,25	1,26	1,3	1,33	1,32	1,41	1,26	1,31	1,42	1,7	1,68	1,8	1,69
1.A.1	Industrias de la energía	NOx	0,05	0,05	0,05	0,04	3,13, E-03	3,64, E-03	3,76, E-03	3,86, E-03	3,92, E-03	4,59, E-03	2,50, E-03	2,46, E-03	8,08, E-04	7,36, E-04	7,36, E-04	3,13, E-04	3,13, E-04	2,35, E-04	2,74, E-04	2,65, E-04	3,06, E-04	3,39, E-04	1,34, E-03	1,39, E-03	3,53, E-03	1,11, E-03	1,03, E-03	1,24, E-03	1,28, E-03	1,46, E-03
		CO	0,01	0,01	0,01	4,61, E-03	8,23, E-04	9,26, E-04	9,84, E-04	1,02, E-03	1,01, E-03	1,17, E-03	7,17, E-04	7,40, E-04	2,01, E-04	1,83, E-04	1,83, E-04	7,79, E-05	7,79, E-05	5,85, E-05	6,82, E-05	6,61, E-05	7,61, E-05	8,46, E-05	3,34, E-04	3,46, E-04	8,79, E-04	2,77, E-04	2,57, E-04	3,10, E-04	3,19, E-04	3,64, E-04
		COVDM	8,04, E-04	7,39, E-04	7,75, E-04	6,41, E-04	4,23, E-05	4,75, E-05	5,15, E-05	5,25, E-05	5,11, E-05	5,90, E-05	3,92, E-05	4,16, E-05	9,94, E-06	9,06, E-06	3,85, E-06	3,85, E-06	2,89, E-06	3,37, E-06	3,26, E-06	3,76, E-06	4,18, E-06	1,65, E-05	1,71, E-05	4,34, E-05	1,37, E-05	1,27, E-05	1,53, E-05	1,58, E-05	1,80, E-05	
		SOx	0,16	0,15	0,16	0,13	2,08, E-03	2,66, E-03	2,64, E-03	2,55, E-03	2,69, E-03	3,17, E-03	1,43, E-03	1,28, E-03	5,78, E-04	5,26, E-04	2,24, E-04	2,24, E-04	1,68, E-04	1,96, E-04	1,90, E-04	2,19, E-04	2,43, E-04	9,58, E-03	9,92, E-04	2,52, E-03	7,96, E-03	7,37, E-04	8,90, E-04	9,17, E-04	1,04, E-03	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción	NOx	5,12	5,7	6,16	4,99	7,21	8,04	7,91	8,19	8,28	7,35	7,08	6,69	6,39	5,82	5,39	5,7	5,43	4,93	4,95	5,14	5,35	5,05	5,86	4,94	5,22	5,31	6,61	6,24	6,49	6,32
		CO	25,5	27,19	27,87	24,8	31,21	35,1	37,22	38,55	38,6	33,59	32,72	31,1	29,22	28,9	24,7	25,48	25,8	25,69	26,07	25,61	25,26	25,26	26,15	26,56	33,18	32,57	33,4	32,79	32,79	
		COVDM	13,4	14,28	14,63	13,03	16,38	18,43	19,55	20,25	20,27	17,64	17,19	16,33	15,34	15,19	12,97	13,38	13,59	13,59	13,7	13,46	13,93	13,26	13,42	13,28	13,74	13,91	17,41	17,11	17,5	17,22
		SOx	0,59	0,65	0,69	0,57	0,81	0,9	0,9	0,93	0,94	0,83	0,8	0,76	0,72	0,67	0,61	0,65	0,62	0,58	0,58	0,59	0,62	0,61	0,7	0,57	0,61	0,71	0,81	0,76	0,89	0,77
1.A.3	Transporte	NOx	9,75	9,14	11,05	13,84	15,42	17,48	17,62	19,87	20,85	21,19	17,08	18,3	19,5	20,82	20,97	18,86	19,8	18,92	22,4	23,18	25,77	26,84	25,12	27,15	28,41	31,06	36,24	40,64	42,39	41,32
		CO	38,84	38,38	42,15	48,77	58,45	68,05	68,68	71,98	75,17	66,03	49,72	50,72	49,35	53,06	47,09	47,69	52,11	53,96	65,32	75,63	96,27	107,57	110,54	113,8	123,11	142,11	167,46	201,65	219,81	211,03
		COVDM	8,39	8,29	9,1	10,54	12,53	14,54	14,63	15,34	16,01	14,07	10,57	10,76	10,41	11,19	9,91	10,11	11,01	11,37	13,65	16	20,38	22,78	23,38	24,2	26,19	30,37	35,99	43,26	47,35	45,59
		SOx	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,11
1.A.4	Otros sectores	NOx	2,77	2,85	2,51	2,59	2,41	2,49	2,55	2,67	2,38	2,43	2,4	2,53	2,44	2,5	2,47	2,38	2,09	2,17	2,23	2,3	2,29	2,26	2,21	2,05	2,1	2,09	2,88	2,95	2,83	2,77
		CO	207,55	213,26	185,39	190,61	175,9	180,72	185,46	193,87	169,5	171,09	171,06	184,69	176,7	181,86	177,76	171,6	148,68	154,71	159,83	164,76	164,75	161,65	157,06	143,69	148,39	146,58	209,07	214,18	203,42	198,89
		COVDM	31,2	32,06	27,87	28,66	26,44	27,16	27,87	29,14	25,47	25,71	25,71	27,76	26,56	27,4	26,72	25,8	22,35	23,26	24,03	24,77	24,77	24,31	21,61	22,32	22,02	31,45	32,22	30,6	29,92	
		SOx	0,73	0,76	0,69	0,72	0,69	0,72	0,73	0,77	0,72	0,75	0,72	0,72	0,7	0,71	0,72	0,69	0,63	0,65	0,66	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,64	0,64	0,64	0,82	0,83	0,82
Otros	NOx	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE

Código	Categorías	Gases precursores	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1.A.5		CO	IE																													
		COVDM	IE	IE																												
		SOx	NE	NE																												
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NOx	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	NO													
		CO	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	NO													
		COVDM	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	NO	NO												
		SOx	0,2	0,18	0,19	0,16	0,17	0,13	0,1	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,02	NO	NO												
1.B.1	Combustibles sólidos	NOx	NO																													
		CO	NO	NO																												
		COVDM	NO	NO																												
		SOx	NO	NO																												
1.B.2	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NOx	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	NO													
		CO	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	3,04, E-03	NO	NO												
		COVDM	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	NO	NO												
		SOx	0,2	0,18	0,19	0,16	0,17	0,13	0,1	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,02	NO	NO												
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NOx																														
		CO																														
		COVDM																														
		SOx																														
2.	IPPU	NOx	4,80, E-04	6,10, E-04	8,60, E-04	7,70, E-04	8,70, E-04	9,50, E-04	9,60, E-04	6,60, E-04	5,60, E-04	7,70, E-04	7,10, E-04	8,00, E-04	9,10, E-04	1,07, E-03	1,01, E-03	1,15, E-03	9,50, E-04	8,30, E-04	5,40, E-04	5,90, E-04	3,00, E-04	4,40, E-04	4,50, E-04	4,70, E-04	4,80, E-04	3,50, E-04	2,40, E-04	2,50, E-04	2,60, E-04	
		CO	0,17	0,21	0,30	0,27	0,30	0,33	0,34	0,23	0,20	0,20	0,27	0,25	0,28	0,32	0,37	0,35	0,40	0,33	0,29	0,19	0,21	0,11	0,15	0,16	0,16	0,17	0,12	0,08	0,09	0,09
		COVDM	1,74	1,79	1,89	2,05	2,07	2,28	2,39	2,48	2,65	2,51	2,22	2,24	2,32	2,40	2,40	2,50	2,48	2,56	2,71	2,69	2,95	3,04	2,59	3,65	3,82	4,01	4,22	4,38	4,48	4,62
		SOx	NE	3,59, E-04	NE	1,06, E-04	2,73, E-04	4,97, E-03	4,55, E-04	1,06, E-03	5,06, E-04	6,00, E-04	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07													
2.A.	Industria de los minerales	NOx	NE																													
		CO	NE	NE																												
		COVDM	NE	NE																												
		SOx	NE	NE																												

Código	Categorías	Gases precursor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2.B.	Industria química	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM	NE																													
		SOx	NE	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06																							
2.C.	Industria de los metales	NOx	4,80, E-04	6,10, E-04	8,60, E-04	7,70, E-04	8,70, E-04	9,50, E-04	9,60, E-04	6,60, E-04	5,60, E-04	5,60, E-04	7,70, E-04	7,10, E-04	8,00, E-04	9,10, E-04	1,07, E-03	1,01, E-03	1,15, E-03	9,50, E-04	8,30, E-04	5,40, E-04	5,90, E-04	3,00, E-04	4,40, E-04	4,50, E-04	4,70, E-04	4,80, E-04	3,50, E-04	2,40, E-04	2,50, E-04	2,60, E-04
		CO	0,17	0,21	0,30	0,27	0,30	0,33	0,34	0,23	0,20	0,20	0,27	0,25	0,28	0,32	0,37	0,35	0,40	0,33	0,29	0,19	0,21	0,11	0,15	0,16	0,16	0,17	0,12	0,08	8,75, E-02	0,09
		COVDM	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	4,50, E-03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	3,60, E-03	3,75, E-03	3,90, E-03
		SOx	NE	0,00	NE	1,06, E-04	2,73, E-04	4,97, E-03	4,55, E-04	1,06, E-03	5,06, E-04	6,00, E-04	1,37, E-03	2,81, E-03	4,53, E-03	9,37, E-04	3,35, E-03	3,92, E-03	0,01													
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM	NE	1,26, E-04	2,91, E-04	1,61, E-04	3,23, E-04	4,69, E-04	3,64, E-04	2,86, E-04	4,29, E-04	3,06, E-04	1,93, E-04	3,68, E-04	3,94, E-04	4,71, E-04	4,18, E-04	5,35, E-04	3,65, E-04	8,61, E-04	9,31, E-04	1,02, E-03	1,13, E-03	1,24, E-03								
		SOx	NE																													
2.E.	Industria electrónica	NOx																														
		CO																														
		COVDM																														
		SOx																														
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	NOx																														
		CO																														
		COVDM																														
		SOx																														
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NOx	NA																													
		CO	NA																													
		COVDM	NA																													
		SOx	NA																													
2.H.	Otros	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM	1,73	1,78	1,87	2,03	2,06	2,27	2,37	2,47	2,64	2,51	2,21	2,23	2,30	2,39	2,39	2,49	2,46	2,54	2,70	2,68	2,94	3,03	2,58	3,65	3,82	4,00	4,21	4,37	4,48	4,62

Código	Categorías	Gases precursor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
		SOx	NE																													
3.	Agricultura y Ganadería	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM																														
		SOx																														
3.A.	Fermentación entérica	NOx																														
		CO																														
		COVDM																														
		SOx																														
3.B.	Gestión del estiércol	NOx																														
		CO																														
		COVDM																														
		SOx																														
3.C.	Cultivo del arroz	NOx																														
		CO																														
		COVDM																														
		SOx																														
3.D.	Suelos agrícolas	NOx																														
		CO																														
		COVDM																														
		SOx																														
3.E.	Quema prescrita de sabanas	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM																														
		SOx																														
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	NOx	NE																													
		CO	NE																													

