



Ministerio del
**AMBIENTE
Y DESARROLLO SOSTENIBLE**



**GOBIERNO
NACIONAL**

*Paraguay
de la gente*

**MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
Dirección Nacional de Cambio Climático**

**“Tercer Informe Bienal de Actualización de Paraguay (IBA3) 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 – 2017***

**Agosto, 2022
Paraguay**



*Al servicio
de las personas
y las naciones*

Autoridades

Señor Mario Abdo Benítez
Presidente de la República del Paraguay

Señor César Ariel Oviedo Verdún
Ministro
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)

Señor Julio Cesar Arriola
Ministro
Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE)

Señor Ulises Lovera Gaona
Director Nacional
Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC)
Punto Focal Titular ante la CMNUCC

Señora Ruth Vera Durañona
Coordinadora
Unidad de Asuntos Ambientales del Ministerio de Relaciones
Exteriores
Punto Focal Alterna ante la CMNUCC

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

Ulises Lovera, Punto Focal del Proyecto CCN e IBA3

Stephanie Petta, Jefa del Departamento de Inventario y Reportes

Celeste González, Coordinación Técnica Proyecto CCN e IBA3
Periodo 2020-2022

Alejandro Martí, Coordinación Técnica Proyecto CCN e IBA3
Periodo 2022- Actualidad

Alberto Ramírez, Administración

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

Enrique Insfrán, Asistente Administrativo



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 2022
Editor: Alejandro Martí
Capítulo 1: Jazmín Vera
Capítulo 2: 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, Jazmín Vera, Mabel Noguera

Cita

MADES-DNCC/PNUD-FMAM. 2022. Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Paraguay, serie 1990-2017. Proyecto IBA3. Asunción, Py. 582 p

Índice

Resumen Ejecutivo	17
RE 1. Introducción.....	17
1.1. Antecedentes generales sobre los inventarios y el cambio climático	17
1.2. Arreglos institucionales para el inventario de Paraguay	17
1.3. Preparación del inventario y gestión, procesamiento y archivo de la información	19
1.4. Metodologías, métodos y fuentes de la información utilizadas.....	22
1.5. Análisis de categorías principales.....	24
1.6. Evaluación general de la incertidumbre	25
1.7. Evaluación general de la exhaustividad.....	25
RE 2. Tendencia nacional de gases de efecto invernadero.....	29
2.1. Descripción de las emisiones y absorciones de GEI del 2017	29
2.2. Descripción e interpretación de la tendencia de GEI por sector	29
2.3. Descripción e interpretación de la tendencia por GEI.....	30
RE 3. Sector Energía	31
3.1. Panorama general del sector.....	31
3.2. Actividades de quema de combustibles	34
3.3. Emisiones fugitivas de combustibles	44
RE 4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos.....	46
4.1. Panorama general del sector.....	46
4.2. Industria de los minerales	48
4.3. Industria química	50
4.4. Industria de los metales	51
4.5. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	52
4.6. Uso de productos sustitutos de las SAO	54
4.7. Manufactura y utilización de otros productos	55
RE 5. Sector Agricultura y Ganadería	57
5.1. Panorama general del sector.....	57
5.2. Fermentación entérica	59
5.3. Gestión del estiércol	60
5.4. Cultivo del arroz	61
5.5. Suelos agrícolas.....	62
5.6. Encalado	64
5.7. Aplicación de urea.....	65
RE 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura	66
6.1. Panorama general del sector.....	66
6.2. Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación utilizados	67
6.3. Métodos utilizados para la representación de las tierras	69
6.4. Tierras forestales	70
6.5. Tierras de cultivo.....	72
6.6. Pastizales	73
6.7. Humedales	74
6.8. Asentamientos	75
6.9. Otras tierras	76

RE 7.	Sector Residuos	78
7.1	Panorama general del sector.....	78
7.2	Disposición de residuos sólidos	80
7.3	Incineración y quema abierta de residuos.....	81
7.4	Tratamiento y descarga de aguas residuales (FCR 5.D).....	83
RE 8.	Nuevos cálculos y mejoras	85
8.1.	Sector Energía	85
8.2.	Sector IPPU	86
8.3.	Sector Agricultura	88
8.4.	Sector UTCUTS	88
8.5.	Sector Residuos.....	90
Capítulo 1.	Introducción.....	92
1.1.	Antecedentes generales sobre inventarios y cambio climático.....	92
1.1.1.	Cambio Climático	93
1.1.2.	Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero	93
1.1.3.	Circunstancias nacionales	95
1.2.	Arreglos nacionales para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Paraguay	96
1.2.1.	Arreglos institucionales, legales y procedimentales	96
1.2.2.	Generalidades de la planificación, preparación y gestión del inventario	99
1.2.3.	Garantía de la calidad, control de la calidad, verificación.....	100
1.3.	Preparación del inventario y gestión, procesamiento y archivo de la información	100
1.4.	Metodologías, métodos y fuentes de la información utilizadas	103
1.5.	Análisis de categorías principales	105
1.6.	Evaluación general de la incertidumbre	106
1.7.	Evaluación general de la exhaustividad	106
Capítulo 2.	Tendencia Nacional de Gases de Efecto Invernadero	110
2.1.	Descripción de las emisiones y absorciones de GEI del 2017	110
2.2.	Descripción e interpretación de la tendencia de GEI por sector.....	111
2.3.	Descripción e interpretación de la tendencia por GEI	113
Capítulo 3.	Sector Energía (FCR 1).....	115
3.1.	Panorama general del sector.....	115
3.1.1.	Descripción del sector	115
3.1.2.	Tendencia de los GEI del sector	118
3.1.1.	Aspectos metodológicos generales del sector	123
3.2.	Actividades de quema de combustibles (FCR 1.A)	125
3.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	125
3.2.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	126

3.2.3.	Comparación entre el método sectorial y el método de referencia	130
3.2.4.	Combustibles del transporte internacional	133
3.2.5.	Emisiones de CO ₂ de la biomasa usada con fines energéticos	136
3.2.6.	Materias primas y uso no energético de los combustibles	140
3.2.7.	Industrias de la energía (FCR 1.A.1)	140
3.2.8.	Industrias manufactureras y de la construcción (FCR 1.A.2)	147
3.2.9.	Transporte (FCR 1.A.3)	155
3.2.10.	Otros sectores (FCR 1.A.4)	167
3.2.11.	No especificado (FCR 1.A.5)	174
3.3.	Emisiones fugitivas de combustibles (FCR 1.B)	174
3.3.1.	Combustibles sólidos (FCR 1.B.1)	174
3.3.2.	Petróleo y gas natural (FCR 1.B.2)	174
3.4.	Transporte y almacenamiento de CO ₂ (FCR 1.C)	180
Capítulo 4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (FCR 2)		181
4.1.	Panorama general del sector	181
4.1.1.	Descripción del sector	181
4.1.2.	Tendencia de los GEI del sector	182
4.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector	187
4.2.	Industria de los minerales (FCR 2.A)	188
4.2.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	188
4.2.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	190
4.2.3.	Incertidumbre específica de la categoría	198
4.2.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	199
4.2.5.	Actividades de GCCV de la categoría	199
4.2.6.	Nuevos cálculos de la categoría	202
4.2.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	203
4.3.	Industria química (FCR 2.B)	204
4.3.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	204
4.3.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	204
4.3.3.	Incertidumbre específica de la categoría	206
4.3.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	206
4.3.5.	Actividades de GCCV de la categoría	207
4.3.6.	Nuevos cálculos de la categoría	208
4.3.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	208
4.4.	Industria de los metales (FCR 2.C)	208
4.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	208
4.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	210
4.4.3.	Incertidumbre específica de la categoría	214
4.4.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	214
4.4.5.	Actividades de GCCV de la categoría	215
4.4.6.	Nuevos cálculos de la categoría	216
4.4.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	216
4.5.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes (FCR 2.D)	217
4.5.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	217
4.5.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	218
4.5.3.	Incertidumbre específica de la categoría	221
4.5.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	222

4.5.5.	Actividades de GCCV de la categoría	222
4.5.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	223
4.5.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	224
4.6.	Industria electrónica (FCR 2.E).....	224
4.7.	Uso de productos sustitutos de las SAO (FCR 2.F).....	224
4.7.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	224
4.7.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	226
4.7.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	231
4.7.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	232
4.7.5.	Actividades de GCCV de la categoría	232
4.7.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	233
4.7.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	234
4.8.	Manufactura y utilización de otros productos (FCR 2.G).....	234
4.8.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	234
4.8.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	235
4.8.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	237
4.8.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	238
4.8.5.	Actividades de GCCV de la categoría	238
4.8.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	239
4.8.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	240
4.9.	Otros (FCR 2.H).....	240
Capítulo 5. Sector Agricultura y Ganadería (FCR 3)		241
5.1.	Panorama general del sector.....	241
5.1.1.	Descripción del sector	241
5.1.2.	Tendencia de los GEI del sector	242
5.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector	248
5.2.	Fermentación entérica (FCR 3.A).....	249
3.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	249
3.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	251
3.4.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	272
3.4.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	273
3.4.5.	Actividades de GCCV de la categoría	273
3.4.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	274
3.4.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	275
5.3.	Gestión del estiércol (FCR 3.B).....	277
5.3.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	277
5.3.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	279
5.3.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	287
5.3.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	288
5.3.5.	Actividades de GCCV de la categoría	289
5.3.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	290
5.3.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	290
5.4.	Cultivo del arroz (FCR 3.C).....	291
5.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	291
5.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	292
5.4.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	295

5.4.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría	296
5.4.5.	Actividades de GCCV de la categoría	296
5.4.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	297
5.4.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	297
5.5.	Suelos agrícolas (FCR 3.D).....	298
5.5.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	298
5.5.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	299
5.5.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	304
5.5.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	304
5.5.5.	Actividades de GCCV de la categoría	305
5.5.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	306
5.5.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	306
5.6.	Encalado (FCR 3.G)	307
5.6.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	307
5.6.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	308
5.6.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	310
5.6.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	311
5.6.5.	Actividades de GCCV de la categoría	311
5.6.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	312
5.6.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	313
5.7.	Aplicación de urea (FCR 3.H)	313
5.7.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	313
5.7.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	314
5.7.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	316
5.7.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	317
5.7.5.	Actividades de GCCV de la categoría	317
5.7.6.	Nuevos cálculos de la categoría.....	318
5.7.7.	Plan de mejoramiento específico de la categoría	319
Capítulo 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (FCR 4)		320
6.1.	Panorama general del sector.....	320
6.2.4.	Descripción del sector	320
6.2.5.	Tendencia de los GEI del sector	321
6.2.6.	Aspectos metodológicos generales del sector	325
6.2.	Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación	329
6.2.1.	Categorías de uso de la tierra.....	332
6.3.	Métodos utilizados para la representación de las tierras	333
6.3.1.	Matriz de Uso y Cambio de Uso de la Tierra	336
6.4.	Tierras forestales (FCR 4.A)	337
6.4.1.	Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	337
6.4.1.1.	Tierras forestales que permanecen como tales (FCR 4.A.1)	338
6.4.1.2.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales (FCR 4.A.2)	342
6.4.2.	Aspectos metodológicos específicos de la categoría	343
6.4.2.1.	Datos de actividad específicos de la categoría.....	344
6.4.2.2.	Factores de emisión aplicados en la categoría.....	347
6.4.3.	Incertidumbre específica de la categoría.....	348
6.4.4.	Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	348
6.4.5.	Actividades específicas de GCCV de la categoría	348

6.4.5.1. Control de calidad	348
6.4.5.2. Garantía de calidad	349
6.4.5.3. Verificación	349
6.4.6. Nuevos cálculos de la categoría.....	349
6.4.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría	350
6.5. Tierras de cultivo (FCR 4.B).....	351
6.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	351
6.5.1.1. Tierra de cultivo que permanecen como tales (FCR 4.B.1)	353
6.5.1.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo (FCR 4.B.2).....	355
6.5.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría	358
6.5.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría.....	359
6.5.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría.....	364
6.5.3. Incertidumbre específica de la categoría.....	364
6.5.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	365
6.5.5. Actividades de GCCV de la categoría	365
6.5.5.1. Control de calidad	365
6.5.5.2. Garantía de calidad	365
6.5.5.3. Verificación	365
6.5.6. Nuevos cálculos de la categoría.....	366
6.5.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría	366
6.6. Pastizales (FCR 4.C).....	367
6.6.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	367
6.6.1.1. Pastizales que permanecen como tales (FCR 4.C.1)	369
6.6.1.2. Tierras forestales convertidas en pastizales (FCR 4.C.2)	370
6.6.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría	373
6.6.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría.....	375
6.6.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría.....	378
6.6.3. Incertidumbre específica de la categoría.....	379
6.6.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	379
6.6.5. Actividades de GCCV de la categoría	379
6.6.5.1. Control de calidad	379
6.6.5.2. Garantía de calidad	380
6.6.5.3. Verificación	380
6.6.6. Nuevos cálculos de la categoría.....	380
6.6.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría	380
6.7. Humedales (FCR 4.D).....	381
6.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	381
6.7.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría	382
6.7.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría.....	383
6.7.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría.....	384
6.7.3. Incertidumbre específica de la categoría.....	385
6.7.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	385
6.7.5. Actividades de GCCV de la categoría	385
6.7.5.1. Control de calidad	385
6.7.5.2. Garantía de calidad	386
6.7.5.3. Verificación	386
6.7.6. Nuevos cálculos de la categoría.....	386
6.7.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría	386
6.8. Asentamientos (FCR 4.E)	387
6.8.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	387
6.8.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría	388

6.8.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría.....	389
6.8.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría.....	390
6.8.3. Incertidumbre específica de la categoría.....	390
6.8.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	390
6.8.5. Actividades de GCCV de la categoría.....	390
6.8.5.1. Control de calidad.....	390
6.8.5.2. Garantía de calidad.....	391
6.8.5.3. Verificación.....	391
6.8.6. Nuevos cálculos de la categoría.....	391
6.8.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	392
6.9. Otras tierras (FCR 4.F).....	392
6.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	392
6.9.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	393
6.9.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría.....	393
6.9.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría.....	394
6.9.3. Incertidumbre específica de la categoría.....	395
6.9.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	395
6.9.5. Actividades de GCCV de la categoría.....	395
6.9.5.1. Control de calidad.....	395
6.9.5.2. Garantía de calidad.....	395
6.9.5.3. Verificación.....	396
6.9.6. Nuevos cálculos de la categoría.....	396
6.9.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	397
6.10. Productos de madera recolectada (FCR 4.G).....	397
Capítulo 7. Sector Residuos (FCR 5).....	398
7.1. Panorama general del sector.....	398
7.1.1. Descripción del sector.....	398
7.1.2. Tendencia de los GEI del sector.....	398
7.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector.....	402
7.2. Disposición de residuos sólidos (FCR 5.A).....	403
7.2.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	403
7.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	404
7.2.3. Incertidumbre específica de la categoría.....	412
7.2.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	413
7.2.5. Actividades de GCCV de la categoría.....	413
7.2.5. Nuevos cálculos de la categoría.....	414
7.2.6. Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	415
7.3. Tratamiento biológico de residuos sólidos (FCR 5.B).....	415
7.4. Incineración y quema abierta de residuos (FCR 5.C).....	415
7.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría.....	415
7.4.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría.....	416
7.4.3. Incertidumbre específica de la categoría.....	425
7.4.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría.....	426
7.4.5. Actividades de GCCV de la categoría.....	426
7.4.6. Nuevos cálculos de la categoría.....	427
7.4.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría.....	428
7.5. Tratamiento y descarga de aguas residuales (FCR 5.D).....	428

7.5.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría	428
7.5.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría	430
7.5.7. Incertidumbre específica de la categoría	439
7.5.8. Consistencia de la serie temporal de la categoría	439
7.5.9. Actividades de GCCV de la categoría	440
7.5.10. Nuevos cálculos de la categoría.....	441
7.5.11. Plan de mejoramiento específico de la categoría	442
7.6. Otros (FCR 5.E)	442
Capítulo 8. Nuevos Cálculos y Mejoras.....	443
8.1. Sector Energía	443
8.2. Sector IPPU	445
8.3. Sector Agricultura	447
8.4. Sector UTCUTS	448
8.5. Sector Residuos	449
Anexos	452
Anexo 1. Categorías principales	452
Anexo 1.1. Evaluación de nivel de clasificación 1 de las categorías principales para el año 2017	452
Anexo 2. Evaluación de la incertidumbre	454
Anexo 3. Descripción detallada de las metodologías	463
Anexo 3.1. Sector Energía	463
Anexo 3.1.1. Sector Energía: Datos de actividad utilizados	463
Anexo 3.1.2. Sector Energía: Factores de emisión utilizados	474
Anexo 3.1.3. Sector Energía: Comparación de método sectorial y de referencia.....	475
Anexo 3.2. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos	476
Anexo 3.2.1. Sector IPPU: Datos de actividad utilizados	476
Anexo 3.2.2. Sector IPPU: Factores de emisión utilizados	483
Anexo 3.3. Sector Agricultura y Ganadería	485
Anexo 3.4. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura	501
Anexo 3.5. Sector Residuos.....	512
Anexo 3.5.1. Sector Residuos: Datos de actividad utilizados.....	512
Anexo 3.5.2. Sector Residuos: Factores de emisión utilizados	526
Anexo 4. Balance nacional de energía del año 2017	527
Anexo 5. Cualquier otra información relevante	529
Anexo 5.1. Llenado de vacíos de información	529
Anexo 5.2. Dictámenes de expertos.....	532
Anexo 5.2.1. Sector Agricultura y ganadería: dictamen de expertos sobre actividades ganaderas en el Paraguay	532
Anexo 5.2.2. Sector UTCUTS: dictamen de expertos sobre pastizales.	536
Anexo 5.3. Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt), año 1990..	542
Anexo 5.4. Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt), año 2017..	548

Anexo 5.5 Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt CO₂ eq), serie 1990-2017	554
Anexo 5.6. Emisiones y absorciones de CO₂ de Paraguay (kt CO₂), serie 1990-2017	557
Anexo 5.7. Emisiones y absorciones de CH₄ de Paraguay (kt CH₄), serie 1990-2017	559
Anexo 5.8. Emisiones y absorciones de N₂O de Paraguay (kt N₂O), serie 1990-2017.....	561
Anexo 5.9. Emisiones y absorciones de HFC de Paraguay (kt CO₂ eq), serie 1990-2017	563
Anexo 5.10. Emisiones y absorciones de SF₆ de Paraguay (kt CO₂ eq), serie 1990-2017	566
Anexo 5.11. Planillas de control de la calidad y garantía de la calidad	569
Anexo 5.11.1. Lista de procedimientos de control de calidad – Actividades generales de calidad (Nivel 1)	569
Anexo 5.11.2. Procedimientos de calidad de categoría específica (Nivel 2)	572
Anexo 5.11.3. Lista de verificación de actividades de garantía de calidad y proceso ICA.....	573
Referencia Y Bibliografía	581

Lista de Siglas y Acrónimos

ACP	Análisis de categoría principal
ACEPAR	Aceros del Paraguay
AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (por sus siglas en inglés)
ANDE	Administración Nacional de Electricidad
APROLE	Asociación de productores de leche y criadores de razas lecheras
AR	Assessment Report
ARP	Asociación Rural del Paraguay
AVIPAR	Asociación de avicultores de Paraguay
BCP	Banco Central del Paraguay
BEF	Factor de Expansión de la Biomasa (por sus siglas en inglés)
BEN	Balance Energético Nacional
BEU	Balance Energético Útil
BFI	Hierro de alto horno
BHRO	Bosque Húmedo de la Región Oriental
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BOF	Hornos básicos de oxígeno (por sus siglas en inglés)
BSCH	Bosque Seco Chaqueño
BSHC	Bosque Sub Húmedo del Cerrado
BSHIRP	Bosque Sub Húmedo Inundable del Río Paraguay
CaCO ₃	Carbonato de calcio
CaO	Óxido de calcio
CAPAINLAC	Cámara Paraguaya de Industrias Lácteas
CAPECO	Cámara paraguaya de exportadores y comercializadores de cereales y oleaginosas
CH ₄	Metano
CMNUCC	Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNCC	Comisión Nacional de Cambio Climático
CONADERNA	Comisión Nacional de Defensa de los Recursos Naturales
COOTRAPAR	Cooperativa de Trabajadores de Acepar
COSIPAR	Consorcio Siderúrgico Paraguayo
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
CP	Conferencia de las Partes
CS	País específico
CSJ	Corte Suprema de Justicia
DA	Datos de actividad
DAP	Diámetro a la Altura de Pecho
DAPSAN	Dirección de Agua Potable y Saneamiento
DCEA	Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias
DGA	Dirección General del Aire
DINAC	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil
DMH	Dirección de Meteorología e Hidrología
DNA	Dirección Nacional de Aduanas
DNCC	Dirección Nacional de Cambio Climático
EBY	Entidad Binacional Yacyretá
ERSSAN	Ente Regulador de Servicios Sanitarios

ESSAP	Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay
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)
FCA	Facultad de Ciencias Agrarias
FE	Factores de emisión
FECOPROD	Federación de Cooperativas de Producción
FEPASIDIAS	Federación Paraguaya de Siembra Directa para una Agricultura Sustentable
FOD	Descomposición de Primer Orden (por sus siglas en inglés)
FPV SA	Fábrica Paraguaya de Vidrios SA
	Garantía de calidad/Control de calidad
GEI	Gases de efecto invernadero
GISA	Gestión Integral de Servicios Ambientales SA
GLP	Gas licuado de petróleo
HFC	Hidrofluorocarbono
HCFC	Hidroclorofluorocarburos
IBA	Informe Bienal de Actualización
ICA	Consulta y análisis internacional (por sus siglas en inglés)
IE	Incluido en otra parte
IFN	Inventario Forestal Nacional
IIN	Informe de inventario nacional
INC	Industria Nacional del Cemento
INE	Instituto Nacional de Estadística
INDI	Instituto Paraguayo del Indígena
INFONA	Instituto Forestal Nacional
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)
IPTA	Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria
ISGEI	Informe sectorial de gases de efecto invernadero
kt CO ₂ eq	Kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente
MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MIC	Ministerio de Industria y Comercio
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
MPCS	Mesa paraguaya de carne sostenible
MRE	Ministerio de Relaciones Exteriores
MSPyBS	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social
MW	Mega-watt
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
NAI	No Anexo I
NE	No estimado
NO	No ocurre

NOx	Óxido de nitrógeno
NREF	Niveles de Referencia de Emisiones Forestales
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAYCO	Paraguay Agricultural Corporation
PCG	Potencial de calentamiento global
PCN	Primera comunicación nacional
PETROPAR	Petróleos paraguayos
PFC	Perfluorocarbono
PIB	Producto interno bruto
PS	Planta específica
REDD+	Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación de los bosques
RSM	Residuos sólidos municipales
S	Azufre
SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono
SCN	Segunda comunicación nacional
SENACSA	Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal
SENAVE	Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semilla
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
SIEN	Sistema de información energética nacional
SIG	Sistema de Información Geográfica
SOx	Óxidos de azufre
STP	Secretaría Técnica de Planificación
TCN	Tercera comunicación nacional
UC	Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción
UGP	Unión de Gremios de Producción
UNA	Universidad Nacional de Asunción
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UTCUTS	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura
VMME	Viceministerio de Minas y Energía
VMT	Viceministerio de Transporte
WWF	World Wildlife Fund

Resumen Ejecutivo

RE 1. Introducción

1.1. Antecedentes generales sobre los inventarios y el cambio climático

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, cumple 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 y reportar los Inventarios Nacionales de GEI 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). 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)

1.2. Arreglos institucionales para el inventario de Paraguay

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 N° 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.