Código	Categorías	Gases precursores	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
		COVDM																														
		SOx																														
3.G.	Encalado	NOx																														
		CO																														
		COVDM																														
		SOx																														
3.H.	Aplicación de urea	NOx																														
		CO																														
		COVDM																														
		SOx																														
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NOx																														
		CO																														
		COVDM																														
		SOx																														
3.J.	Otros (especificar)	NOx																														
		CO																														
		COVDM																														
		SOx																														
4.	UTCUTS	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM																														
		SOx																														
4.A.	Tierras forestales	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM																														
		SOx																														
4.B.		NOx	NE																													

Código	Categorías	Gases precursor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	Tierras de cultivo	CO	NE																													
		COVDM																														
		SOx																														
4.C.	Pastizales	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM																														
		SOx																														
4.D.	Humedales	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM																														
		SOx																														
4.E.	Asentamientos	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM																														
		SOx																														
4.F.	Otras tierras	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM																														
		SOx																														
4.G.	Productos de madera recolectada	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM																														
		SOx																														
4.H.	Otros (especificar)	NOx	NE																													
		CO	NE																													
		COVDM																														
		SOx																														

Código	Categorías	Gases precursor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
5.	Residuos	NOx	2,76, E-04	7,25, E-04	1,32, E-03	1,45, E-03	1,52, E-03	1,59, E-03	1,66, E-03	1,35, E-03	1,47, E-03	1,52, E-03	1,52, E-03	8,05, E-04	1,75, E-03	2,04, E-03	2,47, E-03	3,88, E-03	3,72, E-03	4,87, E-03	4,97, E-03	4,26, E-03	4,10, E-03	3,94, E-03	3,86, E-03	5,73, E-03	3,30, E-03	3,02, E-03	2,99, E-03	2,73, E-03	1,18, E-03	1,94, E-03	
		CO	2,28, E-05	5,99, E-05	1,09, E-04	1,20, E-04	1,26, E-04	1,31, E-04	1,37, E-04	1,11, E-04	1,21, E-04	1,25, E-04	1,25, E-04	6,65, E-05	1,44, E-04	1,69, E-04	2,04, E-04	3,21, E-04	3,07, E-04	4,03, E-04	4,10, E-04	3,52, E-04	3,39, E-04	3,25, E-04	3,19, E-04	4,69, E-04	2,72, E-04	2,49, E-04	2,47, E-04	2,26, E-04	9,63, E-05	1,60, E-04	
		COVDM	1,53	1,59	1,65	1,71	1,78	1,85	1,92	1,99	2,06	2,13	2,21	2,28	2,36	2,43	2,49	2,56	2,62	2,69	2,75	2,82	2,88	2,88	2,88	2,88	2,89	2,87	2,87	2,94	2,95	2,96	2,97
		SOx	6,48, E-05	1,70, E-04	3,10, E-04	3,41, E-04	3,57, E-04	3,73, E-04	3,89, E-04	3,16, E-04	3,45, E-04	3,56, E-04	3,56, E-04	1,89, E-04	4,10, E-04	4,80, E-04	5,79, E-04	9,12, E-04	8,74, E-04	1,14, E-03	1,17, E-03	1,00, E-03	9,63, E-04	9,25, E-04	8,92, E-04	9,63, E-04	7,74, E-04	7,08, E-04	6,93, E-04	6,41, E-04	1,85, E-04	4,56, E-04	
5.A.	Eliminación de residuos sólidos	NOx	NA																														
		CO	NA	NA																													
		COVDM	1,53	1,59	1,65	1,71	1,78	1,85	1,92	1,99	2,06	2,13	2,21	2,28	2,36	2,42	2,49	2,55	2,62	2,68	2,75	2,82	2,88	2,88	2,88	2,87	2,87	2,87	2,94	2,95	2,96	2,97	
		SOx	NA	NA																													
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	NOx	NE																														
		CO	NE	NE																													
		COVDM	NE	NE																													
		SOx																															
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	NOx	2,76, E-04	7,25, E-04	1,32, E-03	1,45, E-03	1,52, E-03	1,59, E-03	1,66, E-03	1,35, E-03	1,47, E-03	1,52, E-03	1,52, E-03	8,05, E-04	1,75, E-03	2,04, E-03	2,47, E-03	3,88, E-03	3,72, E-03	4,87, E-03	4,97, E-03	4,26, E-03	4,10, E-03	3,94, E-03	3,86, E-03	5,73, E-03	3,30, E-03	3,02, E-03	2,99, E-03	2,73, E-03	1,18, E-03	1,94, E-03	
		CO	2,28, E-05	5,99, E-05	1,09, E-04	1,20, E-04	1,26, E-04	1,31, E-04	1,37, E-04	1,11, E-04	1,21, E-04	1,25, E-04	1,25, E-04	6,65, E-05	1,44, E-04	1,69, E-04	2,04, E-04	3,21, E-04	3,07, E-04	4,03, E-04	4,10, E-04	3,52, E-04	3,39, E-04	3,25, E-04	3,19, E-04	4,69, E-04	2,72, E-04	2,49, E-04	2,47, E-04	2,26, E-04	9,63, E-05	1,60, E-04	
		COVDM	8,40, E-05	2,21, E-04	4,02, E-04	4,42, E-04	4,63, E-04	4,84, E-04	5,04, E-04	4,10, E-04	4,47, E-04	4,62, E-04	4,61, E-04	2,45, E-04	5,32, E-04	6,22, E-04	7,50, E-04	1,18, E-03	1,13, E-03	1,48, E-03	1,51, E-03	1,30, E-03	1,25, E-03	1,20, E-03	1,83, E-03	1,91, E-02	1,00, E-03	9,18, E-04	1,31, E-03	8,53, E-04	4,54, E-03	5,91, E-04	
		SOx	6,48, E-05	1,70, E-04	3,10, E-04	3,41, E-04	3,57, E-04	3,73, E-04	3,89, E-04	3,16, E-04	3,45, E-04	3,56, E-04	3,56, E-04	1,89, E-04	4,10, E-04	4,80, E-04	5,79, E-04	9,12, E-04	8,74, E-04	1,14, E-03	1,17, E-03	1,00, E-03	9,63, E-04	9,25, E-04	8,92, E-04	9,63, E-04	7,74, E-04	7,08, E-04	6,93, E-04	6,41, E-04	1,85, E-04	4,56, E-04	
5.D.	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	NOx	NA																														
		CO	NA	NA																													
		COVDM	NE	NE																													
		SOx	NA	NA																													
5.E.	Otros	NOx	NO																														
		CO	NO	NO																													
		COVDM	NO	NO																													
		SOx	NO	NO																													
Partidas informativas																																	
	Tanque internacional	NOx	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,04	0,03	0,02	0,05	0,06	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,08	0,11	0,14	0,17	0,17	
		CO	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04

Código	Categorías	Gases precursor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
		COVDM	7,58, E-04	7,86, E-04	8,15, E-04	8,45, E-04	8,76, E-04	9,09, E-04	9,42, E-04	9,76, E-04	9,49, E-04	4,94, E-04	3,89, E-04	2,09, E-04	5,70, E-04	7,41, E-04	5,39, E-04	5,50, E-04	6,86, E-04	6,86, E-04	7,35, E-04	6,10, E-04	7,73, E-04	7,69, E-04	8,43, E-04	9,96, E-04	1,16, E-03	1,03, E-03	1,32, E-03	1,76, E-03	2,09, E-03	2,08, E-03		
		SOx	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,03	0,02	0,01	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,06	0,08	0,1	0,12	0,12		
	Aviación internacional	NOx	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,04	0,03	0,02	0,05	0,06	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,08	0,11	0,14	0,17	0,17		
		CO	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	4,24, E-03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04		
		COVDM	7,58, E-04	7,86, E-04	8,15, E-04	8,45, E-04	8,76, E-04	9,09, E-04	9,42, E-04	9,76, E-04	9,49, E-04	4,94, E-04	3,89, E-04	2,09, E-04	5,70, E-04	7,41, E-04	5,39, E-04	5,50, E-04	6,86, E-04	6,86, E-04	7,35, E-04	6,10, E-04	7,73, E-04	7,69, E-04	8,43, E-04	9,96, E-04	1,16, E-03	1,03, E-03	1,32, E-03	1,76, E-03	2,09, E-03	2,08, E-03		
		SOx	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,03	0,02	0,01	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,06	0,08	0,1	0,12	0,12	
	Navegación internacional	NOx	IE																															
		CO	IE																															
		COVDM	IE	IE																														
		SOx	NE	NE																														
	Operaciones multilaterales	NOx	IE																															
		CO	IE																															
		COVDM	IE	IE																														
		SOx	NE	NE																														
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	NOx																																
		CO																																
		COVDM																																
		SOx																																
	CO ₂ capturado	NOx																																
		CO																																
		COVDM																																
		SOx																																
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	NOx																																
		CO																																
		COVDM																																
		SOx																																

Referencias: NE= No estimado; NA y Sombreado en gris = No aplicable.
 Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Anexo 5.13 Planillas de control de la calidad

Anexo 5.13.1 Lista de verificación de actividades generales de control de calidad (Nivel 1)

Actividad de control de calidad	Procedimientos	Tarea completada	Nombre	Fecha	Medida correctiva adoptada (Documentos de respaldo)
Listas de Verificación de Manejo, Entrada y Recopilación de Datos					
Revisión bibliográfica del sector y previos INGEIs	Lectura de informes previos y de bibliografía disponible, así como documentos respaldatorios sobre metodología, datos utilizados.	Si	MN - AO - CR - SO	Ene/22 a Sep/22	Productos de la consultoría - IBA3 - NIR2017
Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados.	Realizar verificaciones cruzadas de las descripciones de datos de actividad y factores de emisión con información sobre las categorías y asegurar que estos estén debidamente registrados y archivados.	Si	MN - AO - CR - SO	Jun/22 a Ago/22	Productos de la consultoría - Planillas de datos de actividad, factores de emisión y de métodos
Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y la referencia.	Confirmar que las referencias de datos bibliográficos estén debidamente citadas en la documentación interna.	Si	MN - AO - CR - SO	Nov/21 a Sep/22	Planillas de datos de actividad, factores de emisión y de métodos
	Efectuar verificaciones en muestras de datos de entrada de cada categoría (ya sean medidas o parámetros utilizados en las estimaciones) para detectar posibles errores de transcripción.	Si	MN - AO - CR	Jun/22 a Nov/22	Planillas de datos - Hojas de cálculo
	Utilizar datos electrónicos siempre que sea posible para minimizar los errores de transcripción.	Si	MN - AO - CR	Nov/21 a Sep/22	Planillas de datos de actividad, factores de emisión y de métodos
	Comprobar que las funciones de las hojas de cálculo se utilicen para minimizar los errores de entrada/usuario:	Si	MN - AO - CR	Nov/21 a Sep/22	Planillas de datos de actividad, factores de emisión y de métodos - Hojas de cálculo
	o Evitar la programación de factores como fórmulas.	Si	MN - AO - CR	Nov/21 a Sep/22	Hojas de cálculo
	o Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.	Si	MN - AO - CR	Nov/21 a Sep/22	Planillas de datos de actividad y factores de emisión
	o Usar la protección de celdas para que los datos fijos no sean modificados de manera accidental.	No			
Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente.	o Realizar controles automáticos, como los controles informáticos para cálculos o controles de rango de los datos de entrada.	Si	MN - AO - CR	Nov/21 a Sep/22	Planillas de datos de actividad, factores de emisión y de métodos - Hojas de cálculo (control de ceros)
	Reproducir una muestra representativa de los cálculos de las emisiones/remociones.	Si	CR	Ene/22	Cálculos preliminares con AR2, comparación con el INGEI anterior
Verificar que las unidades de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada.	En el caso que se utilicen los modelos, imitar de forma selectiva los modelos de cálculos complejos con estimaciones abreviadas para juzgar la exactitud relativa.	No			
	Verificar que las unidades estén correctamente etiquetadas en las hojas de cálculo.	Si	MN - AO - CR - SO	Nov/21 a Oct/22	Planillas de datos de actividad, factores de emisión y de métodos - Hojas de cálculo
	Verificar que las unidades se transporten correctamente desde el principio hasta el final de los cálculos.	Si	MN - AO - CR - JV	Sep/22 a Ene/23	Planillas de datos de actividad, factores de emisión y de métodos - Hojas de cálculo
	Verificar que los factores de conversión sean correctos.	Si	MN - AO - CR - SO	Jul/22 a Ago/22	Hojas de cálculo
Verificar la integridad de los archivos de base de datos.	Verificar que los factores de ajuste temporal y espacial se utilicen correctamente.	Si	MN - AO - CR - SO	Jul/22 a Ago/22	Planillas de datos de actividad, factores de emisión y de métodos - Hojas de cálculo
	Confirmar que los pasos de procesamiento de datos apropiados estén correctamente representados en la base de datos.	Si	MN - AO - CR	Ago/21 a Jul/23	Sistema de archivo INGEI
	Confirmar que las relaciones de datos estén correctamente representadas en la base de datos.	Si	MN - AO - CR	Ago/21 a Jul/23	Sistema de archivo INGEI