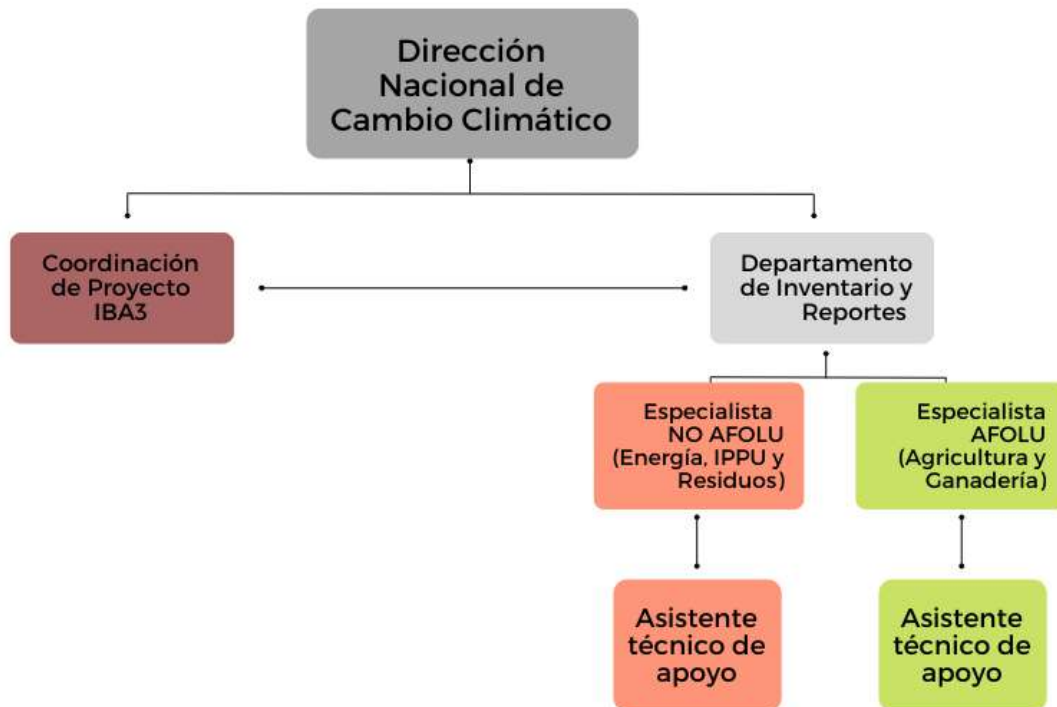
La Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC), estaba compuesta inicialmente, según la Ley N° 5875/17 Art. N° 9 por 26 instituciones públicas, privadas, de la academia y la sociedad civil, a las que se sumaron posteriormente otras, dado que la normativa en su Art. N° 10, establece que la Comisión podrá por mayoría de sus miembros, incorporar a otras instituciones o entidades diferentes a las nombradas. Actualmente la CNCC está conformada por 37 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 N° 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 (MFS)

Figura RE 1.1

Diagrama de la estructura del equipo de inventarios nacional de gases de efecto invernadero de Paraguay



Fuente: Elaboración propia por el equipo técnico de inventarios del MADES

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

El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero serie temporal 1990-2017, se ha realizado teniendo en cuenta las siguientes actividades que se mencionan a continuación

Tabla RE 1.1

Actividades para la elaboración del INGEI

1. Planear	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.
2. Recolectar	Primera reunión con los proveedores de datos.
	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.
3. Estimar	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 CO ₂ 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 con la circunstancia nacional.
	Redacción de acta o minuta de reunión.
	Recepcionar otras circunstancias nacionales adicionales a las recolectadas en las mesas sectoriales.
4. Escribir	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.
5. Mejorar	Incorporación de comentarios y ajustes arreglos realizados por el experto internacional
	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 por el equipo técnico de inventarios 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 1.2 se especifican los proveedores de datos por sector.

Tabla RE 1.2

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

<i>Sector</i>	<i>Proveedor</i>
ENERGÍA	Viceministerio de Minas y Energía (VMME)
	Petróleos Paraguayos (PETROPAR)
	Viceministerio de Transporte (VMT)
	Ministerio de Industria y Comercio (MIC)
	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC)
	Administración Nacional de Electricidad (ANDE)
	Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción (UNA)
	Itaipú Binacional
IPPU	Dirección Nacional de Aduanas (DNA)
	Industrias de cemento
	Departamento de Ozono de la Dirección General del Aire (MADES)
	Industria de vidrio
	Ministerio de Industria y Comercio (MIC)
	Itaipú Binacional
	Entidad Binacional Yacyreta
	Instituto Nacional de Estadística (INE)
RESIDUOS	Dirección de Control de la Calidad Ambiental (MADES)
	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPyBS)
	Empresa privada
	Instituto Nacional de Estadística (INE)
	Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay (ESSAP)
	Municipalidad de Asunción
	Dirección de Agua Potable y Saneamiento (DAPSAN - MOPC)
	Gestión Integral de Servicios Ambientales SA (GISA)
AFOLU	Dirección de Geomática (MADES)
	Instituto Forestal Nacional (INFONA)
	Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad (MADES)
	Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Asunción (UNA)
	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)
	Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (UC)
	Viceministerio de Minas y Energía (VMME)
	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 Paraguay
	Fundación Moisés Bertoni
	Mesa Paraguaya de Carne Sostenible (MPCS)
	Unión de Gremios de Producción (UGP)
	Cámara Paraguaya de Industrias Lácteas (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)

Fuente: Elaboración propia por el equipo técnico de inventarios del MADES

Para realizar el trabajo coordinado con los proveedores de datos, cada información se sistematiza de acuerdo con 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 técnicos, en la Figura 1.5, a través del diagrama se pueden observar los componentes que forman parte del inventario nacional de gases de efecto invernadero.

Figura RE 1.2

Diagrama del flujo de la información entre la provisión de datos



Fuente: Elaboración propia por el equipo técnico de inventarios del MADES

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. Además, para los sectores Energía, IPPU y Residuos, se ha utilizado el Software del IPCC, versión 2.691. En general, la estimación de emisión de GEI se basa en la siguiente fórmula: $E = DA \times FE$. (Emisión de la Fuente = Dato de Actividad Humana por Factor de Emisión correspondiente).

En donde 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 estas. 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.

Tabla RE 1.3

Resumen de métodos aplicados en el inventario de Paraguay

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
1.	Energía	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NA, NO	D, IE, NA, NO	T1, IE, NA, NO	D, IE, NA, NO						
1.A.	Actividades de quema de combustible	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO						
1.A.1.	Industrias de la energía	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, 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.	Otros (especificar)												
1.B.	Emissiones fugitivas de combustibles	NE, NO	NE, NO	T1, NO	D, NO	NA, NO	NA, NO						
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO	NA, NO	NA, NO						
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NE, NO	NE, NO	T1, NO	D, NO	NA, NO	NA, NO						
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO	NO										
2.	Procesos industriales y uso de productos	T1, T2, 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, 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	NA, NO	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 (especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.	Agricultura	T1, NE, NO, NA	D	T1, T2, NO, NA	D, CS	T1, T2, NE, NO, NA	D						
3.A.	Fermentación entérica			T1, T2, NO, NA	D, PE								
3.B.	Gestión del estiércol			T1, T2, NO, NA	D	T1, T2, NO, NA	D						
3.C.	Cultivo del arroz			T1, NO	D								
3.D.	Suelos agrícolas					T1, 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										

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
3.H.	Aplicación de urea	T1	D										
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO	NO										
3.J.	Otros (especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA						
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	T2, T1, NE, NO	D, CS	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						
4.B.	Tierras de cultivo	T2, T1, 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						
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, NA	D, NA						
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO						

Nota: NO: no ocurre, NE: no estimado, NA: no aplicable, IE: incluido en otra parte, T1: nivel 1, T2: nivel 2, T2a: nivel 2a, T3: nivel 3, D: por defecto, CS: país específico, PS: planta específica.

Fuente: MADES-DNCC/PNUD-FMAM. 2021.

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 este 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 por lo 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. 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 1.4

Resumen del análisis de categorías principales (1990-2017) Método 1.

<i>Código</i>	<i>Categorías de fuente y sumidero</i>	<i>GEI</i>	<i>Criterio de identificación</i>
1.A.3.b.	Transporte Terrestre	CO ₂	N1T1
3.A.	Fermentación entérica	CH ₄	N1T1
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	N ₂ O	N1T1
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	N ₂ O	N1T1
3.C.	Cultivos de arroz	CH ₄	N1
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	N1T1
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	N1T1
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	N1T1
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	N1
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CO ₂	N1T1
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	N1T1
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂	N1
5.A.	Disposición de residuos sólidos	CH ₄	N1

Fuente: MADES-DNCC/PNUD-FMAM. 2021

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 1990-2017 de Paraguay, se desarrolló el Método 2: simulación de Monte Carlo, el cual consiste en la obtención de la Función de Distribución de Probabilidad mediante simulaciones. Para ello se utilizó el Software SPSS Statistics 26.0 y se realizaron las simulaciones a través del programa Excel.

De acuerdo con este análisis, el balance de emisiones y absorciones de GEI del país para el año 2017 presenta una incertidumbre combinada de -85,3 % y +73,2 %. En términos generales, los sectores que más aportan a la del 2017, son el sector UTCUTS (-572,4 % y 609,1 %), seguido del sector Agricultura y Ganadería (-220,6 % y +302,6 %), el sector Residuos (-185,7 % y +188,7 %), luego el sector IPPU (-39,1 % y +47,7 %) y por último el sector Energía (-19,0 % y +19,3 %).

En general, la incertidumbre del INGEI de Paraguay corresponde a una 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 CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆; 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 CO₂ de la biomasa quemada con fines energéticos.

En el presente Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero no fueron estimadas las emisiones por gases precursores, debido a la falta de información de datos de actividad, de metodologías apropiadas y por limitaciones de tiempo y recursos, priorizando el relevamiento de datos y cálculos de los gases directos.

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

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:

Tabla RE 1.5
Fuentes y sumideros de GEI del inventario de Paraguay reportados como no estimados.

<i>GEI</i>	<i>Sector</i>	<i>Categorías de fuente y sumidero</i>
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	

GEI	Sector	Categorías de fuente y sumidero
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
N ₂ O	Residuos	Incineración de residuos
	IPPU	Aplicaciones médicas
	Agricultura	Mineralización de la materia orgánica del suelo
	Agricultura	Quema prescrita de sabanas
	Agricultura	Quema de residuos agrícola en el campo
SF ₆	Residuos	Tratamiento biológico de residuos sólidos
	IPPU	Eliminación de equipos eléctricos

Fuente: Elaboración propia por el equipo técnico del INGEI del MADES

Tabla RE 1.6

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.
		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.		

GEI	Categorías de fuente y sumidero	Categoría incluida en otro lugar (IE)	Asignación según el país	Asignación según las Directrices del IPCC de 2006
	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.
		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.		
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.
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 por el equipo técnico del INGEI del MADES

RE 2. Tendencia nacional de gases de efecto invernadero

2.1. Descripción de las emisiones y absorciones de GEI del 2017

Las emisiones totales netas (emisiones menos absorciones) para el 2017 se estimaron en 49.855,53 kt CO₂ eq. Las emisiones de CO₂ totalizan 22.535,24 kt, mientras que el CH₄ fueron 837,33 kt, el N₂O corresponde a 29,26 kt, los HFC 492,37 kt CO₂ eq y el SF₆ 19,84 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 2017 con mayor desagregación.

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

Para el año 2017, el balance de emisiones del Paraguay correspondió a 49.855,53 kt CO₂ eq. En donde, el sector Agricultura y Ganadería corresponde a 25.027,22 kt CO₂ eq, que representa el 50,20 % de las emisiones del INGEI 2017, el sector UTCUTS representa el segundo sector con emisiones netas de 14.510,98 kt CO₂ eq alcanzando el 29,11 %. A continuación, el sector Energía con 8.116,71 kt CO₂ eq representando el 16,28 % de las emisiones. Por su parte el sector Residuos, con 1.293,42 kt CO₂ eq con el 2,59 %, mientras que el sector IPPU, con un total estimado de 907,21 kt CO₂ eq, representa el 1,82 %.

Tabla RE 2.1

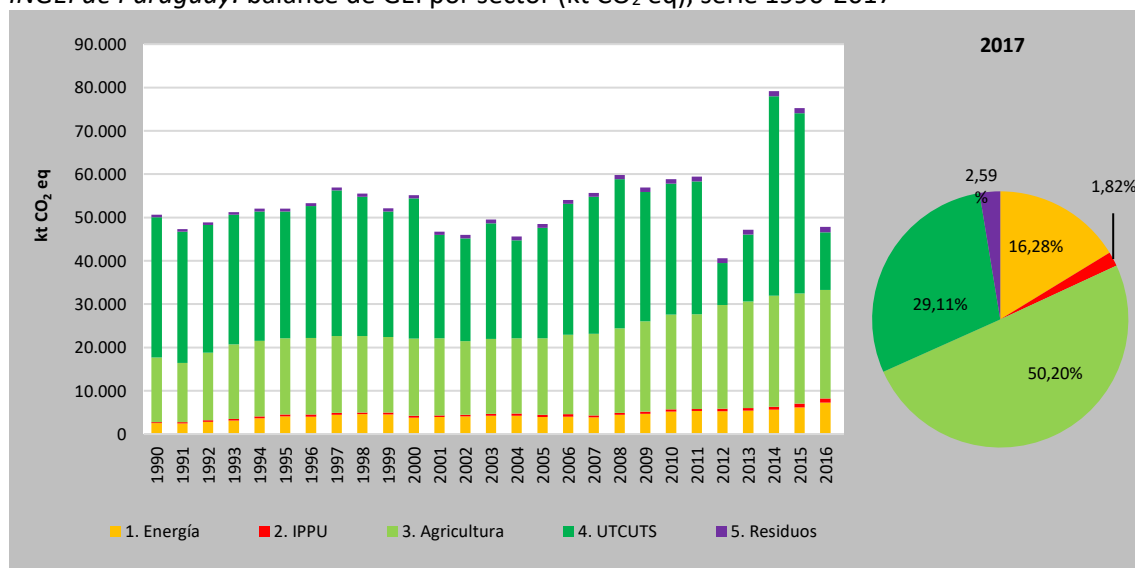
INGEI de Paraguay: balance de GEI por sector (kt CO₂ eq)

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
Energía	2.490,95	4.051,97	3.785,01	3.950,36	5.151,00	6.169,57	7.272,02	8.116,71
IPPU	255,73	493,69	435,20	518,00	538,50	828,83	938,76	907,21
Agricultura y Ganadería	14.957,04	17.533,47	17.785,71	17.663,33	21.873,28	25.459,06	25.023,20	25.027,22
UTCUTS	31.709,61	29.301,74	32.382,39	25.457,07	30.218,19	41.603,85	13.305,50	14.510,98
Residuos	554,00	641,20	721,90	904,58	1.033,47	1.166,96	1.250,35	1.293,42
Balance	49.967,32	52.022,08	55.110,22	48.493,34	58.814,44	75.228,26	47.789,83	49.855,53

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 2.1

INGEI de Paraguay: balance de GEI por sector (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



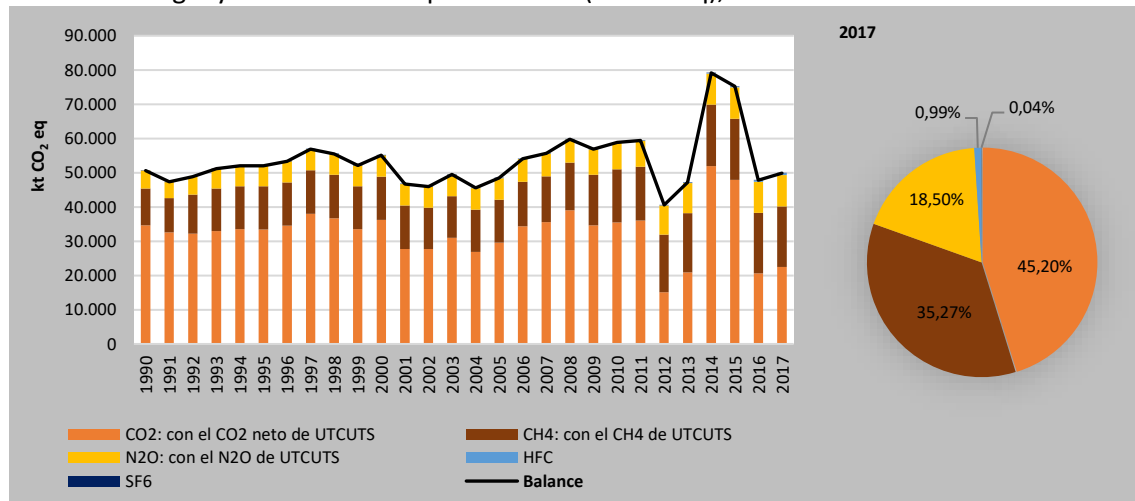
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

2.3. Descripción e interpretación de la tendencia por GEI

En la serie 1990-2017 se observa en la Figura a continuación que el CO₂ es el gas con mayor participación, representando el 45,20 % para el año 2017, seguido del metano (CH₄) con 35,27% y el N₂O con 18,50%, y en menor porcentaje los gases HFC y SF₆.

Figura RE 2.2

INGEI de Paraguay: balance de GEI por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de inventarios del MADES

RE 3. Sector Energía

3.1. Panorama general del sector

El sector Energía incluye las emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles, emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles y captura o almacenamiento de CO₂.

Las subcategorías incluidas en el presente INGEI fueron las siguientes:

1.A. Actividades de quema de combustible:

- 1.A.1. Industrias de la energía:
 - 1.A.1.a. Actividad principal Producción de electricidad y calor:
 - 1.A.1.a.i. Generación de electricidad (CO₂, CH₄ y N₂O);
 - 1.A.1.a.ii. Refinación del petróleo (CO₂, CH₄ y N₂O);
 - 1.A.1.b. Refinación del petróleo (CO₂, CH₄ y N₂O);
- 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción (CO₂, CH₄ y N₂O);
- 1.A.3. Transporte:
 - 1.A.3.a. Aviación civil
 - 1.A.3.a.i. Aviación internacional (Tanques internacionales) (CO₂, CH₄ y N₂O);
 - 1.A.3.a.ii. Aviación de cabotaje (CO₂, CH₄ y N₂O);
 - 1.A.3.b. Transporte terrestre (CO₂, CH₄ y N₂O);
 - 1.A.3.c. Ferrocarriles (CH₄ y N₂O);
- 1.A.4. Otros sectores:
 - 1.A.4.a. Comercial / Institucional (CO₂, CH₄ y N₂O);
 - 1.A.4.b. Residencial (CO₂, CH₄ y N₂O);

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

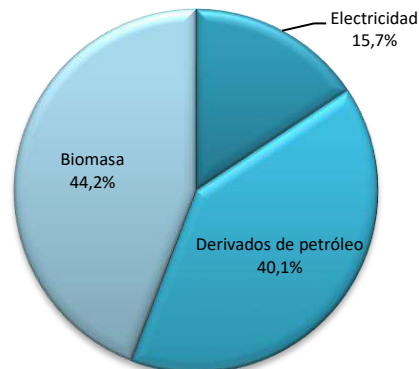
- 1.B.2. Petróleo y gas natural:
 - 1.B.2.a. Petróleo:
 - 1.B.2.a.iii.4. Refinación (CH₄).