Actividad de control de calidad	Procedimientos	Tarea completada	Nombre	Fecha	Medida correctiva adoptada (Documentos de respaldo)
	Asegurar que los campos de datos estén correctamente etiquetados y cuenten con las correctas especificaciones de diseño.	Si	MN - AO - CR	Ago/21 a Jul/23	Planillas de datos de actividad, factores de emisión y de métodos - Hojas de trabajo - Etiqueta de información a los documentos
	Asegurar que la documentación adecuada de la operación, la estructura del modelo y la base de datos sean archivados.	Si	MN - AO - CR	Ago/21 a Jul/23	Sistema de archivo INGEI
Verificar la coherencia de los datos entre las categorías.	Identificar los parámetros (p. ej., datos de actividad, constantes) que son comunes a múltiples categorías y confirmar que existe coherencia en los valores utilizados para estos parámetros en los cálculos de las emisiones/remociones.	Si	MN - AO - CR - SO	Nov/21 a Oct/22	Planillas de datos de actividad, factores de emisión y de métodos - Hojas de cálculo
Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto.	Verificar que los datos de emisiones/remociones se agreguen correctamente de los niveles más bajos a los niveles más altos de información en la elaboración de resúmenes.	Si	MN - AO - CR - JV	Sep/22 a Ene/23	Hojas de cálculo - Informes sectoriales
	Verificar que los datos de emisiones/remociones se transcriban correctamente en los diferentes productos intermedios.	Si	MN - AO - CR - JV	Sep/22 a Ene/23	Hojas de cálculo - Informes sectoriales
Documentación de Datos					
Revisar el archivo y la documentación interna.	Verificar que existe documentación interna detallada para respaldar las estimaciones y permitir la duplicación de los cálculos.	Si	MN - AO - CR	Ago/21 a Jul/23	Sistema de archivo INGEI
	Verificar que cada elemento de datos básico tenga una referencia para la fuente de datos (a través de los comentarios de celda u otro sistema de anotación).	Si	MN - AO - CR	Ago/21 a Jul/23	Sistema de archivo INGEI
	Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.	Si	MN - AO - CR - AD	Ago/21 a Oct/23	Sistema de archivo INGEI
	Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.	No			
	Verificar la integridad de los arreglos relacionados al archivo de datos de las organizaciones externas que participan en la elaboración del inventario.	Si	MN - AO - CR - AD	Ago/21 a Oct/23	Sistema de archivo INGEI
Verificación de Cálculos					
Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.	Verificar la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.	Si	MN - AO - CR - SO	Jul/22 a Sep/22	Hojas de cálculo - Informes sectoriales
	Verificar la coherencia en el método/ algoritmo utilizado para los cálculos en la serie temporal.	Si	MN - AO - CR - SO	Jul/22 a Sep/22	Hojas de cálculo - Software IPCC - Informes sectoriales
	Reproducir una muestra representativa de los cálculos de emisiones para garantizar su exactitud matemática.	Si	CR	jun-22	Cálculos preliminares con AR5
Verificar la coherencia de la serie temporal.	Verificar la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.	Si	MN - AO - CR - SO	Jul/22 a Sep/22	Hojas de cálculo - Informes sectoriales
	Verificar la coherencia en el método/ algoritmo utilizado para los cálculos en la serie temporal.	Si	MN - AO - CR - SO	Jul/22 a Sep/22	Hojas de cálculo - Software IPCC - Informes sectoriales
	Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.	Si	MN - AO - CR - SO	Jul/22 a Sep/22	Hojas de cálculo - Informes sectoriales
	Verificar que los efectos de las actividades de mitigación se reflejen adecuadamente en los cálculos de la serie temporal.	No			
Verificar la exhaustividad.	Confirmar que las estimaciones se presenten para todas las categorías y todos los años desde el año base correspondiente durante el período del inventario actual.	Si	MN - AO - CR - SO	Jul/22 a Nov/22	Hojas de cálculo - Informes sectoriales

Actividad de control de calidad	Procedimientos	Tarea completada	Nombre	Fecha	Medida correctiva adoptada (Documentos de respaldo)
	En relación a las subcategorías, confirmar que toda categoría sea cubierta.	Si	MN - AO - CR - SO	Jul/22 a Sep/22	Hojas de cálculo - Informes sectoriales
	Facilitar una definición clara de las categorías de 'Otro' tipo.	Si	MN - AO - CR - SO	sept-22	Informes sectoriales
	Verificar que los datos cuya indisponibilidad sea conocida, resultando en estimaciones incompletas de emisiones/remociones de una categoría, estén documentados, incluyendo la evaluación cualitativa de la importancia de la estimación en relación al total de emisiones netas (p. ej., las subcategorías clasificadas como 'no estimadas').	Si	MN - AO - CR - SO	Jul/22 a Sep/23	Informes sectoriales
Revisiones de tendencias	Comparar las estimaciones de inventario actuales con las estimaciones previas de cada categoría, en caso de estar disponibles. En el caso que existan cambios o desviaciones significativos de las tendencias esperadas, es necesario volver a revisar las estimaciones y explicar la diferencia. Los cambios significativos en las emisiones o remociones de años anteriores pueden indicar los posibles errores de entrada o de cálculo.	Si	MN - AO - CR	Ago/22 a Sep/22	Comparación del INGEI anterior (métodos, DA, FE, incertidumbre, emisiones) Hojas de cálculo - Informes sectoriales
	Verificar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones/remociones agregadas, divididas por datos de actividad) a través de la serie temporal. ¿Se han reportado cambios en las emisiones o remociones?	Si	MN - AO	Ago/22 a Sep/23	Hojas de cálculo - Informes sectoriales
	Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal.	Si	MN - AO - SO	Ago/22 a Dic/22	Informes sectoriales

Fuente: Elaboración propia con base en las Directrices del IPCC de 2006 y en las plantillas de la EPA/USAID de 2011.

Referencias: MN: Mabel Noguera; AO: Aldo Ozuna; CR: Cindy Rojas; SO: Sergio Oddone; JV: Jazmín Vera; AD: Alicia Domínguez

Anexo 5.13.2 Procedimientos de calidad de categoría específica (Nivel 2)

Actividad de control de calidad	Procedimientos	Tarea completa	Nombre	Fecha	Medida correctiva adoptada (Documentos de respaldo)
Evaluar la pertinencia de los factores por defecto del IPCC.	· Evaluar si las condiciones nacionales son similares a las utilizadas para desarrollar los factores por defecto del IPCC.	Si	MN - AO	Jul/22 a Ago/22	Planillas de FE - Hojas de cálculo de FE (solo realizado para fermentación entérica y gestión del estiércol)
	· Comparar los factores por defecto con los factores a nivel de planta o de sitio.	Si	CR - SO	jun-22	Planilla de FE - Informe sectorial
	· Considerar las opciones para obtener factores específicos del país.	Si	MN - AO	Jul/22 a Ago/22	Hojas de cálculo de los factores de emisión - Dictamen de expertos
	· Documentar los resultados de esta evaluación.	Si	MN - AO - CR - SO	Jun/22 a Ago/22	Hojas de cálculo de los factores de emisión - Dictamen de expertos - Planilla de FE - Informe sectorial
Revisar los factores específicos del país.	· Controlar la calidad de los datos utilizados para desarrollar el factor específico del país.	Si	MN - AO - CR - SO	Jun/22 a Ago/22	Hojas de cálculo de los factores de emisión - Dictamen de expertos - Planilla de FE - Informe sectorial
	· Evaluar si los estudios secundarios utilizados para desarrollar los factores específicos del país utilizaron (como mínimo) las actividades de CC de Nivel 1.	No			
	· Comparar los factores específicos del país con los valores por defecto del IPCC; documentar alguna discrepancia significativa.	Si	MN - AO - CR - SO	Jun/22 a Ago/22	Hojas de cálculo de los factores de emisión - Dictamen de expertos - Planilla de FE - Informe sectorial
	· Comparar los factores específicos del país con los factores a nivel de planta o de sitio.	No			
	· Comparar los factores de los otros países (utilizando la Base de datos de factores de emisión del IPCC).	Si	MN - AO - CR	Jun/22 a Sep/22	Sistema de archivo INGEI
	· Documentar los resultados de esta evaluación.	Si	MN - AO - CR	Jun/22 a Sep/22	Sistema de archivo INGEI
Revisar las mediciones.	· Determinar si los estándares nacionales o internacionales (p. ej., ISO) fueron utilizados en las mediciones.	No			
	· Asegurar que el equipo de medición comprenda y se mantenga apropiadamente.	No			
	· Comparar las mediciones directas con las estimaciones utilizando un factor; documentar alguna discrepancia significativa.	No			
Evaluar la coherencia de la serie temporal.	· Revisar cambios significativos (> 10%) en las estimaciones anuales para categorías y subcategorías.	Si	MN - AO - SO	Ago/22 a Sep/22	Informe sectorial
	· Comparar estimaciones realizadas con enfoques "top-down" y "bottom-up" para verificar que sean de similares órdenes de magnitudes.	No			
	· Realizar cálculos de referencia que utilizan las relaciones estequiométricas y la conservación de la masa y tierra.	Si	CR - SO	jun-22	Planilla de FE - Informe sectorial
Revisar los datos de actividad a nivel nacional.	· Determinar el nivel de CC obtenido por la agencia de recolección de datos. Si no fuera apropiado, considerar las fuentes de datos alternativas, tales como los conjuntos de datos internacionales o factores por defecto del IPCC. Ajustar la incertidumbre relevante de manera apropiada.	No			
	· Evaluar la coherencia de la serie temporal.	Si	MN - AO - SO	Jul/22 a Sep/22	Informe sectorial

Actividad de control de calidad	Procedimientos	Tarea completa da	Nombre	Fecha	Medida correctiva adoptada (Documentos de respaldo)
	· Comparar los datos de actividad de múltiples referencias si es posible.	Si	MN - AO - CR - SO	Jul/22 a Dic/22	Planillas de DA - Informes sectoriales
Revisar los datos de actividad específicos de sitio.	· Determinar si los estándares nacionales o internacionales (p. ej., ISO) fueron utilizados en las estimaciones.	No			
	· Comparar los datos específicos de sitio en conjunto con (p. ej., producción) los datos/estadísticas nacionales.	No			
	· Comparar los datos de sitios similares.	Si	CR - SO	Jul/22 a Dic/22	Planillas de DA - Informes sectoriales
	· Comparar estimaciones realizadas con enfoques "top-down" y "bottom-up" para verificar que sean de similares órdenes de magnitudes	No			
Estimaciones de incertidumbre de CC.	· Aplicar las técnicas de CC para las estimaciones de incertidumbre.	Si	MN	Sep/22 a Dic/22	Hojas de cálculo de incertidumbre - Informe sectorial
	· Revisar los cálculos de incertidumbre.	Si	MN	Oct/22 a Dic/22	Hojas de cálculo de incertidumbre - Informe sectorial
	· Documentar las hipótesis de incertidumbre y las cualidades de algunos expertos consultados.	Si	MN	Nov/22 a Dic/22	Hojas de cálculo de incertidumbre - Informe sectorial
Verificar las estimaciones de GEI.	· Comparar las estimaciones con otras estimaciones nacionales o internacionales a nivel de sector, subsector, de gas o nacional, en caso se encuentren disponibles.	Si	MN - AO - CR - SO	Sep/22 a Dic/23	Informe sectorial

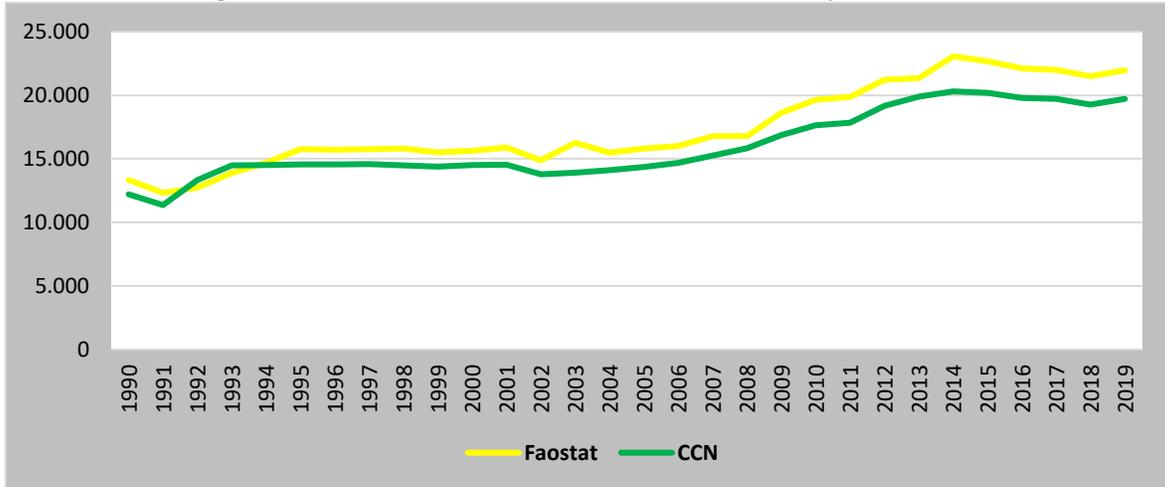
Fuente: Elaboración propia con basen en las Directrices del IPCC de 2006 y en las plantillas de la EPA/USAID de 2011.

Referencias: MN: Mabel Noguera; AO: Aldo Ozuna; CR: Cindy Rojas; SO: Sergio Oddone; JV: Jazmín Vera; AD: Alicia Domínguez

Anexo 5.14 Verificación de estimaciones

Anexo 5.14.1. Sector Agricultura y Ganadería: verificación fermentación entérica

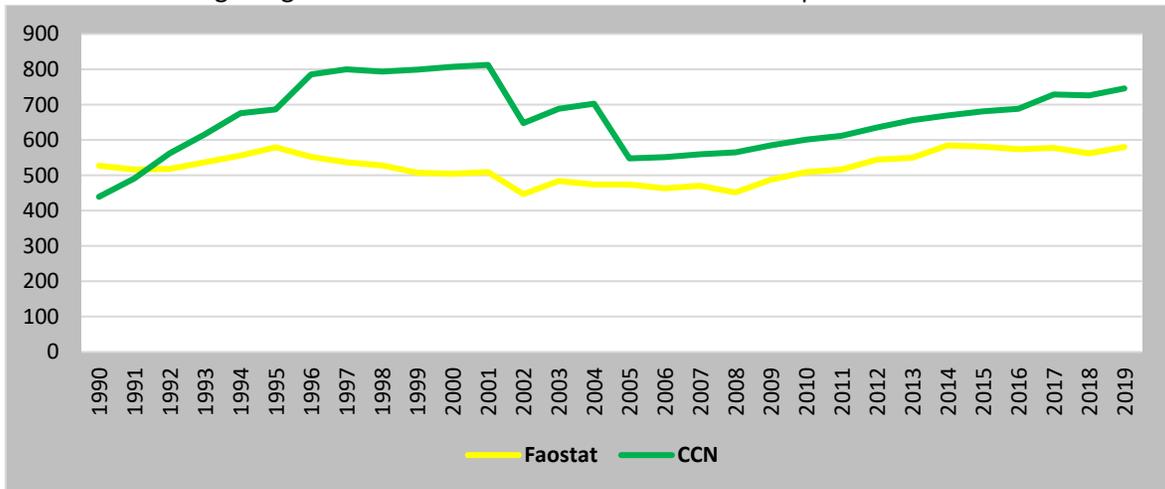
Verificación: categoría fermentación entérica con estimaciones de la plataforma FAOSTAT.



Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES con base a los datos de FAOSTAT.

Anexo 5.14.2. Sector Agricultura y Ganadería: verificación gestión del estiércol

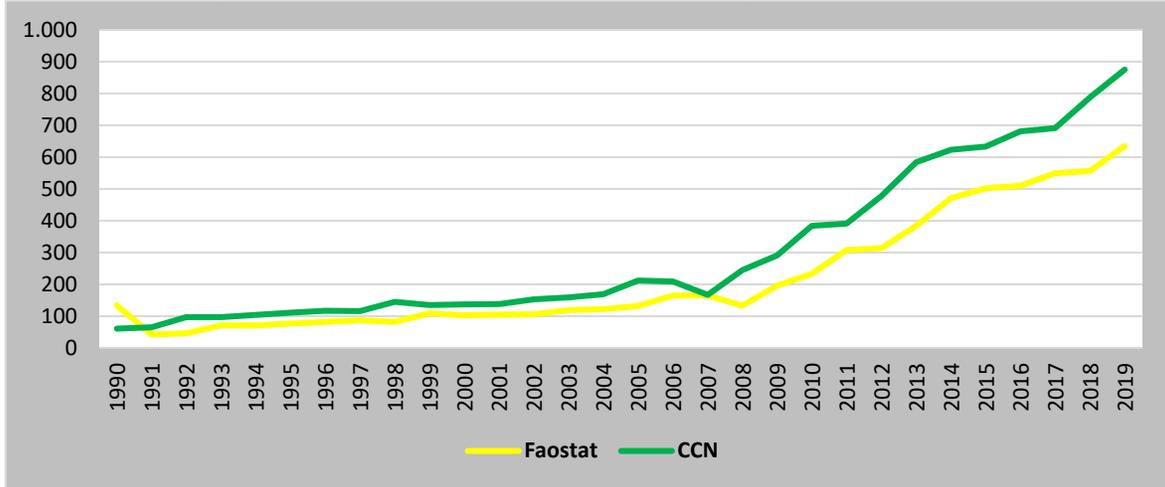
Verificación: categoría gestión del estiércol con estimaciones de la plataforma FAOSTAT.



Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES con base a los datos de FAOSTAT.

Anexo 5.14.3. Sector Agricultura y Ganadería: verificación cultivo de arroz

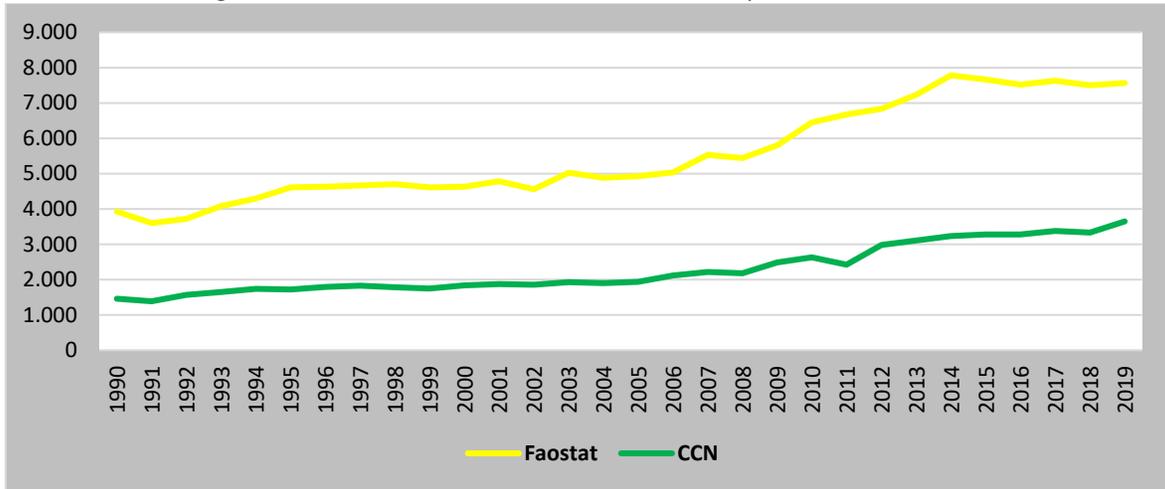
Verificación: categoría cultivo de arroz con estimaciones de la plataforma FAOSTAT.



Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES con base a los datos de FAOSTAT.

Anexo 5.14.4. Sector Agricultura y Ganadería: verificación suelos agrícolas

Verificación: categoría cultivo de arroz con estimaciones de la plataforma FAOSTAT.



Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES con base a los datos de FAOSTAT.