El sector energético representa a nivel mundial una fuente relevante de emisiones de GEI. Las actividades de generación de energía y de transporte representaron más de dos tercios de las emisiones totales en el año 2018 y fueron 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 2.5 se observa que en el año 2017 la biomasa representó un 44,2% del consumo final, los derivados del petróleo un 40,1% y la electricidad un 15,7%.

Figura RE 3.1

Estructura por fuente energética en el consumo final de energía, año 2017



Fuente: VMME en base al Balance Energético Nacional 2017

La producción de energía primaria en Paraguay está compuesta exclusivamente por fuentes renovables de energía (hidroenergía y biomasa). No produce petróleo y la producción de gas natural es de carácter local y marginal, no presenta por el momento aporte alguno en la matriz energética nacional (VMME, 2019).

El suministro de energía en Paraguay se completa con la importación de derivados del petróleo (diésel, gasolininas de motor, gas licuado de petróleo, entre otros) para su uso en los sectores del 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 2017 en un 16,28% del total de emisiones nacionales, con un total de 8.116,71 kt de CO₂ eq, presentando un aumento del 225,85% con respecto al año 1990 y del 31,56% con respecto al año 2015. Esto se debió 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 2017 y leves descensos en los años 2000 y 2007, lo cual se puede explicar principalmente por las variaciones en el consumo de combustibles en el transporte terrestre; y en menor medida, en el sector industrial reflejado en los valores del PIB industrial.

A nivel de categorías, las emisiones correspondientes a la quema de combustibles representan casi el total de las emisiones de GEI del sector Energía durante todos los años de la serie temporal, representado en el 2017, el 100,00% del total de las emisiones. En la Tabla 3.1 y en la Figura 3.2 se presentan las emisiones por categorías

Tabla RE 3.1

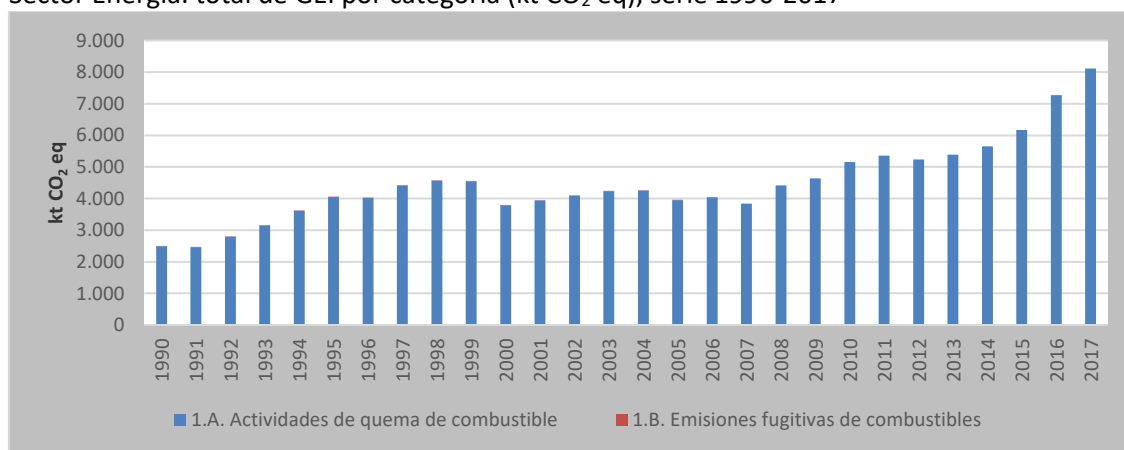
Sector Energía: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq)

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A. Actividades de quema de combustible	2.490,78	4.051,86	3.784,96	3.950,34	5.151,00	6.169,57	7.272,02	8.116,71
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	0,17	0,11	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	2.490,95	4.051,97	3.785,01	3.950,36	5.151,00	6.169,57	7.272,02	8.116,71

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.2

Sector Energía: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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 2017 el 91,29% de las emisiones con 7.409,84 kt CO₂ eq, el 4,78% corresponde al CH₄ con 388,00 kt CO₂ eq, y el 3,93% a N₂O con 318,87 kt CO₂ eq.

Tabla RE 3.2

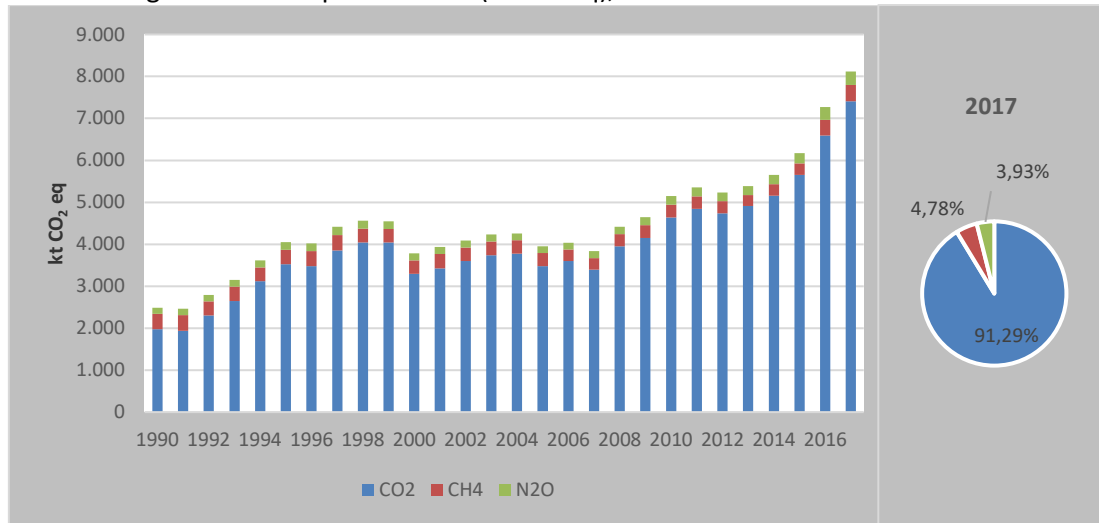
Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq)

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
CO ₂	1.978,40	3.526,70	3.296,77	3.478,94	4.636,22	5.656,05	6.589,16	7.409,84
CH ₄	361,89	344,92	320,92	309,74	305,38	269,39	379,07	388,00
N ₂ O	150,66	180,35	167,32	161,68	209,40	244,12	303,78	318,87
Total	2.490,95	4.051,97	3.785,01	3.950,36	5.151,00	6.169,57	7.272,02	8.116,71

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.3

Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

3.2. Actividades de quema de combustibles

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 para la generación de energía y para la demanda de los sectores industrial, comercial, residencial y transporte.

En esta sección se realiza una comparación de los resultados de las emisiones de CO₂ con el *Método de referencia* y el *Método sectorial* 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 emisiones de CO₂ por quema de biomasa y se expone 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 2017 con 8116,71 kt CO₂ eq. Desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 225,85% y en un 31,56% con respecto al año 2015, debido principalmente al aumento en el uso de combustibles líquidos derivados del petróleo en el transporte terrestre.

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 89,01% del total, seguido de otros sectores (Comercial/Institucional y Residencial) con 7,27% y un 3,70 % de Industrias manufactureras y de la construcción.

Tabla RE 3.3

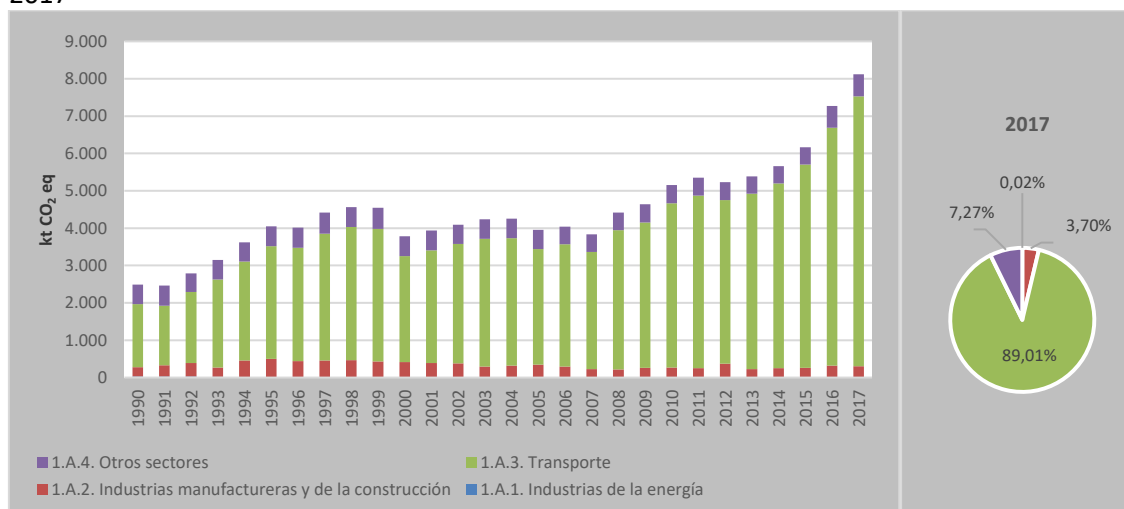
1.A. Actividades de quema de combustible: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A.1. Industrias de la energía	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,18	1,42
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	249,29	498,83	411,86	349,91	270,80	262,22	321,17	300,28
1.A.3. Transporte	1.685,25	3.012,80	2.833,48	3.092,69	4.394,73	5.442,58	6.368,74	7.224,85
1.A.4. Otros sectores	525,75	536,19	536,99	507,39	485,12	463,50	580,93	590,16
Total	2.490,78	4.051,86	3.784,96	3.950,34	5.151,00	6.169,57	7.272,02	8.116,71

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.4

1.A. Actividades de quema de combustible: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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 usa los valores totales de la estadística nacional de energía, mientras que el Método Sectorial usa valores específicos para cada categoría 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 pueden deber 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 1999, 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, entre otros.

En la Tabla RE 3.4 y las Figuras RE 3.5 y RE 3.6 se observan comparativamente las emisiones de CO₂ calculadas por el Método de Referencia y por el Método Sectorial para la serie histórica 1990-2017.

Tabla RE 3.4

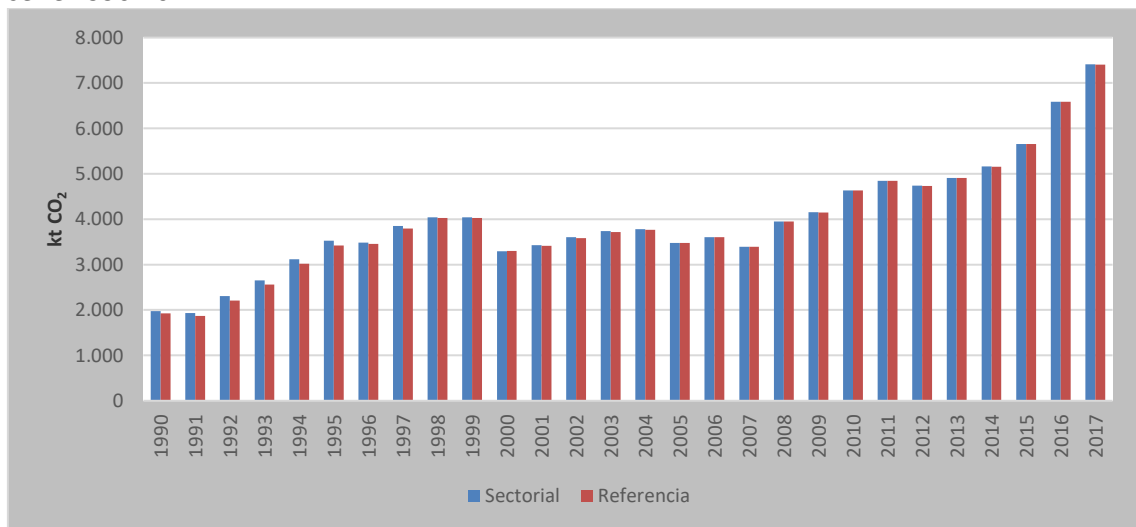
Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del Método Sectorial y de Referencia (kt CO₂)

Método	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
Sectorial	1.978,40	3.526,70	3.296,77	3.478,94	4.636,22	5.656,05	6.589,16	7.409,84
Referencia	1.922,44	3.422,70	3.298,21	3.478,07	4.634,23	5.655,70	6.586,65	7.407,21
Diferencia	55,95	103,99	-1,44	0,87	1,99	0,36	2,52	2,63
Diferencia %	2,83%	2,95%	-0,04%	0,03%	0,04%	0,01%	0,04%	0,04%

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.5

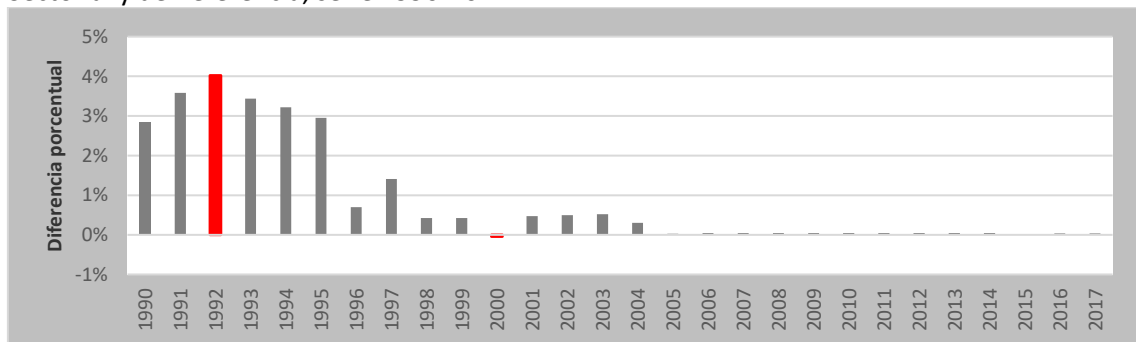
Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del Método Sectorial y de Referencia (kt CO₂), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.6

Comparación entre métodos: diferencia porcentual entre las emisiones de CO₂ del Método Sectorial y de Referencia, serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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, incluyendo los despegues y aterrizajes para estas etapas de vuelo. 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 de que en el Balance Energético Nacional no se presentan datos desagregados para este sector debido a que los embarques no cuentan con registros de ventas por sector.

Los GEI emitidos en el transporte aéreo internacional son principalmente el CO₂, así como el CH₄ y el N₂O. En el año 2017 se tienen emisiones de 158,28 kt CO₂ eq como se aprecia en la Tabla RE 3.5, correspondiendo en su totalidad al consumo de Jet Querosen para motores a reacción. Esto representa un aumento del 131,47% con relación al año 1990 y un 69,96% más que el año 2015, relacionado principalmente al incremento de uso de combustible debido a una mayor cantidad de vuelos internacionales.

En la Figura RE 3.7 se presentan notorias fluctuaciones en los valores del consumo en los años 1999, 2000 y 2001, lo cual podría deberse a los cambios en la administración de los datos estadísticos nacionales, pasando de la STP al VMME en el año 1998.

A continuación, se presentan los valores estimados de GEI de la subcategoría Aviación internacional en la serie de años 1990-2017:

Tabla RE 3.5

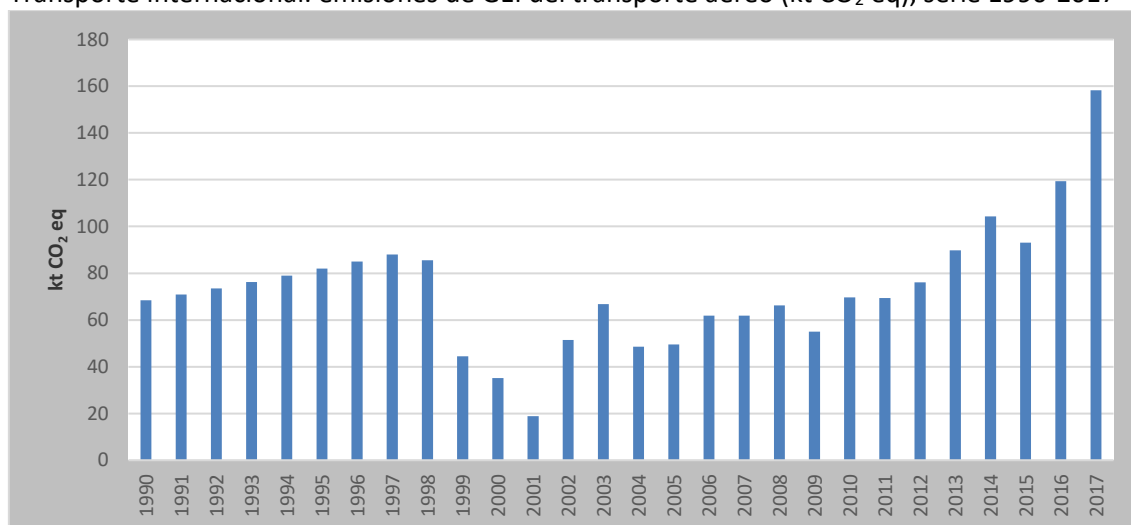
Transporte internacional: emisiones de GEI del transporte aéreo (kt CO₂ eq)

<i>Transporte internacional</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
Aéreo	68,38	81,94	35,10	49,56	69,66	93,13	119,31	158,28
Total	68,38	81,94	35,10	49,56	69,66	93,13	119,31	158,28

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.7

Transporte internacional: emisiones de GEI del transporte aéreo (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

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

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. Las emisiones procedentes de la combustión de los biocombustibles se declaran elementos informativos, pero no se incluyen en los totales por sectores o nacionales, para evitar el cómputo doble.

En conformidad con las *Directrices del IPCC 2006*, las emisiones de CO₂ de la combustión de biomasa en el sector Energía no están incluidas en el mismo, pero se las registra como información adicional para la verificación cruzada y para evitar el doble conteo con el sector UTCUTS. No obstante, las emisiones de CH₄ y N₂O se estiman e incluyen en el sector Energía y en los totales nacionales porque su contribución es adicional a los estimados en el sector UTCUTS.

En 2017, las emisiones de CO₂ de la biomasa contabilizaron 12.627,66 kt CO₂. Desde el año 1990, las emisiones de CO₂ se han incrementado en un 19,33% y con respecto al año 2015 un 34,01%.

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

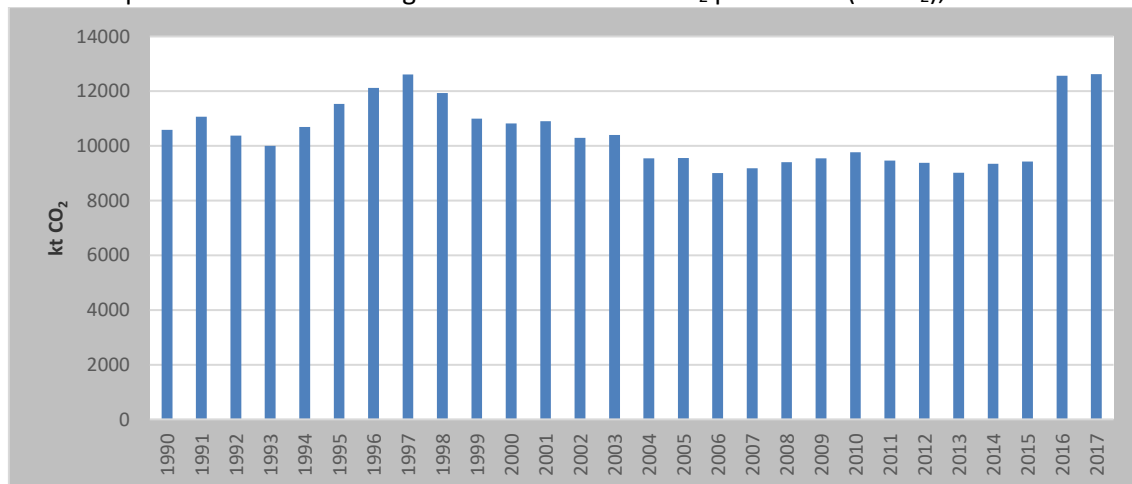
Biomasa quemada con fines energéticos: emisiones de CO₂ por fuente (kt CO₂)

Partida informativa	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
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	12.561,33	12.627,66
Total	10.582,36	11.533,01	10.817,44	9.560,46	9.763,63	9.423,16	12.561,33	12.627,66

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.8

Biomasa quemada con fines energéticos: emisiones de CO₂ por fuente (kt CO₂), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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 1990-2017, con ligeros incrementos alrededor del año 1997 y principalmente en los últimos años 2016 y 2017. Las causas de estos incrementos estarían relacionadas con el aumento de la demanda de combustibles para fines energéticos de los sectores productivos.

3.2.4. Materias primas y uso no energético de los combustibles

El BEN disponible en el Sistema de Información Energética Nacional (SIEN) presenta informaciones sobre el consumo de productos petroleros no energéticos, los cuales incluyen los aceites lubricantes, los solventes, las ceras y parafinas, entre los más relevantes.

Cabe aclarar que en el sector IPPU se contabilizan las emisiones de GEI de estos productos, teniendo particular atención de no tener una doble contabilidad por el uso de estos.

3.2.5. Industrias de la energía

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. No incluye las emisiones por evaporación que ocurren en la refinación.

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, así como las actividades de extracción y producción de petróleo y gas natural, refinación, centros de tratamiento de gas, coquerías, altos hornos y carboneras. Específicamente, para el INGEI se consideran las actividades de generación de electricidad en centrales térmicas y el proceso de refinación de petróleo en los años que estuvo operativa la refinación de PETROPAR.