Anexo 5.14.5. Sector Agricultura y Ganadería: tabla de verificación de estimaciones

	Verificación de las estimaciones							
	kt CO ₂ eq							
	Fermentación entérica		Gestión del estiércol		Cultivo de arroz		Suelos agrícolas	
	FAOSTAT	CCN	FAOSTAT	CCN	FAOSTAT	CCN	FAOSTAT	CCN
1990	13.329,86	12.216,97	527,67	439,28	133,28	60,36	3.928,60	1.457,23
1991	12.329,93	11.361,60	516,34	491,27	41,94	64,46	3.601,44	1.386,26
1992	12.741,05	13.328,79	517,96	562,24	45,20	96,54	3.721,24	1.566,03
1993	13.876,03	14.486,51	536,98	616,46	71,05	96,60	4.081,04	1.644,98
1994	14.677,89	14.506,12	556,08	675,71	71,09	103,38	4.297,65	1.738,63
1995	15.768,68	14.560,05	579,70	686,80	76,36	110,17	4.609,36	1.722,62
1996	15.721,40	14.547,23	552,88	785,53	81,50	116,81	4.629,44	1.788,54
1997	15.767,46	14.588,45	537,35	800,08	86,34	115,30	4.662,65	1.824,52
1998	15.816,95	14.480,77	528,10	793,58	81,77	144,58	4.697,56	1.786,42
1999	15.520,15	14.387,35	507,55	799,07	108,86	134,42	4.611,43	1.751,41
2000	15.647,21	14.517,53	504,59	806,93	102,91	136,34	4.632,07	1.835,13
2001	15.886,54	14.546,49	509,61	812,66	104,59	137,76	4.785,40	1.869,76
2002	14.894,30	13.785,43	446,85	648,21	105,94	152,79	4.559,98	1.853,58
2003	16.260,42	13.908,41	484,14	688,37	118,79	158,74	5.022,97	1.927,96
2004	15.474,39	14.108,12	473,89	702,94	121,52	168,84	4.878,34	1.896,72
2005	15.806,33	14.346,96	474,15	547,83	131,32	211,95	4.926,60	1.936,19
2006	16.018,18	14.696,43	463,57	551,90	164,64	208,95	5.036,93	2.116,30
2007	16.786,37	15.254,37	470,58	559,39	164,64	166,53	5.528,48	2.214,20
2008	16.798,04	15.830,95	451,76	565,36	132,77	244,91	5.440,65	2.180,18
2009	18.603,91	16.860,91	487,59	584,47	196,00	290,79	5.803,31	2.483,93
2010	19.648,66	17.636,93	509,42	601,09	233,15	383,57	6.444,61	2.626,03
2011	19.862,19	17.828,06	516,14	612,09	308,14	390,37	6.672,90	2.426,71
2012	21.206,54	19.154,82	543,92	635,28	313,60	477,62	6.833,71	2.978,95
2013	21.343,89	19.881,43	549,68	656,01	384,16	584,29	7.233,46	3.109,73
2014	23.055,76	20.301,39	584,66	669,63	470,40	623,23	7.781,65	3.235,21
2015	22.668,69	20.194,44	580,99	681,58	501,76	632,92	7.663,31	3.278,35
2016	22.110,31	19.795,78	574,53	688,50	509,60	681,42	7.521,84	3.274,94
2017	21.999,91	19.711,54	577,56	728,78	548,80	691,11	7.627,48	3.375,79
2018	21.480,23	19.260,50	562,42	725,99	556,64	788,09	7.504,33	3.329,37
2019	21.954,66	19.704,73	580,24	745,71	635,04	875,40	7.567,45	3.647,15

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES con base a los datos de FAOSTAT.

Anexo 15. Estimación de emisiones del INGEI 1990-2019 con PTG del AR5.

A modo de información adicional, el presente apartado contempla los resultados del INGEI 1990-2019 con estimaciones de GEI según valores de potencial de cambio en la temperatura global (PTG) relativo al CO₂ para un horizonte de 100 años del AR5.

Los valores de PTG del AR5 se presentan en el siguiente link:

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

En 2019, el balance de emisiones netas del Paraguay con PTG del AR5, resultó en 40.790,56 kt CO₂ eq., siendo el sector UTCUTS el que contribuye en mayor porcentaje con un 61,73 % de este balance nacional de GEI con 25.181,70 kt CO₂ eq. El sector Energía representa el segundo sector con mayor porcentaje de contribución, presentando emisiones de 7.891,15 kt CO₂ eq y alcanzando un 19,35 %. Seguidamente el sector Agricultura y Ganadería con 6.461,84 kt CO₂ eq representando un 15,84 % de las emisiones. Por su parte, el sector IPPU con 844,11 kt CO₂ eq con 2,07 %, mientras que el sector residuos con un total estimado de 411,78 kt CO₂ eq representando un 1,01 % de las emisiones.

En la Tabla Anexo 1 se presentan los resultados por sector del INGEI (1990-2019) con PTG del AR5.

Tabla Anexo 1

Anexo – INGEI: Resumen de balance de emisiones de GEI por sector (kt CO₂ eq) en 2019, según PTG del AR5.

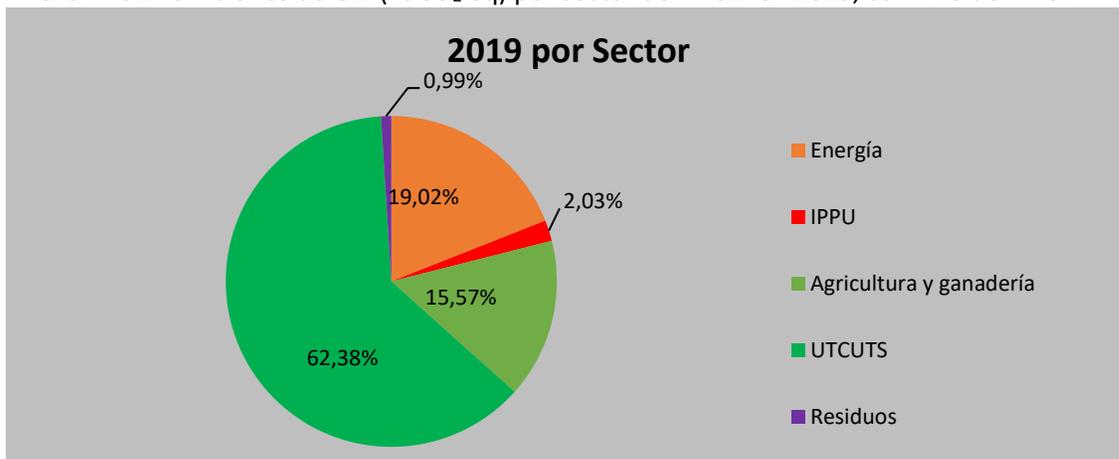
Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	kt CO ₂ eq
0.	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	41.494,18
1.	Energía	7.891,13
2.	IPPU	844,11
3.	Agricultura y ganadería	6.461,84
4.	UTCUTS	25.885,32
5.	Residuos	411,78

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura Anexo 1 y Figura Anexo 2 se presentan el resumen del inventario nacional de gases de efecto invernadero por sectores y categorías según PTG del AR5.

Figura Anexo 1

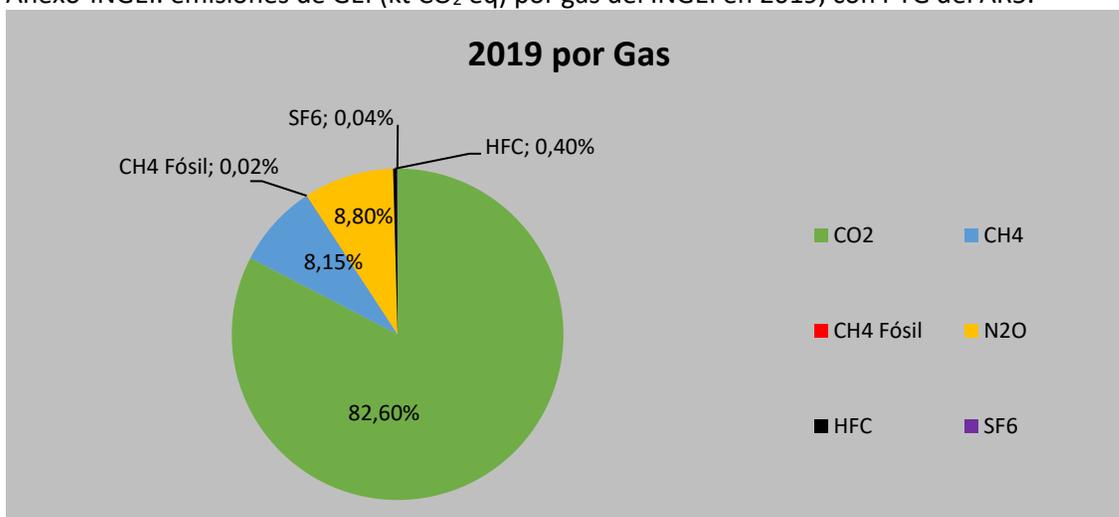
Anexo-INGEI: emisiones de GEI (kt CO₂ eq) por sector del INGEI en 2019, con PTG del AR5.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura Anexo 2

Anexo-INGEI: emisiones de GEI (kt CO₂ eq) por gas del INGEI en 2019, con PTG del AR5.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Tabla Anexo 2 se presentan los resultados obtenidos en la estimación con PTG del AR5 del año 2019.

Tabla Anexo 2

Anexo – INGEI: balance de GEI por sector (kt CO₂ eq) en 2019, según PTG del AR5.

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	kt CO ₂ eq								kt CO ₂ eq
		CO2	CH4	CH4 Fósil	N2O	HFC	PFC	SF6	NF3	
0.	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	34,274,76	3,380,89	8,02	3,650,81	165,03	-	14,66	-	41,494,18
1.	Energía	7,561,96	64,23	8,02	256,92					7,891,13
1.A.	Actividades de quema de combustible	7,561,96	64,23	8,02	256,92					7,891,13
1.A.1.	Industrias de la energía	1,66	-	4,04,E-04	3,15,E-03					1,67
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	204,43	6,95	0,04	53,84					265,26
1.A.3.	Transporte	7,126,37	0,59	7,87	162,09					7,296,92
1.A.4.	Otros sectores	229,49	56,70	0,11	40,99					327,29
1.A.5.	Otros (especificar)	-	-	-	-					-
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	-	-	-	-					-
1.B.1.	Combustibles sólidos	-	-	-	-					-
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	-	-	-	-					-
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO2	-	-	-	-					-
2.	Procesos industriales y uso de productos	664,41	3,53,E-03	-	-	165,03	-	14,66	-	844,11
2.A.	Industria de los minerales	579,61	-	-	-					579,61
2.B.	Industria química	0,20	3,53,E-03	-	-	-	-	-	-	0,20
2.C.	Industria de los metales	58,97	-	-	-	-	-	-	-	58,97
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	25,63	-	-	-					25,63
2.E.	Industria electrónica	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	-	-	-	-	165,03	-	-	-	165,03
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	-	-	-	-	-	-	14,66	-	14,66
2.H.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	Agricultura y ganadería	113,25	3,031,14	-	3,317,45					6,461,84
3.A.	Fermentación entérica	-	2,814,96	-	-					2,814,96
3.B.	Gestión del estiércol	-	91,12	-	96,94					188,07
3.C.	Cultivo del arroz	-	125,06	-	-					125,06
3.D.	Suelos agrícolas	-	-	-	3,220,50					3,220,50
3.E.	Quema prescrita de sabanas	-	-	-	-					-
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	-	-	-	-					-
3.G.	Encalado	76,12	-	-	-					76,12
3.H.	Aplicación de urea	37,14	-	-	-					37,14
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	-	-	-	-					-
3.J.	Otros (especificar)	-	-	-	-					-

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	kt CO ₂ eq								kt CO ₂ eq
		CO2	CH4	CH4 Fósil	N2O	HFC	PFC	SF6	NF3	
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	25.885,32	-	-	-					25.885,32
4.A.	Tierras forestales	17.774,28	-	-	-					17.774,28
4.B.	Tierras de cultivo	16.629,16	-	-	-					16.629,16
4.C.	Pastizales	24.486,15	-	-	-					24.486,15
4.D.	Humedales	-	-	-	-					-
4.E.	Asentamientos	653,76	-	-	-					653,76
4.F.	Otras tierras	1.890,53	-	-	-					1.890,53
4.G.	Productos de madera recolectada	-	-	-	-					-
4.H.	Otros (especificar)	-	-	-	-					-
5.	Residuos	49,83	285,52	-	76,44					411,78
5.A.	Disposición de residuos sólidos	-	131,17	-	-					131,17
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	-	-	-	-					-
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	49,83	6,93	-	4,95					61,71
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales	-	147,42	-	71,49					218,91
5.E.	Otros (especificar)	-	-	-	-					-
Elementos informativos										
	Tanque internacional	185,50	-	7,78,E-03	1,21,E+00					186,72
	Aviación internacional	185,50	-	7,78,E-03	1,21,E+00					186,72
	Navegación internacional	-	-	-	-					-
	Operaciones multilaterales	-	-	-	-					-
	Emisiones de CO2 de la biomasa	12.379,99	-	-	-					12.379,99
	CO2 capturado	-	-	-	-					-
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	-	-	-	-					-
	N2O indirecto	-	-	-	-					-
	CO2 indirecto	-	-	-	-					-

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Anexo 16. Comparaciones entre emisiones del INGEI anterior (1990-2017) e INGEI actual (1990-2019) del sector Agricultura y Ganadería con PCG del AR5.