En el primer caso, la electricidad generada por este medio resulta una fracción muy pequeña considerando las grandes centrales hidroeléctricas que posee el país, constituyendo una alternativa para aquellas zonas donde no llega el sistema de distribución de energía eléctrica de la red hidroeléctrica. 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, la ANDE cuenta con las siguientes centrales de generación térmica: Bahía Negra (0,57 MW), Fuerte Olimpo (0,50 MW), Pedro J. Caballero (3,00 MW), Salto del Guairá (20,88 MW) y otras centrales térmicas que funcionan en ciudades donde no llegan las redes de transmisión de energía hidroeléctrica como son Loma Plata, Filadelfia y Nueva Mestre.

En el año 2017, la presente subcategoría contribuye en un 0,02% al total del sector Energía con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, presentando un brusco descenso a partir del año 2005 debido al cierre de la refinería de petróleo de PETROPAR. De esta forma, hubo una disminución del 95,34% considerando el año 2017 con respecto a 1990, mientras que hubo un aumento del 11,81% con respecto al año 2015.

El principal impulsor de las emisiones de GEI actualmente representa el combustible diésel utilizado en las centrales térmicas existentes en el país.

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

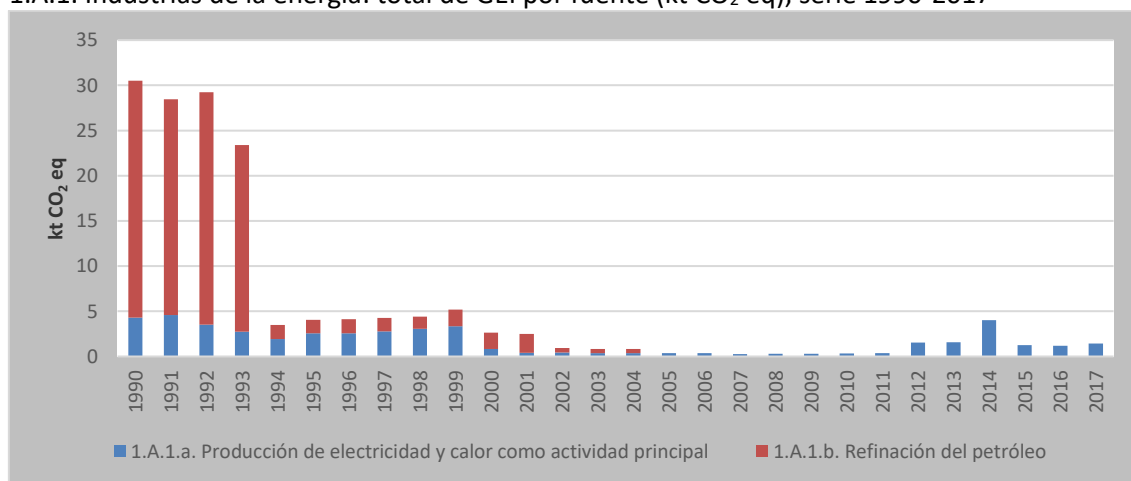
1.A.1. Industrias de la energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq)

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	4,29	2,55	0,83	0,36	0,35	1,27	1,18	1,42
1.A.1.b. Refinación del petróleo	26,20	1,50	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,18	1,42

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.9

1.A.1. Industrias de la energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

3.2.6. Industrias manufactureras y de la construcción

Incluyen las emisiones por la quema de combustibles en la industria, así como 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 cuenta con estadísticas nacionales considerando los diferentes tipos de combustibles. La presente subcategoría contribuye en un 3,70% al total del sector Energía para el 2017 con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.

En 2017, las emisiones de GEI contabilizaron 300,28 kt CO₂ eq. Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 20,45% y con respecto al año 2015 se ha producido un aumento del 14,51% como se observa en la Tabla RE 3.8 y Figura RE 3.10

Tabla RE 3.8

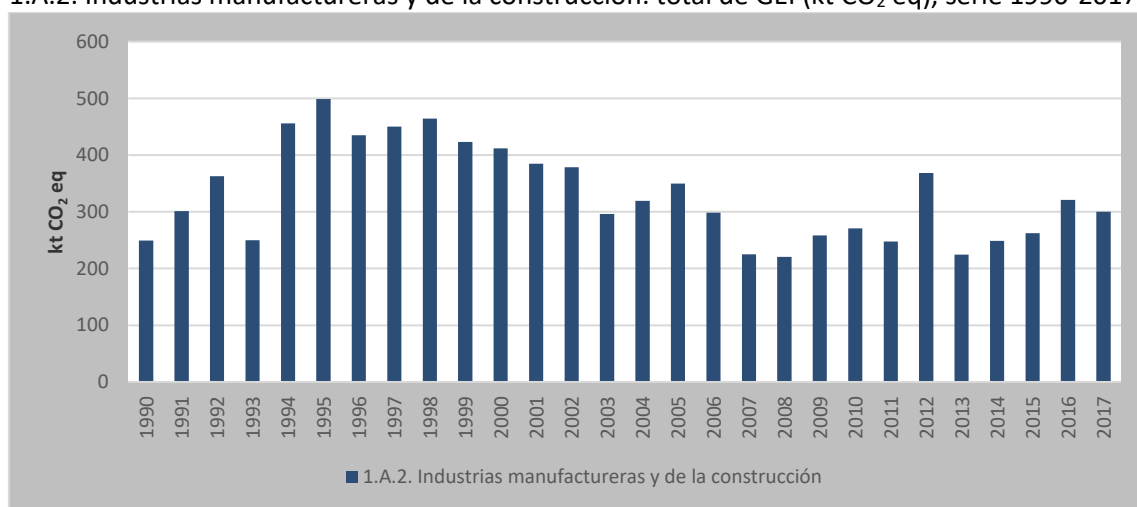
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI (kt CO₂ eq)

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	249,29	498,83	411,86	349,91	270,80	262,22	321,17	300,28
Total	249,29	498,83	411,86	349,91	270,80	262,22	321,17	300,28

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.10

1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

3.2.7. Transporte

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 2017, un 89,01% al total de emisiones de GEI del sector Energía, con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. En dicho año, las emisiones de GEI alcanzaron 7224,85 kt CO₂ eq. Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 328,71% y con respecto al año 2015 se ha producido un aumento del 32,75%.

El principal impulsor lo constituye el transporte terrestre, donde también está incluida la navegación, representando en el año 2017 el 99,61% 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 cabotaje de pasajeros y de carga que aterriza y llega al mismo país (vuelos comerciales, privados, etc.), incluyendo despegues y aterrizajes para estas etapas de vuelo y excluyendo los vuelos militares.

La cantidad de GEI estimada en Transporte se presenta en la Tabla RE 3.9 y en la Figura RE3.11.

Tabla RE 3.9

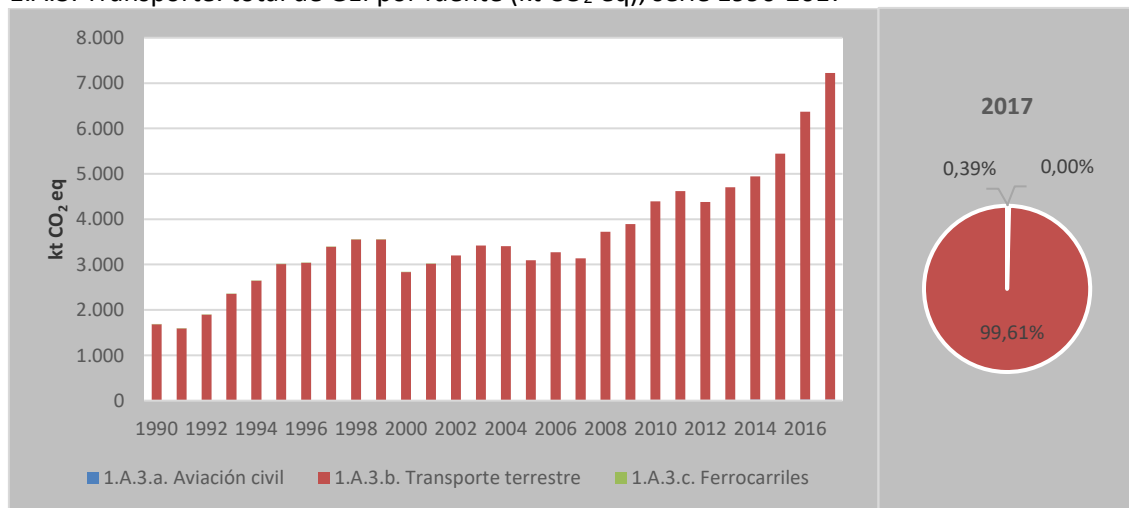
1.A.3. Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A.3.a. Aviación civil	7,93	9,70	4,98	7,45	16,02	21,06	23,38	28,32
1.A.3.b. Transporte terrestre	1.674,87	3.000,62	2.826,27	3.085,24	4.378,72	5.421,52	6.345,36	7.196,53
1.A.3.c. Ferrocarriles	2,45	2,48	2,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1.685,25	3.012,80	2.833,48	3.092,69	4.394,73	5.442,58	6.368,74	7.224,85

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.11

1.A.3. Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

3.2.8. Otros sectores

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, la pesca y la industria pesquera.

De los sectores que incluyen esta subcategoría, en el presente INGEI se reportan los correspondientes al sector Comercial/Institucional y al sector Residencial. Para los demás sectores correspondientes a Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías, Vehículos todo terreno y otra maquinaria y Pesca, 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 a través del BEN disponible en el SIEN.

El sector Comercial/Institucional corresponde a emisiones relacionadas a la quema de combustibles para la generación de electricidad y calor, mientras que en el sector Residencial se consideran las emisiones de la quema de combustibles en los hogares o residencias, también considerado como sector doméstico.

La presente subcategoría contribuye en un 7,27% al total del sector Energía para el 2017 con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O que, en dicho año, alcanzaron 590,16 kt CO₂ eq. Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 12,25% y con respecto al año 2015 se ha producido un aumento del 27,33%.

El principal impulsor en esta subcategoría es el sector Residencial, cuyas emisiones contribuyen al 97,03% del total en el año 2017.

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

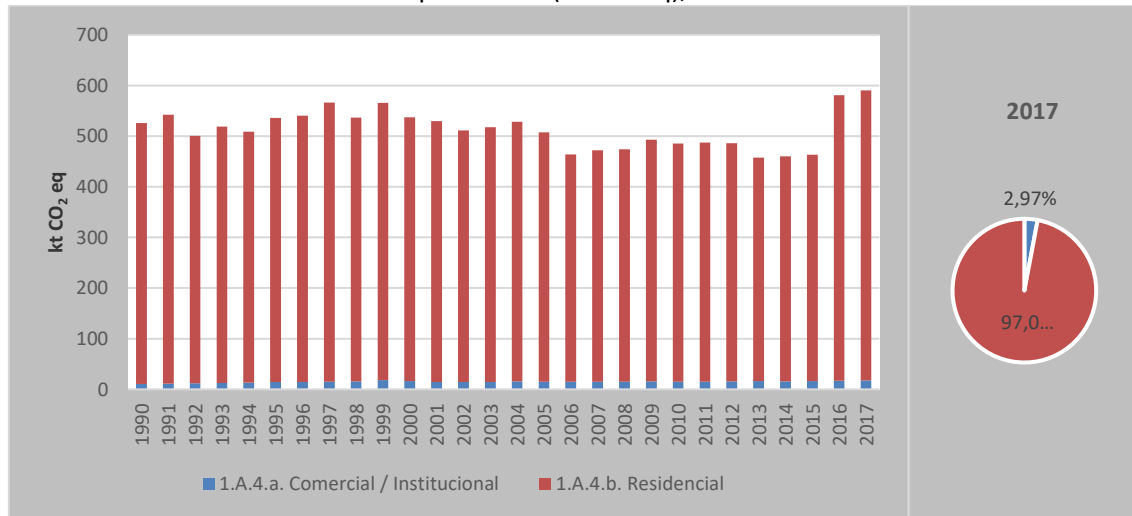
1.A.4. Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq)

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A.4.a. Comercial / Institucional	10,64	14,15	16,05	15,10	14,85	16,31	17,29	17,50
1.A.4.b. Residencial	515,11	522,05	520,94	492,29	470,27	447,19	563,64	572,65
Total	525,75	536,19	536,99	507,39	485,12	463,50	580,93	590,16

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.12.

1.A.4. Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

3.3. Emisiones fugitivas de combustibles

3.3.1. Petróleo y gas natural

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, incluyendo las emisiones fugitivas producto del venteo, la producción y refinación; el transporte de crudo y la refinación para la generación de productos finales refinados.

La presente subcategoría deja de ocurrir en el país desde el 2006 y contribuye en años anteriores con emisiones fugitivas de CH₄ por el procesamiento de petróleo crudo como se observa en la Tabla RE 3.11 y Figura RE 3.13

Tabla RE 3.11

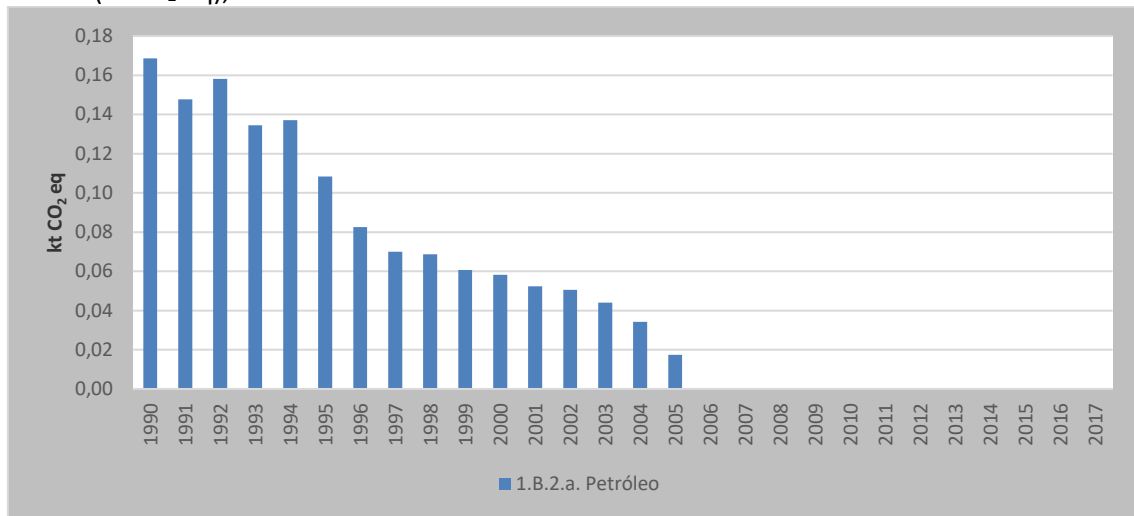
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.B.2.a. Petróleo	0,17	0,11	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,17	0,11	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 3.13

1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

RE 4. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

4.1. Panorama general del sector

El Sector IPPU abarca las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de procesos de producción industrial que transforman los materiales, del uso de 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:
 - 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
 - 2.A.4.a. Cerámicas (CO₂);
 - 2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa (CO₂);
- 2.B. Industria química:
 - 2.B.5. Producción de carburo (CO₂ y 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:
 - 2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionario (HFCs);
 - 2.F.1.b. Aire acondicionado móvil (HFCs);
 - 2.F.3. Protección contra incendios (HFCs);
- 2.G. Manufactura y utilización de otros productos:
 - 2.G.1. Equipos eléctricos:
 - 2.G.1.b. Uso de equipos eléctricos (SF₆).

El sector industrial representa el 20% del PIB de Paraguay (BCP, 2017) y emplea a 11,1% de la fuerza laboral (DGEEC, 2016). En los últimos años se ha registrado un avance importante impulsado principalmente por la industria de los alimentos, en la cual se destacan el procesamiento de carne bovina, aceites vegetales y harina de soja. Otros sectores importantes han sido los artículos de plástico, productos farmacéuticos, artículos de cuero, productos textiles, papeles, cartones y cables.

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 en gran medida por condiciones favorables, como la estabilidad macroeconómica, así como una política de incentivos a la inversión y producción. Prueba de esto es la constante reinversión y desarrollo de nuevos productos por parte de las empresas operativas, al igual que la llegada de firmas multinacionales de diferentes regiones del mundo.

El sector IPPU es uno de los sectores emisores de GEI en el país, representando el 1,82% de las emisiones de GEI totales en el año 2017 con un total de 907,21 kt de CO₂ eq, presentando un aumento del 254,75% con respecto al año 1990 y del 9,46% con respecto al año 2015, lo cual se debe principalmente al incremento de las emisiones de HFCs relacionado a los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

Este sector tuvo 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, 2002 y 2011, los cuales se pueden explicar por las variaciones en la producción de cemento.

Como se puede ver en la Tabla RE 4.1 y Figura RE 4.1, las categorías de mayor contribución en el sector IPPU en el año 2017 fueron Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono con 54,27%, seguido de la Industria de los minerales con 34,88% y la Industria de los metales con 5,98%.

Tabla RE 4.1

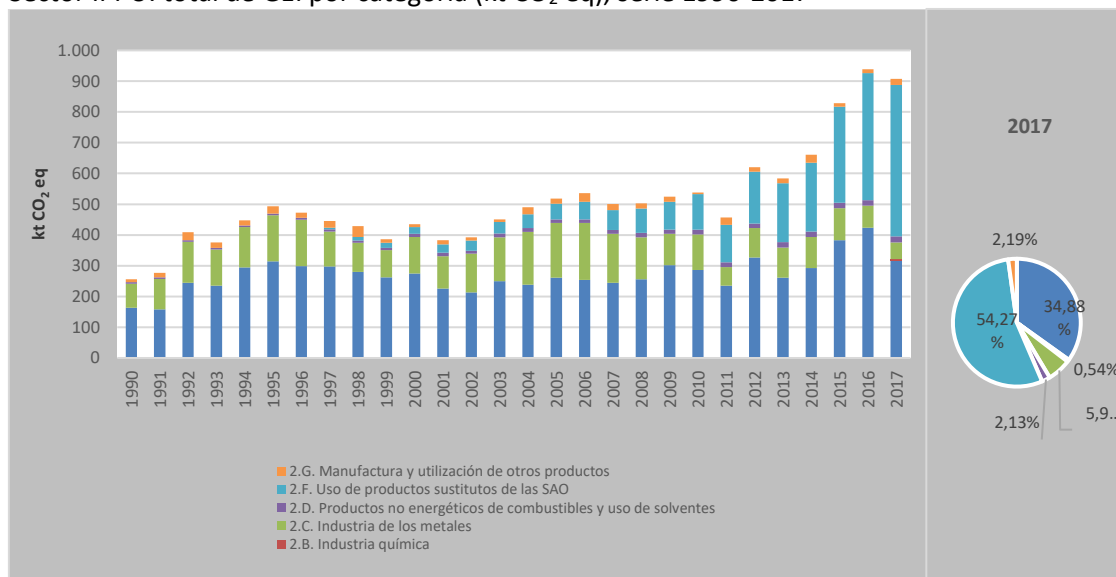
Sector IPPU: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq)

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.A. Industria de los minerales	163,44	314,35	274,43	261,47	286,10	382,78	423,58	316,45
2.B. Industria química	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,93
2.C. Industria de los metales	78,18	149,50	119,17	177,16	115,94	104,27	71,44	54,27
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	4,55	5,94	10,39	12,11	15,77	17,83	18,00	19,34
2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO	0,00	0,00	21,89	50,53	114,71	312,00	413,31	492,37
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	9,56	23,90	9,32	16,73	5,98	11,95	12,43	19,84
Total	255,73	493,69	435,20	518,00	538,50	828,83	938,76	907,21

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 4.1

Sector IPPU: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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 estos en la serie temporal, siendo los más significativos en el año 2017 los HFCs utilizados como sustitutos de las SAO, las que representan un 54,27% del total del sector, seguido del CO₂ con un 43,49%, el SF₆ utilizado en los equipos eléctricos con una contribución del 2,19% y el CH₄ proveniente de la producción de carburo con un 0,05%.

Tabla RE 4.2

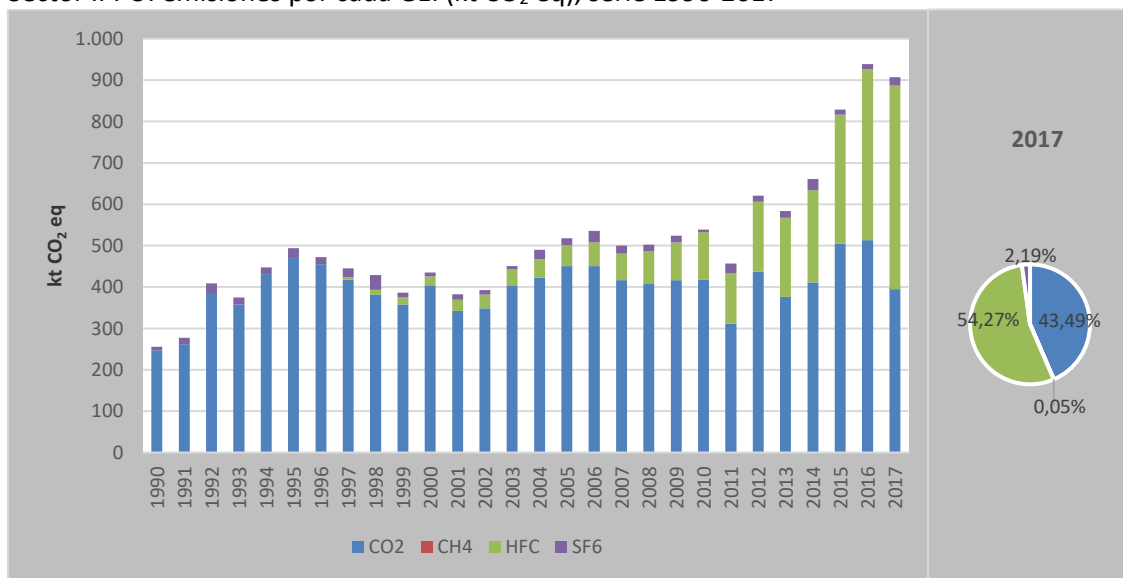
Sector IPPU: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq)

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
CO ₂	246,17	469,79	403,99	450,74	417,81	504,88	513,02	394,57
CH ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42
HFC	0,00	0,00	21,89	50,53	114,71	312,00	413,31	492,37
SF ₆	9,56	23,90	9,32	16,73	5,98	11,95	12,43	19,84
Total	255,73	493,69	435,20	518,00	538,50	828,83	938,76	907,21

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 4.2

Sector IPPU: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

4.2. Industria de los minerales

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 fabricación de cemento, el CO₂ se genera durante la producción del Clinker, el cual luego se somete a la trituration 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 contenido en la misma. Este proceso se efectúa generalmente en hornos a altas temperaturas, donde como resultado de la reacción se libera CO_2 . Según los requerimientos del producto (por ej., metalurgia, 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).

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 (SiO_2), sosa (Na_2O) y cal (CaO). Las principales materias primas que emiten CO_2 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, 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 CO_2 . Es importante tener en cuenta que los datos sobre los carbonatos reflejen los carbonatos puros y no las rocas carbonatadas.

En el caso de la ceniza de sosa o carbonato de sodio (Na_2CO_3), 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 CO_2 . 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, por lo que las emisiones provenientes de su uso se declaran en esta sección. Como en el país no se produce este producto, su consumo se basa íntegramente en los productos importados.

La categoría Industria de los minerales presenta sólo emisiones de CO_2 que representan el 34,88% del sector IPPU para el año 2017. En cuanto a su evolución en el tiempo, esta categoría tuvo un incremento del 93,62% con respecto al año 1990 y una disminución del 17,33% con respecto al año 2015, lo cual se debió principalmente a la disminución de la producción de cemento en el año 2017. A pesar de ello, la subcategoría producción de cemento representa el principal impulsor de esta categoría en el año 2017 con una contribución del 84,34% del total de emisiones, siguiéndole la producción de cal con el 13,68%, entre las principales.

Según se puede observar en la Tabla RE 4.3 y Figura RE 4.3, el comportamiento de la tendencia de esta categoría está fuertemente ligado al 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 la producción. Este comportamiento irregular se debió a variaciones originadas, en varias ocasiones, por paradas temporales relacionadas al desabastecimiento de combustible (fuel oil). En el año 2015 se observa un crecimiento de la producción nacional debido a una nueva industria productora de cemento que inició sus operaciones en el segundo semestre del 2014. En el año 2017 se presenta una disminución importante debido a un cambio tecnológico (de fuel oil a coque de petróleo) en el

horno de una de las fábricas de cemento, lo cual ocasionó un importante tiempo de parada y afectó significativamente la producción de Clinker en dicho año.

Tabla RE 4.3

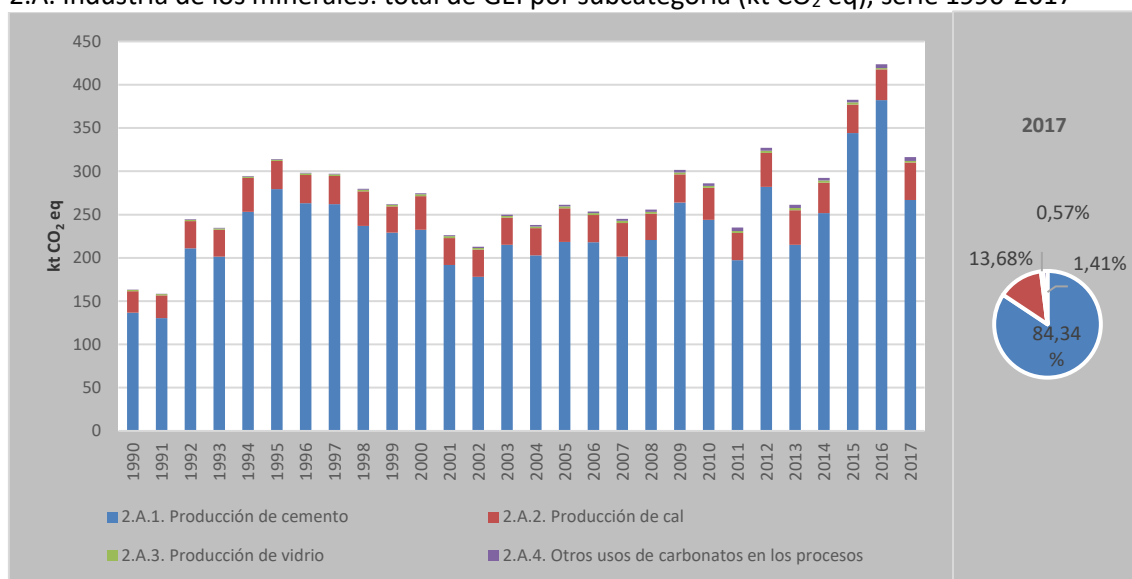
2.A. Industria de los minerales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.A.1. Producción de cemento	136,47	279,28	232,44	218,25	243,81	344,06	382,22	266,88
2.A.2. Producción de cal	25,02	32,61	39,02	39,02	37,07	32,93	35,57	43,30
2.A.3. Producción de vidrio	1,41	1,67	1,94	2,20	2,25	2,66	1,61	1,81
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	0,54	0,78	1,04	1,99	2,96	3,14	4,18	4,46
Total	163,44	314,35	274,43	261,47	286,10	382,78	423,58	316,45

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 4.3

2.A. Industria de los minerales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

4.3. Industria química

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.

En el contexto nacional, esta categoría solo incluye las emisiones del proceso productivo correspondiente a la producción de carburo. Las demás actividades productivas no están identificadas de que ocurran en el país.

En cuanto a las emisiones de GEI asociadas a esta categoría, se considera la producción de carburo de silicio (SiC) en el país con emisiones de CO₂ y CH₄. 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.

Como se aprecia en la Tabla RE 4.4, la producción de carburo en el país se presenta a partir del año 2017 con la instalación de una industria destinada a los mercados de exportación. Esta categoría presenta emisiones de los gases CO₂ y CH₄, los cuales representan el 0,54% de los GEI del sector IPPU para el año 2017 y corresponden íntegramente a una industria de producción de carburo.

Tabla RE 4.4

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

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.B.5. Producción de carburo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,93
Total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,93

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

4.4. Industria de los metales

La categoría Industria de los metales incluye las emisiones de GEI relacionadas que resultan de la producción de metales.

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 CH₄ si existiera producción de coque, lo cual no ocurre en Paraguay. Hasta el año 2017, existe una sola industria de producción de hierro y acero en el país, la cual tuvo muchos problemas operativos en los últimos años.

En Paraguay, 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. 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 5,98% del sector IPPU para el año 2017. En cuanto a su evolución en el tiempo, esta categoría tuvo una disminución del 30,58% con respecto al año 1990 y una disminución del 47,95% con respecto al año 2015, 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 2017 tuvo una contribución del 99,40% del total de emisiones, correspondiendo el 0,60% restante a la producción de plomo.

Como se observa en la Tabla RE 4.5 y Figura RE 4.4, 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.

Por otra parte, 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 mismas en los principales negocios de venta e instalación de nuevas baterías.

Tabla RE 4.5

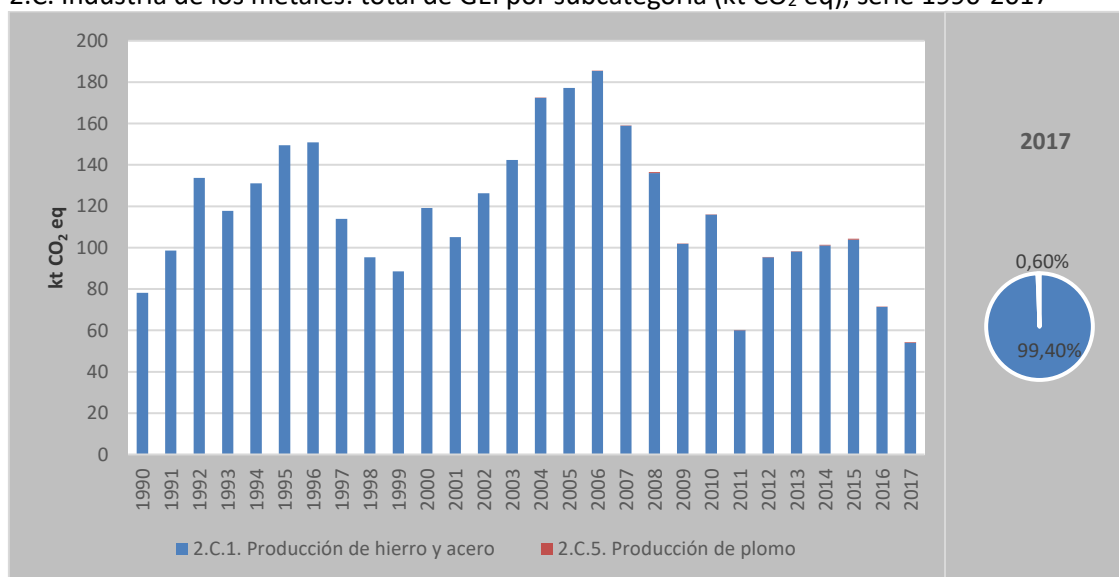
2.C. Industria de los metales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.C.1. Producción de hierro y acero	78,18	149,50	119,17	177,16	115,84	103,83	71,35	53,94
2.C.5. Producción de plomo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,44	0,09	0,33
Total	78,18	149,50	119,17	177,16	115,94	104,27	71,44	54,27

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 4.4

2.C. Industria de los metales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

4.5. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes

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.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones relacionadas al uso de 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, 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.

Como se observa en la Tabla RE 4.6 y Figura RE 4.5, esta categoría presenta emisiones de CO₂ que representan el 2,13% del sector IPPU para el año 2017. En cuanto a su evolución en el tiempo, tuvo un aumento del 325,06% con respecto al año 1990 y del 8,50% con respecto al año 2015, lo cual se debe al incremento del uso de los productos.

El principal impulsor de esta categoría corresponde al uso de lubricantes, con un peso del 99,00% en el año 2017, representando el 2,11% de las emisiones de GEI en sector IPPU para dicho año y presentando un comportamiento creciente en la serie temporal 1990-2017.

Tabla RE 4.6

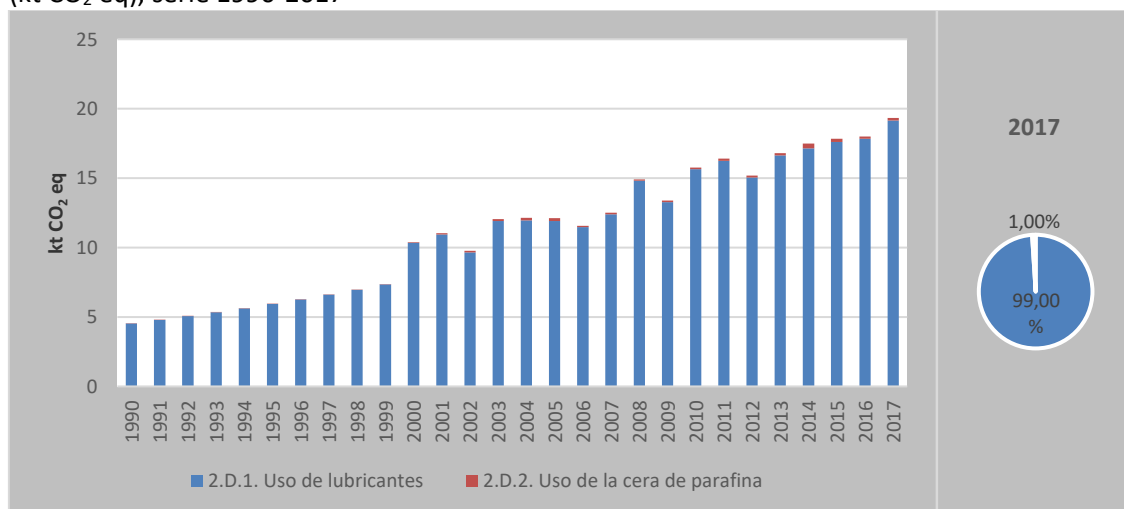
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.D.1. Uso de lubricantes	4,54	5,93	10,33	11,91	15,64	17,62	17,85	19,15
2.D.2. Uso de la cera de parafina	0,01	0,01	0,05	0,20	0,13	0,21	0,15	0,19
Total	4,55	5,94	10,39	12,11	15,77	17,83	18,00	19,34

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 4.5

2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

4.6. Uso de productos sustitutos de las SAO

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 y aire acondicionado, lo cual genera bancos de almacenamiento.

La categoría Uso de productos sustitutos de las SAO incluye las emisiones de los gases fluorados HFC y, en una medida muy limitada, los PFC que sirven como alternativas a las SAO.

En el contexto nacional, la categoría incluye las emisiones de HFC correspondientes al uso de productos en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado y de protección contra incendios. No se identificaron usos de HFC como agentes espumantes, aerosoles ni solventes.

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.

i) Refrigeración y aire acondicionado (2F1): 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:

ii)

- 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.

iii) Protección contra incendios (2F3): 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 HFC-236fa denominado Hexafluoropropano, utilizado para proteger a los equipos e instrumentos eléctricos en las operaciones de extinción de incendios.

Esta categoría presenta emisiones de los gases HFCs que representan el 54,27% del sector IPPU para el año 2017, con un incremento del 57,81% con respecto al año 2015, lo cual se debe al aporte de los gases utilizados en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. En la Tabla RE 4.7 y Figura RE 4.6 se presentan las emisiones correspondientes a esta categoría en la serie temporal 1990-2017.

Tabla RE 4.7

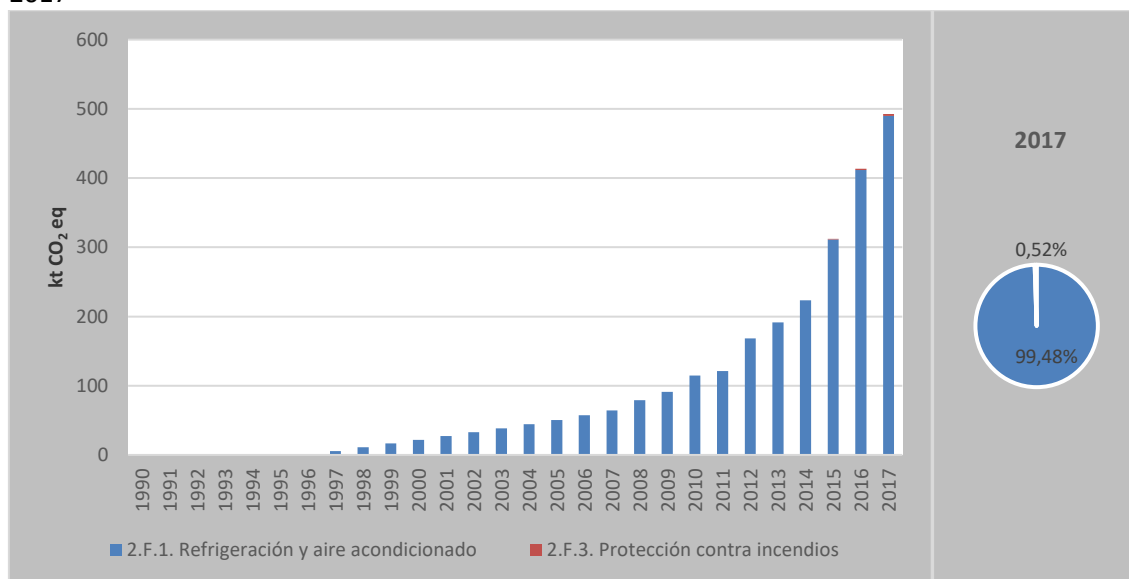
2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	0,00	0,00	21,89	50,53	114,71	311,24	411,71	489,82
2.F.3. Protección contra incendios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	1,61	2,55
Total	0,00	0,00	21,89	50,53	114,71	312,00	413,31	492,37

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 4.6

2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

La estimación de emisiones en esta categoría está realizada a partir de informaciones oficiales de las importaciones de las sustancias HFC y tratamientos estadísticos 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. Dichas informaciones se presentan en el Anexo 2.

4.7. Manufactura y utilización de otros productos

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 PFCs y los efectos anestésicos del N₂O.

En el contexto nacional solo se registra la actividad relacionada con equipos eléctricos que utilizan SF₆ y están relacionadas a la generación y transmisión de energía eléctrica, afectando a la ANDE (Administración Nacional de Electricidad) y a las entidades binacionales ITAIPU y YACYRETA.

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 para aparatos de medida externos con aislación de gas y en otros equipos.

La presente categoría contribuye con emisiones de SF₆ a los GEI del sector IPPU, representando el 2,19% del total en el año 2017, con un incremento del 107,50% con respecto al año 1990 y un 66,00% respecto al año 2015. En la Tabla RE 4.8 y Figura RE 4.7 se puede observar el comportamiento de las emisiones correspondientes a esta categoría en la serie temporal 1990-2017.

Tabla RE 4.8

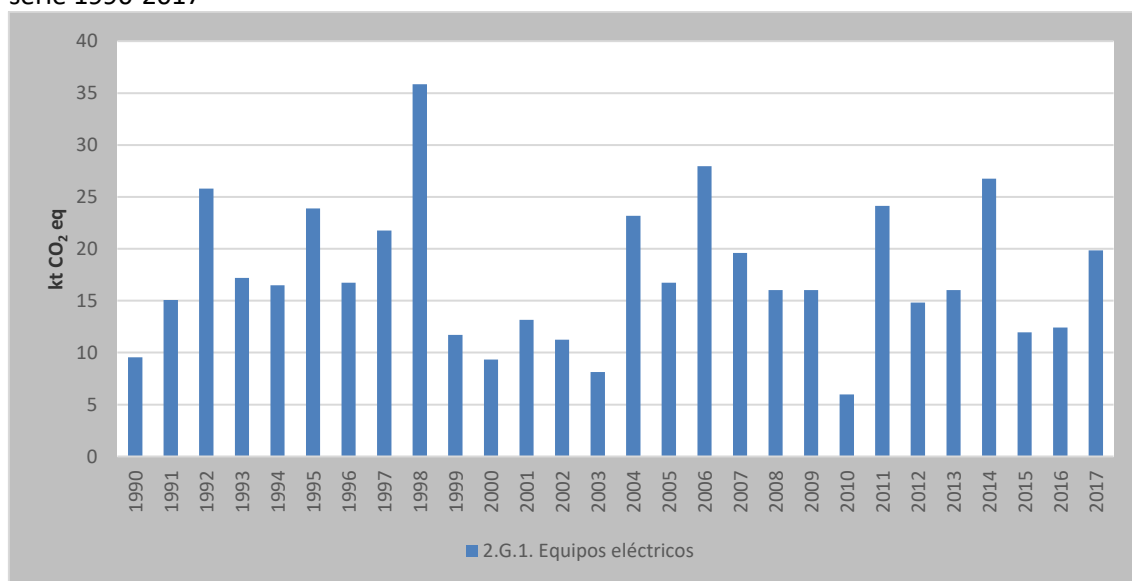
2.G. Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.G.1. Equipos eléctricos	9,56	23,90	9,32	16,73	5,98	11,95	12,43	19,84
Total	9,56	23,90	9,32	16,73	5,98	11,95	12,43	19,84

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 4.7

2.G. Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

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

RE 5. Sector Agricultura y Ganadería

5.1. Panorama general 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 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.D.1. Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados (N₂O);
 - 3.D.2. Emisiones indirectas de N₂O de los suelos gestionados (N₂O indirecto);
- 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 contabilizadas en este INGEI debido a la falta de la información necesarias para ello.

El sector Agricultura y Ganadería representó el 50,20% del balance nacional en 2017, correspondientes a 25.027,22 kt CO₂ eq, aumentando en un 67,33% desde 1990 y disminuyendo en un 1,70% desde 2015. 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 utilizadas de fertilizantes nitrogenados, urea y cal agrícola, y en las superficies de cultivo. Las categorías con aportes significativos son *fermentación entérica* y *suelos agrícolas*. La disminución desde 2015 es debida principalmente a la baja de la cabeza de ganado vacuno según registros del MAG. En la Tabla RE 5.1 y en la Figura RE 5.1 se presentan el resumen del reporte inventariado por categorías y en el Anexo 7 se presentan los resultados de la serie completa.