Con el objetivo de esclarecer la información presentada en la sección 5.8 de este documento, se presentan otras comparaciones entre emisiones de GEI del INGEI anterior (1990-2017) e INGEI actual (1990-2019) aplicando para ambos inventarios los mismos valores de PCG del AR5.

Los valores de potencial de calentamiento global (PCG) relativo al CO₂ para un horizonte de 100 años se presentan en la Tabla Anexo - 3

Tabla Anexo 3. Anexo-Comparaciones: valores de PCG y PTG de GEI (kt CO₂ eq) del AR2 y AR5.

Nombre comercial o común	Fórmula química	Potencial de calentamiento global (PCG)	
		AR2	AR5
Dióxido de carbono	CO ₂	1	1
Metano	CH ₄	21	28
Metano fósil	CH ₄		30
Óxido nitroso	N ₂ O	310	265

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En el Anexo 17 se incluyen los resultados obtenidos en el INGEI actual (1990-2019) en masas de GEI del sector Agricultura y Ganadería, de esta forma, el usuario de la información podría decidir calcular en las métricas que sean necesarias para su gestión. Este reporte de los resultados corresponde a una parte integral de la transparencia del INGEI.

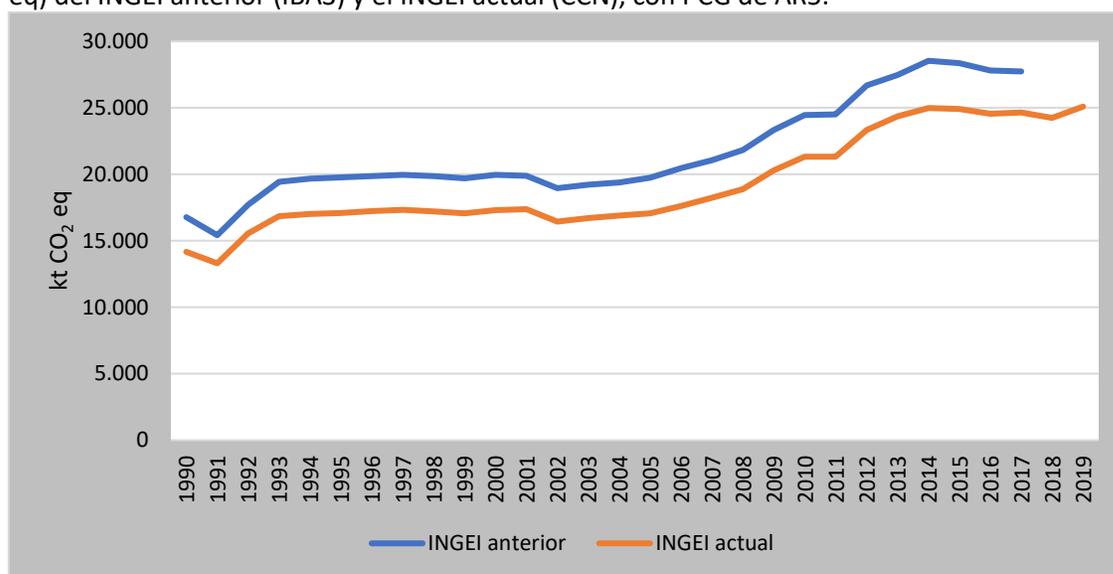
En la Tabla Anexo 4 y en la Figura Anexo 3 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería del INGEI anterior (1990-2017) y el INGEI actual (1990-2019), ambos con PCG del AR5.

Tabla Anexo 4. Anexo-Sector Agricultura y Ganadería: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	16.768,3 7	19.776,8 7	19.956,6 8	19.732,2 1	24.460,0 2	28.347,1 5	27.739,9 5		
INGEI actual	14.175,3 0	17.081,8 4	17.300,1 7	17.075,4 4	21.331,3 9	24.899,5 8	24.649,4 3	24.252,0 2	25.088,1 8
Diferencia	- 2.593,07	- 2.695,03	- 2.656,51	- 2.656,77	- 3.128,63	- 3.447,57	- 3.090,52		
Diferencia %	-15,46%	-13,63%	-13,31%	-13,46%	-12,79%	-12,16%	-11,14%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura Anexo 3. Anexo-Sector Agricultura y Ganadería: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tanto en la Tabla Anexo 4 como en la Figura Anexo 3 se observan disminuciones de las emisiones de CO₂ eq., en la serie temporal de 1990 a 2017, con un -13,14 % de promedio porcentual para los años comparados. Esta diferencia se debe a las mejoras llevadas a cabo en la elaboración del presente INGEI, las cuales son presentadas en el capítulo 8, y se encuentra dominada en mayor medida por las mejoras de FE de la categoría de fermentación entérica y por las mejoras aplicadas a la categoría de suelos agrícolas, específicamente en la subcategoría de *emisiones directas de N₂O*, correspondientes a las estimaciones de las siguientes fuentes: N orgánico aplicado como fertilizante (p. ej., estiércol animal, entre otros) (F_{ON}); N de la orina y el estiércol depositado en las pasturas por animales de pastoreo (F_{PRP}); y N en residuos agrícolas (F_{CR}).

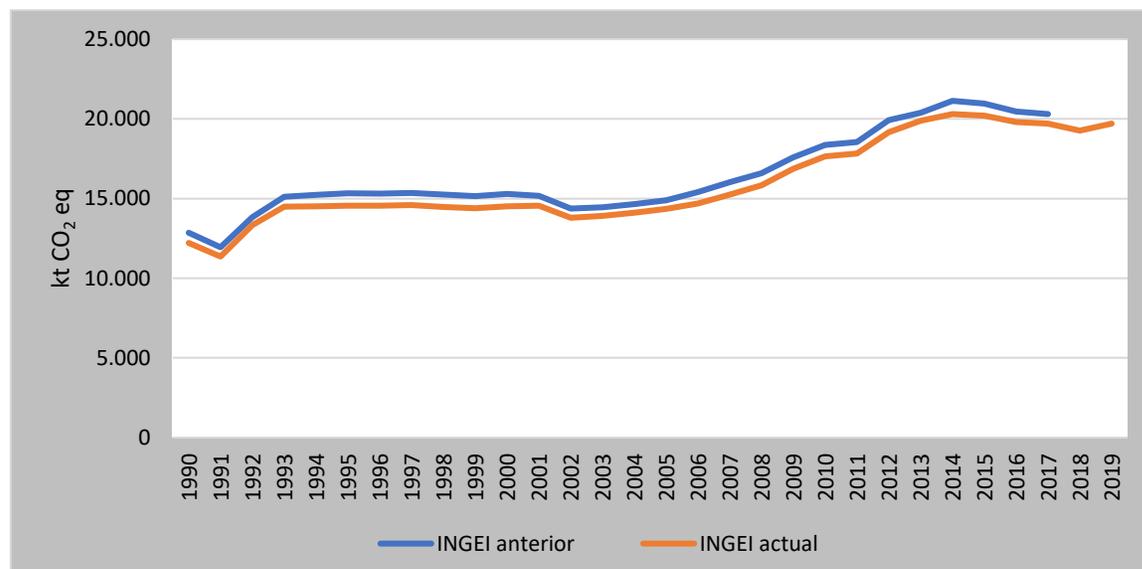
En la Tabla Anexo 5 y en la Figura Anexo 4 se presenta la comparación entre las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería, de la categoría *fermentación entérica* del INGEI anterior (1990-2017) y el INGEI actual (1990-2019), ambos con PCG del AR5.

Tabla Anexo 5. Anexo-Fermentación entérica: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	12.853,92	15.323,50	15.291,64	14.888,76	18.365,01	20.957,25	20.292,10		
INGEI actual	12.216,97	14.560,05	14.517,53	14.346,96	17.636,93	20.194,44	19.711,54	19.260,50	19.704,73
Diferencia	-636,96	-763,45	-774,11	-541,79	-728,09	-762,81	-580,57		
Diferencia %	-4,96%	-4,98%	-5,06%	-3,64%	-3,96%	-3,64%	-2,86%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura Anexo 4. Anexo-Fermentación entérica: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Las diferencias entre el INGEI actual y el anterior, en la categoría de *fermentación entérica*, presentan una disminución de las emisiones de CH₄ para la serie temporal de 1990 a 2017, encontrándose relacionadas directamente con las mejoras aplicadas a los FE utilizados para los cálculos, como se menciona en el capítulo 5 del informe.

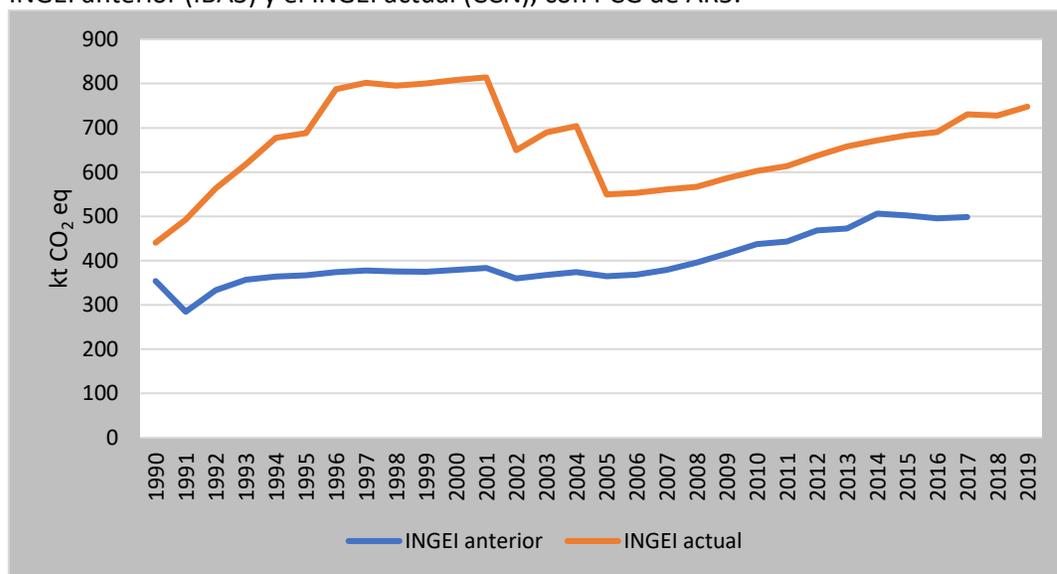
En la Tabla Anexo 6 y en la Figura Anexo 5 se presenta la comparación entre las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería, categoría *gestión del estiércol*, del INGEI anterior (1990-2017) y el INGEI actual (1990-2019), ambos con PCG del AR5.