Tabla RE 5.1

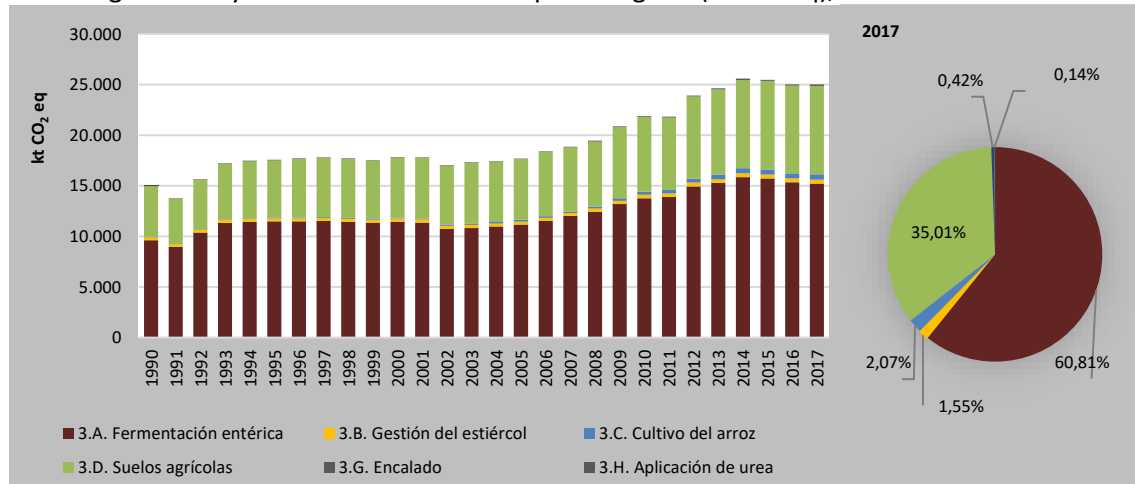
Sector Agricultura y Ganadería: total de GEI por categoría o subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
3.A. Fermentación entérica	9.640,44	11.492,62	11.468,73	11.166,57	13.773,76	15.717,94	15.349,92	15.219,08
3.B. Gestión del estiércol	275,20	285,09	295,13	285,37	340,62	390,70	385,83	388,42
3.C. Cultivo del arroz	46,82	82,67	105,16	189,40	317,49	504,51	511,11	518,38
3.D. Suelos agrícolas	4.994,36	5.672,42	5.913,99	5.990,79	7.359,22	8.735,48	8.654,91	8.760,89
3.G. Encalado	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	94,01	104,22
3.H. Aplicación de urea	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	27,42	36,23
Total	14.957,04	17.533,47	17.785,71	17.663,33	21.873,28	25.459,06	25.023,20	25.027,22

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 5.1

Sector Agricultura y Ganadería: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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 64,27% de las emisiones con 16.085,50 kt CO₂ eq, el 35,17% corresponde al N₂O con 8.801,27 kt CO₂ eq, y el 0,56% a CO₂ con 140,46 kt CO₂ eq en el año 2017.

Tabla RE 5.2

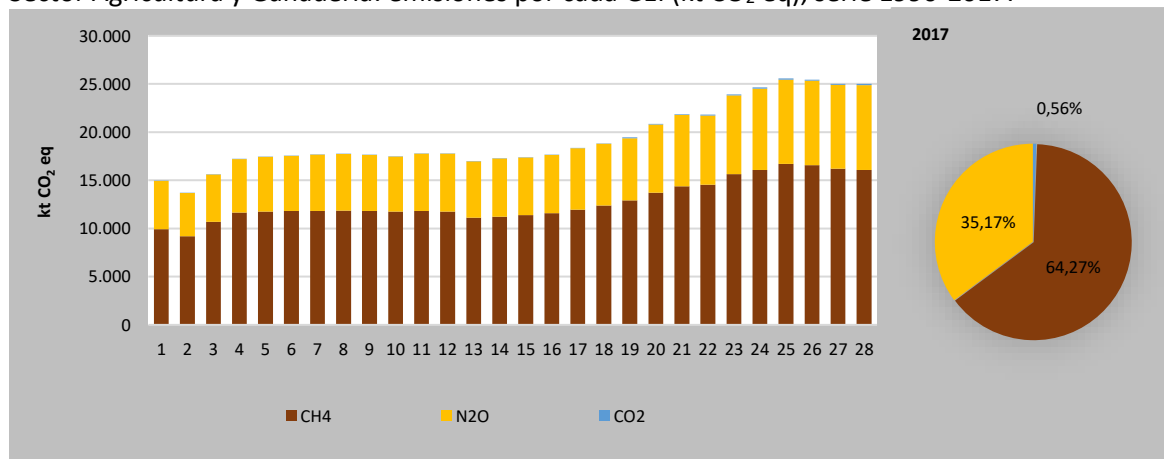
Sector Agricultura y Ganadería: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
CO ₂	0,22	0,66	2,69	31,20	82,19	110,44	121,43	140,46
CH ₄	9.932,95	11.832,76	11.838,65	11.608,12	14.396,33	16.573,68	16.206,77	16.085,50
N ₂ O	5.023,87	5.700,05	5.944,37	6.024,01	7.394,75	8.774,94	8.695,00	8.801,27
Total	14.957,04	17.533,47	17.785,71	17.663,33	21.873,28	25.459,06	25.023,20	25.027,22

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 5.2

Sector Agricultura y Ganadería: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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 *otro ganado* (*búfalos*, *caprinos*, *equinos*, *mulas* y *asnos*).

En 2017, las emisiones resultantes de la *fermentación entérica* contabilizaron 15.219,08 kt CO₂ eq representando el 60,81% del total de emisiones del sector. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 57,87% con respecto a 1990 y han disminuido 3,17% con respecto a 2015. El aumento desde 1990 es debido principalmente al aumento del hato de ganado vacuno y la disminución desde 2015 es debida principalmente a la baja del ganado vacuno ocurrida por el aumento de la capacidad de faena de los frigoríficos locales y la cada vez mayor demanda de carne paraguaya desde el exterior, así como también por la baja tasa de procreo y por factores climáticos como sequía y helada que afectaron al país (Ganadería, 2017). Esta categoría posee 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 98,47% (90,53% de ese aporte corresponde a *otros vacunos* y 9,47% a *vacas lecheras*). Le siguen *otro ganado* con 0,93%, *ovinos* con 0,37% y *porcinos* con 0,23%. En la Tabla RE 5.3 y en la Figura RE 5.3 se observan el resumen de emisiones de GEI de la categoría de *fermentación entérica* por subcategorías, en el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 5.3

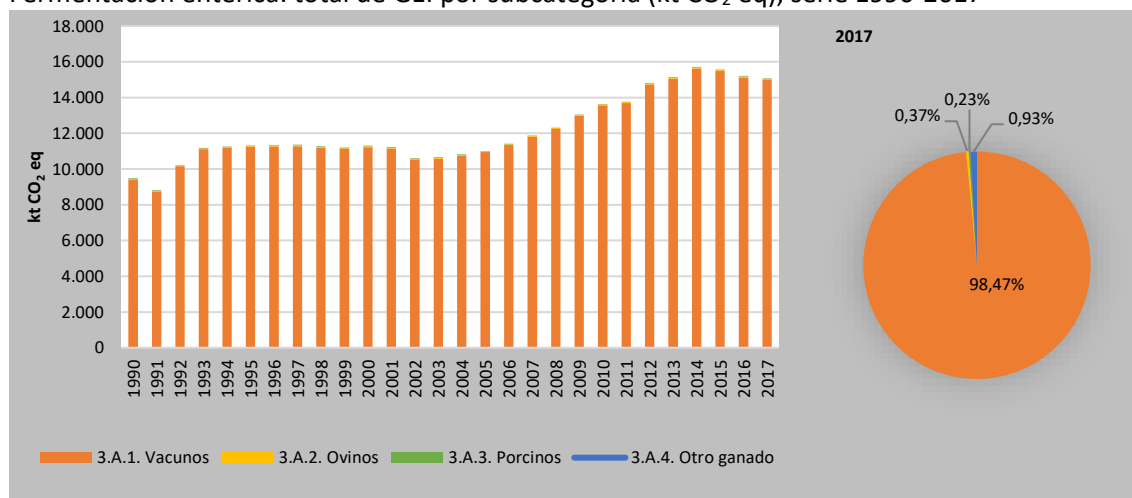
Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
3.A.1. Vacunos	9.383,36	11.259,65	11.224,33	10.941,37	13.570,00	15.492,95	15.119,82	14.985,90
3.A.1.a. Vacas lecheras	1.395,35	1.821,04	1.850,62	1.218,19	1.331,39	1.662,86	1.564,09	1.419,06
3.A.1.b. Otros vacunos	7.988,01	9.438,61	9.373,71	9.723,19	12.238,61	13.830,09	13.555,73	13.566,85
3.A.2. Ovinos	47,83	40,05	42,22	47,30	41,23	52,33	55,48	56,10
3.A.3. Porcinos	51,56	30,77	38,14	23,47	25,50	30,20	31,92	34,92
3.A.4. Otro ganado	157,69	162,15	164,04	154,42	137,02	142,45	142,70	142,15
3.A.4.a. Búfalos	6,36	7,51	7,46	7,74	6,98	13,07	13,02	13,38
3.A.4.d. Caprinos	15,56	12,87	12,91	13,59	13,99	15,49	15,98	15,17
3.A.4.e. Equinos	126,33	132,18	133,95	122,68	106,45	104,30	104,09	104,01
3.A.4.f. Mulas y asnos	9,45	9,60	9,72	10,42	9,60	9,59	9,61	9,59
Total	9.640,44	11.492,62	11.468,73	11.166,57	13.773,76	15.717,94	15.349,92	15.219,08

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 5.3

Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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 y N₂O de todos los procesos citados anteriormente, menos las *emisiones indirectas de N₂O* por lixiviación, debido a la falta de datos más específicos.

En 2017, las emisiones resultantes de la *gestión de estiércol* contabilizaron 388,42 kt CO₂ eq representando el 1,55% del total de emisiones del sector. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 41,14% con respecto al año base y han disminuido 0,58% con respecto al 2015. El aumento desde 1990 es debido principalmente al aumento del hato de ganado vacuno y la disminución desde 2015 es debida principalmente a la baja del ganado vacuno ocurrida por los motivos ya citados en la categoría de *fermentación entérica*. La mayor contribución al total de emisiones de GEI de esta categoría lo representa el *ganado vacuno* con 74,99%, siendo *otros vacunos* quien aporta mayor porcentaje. Le siguen *porcinos* con 8,99%, *emisiones indirectas de N₂O* con 8,56%, *aves de corral* con 4,16% y las demás

subcategorías en menor porcentajes. En la Tabla RE 5.4 y en Figura RE 5.4 se observa el resumen de emisiones de GEI de *gestión de estiércol* por subcategorías. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 5.4

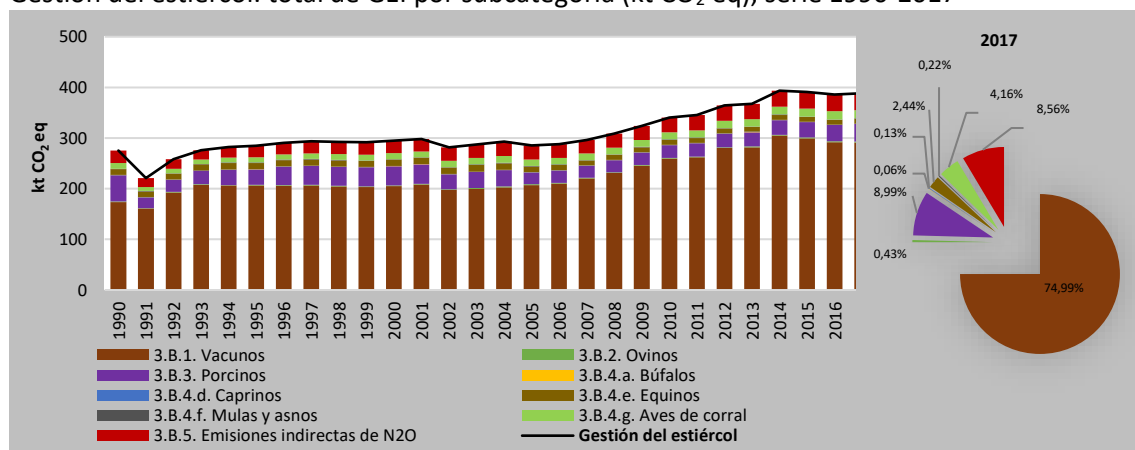
Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
3.B.1. Vacunos	173,49	206,36	205,27	207,37	259,42	299,60	292,07	291,28
3.B.1.a. Vacas lecheras	11,06	14,43	14,66	9,65	10,55	13,18	12,39	11,24
3.B.1.b. Otros vacunos	162,43	191,93	190,61	197,72	248,87	286,43	279,68	280,03
3.B.2. Ovinos	1,43	1,20	1,27	1,42	1,24	1,57	1,66	1,68
3.B.3. Porcinos	51,56	30,77	38,14	23,47	25,50	30,20	31,92	34,92
3.B.4. Otro ganado	24,30	24,05	25,41	25,66	25,19	26,86	27,16	27,28
3.B.4.a. Búfalos	0,12	0,14	0,14	0,14	0,13	0,24	0,24	0,24
3.B.4.d. Caprinos	0,53	0,44	0,44	0,46	0,48	0,53	0,54	0,52
3.B.4.e. Equinos	11,51	12,04	12,20	11,18	9,70	9,50	9,48	9,48
3.B.4.f. Mulas y asnos	0,85	0,86	0,88	0,94	0,86	0,86	0,87	0,86
3.B.4.g. Aves de corral	11,29	10,57	11,76	12,94	14,03	15,72	16,04	16,18
3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O	24,42	22,71	25,04	27,46	29,26	32,47	33,02	33,26
Total	275,20	285,09	295,13	285,37	340,62	390,70	385,83	388,42

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 5.4

Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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 (*alimentadas a lluvia*) 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.

En 2017, las emisiones resultantes de *cultivo de arroz* contabilizaron 518,38 kt CO₂ eq representando el 2,07% del total de emisiones del sector. En este último año de la serie

temporal, las emisiones se han incrementado 1.007,1% con respecto a 1990 y han aumentado 2,57% con respecto a 2015. El principal motivo del importante aumento desde 1990 es debido al aumento de superficies destinadas al cultivo del arroz con riego a través de los años, 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 99,53%, y por consiguiente *alimentadas a lluvia* con 0,47%. En la Tabla RE 5.5 y en la Figura RE 5.5 se observa el resumen de emisiones de GEI de *cultivo de arroz* por subcategorías. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 5.5

Cultivo de arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
3.C.1. Irrigadas	40,04	75,61	99,90	182,53	315,66	502,58	509,18	516,46
3.C.2. Alimentadas a lluvia	6,78	7,06	5,27	6,87	1,83	1,92	1,92	1,92
Total	46,82	82,67	105,16	189,40	317,49	504,51	511,11	518,38

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 5.5

Cultivo de arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

5.5. Suelos agrícolas

Esta categoría abarca las emisiones directas e indirectas de N₂O producidas por agregados de N inducidos 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.

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 2017, las emisiones resultantes de *suelos agrícolas* contabilizaron 8.760,89 kt CO₂ eq representando el 35,01% del total de emisiones del sector. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 75,42% con respecto a 1990 y han aumentado 0,29% con respecto a 2015. El principal motivo del aumento desde 1990 es debido al incremento del hato de ganado vacuno en el país aportando mayor depósito de N en los suelos por los animales en pastoreo, y la disminución de emisiones por la baja de la población del ganado vacuno ocurrido desde 2015 ha sido compensada principalmente con el aumento del uso de fertilizantes inorgánicos. Esta categoría es la segunda que representa una eminente 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, teniendo a la fuente de *orina y estiércol depositado por animales de pastoreo* como la principal. 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. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 5.6

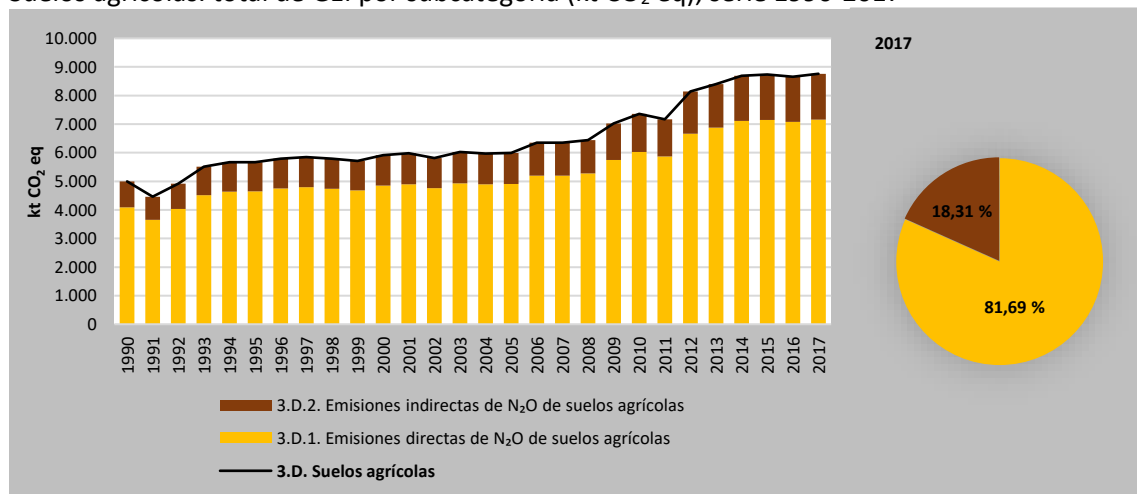
Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
3.D.1. Emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas	4.091,61	4.650,68	4.846,71	4.907,49	6.027,27	7.141,39	7.076,34	7.156,50
3.D.1.a. Fertilizantes inorgánicos	0,01	0,03	10,99	12,24	110,19	292,79	268,40	344,62
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos	20,40	19,09	21,00	22,95	24,53	27,25	27,68	27,87
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	3.596,96	4.070,75	4.111,69	3.930,11	4.799,05	5.509,21	5.426,05	5.411,29
3.D.1.d. Residuos de cosechas	474,24	560,81	703,03	942,19	1.093,50	1.312,13	1.354,21	1.372,70
3.D.2. Emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas	902,75	1.021,74	1.067,28	1.083,30	1.331,95	1.594,09	1.578,56	1.604,40
3.D.2.a. Deposition atmosférica	374,61	421,44	427,23	409,38	505,18	595,73	585,26	591,42
3.D.2.b. Lixiviación y escurrimiento	528,14	600,30	640,05	673,92	826,77	998,36	993,31	1.012,98
Total	4.994,36	5.672,42	5.913,99	5.990,79	7.359,22	8.735,48	8.654,91	8.760,89

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 5.6

Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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, se utilizaron datos anuales de importación de *dolomita* en el rubro agrícola ya que no se cuentan con datos acerca de la cantidad anual de cal agrícola que se producen en el país ni 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.

En 2017, las emisiones resultantes de *encalado* contabilizaron 104,22 kt CO₂ eq representando el 0,42% del total de emisiones del sector. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 52.291,2% con respecto a 1990 y han aumentado 31,98% con respecto a 2015. 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 la Figura RE 5.4 se observa el resumen de emisiones de GEI de *encalado*. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 5.7

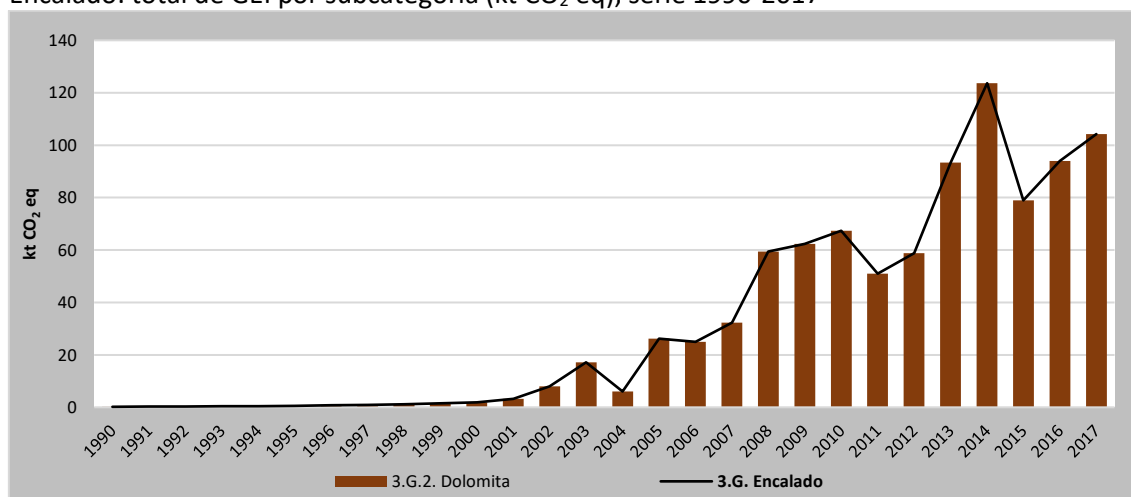
Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
3.G.2. Dolomita	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	94,01	104,22
Total	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	94,01	104,22

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 5.7

Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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.

En 2017, las emisiones resultantes de aplicación de urea contabilizaron 36,23 kt CO₂ eq representando el 0,14% del total de emisiones del sector. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado exponencialmente 206.588,8% con respecto a 1990 y han aumentado 32,13% con respecto al 2015. 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*. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 5.8

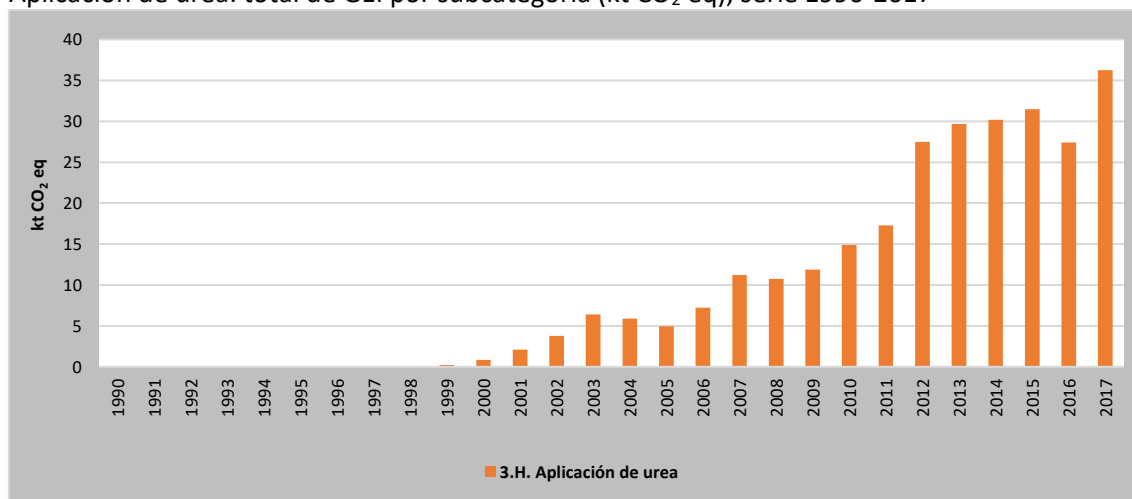
Aplicación de urea: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
Aplicación de urea:	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	27,42	36,23
Total	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	27,42	36,23

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 5.8

Aplicación de urea: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

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

6.1. Panorama general del sector

El sector UTCUTS contabiliza 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. Incluye los cambios en las existencias de carbono producidos en los depósitos (biomasa, materia orgánica muerta y suelos), 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*.