Tabla Anexo 6. Anexo-Gestión del estiércol: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	354,14	366,90	378,97	364,60	437,15	502,05	498,57		
INGEI actual	440,52	688,34	808,48	549,14	602,68	683,42	730,53	727,70	747,65
Diferencia	86,38	321,44	429,50	184,54	165,52	181,38	231,96		
Diferencia %	24,39%	87,61%	113,33%	50,61%	37,86%	36,13%	46,53%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura Anexo 5. Anexo-Gestión del estiércol: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la categoría de *gestión del estiércol*, al comparar las emisiones de GEI (CH₄ y N₂O) con valores del mismo PCG (AR5), se observa un aumento significativo en la serie temporal de 1990 a 2017 con un promedio porcentual de 56,64 % para los años comparados. Este aumento se encuentra dominado por el comportamiento de la población del ganado porcino y por su sistema de gestión utilizados en el país como se menciona en la sección 5.3.

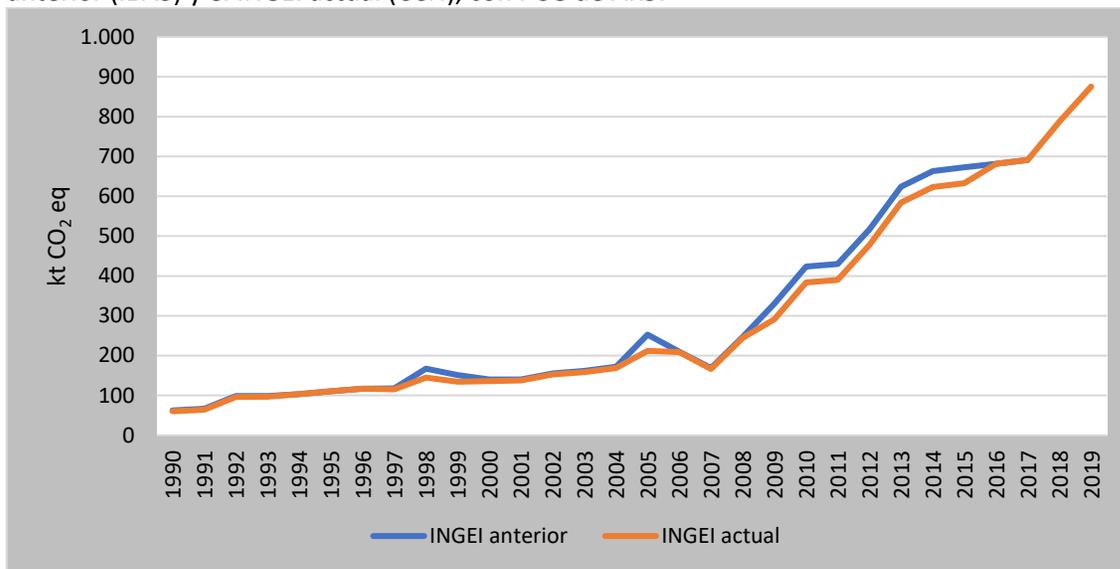
En la Tabla Anexo 7 y en la Figura Anexo 6 se presenta la comparación entre las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería, categoría *cultivo del arroz*, del INGEI anterior (1990-2017) y el INGEI actual (1990-2019), ambos con PCG del AR5.

Tabla Anexo 7. Anexo-Cultivo del arroz: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	62,43	110,23	140,22	252,54	423,32	672,67	691,17		
INGEI actual	60,36	110,17	136,34	211,95	383,57	632,92	691,11	788,09	875,40
Diferencia	-2,07	-0,06	-3,88	-40,59	-39,75	-39,75	-0,06		
Diferencia %	-3,32%	-0,06%	-2,77%	-16,07%	-9,39%	-5,91%	-0,01%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura Anexo 6. Anexo-Cultivo del arroz: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la categoría de *cultivo de arroz*, al comparar las emisiones de GEI (CH₄) del INGEI anterior con el actual, con valores del mismo PCG (AR5), se observa una tendencia similar con unas disminuciones para el INGEI actual, con un promedio porcentual de -5,36 % para los años comparados. En la sección 2.5.4 del informe se encuentra mayor información al respecto.

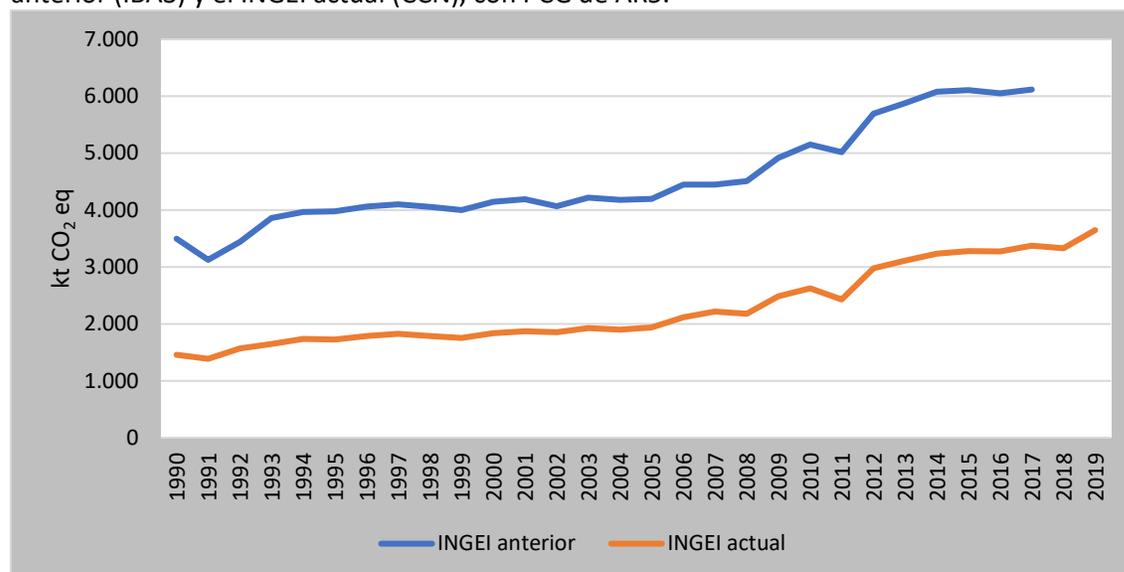
En la Tabla Anexo 8 y en la Figura Anexo 7 se presenta la comparación entre las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería, categoría *suelos agrícolas*, del INGEI anterior (1990-2017) y el INGEI actual (1990-2019), ambos con PCG del AR5.

Tabla Anexo 8. Anexo-Suelos agrícolas: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	3.497,67	3.975,58	4.143,15	4.195,11	5.152,34	6.104,74	6.117,65		
INGEI actual	1.457,23	1.722,62	1.835,13	1.936,19	2.626,03	3.278,35	3.375,79	3.329,37	3.647,15
Diferencia	-	-	-	-	-	-	-		
Diferencia %	-58,34%	-56,67%	-55,71%	-53,85%	-49,03%	-46,30%	-44,82%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura Anexo 7. Anexo-Suelos agrícolas: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Al comparar las emisiones de GEI (N₂O) con valores del mismo PCG (AR5), en la categoría de *suelos agrícolas*, se observa una disminución significativa en la serie temporal de 1990 a 2017 con un promedio porcentual de -52,10 % para los años comparados. Esta disminución se encuentra relacionada directamente con las mejoras aplicadas en los cálculos utilizando el *Refinamiento de 2019 de las Directrices de 2006 del IPCC*. Como se menciona al inicio de este apartado, estas mejoras se encuentran dominadas en la subcategoría de *emisiones directas de N₂O* correspondientes a las estimaciones de las siguientes fuentes: N orgánico aplicado como fertilizante (p. ej., estiércol animal, entre otros) (F_{ON}); N de la orina y el estiércol depositado en las pasturas por animales de pastoreo (F_{PRP}); y N en residuos agrícolas (F_{CR}).

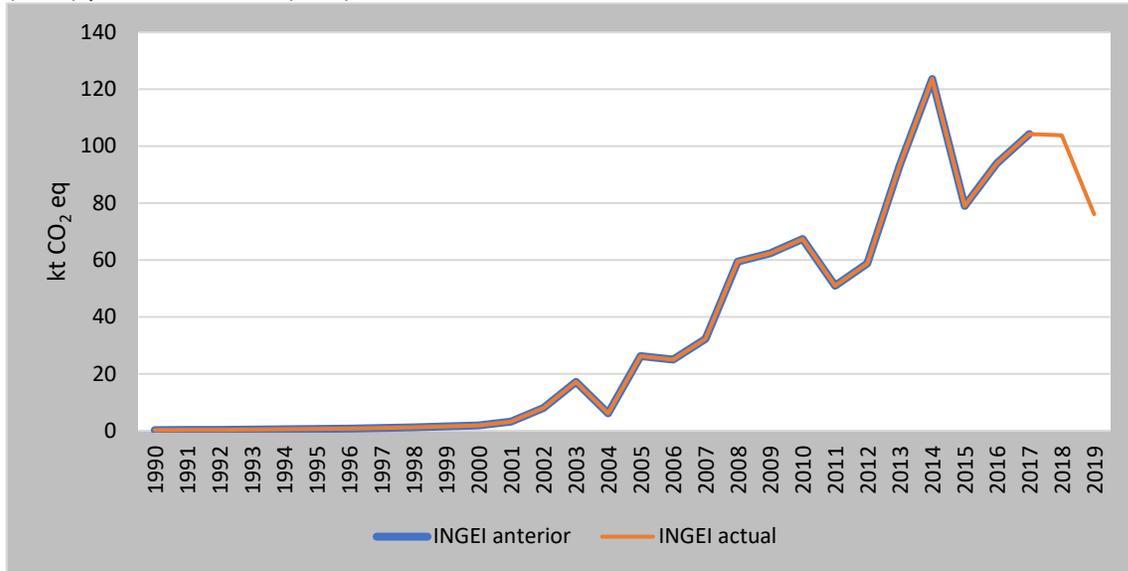
En la Tabla Anexo 9 y en la Figura Anexo 8 se presenta la comparación entre las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería, categoría *encalado*, del INGEI anterior (1990-2017) y el INGEI actual (1990-2019), ambos con PCG del AR5.

Tabla Anexo 9. Anexo-Encalado: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	104,22		
INGEI actual	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	104,22	103,76	76,12
Diferencia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Diferencia %	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura Anexo 8. Anexo-*Encalado*: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la categoría de *encalado* se observa que presentan valores iguales ya que la misma estima emisiones de CO₂. Para más información ver la sección 5.8 del documento.