Siendo la primera vez que se estiman en Paraguay las categorías de *Pastizales*, *Humedales* y *Asentamientos*.

En el contexto nacional, se asume que todas las tierras son gestionadas; se incluye la estimación de CO₂ en los depósitos de carbono de biomasa, materia orgánica muerta y suelos, ya que se asume que para el país todos los suelos son minerales (MADES/PNUD/FMAM.2018). Se evidencia la existencia de productos maderables y las existencias de pérdidas por perturbaciones (incendios), sin embargo, debido a la falta de información no pudo ser estimada la totalidad de los depósitos de carbono para cada una de las categorías incluidas en el INGEI, ni la categoría de *productos de madera recolectada*. Los depósitos estimados se encuentran detallados en las secciones correspondientes. Las pérdidas por perturbaciones (incendios) no pudieron ser estimadas por la falta de ajustes metodológicos entre datos de actividad y parámetros debido a la falta de tiempo por la pandemia de la COVID-19. Estos puntos podrían sobreestimar las absorciones de las existencias en crecimiento o subestimar las emisiones resultantes.

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*.

El sector UTCUTS representó el 29,11% del balance nacional de GEI en 2017, correspondiente a 14.510,98 kt CO₂ eq, disminuyendo en un 54,24% desde 1990 y en un 65,12% desde 2015. 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 disminuyó en un 8,53% desde 1990. Por otro lado, la categoría de *tierras de cultivo* disminuyó en un 72,09% y la categoría de *pastizales* aumentó 165,63% desde 1990, las mismas contribuyen en mayor medida a las emisiones netas totales. En la Tabla RE 6.1 y en la Figura RE 6.1 se presentan el resumen del reporte inventariado por categorías y en el Anexo 7 se presentan los resultados de la serie completa.

Tabla RE 6.1

Sector UTCUTS: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

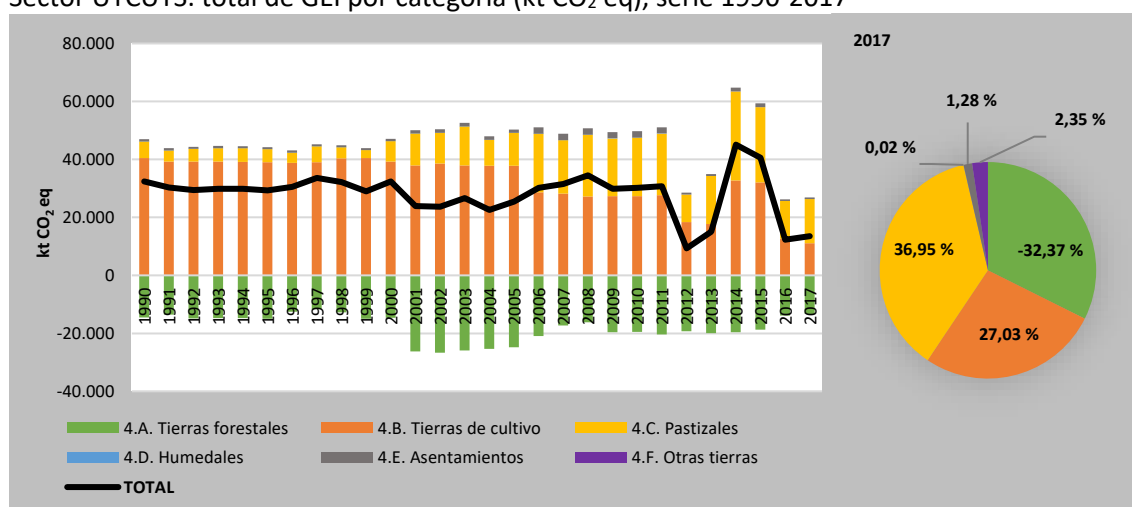
Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.A. Tierras forestales	-14.564,67	-14.965,14	-14.677,46	-24.834,99	-19.541,88	-18.732,39	-13.835,23	-13.322,95
4.B. Tierras de cultivo	40.514,14	39.038,37	39.256,81	37.775,33	27.351,82	32.122,74	12.630,93	11.124,31
4.C. Pastizales	5.725,54	4.534,30	7.109,97	11.392,46	20.192,37	25.899,53	13.008,96	15.208,78
4.D. Humedales	2,15	2,15	2,15	3,32	43,07	NO	6,59	6,59
4.E. Asentamientos	692,06	692,06	692,06	1.120,94	2.172,81	1.315,42	527,53	527,53
4.F. Otras tierras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	998,55	966,71	966,71
Total	32.369,22	29.301,74	32.383,54	25.457,07	30.218,19	41.603,85	13.305,50	14.510,98

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 del INGEI del MADES

Figura RE 6.1

Sector UTCUTS: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

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

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 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.

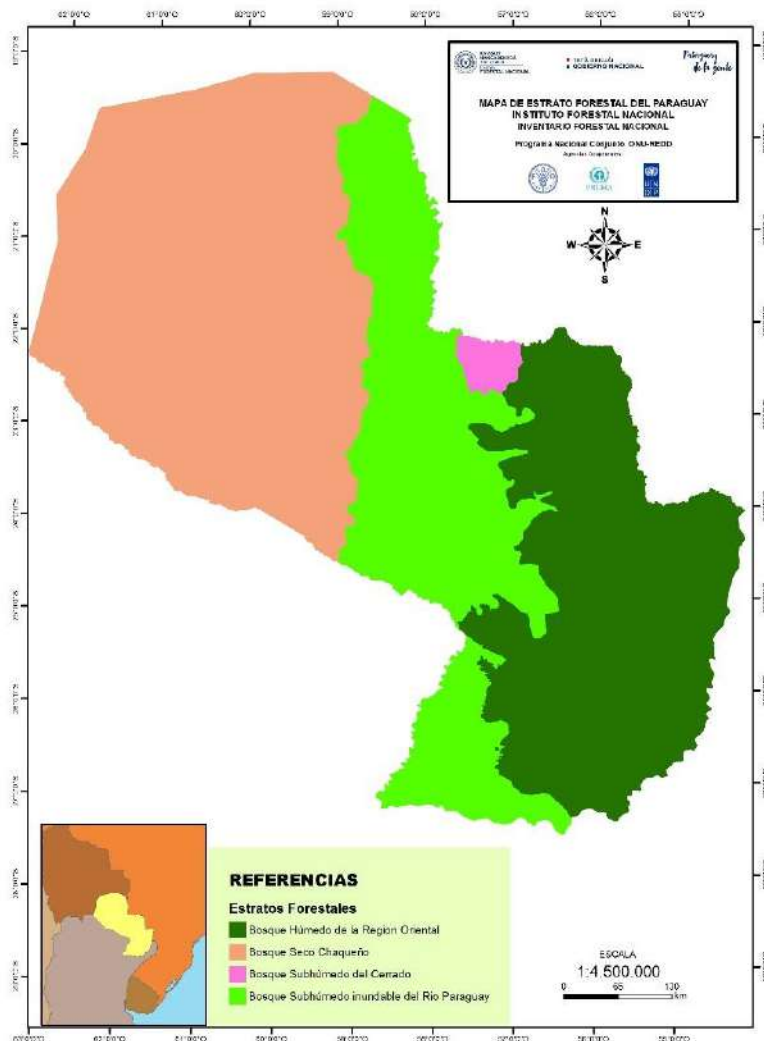
Bosque Seco Chaqueño (BSCH): comprende a los bosques abiertos del Chaco Central hasta la frontera de Bolivia. Las principales comunidades naturales la conforman el bosque semicaducifolio xerofítico, los paleocauces con sabanas arboladas de espartillo y los cerrados. Los suelos son derivados predominantemente de sedimentos eólicos (Loess).

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*.

Estas definiciones fueron consensuadas teniendo en cuenta lo establecido en IPCC (2006), MADES (2019), INFONA (2021) e SEAM (2015). En la Figura RE 6.2 se presenta el Mapa de Estratos de Bosque del Inventario Forestal Nacional.

Figura RE 6.2

Mapa de Estratos de Bosque del Inventario Forestal Nacional



Fuente: INFONA

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 fueron obtenidas a partir de los Mapas de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC desarrollado por el INFONA para los períodos de 2000-2005-2011, 2011-2013-2015 y 2015-2017-2019, corresponden a este método.

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.

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 están distribuidos 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, como interpolaciones para formar la serie completa.

En la Tabla RE 6.2 se presenta un resumen de las fuentes de información de las superficies para cada categoría estimada.

Tabla RE 6.2

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) y INFONA (2021) Plantaciones forestales de INFONA
	Tierras convertidas a tierras forestales	Plantaciones forestales de INFONA y PAYCO
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) y INFONA (2021)
Pastizales	Pastizales que permanecen como tales	Huang et al. (2009) y INFONA (2021)
	Tierras forestales convertidas a pastizales	Huang et al. (2009) y INFONA (2021)
Humedales	Tierras forestales convertidas a Humedales	Huang et al. (2009) y INFONA (2021)
Asentamientos	Tierras forestales convertidas a Asentamientos	Huang et al. (2009) y INFONA (2021)
Otras tierras	Tierras forestales convertidas a Otras tierras	Huang et al. (2009) y INFONA (2021)

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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, esta categoría incluye las emisiones y absorciones de las subcategorías mencionadas en el párrafo anterior y solo se incluye el depósito de biomasa.

En 2017, el balance de GEI contabilizó -13.322,95 kt CO₂ eq representando el 32,37% del total de emisiones del sector, manteniendo su condición de sumidero en toda la serie temporal, disminuyendo en un 8,53% desde 1990 y en un 28,88% desde 2015. Las absorciones de la subcategoría *tierras forestales que permanecen como tales* han disminuido en un 56,00% con respecto al año base y en un 50,89% con respecto a 2015, 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 854,55% con respecto al año base y en un 13,90 % con respecto a 2015. El significativo aumento de las absorciones netas fue debido a que el área reforestada ascendió a 94.109,8 ha en 2017 con respecto a los inicios de la serie temporal. Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por subcategoría, el 54,41% corresponde a *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales*, y el 45,59% a *tierras forestales que permanecen como tales*. En la Tabla Re 6.3 y en la Figura RE 6.3 se observa el resumen del balance de CO₂ de *tierras forestales*. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 6.3

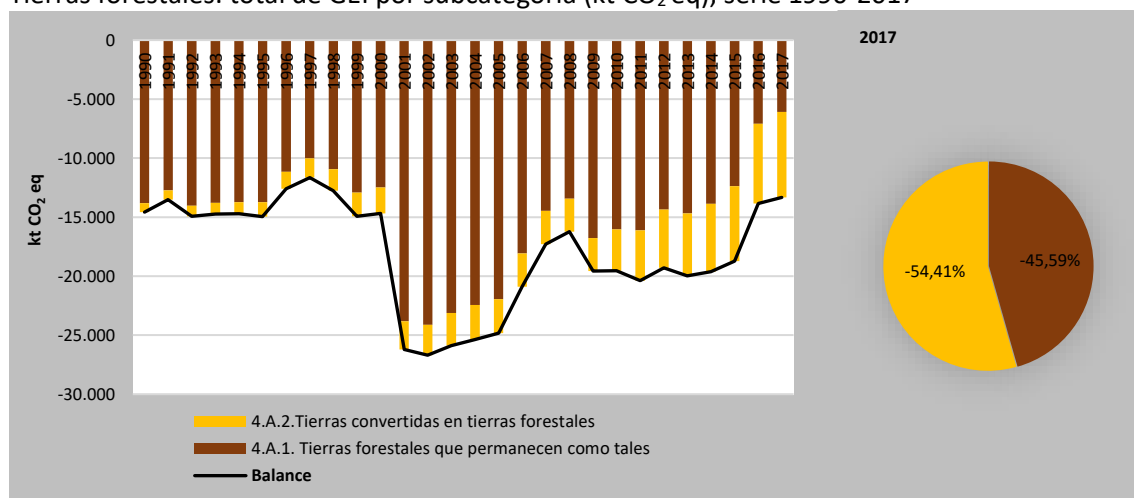
Tierras forestales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂), serie 1990-2017

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	13.805,31	13.721,58	12.481,78	21.953,61	16.052,36	12.368,30	-7.082,32	-6.074,44
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	-759,36	-1.243,56	-2.195,68	-2.881,37	-3.489,52	-6.364,09	-6.752,90	-7.248,51
Total	14.564,67	14.965,14	14.677,46	24.834,99	19.541,88	18.732,39	13.835,23	13.322,95

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura Re 6.3

Tierras forestales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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 Paraguay, desde 1990 se realiza 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, canola, a partir de esa información se obtuvo el cambio en las existencias de carbono del depósito de suelos minerales.

En 2017, el balance de GEI contabilizó 11.124,31 kt CO₂ eq representando el 27,03% del total de emisiones del sector, disminuyendo en un 72,09% desde 1990 y en un 65,37% desde 2015. 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. La subcategoría de *tierras de cultivo que permanecen como tales*, incluye el balance de CO₂ en los depósitos de carbono de biomasa con un 0,95% y de suelos minerales con un 99,05%; para la subcategoría de *tierras convertidas en tierras de cultivo*, específicamente *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo*, incluye a los depósitos de biomasa con un 87,40%, materia orgánica muerta con un 8,17%, y suelos minerales con un 4,42%. 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 toda la serie temporal con un 25,09%, y *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* es la que más contribuye al total de emisiones de la categoría con un 74,91 % de emisiones. En la Tabla RE 6.4 y en la Figura RE 6.4 se observa el resumen de emisiones de GEI de *tierras de cultivo*. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 6.4

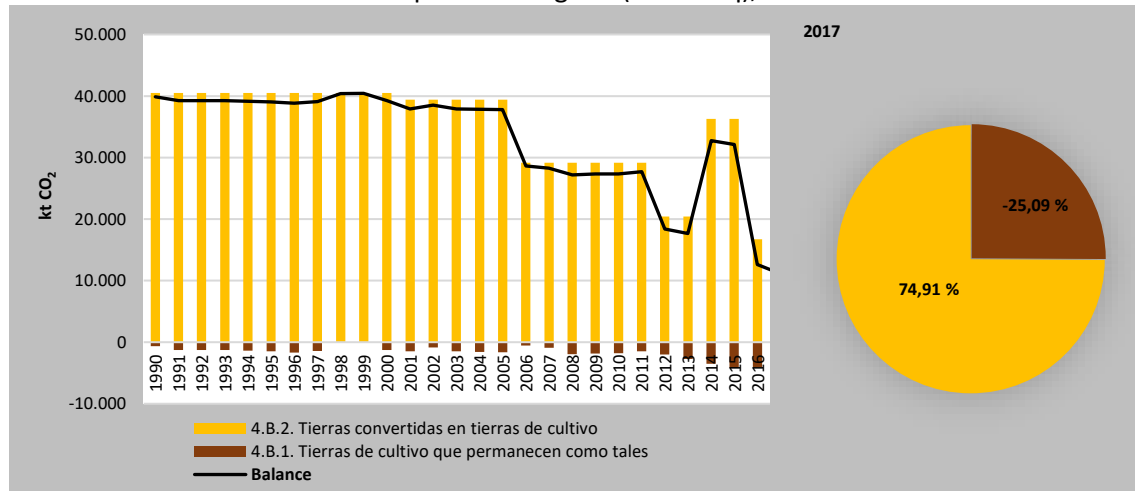
Tierras de cultivo: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	-659,61	-1.475,76	-1.257,33	-1.639,33	-1.809,96	-4.166,95	-4.094,80	-5.601,42
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo	40.514,14	40.514,14	40.514,14	39.414,65	29.161,77	36.289,69	16.725,74	16.725,74
Total	39.854,52	39.038,37	39.256,81	37.775,33	27.351,82	32.122,74	12.630,93	11.124,31

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 6.4

Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

6.6. Pastizales

Esta categoría abarca las emisiones y absorciones de CO₂ debido 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, según dictamen de expertos realizado en abril de 2021, las superficies de pastizales en el país se encuentran distribuidas en un 75% como pastizales mejorados y en un 25% como pastizales moderadamente degradados.

En 2017, el balance de GEI contabilizó 15.208,78 kt CO₂ eq representando el 36,95% del total de emisiones del sector, aumentando en un 165,63% desde 1990 y disminuyendo en un 41,28% desde 2015. 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 29,83% desde 1991 y en un 79,38% desde 2015; y en la subcategoría de *tierras forestales convertidas en pastizales*, las emisiones aumentaron en un 188,08% desde 1990 y disminuyeron en un 48,67% desde 2015. La subcategoría de *pastizales que permanecen como tales*, incluye el balance de CO₂ del depósito de carbono de suelos minerales; para 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 81,69%, materia orgánica muerta con un 17,32% y las absorciones de CO₂ en el depósito de suelos minerales con un 0,99%. 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 7,23%, y *tierras forestales convertidas en pastizales* es la que mayor contribuye al total de emisiones de la categoría con un 92,77% de emisiones. En la Tabla RE 6.5 y en la Figura RE 6.5 se observa el resumen de emisiones de GEI de tierras de cultivo. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 6.5

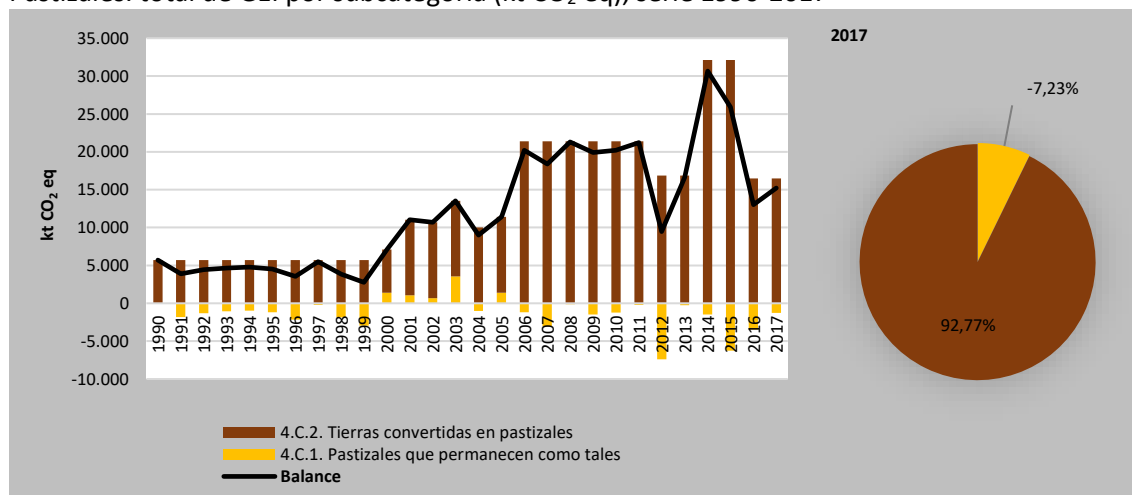
Pastizales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Subcategorías	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	0,00	-1.191,25	1.384,43	1.389,96	-1.209,33	-6.234,69	-3.485,16	-1.285,35
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	5.725,54	5.725,54	5.725,54	10.002,50	21.401,70	32.134,22	16.494,13	16.494,13
Total	5.725,54	4.534,30	7.109,97	11.392,46	20.192,37	25.899,53	13.008,96	15.208,78

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 6.5

Pastizales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

6.7. Humedales

Esta categoría abarca las emisiones de CO₂ debido a cambios en los depósitos de carbono de biomasa, para el presente inventario se realizó la estimación de *tierras forestales convertidas en humedales*.