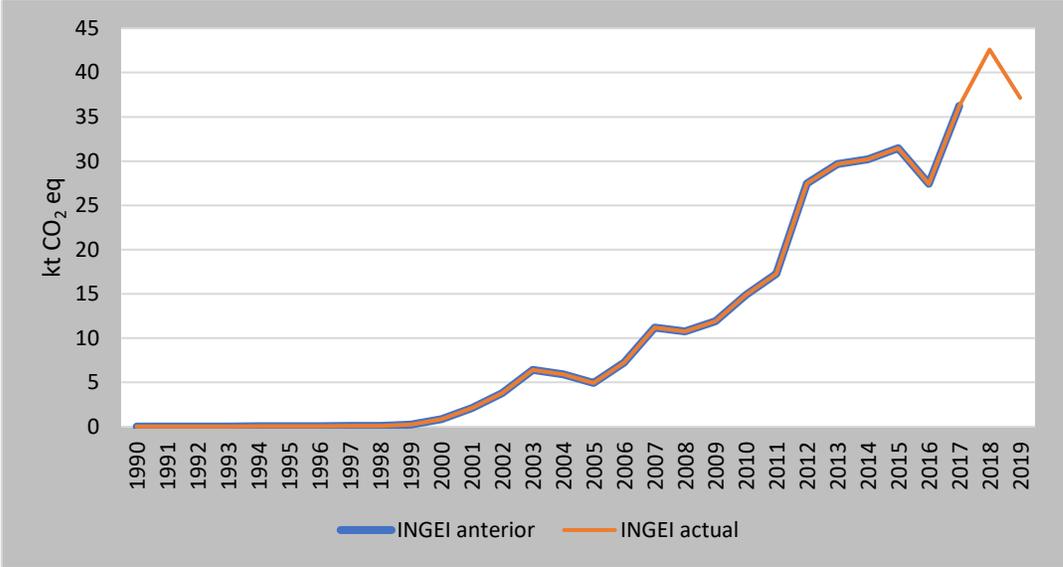
En la Tabla Anexo 10 y en la Figura Anexo 9 se presenta la comparación entre las emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería, categoría *aplicación de urea*, del INGEI anterior (1990-2017) y el INGEI actual (1990-2019), ambos con PCG del AR5.

Tabla Anexo 10. Anexo-*Aplicación de urea*: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019
INGEI anterior	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	36,23		
INGEI actual	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	36,23	42,60	37,14
Diferencia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Diferencia %	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura Anexo 9. Anexo- Aplicación de urea: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del INGEI anterior (IBA3) y el INGEI actual (CCN), con PCG de AR5.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la categoría de *aplicación de urea* se observa que presentan valores iguales ya que la misma estima emisiones de CO₂. Para más información ver la sección 5.9 del documento.

Anexo 17. Resultados obtenidos en el INGEI (1990-2019) en masas de GEI (kt de GAS año⁻¹) del sector Agricultura y Ganadería.

Año	CCN - Emisiones - Sector Agricultura y Ganadería (kt de GAS año ⁻¹)						
	kt CH ₄			kt N ₂ O		kt CO ₂	
	3.A. Fermentación entérica	3.B. Gestión del estiércol	3.C. Cultivo de arroz	3.B. Gestión del estiércol	3.D. Suelos agrícolas	3.G. Encalado	3.H. Aplicación de Urea
1990	436,32	13,86	2,16	0,20	5,50	0,20	0,02
1991	405,77	15,39	2,30	0,23	5,23	0,25	0,02
1992	476,03	17,61	3,45	0,27	5,91	0,31	0,03
1993	517,38	19,31	3,45	0,29	6,21	0,39	0,03
1994	518,08	21,10	3,69	0,33	6,56	0,49	0,04
1995	520,00	21,43	3,93	0,33	6,50	0,61	0,05
1996	519,54	24,41	4,17	0,39	6,75	0,76	0,07
1997	521,02	24,84	4,12	0,40	6,88	0,95	0,08
1998	517,17	24,63	5,16	0,40	6,74	1,19	0,10
1999	513,83	24,78	4,80	0,40	6,61	1,49	0,23
2000	518,48	25,01	4,87	0,41	6,93	1,86	0,83
2001	519,52	25,18	4,92	0,41	7,06	3,18	2,12
2002	492,34	20,16	5,46	0,32	6,99	8,00	3,79
2003	496,73	21,36	5,67	0,35	7,28	17,21	6,42
2004	503,86	21,82	6,03	0,35	7,16	6,09	5,91
2005	512,39	17,11	7,57	0,26	7,31	26,25	4,95
2006	524,87	17,19	7,46	0,27	7,99	25,01	7,24
2007	544,80	17,48	5,95	0,27	8,36	32,26	11,21
2008	565,39	17,61	8,75	0,28	8,23	59,42	10,76
2009	602,18	18,22	10,39	0,29	9,37	62,34	11,90
2010	629,89	18,72	13,70	0,30	9,91	67,31	14,88
2011	636,72	19,02	13,94	0,31	9,16	50,94	17,27
2012	684,10	19,77	17,06	0,31	11,24	58,81	27,49
2013	710,05	20,41	20,87	0,33	11,73	93,30	29,67
2014	725,05	20,78	22,26	0,34	12,21	123,62	30,20
2015	721,23	21,09	22,60	0,35	12,37	78,97	31,47
2016	706,99	21,19	24,34	0,37	12,36	94,01	27,42
2017	703,98	22,35	24,68	0,40	12,74	104,22	36,23
2018	687,87	22,14	28,15	0,41	12,56	103,76	42,60
2019	703,74	22,78	31,26	0,41	13,76	76,12	37,14

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Referencias

ANDE. 2022). Generación hidráulica (en línea). Disponible en <https://www.ande.gov.py/generacion.php>

BCP. 2021. Inclusión financiera: Serie histórica del PIB base 2014. Disponible en <https://www.bcp.gov.py/serie-historica-del-pib-base-2014-i643>

CMNUCC. 2015. Adoption of the Paris Agreement. FCCC/CP/2015/L.9/Rev/1. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>

CMNUCC. 2020. Manual sobre arreglos institucionales para el apoyo a la MRV/transparencia de la acción y el apoyo climáticos. Grupo Consultivo de Expertos. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Hand%20book_SP.pdf

DINAC. (2020). Plan de acción sobre actividades de reducción de las emisiones de CO2 en la aviación - AISP, AIG, Mcal. Estigarribia, PJC: Estadísticas de consumo de combustible.

DNCC/MADES (2021). Actualización de la NDC de la República del Paraguay al 2030. Asunción, Paraguay. 128 p.

EMEP/EEA. 2019. European Monitoring and Evaluation Programme / European Environment Agency . EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019: Technical guidance to prepare national emission inventories. ISSN 1977-8449. EEA Report No 13/2019. Disponible en <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas (en línea). Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3361s/i3361s.pdf>

GHGMI. 2023. Greenhouse Gas Management Institute. Preparando a los países y los profesionales de la gestión del carbono del mañana: Cursos y diplomados. Disponible en <https://ghginstitute.org/>

GIZ. 2017. Guidance for setting up and enhancing national technical teams for GHG inventories in developing countries. Eschborn, September 2017. 38 p.

Houghton, J.T.; Meira Filho, L.G.; Callander, B.A.; Harris, N.; Kattenberg, A.; Maskell, K. (1996). Climate Change 1995: The Science of Climate Change: Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. WMO, UNEP. IPCC. Cambridge University Press. Lakeman, J.A. Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_sar_wg_i_full_report.pdf

ICEX (España Exportación e Inversiones). 2018. Fertilizantes en Paraguay (en línea). Disponible en: <https://www.icex.es/icex/wcm/idc/groups/public/documents/documento/mde4/oda1/~edisp/doc2018805917.pdf>

INE. 2021. Anuarios estadísticos del Paraguay (en línea). Disponible en <https://www.ine.gov.py/publicacion/16/anuario>

INFONA (Instituto Forestal Nacional, Paraguay). 2015. Inventario Forestal Nacional.

INFONA (Instituto Forestal Nacional, Paraguay). 2019. Remedición del Inventario Forestal Nacional.

INFONA (Instituto Forestal Nacional, Paraguay). Manejo forestal sostenible en Paraguay. Disponible en: <http://www.infona.gov.py/index.php/noticias/manejo-forestal-sostenible-en-paraguay>

IPCC. 2020. IPCC Inventory Software – version 2.691. Disponible en <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/index.html>

IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston, H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón. Disponible en <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

MADES/PNUD/FMAM.2023. Cuarta Comunicación Nacional de Paraguay a la CMNUCC. Proyecto CCN e IBA3. Asunción, Py. 511 p.

MADES-DNCC/PNUD-FMAM. 2021. Tercer Informe Bienal de Actualización sobre Cambio Climático ante la CMNUCC. Proyecto IBA3. Asuncion, Py. 452 p.

MADES-DNCC/PNUD-FMAM. 2021. Tercer Informe Bienal de Actualización sobre Cambio Climático ante la CMNUCC. Proyecto IBA3. Asuncion, Py. 452 p.

MUNICIPALIDAD DE ASUNCIÓN / MADES / PNUD / FMAM. 2022. “Clasificando los residuos de Asunción - Actualización del estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos para la ciudad de Asunción”. 248 pp.

Myhre, G.; Shindell, D.; Bréon, F.; Collins, W.; Fuglestedt, J.; Huang, J; Zhang, H. (2013). Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.; Qin D.; Plattner G.; Tignor M.; Allen S.; Boschung J.; Nauels A.; Xia Y.; Bex V. y Midgley P.]. Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

Nota ABC-Rural. <https://www.abc.com.py/edicion-impresas/suplementos/abc-rural/los-sistemas-silvopastoriles-593954.html>

PNUD. 2018. Cuarto Entregable: Informe de Avance. Consultoría para la elaboración de una Prospectiva Energética de la República del Paraguay 2018-2050. Oxilia, V.

Sato, T; Saito, M; Ramírez, D; Pérez de Molas, L; Toriyama, J; Monda, Y; Kiyono, Y; Herebia, E; Dubie, N; Duré, E; Ramirez, J; Vera, M. 2015. Development of Allometric Equations for Tree Biomass in Forest Ecosystems in Paraguay. Japan Agricultural Research Quarterly: 49(3) 281 - 291.

VMME/MOPC. 2014. Balance Nacional en Energía Útil 2011.

VMME/MOPC. 2015. Balance Nacional en Energía Útil 2013.

VMME/MOPC. 2018. Justificaciones de las variaciones de datos en serie 1990-2015 solicitada por la mesa sectorial energía para la elaboración del inventario nacional de gases de efecto invernadero (serie 1990-2015).

VMME/MOPC. 2020. Consultas al VMME para relevar datos para inventario nacional de gases de efecto invernadero, serie 1990-2018: Datos sobre caracterización de combustibles.

VMME/MOPC. 2021. Sistema de información energética nacional: balance energético nacional 1990-2019. Disponible en https://www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com_content&view=article&id=1405

VMME/MOPC. 2021. Reseña Energética. Disponible en https://www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com_content&view=article&id=1213&showall=1

VMME/MOPC. 2022. Balance Energético Nacional 2021. Disponible en https://www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com_content&view=article&id=1805

AIP. 2020. Sector industrial representa el 19% de la economía paraguaya y emplea a más de 384.000 personas (en línea). Disponible en <https://www.ip.gov.py/ip/el-sector-industrial-representa-el-19-de-la-economia-paraguaya/>

Worldsteel Association. Producción total de acero crudo. Disponible en: https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/annual-production-steel-data/?ind=P1_crude_steel_total_pub/CHN/IND

US-EPA. 2023. Kit de herramientas para crear sistemas nacionales de inventario de GEI. Disponible en: <https://www.epa.gov/ghgemissions/toolkit-building-national-ghg-inventory-systems>