En el 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 2017, se contabilizó una emisión de 6,59 kt CO₂ eq representando el 0,02% del total de emisiones del sector, aumentando un 205,95% con relación al 1990 y alcanzando un pico de 43,07% entre 2006 y 2011. La tendencia de la categoría es directamente proporcional a los datos de actividad, es por ello, que desde 2012 a 2015 no se registran emisiones, puesto 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 6.6 y en la Figura RE 6.6 se observa el resumen de emisiones de GEI de *humedales*. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 6.6

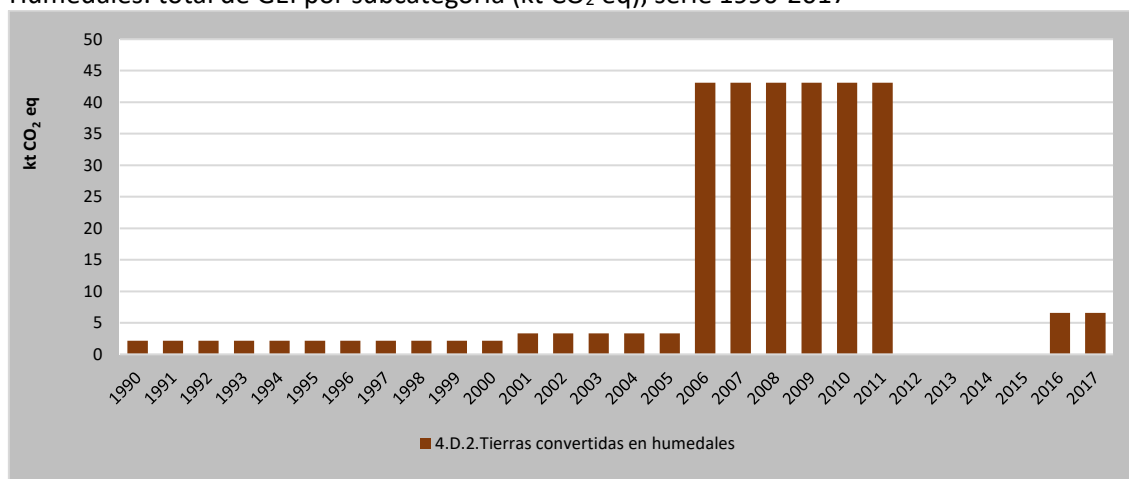
Humedales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Subcategorías	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	2,15	2,15	2,15	3,32	43,07	NO	6,59	6,59
Total	2,15	2,15	2,15	3,32	43,07	NO	6,59	6,59

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 6.6

Humedales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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).

Para el presente INGEI se realizó la estimación de *tierras forestales convertidas en asentamientos*, lo cual genera 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 2017, se contabilizó una emisión de 527,53 kt CO₂ eq representando el 1,28% del total de emisiones del sector, presentando una disminución de 23,77% con relación a 1990, alcanzando niveles más altos entre 2006 y 2011, y disminuyendo desde 2015 un 59,90%. El principal causante de la tendencia de la categoría son las emisiones debidas a las pérdidas en el depósito de biomasa con un 90,31% y luego el de materia orgánica muerta con un 9,69%. La categoría *asentamientos* se podría estar subestimando ya que también existen cambios de otros usos de la tierra a *asentamientos*. En la Tabla RE 6.7 y en la Figura RE 6.7 se observa el resumen de emisiones de GEI de *asentamientos*. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 6.7

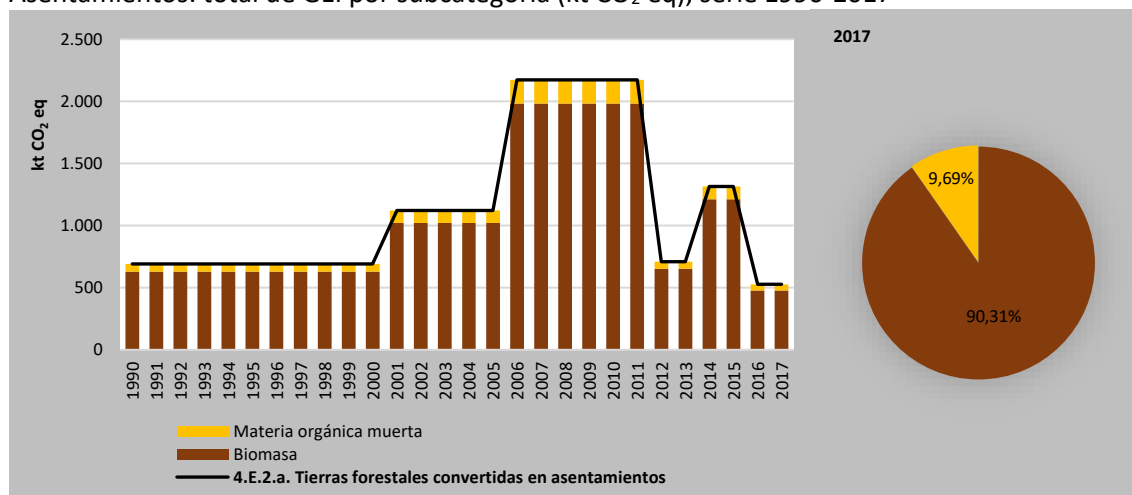
Asentamientos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Subcategorías	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	692,06	692,06	692,06	1.120,94	2.172,81	1.315,42	527,53	527,53
Total	692,06	692,06	692,06	1.120,94	2.172,81	1.315,42	527,53	527,53

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 6.7

Asentamientos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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).

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 2017, el balance de la subcategoría de *tierras forestales convertidas en otras tierras* contabilizó una emisión de 966,71 kt CO₂ eq representando el 2,35% del total de emisiones del sector, distribuidos en un 96,44% por pérdidas de carbono en el depósito de biomasa y un 3,56% 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 6.8 y en la Figura RE 6.8 se observa el resumen de emisiones de GEI de *otras tierras*. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla RE 6.8

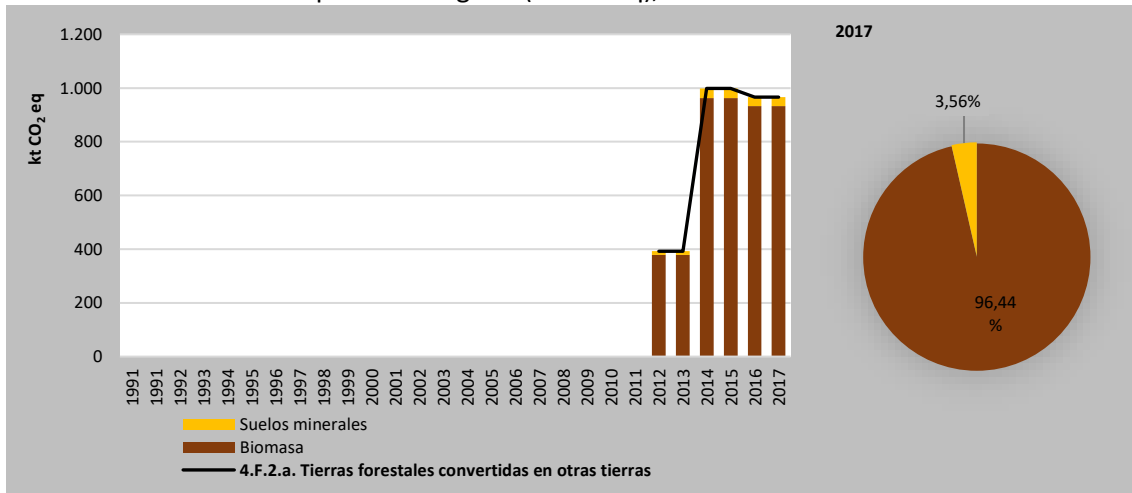
Otras tierras: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Subcategorías	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	NO	NO	NO	NO	NO	998,55	966,71	966,71
Total	NO	NO	NO	NO	NO	998,55	966,71	966,71

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 6.8

Otras tierras: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

RE 7. Sector Residuos

7.1 Panorama general del sector

El Sector Residuos incluye las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la disposición y tratamiento de los residuos sólidos, el tratamiento de las aguas residuales y la incineración y quema abierta de los residuos.

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

- 4.A. Eliminación de residuos sólidos:
 - 4.A.1. Sitios gestionados de eliminación de desechos (CH₄);
 - 4.A.2. Sitios no gestionados de eliminación de desechos (CH₄);
 - 4.A.3. Sitios no categorizados de eliminación de desechos (CH₄);
- 4.C. Incineración e incineración abierta de desechos:
 - 4.C.1. Incineración de residuos (CO₂ y N₂O);
 - 4.C.2. Incineración abierta de residuos (CO₂, CH₄ y N₂O);
- 4.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales:
 - 4.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (CH₄ y N₂O);
 - 4.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (CH₄).

El sector Residuos es uno de los sectores emisores de GEI en el país, con un total de 1.293,42 kt CO₂ eq en el año 2017, representando el 2,59% del total de emisiones nacionales.

Desde 1990, las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 133,47% y con respecto al año 2015 hubo un aumento del 10,84%. La principal causa del incremento en la serie temporal 1990-2017 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 2017, las emisiones correspondientes a la categoría disposición de los residuos sólidos representaron el 48,32% del total del sector, las de tratamiento y descarga de las aguas residuales un 41,20% y las de incineración y quema abierta de residuos fueron del 10,49%. Esto se presenta en la Tabla RE 7.1 y en la Figura RE 7.1

En cuanto a las subcategorías más relevantes en el año 2017, se encuentra en primer lugar las aguas residuales domésticas con el 32,53% de contribución de emisiones, siguiéndole la de sitios de disposición de residuos no categorizados con el 30,92%.

Tabla RE 7.1

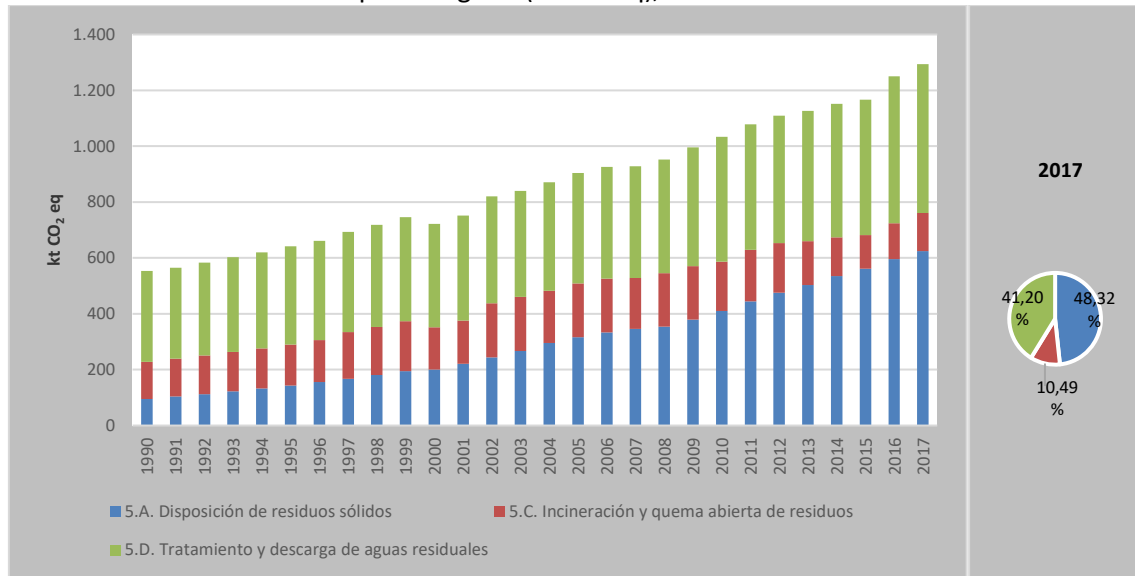
Sector Residuos: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq)

<i>Categoría</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
5.A. Disposición de residuos sólidos	95,23	143,57	200,42	315,97	409,70	561,79	595,30	624,96
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	132,21	146,03	151,56	192,67	177,35	120,56	128,84	135,63
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	326,56	351,60	369,91	395,94	446,42	484,60	526,21	532,84
Total	554,00	641,20	721,90	904,58	1.033,47	1.166,96	1.250,35	1.293,42

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 7.1

Sector Residuos: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Con respecto a los GEI resultantes de las actividades del sector, como se observa en la Tabla 2.43 y en la Figura 2.42, el CH₄ es el gas que más influye en el total de emisiones representando el 85,81% en el año 2017, siguiendo el N₂O con el 8,05 % y por último el CO₂ con el 6,14%. 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 la disposición de los residuos sólidos y el tratamiento y descarga de aguas residuales.

Tabla RE 7.2

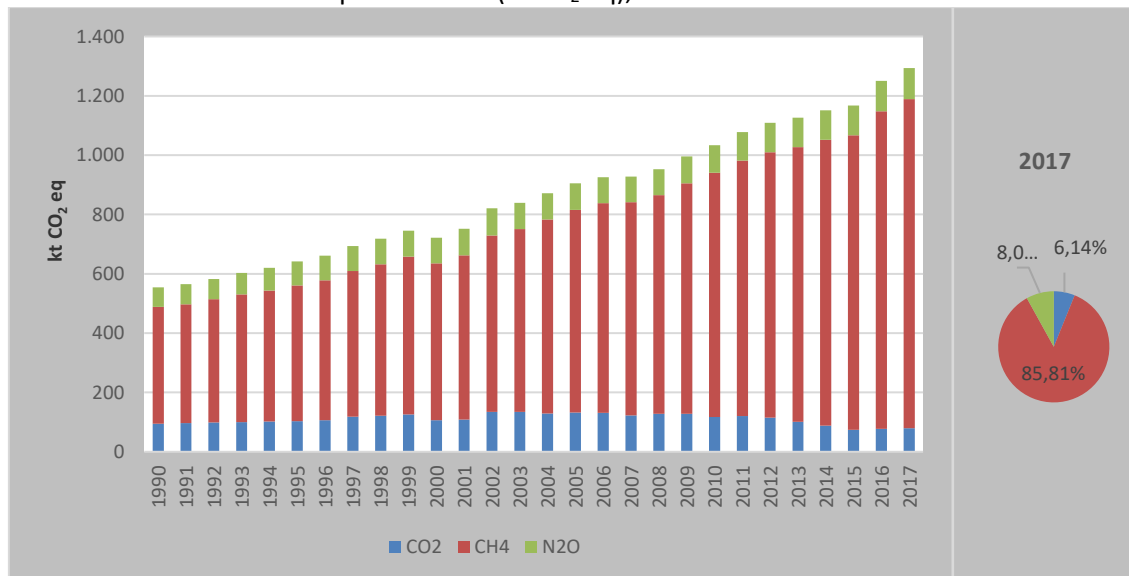
Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq)

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
CO ₂	94,27	103,77	106,47	132,34	117,24	74,53	77,75	79,39
CH ₄	393,86	456,64	528,71	683,62	822,98	992,44	1.070,54	1.109,94
N ₂ O	65,87	80,78	86,73	88,62	93,24	99,99	102,05	104,10
Total	554,00	641,20	721,90	904,58	1.033,47	1.166,96	1.250,35	1.293,42

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 7.2

Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

7.2 Disposición de residuos sólidos

El tratamiento y la eliminación de los residuos sólidos municipales, hospitalarios e industriales producen cantidades significativas de CH₄. Además, los sitios de disposición de los 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) 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 fueron consideradas las subcategorías correspondientes a los sitios de disposición de residuos sólidos, las cuales son las siguientes:

- Sitios de disposición de residuos gestionados
- Sitios de disposición de residuos no gestionados
- Sitios de disposición de residuos no categorizados

La categoría disposición de residuos sólidos es la principal categoría emisora de GEI del sector Residuos representando el 48,32% de las emisiones de GEI del sector para el año 2017, alcanzando las emisiones de GEI un total de 624,96 kt CO₂ eq, con un incremento del 556,23% desde 1990 y en un 11,24% respecto al año 2015.

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 2017 la de mayor relevancia es Sitios de disposición de residuos no categorizados con un 64,00% de las emisiones de la categoría, seguida de Sitios de disposición de residuos gestionados con un 27,00% y por último Sitios de disposición de residuos no gestionados con un 9,00%.

Tabla RE 7.3

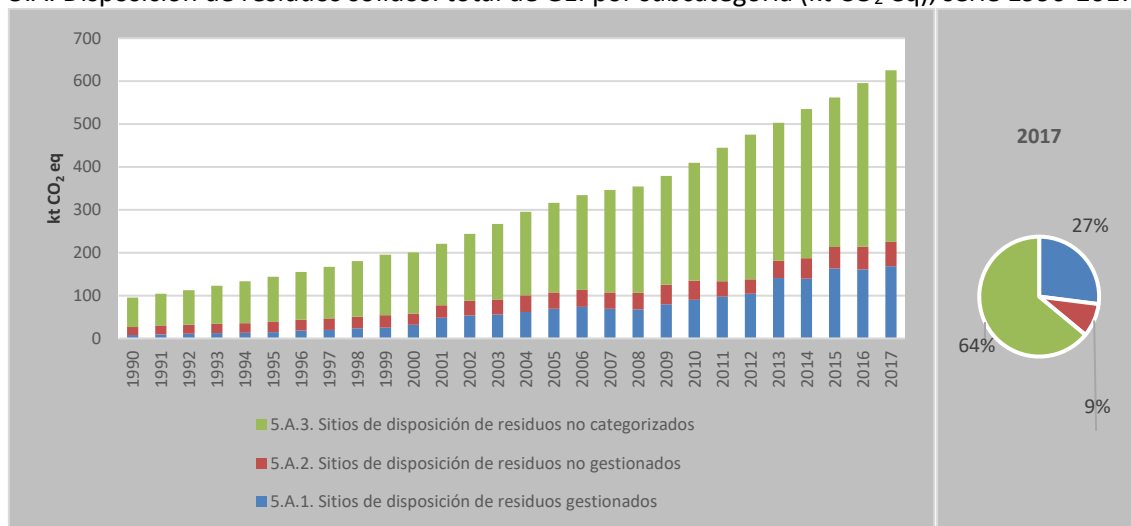
5.A. Disposición de residuos sólidos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
5.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	7,62	14,36	32,07	69,51	90,13	162,92	160,73	168,74
5.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	19,05	24,41	26,05	37,92	45,07	50,56	53,58	56,25
5.A.3. Sitios de disposición de residuos no categorizados	68,57	104,81	142,30	208,54	274,50	348,31	380,99	399,97
Total	95,23	143,57	200,42	315,97	409,70	561,79	595,30	624,96

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 7.3

5.A. Disposición de residuos sólidos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

7.3 Incineración y quema abierta de residuos

Esta sección abarca la categoría Incineración e incineración abierta de residuos e incluye las emisiones de GEI que resultan de la combustión de residuos sólidos y líquidos sin recuperación de energía.

La incineración se define como la combustión de los residuos sólidos y líquidos en instalaciones de incineración controladas. Los incineradores modernos de desperdicios poseen grandes chimeneas y 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 como en los en desarrollo.

La incineración 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.

En esta categoría se presentan emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O resultantes de la combustión de residuos, alcanzando un valor de 135,63 kt CO₂ eq en el año 2017, lo que representa un 10,49% del total del sector, con un incremento del 2,58% con respecto al año 1990 y del 12,49% con relación al año 2015. 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 2017 la de mayor relevancia es Incineración abierta de residuos con un 99,47% de las emisiones de la categoría, mientras que la Incineración de residuos representa el 0,53%.

Tabla RE 7.4

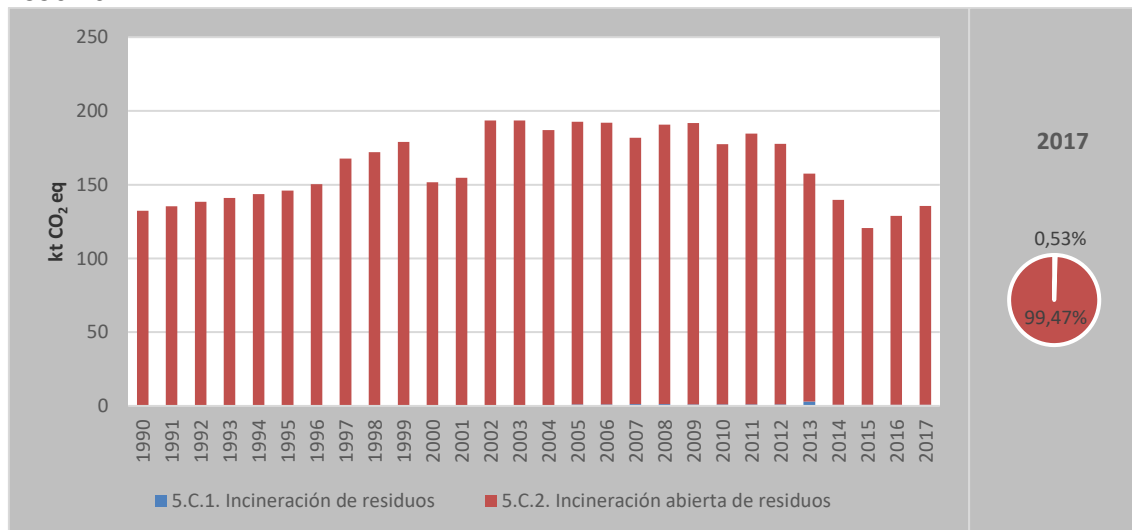
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
5.C.1. Incineración de residuos	0,07	0,42	0,40	1,02	1,08	0,79	0,82	0,72
5.C.2. Incineración abierta de residuos	132,14	145,61	151,17	191,65	176,28	119,77	128,02	134,91
Total	132,21	146,03	151,56	192,67	177,35	120,56	128,84	135,63

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 7.4

5.C. Incineración y quema abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

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

Las aguas residuales pueden ser una fuente de CH₄ cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico, pudiendo también ser una fuente de emisiones de óxido nitroso (N₂O). Las emisiones de dióxido de carbono (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 agua residual industrial 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 zumos, etc.).

En esta categoría se presentan emisiones de CH₄ y N₂O resultantes del tratamiento y/o eliminación de las aguas residuales, alcanzando un valor de 532,84 kt CO₂ eq en el año 2017, lo que representa un 41,20% del total del sector, con un incremento del 63,17% con respecto al año 1990 y del 9,95% en relación con el 2015.

Respecto a las subcategorías, como se observa en la Tabla RE 7.5 y Figura RE 7.5, en el año 2017 la de mayor relevancia corresponde a las aguas residuales domésticas con un 78,96% de las emisiones de la categoría, mientras que las aguas residuales industriales representan el 21,04%. 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

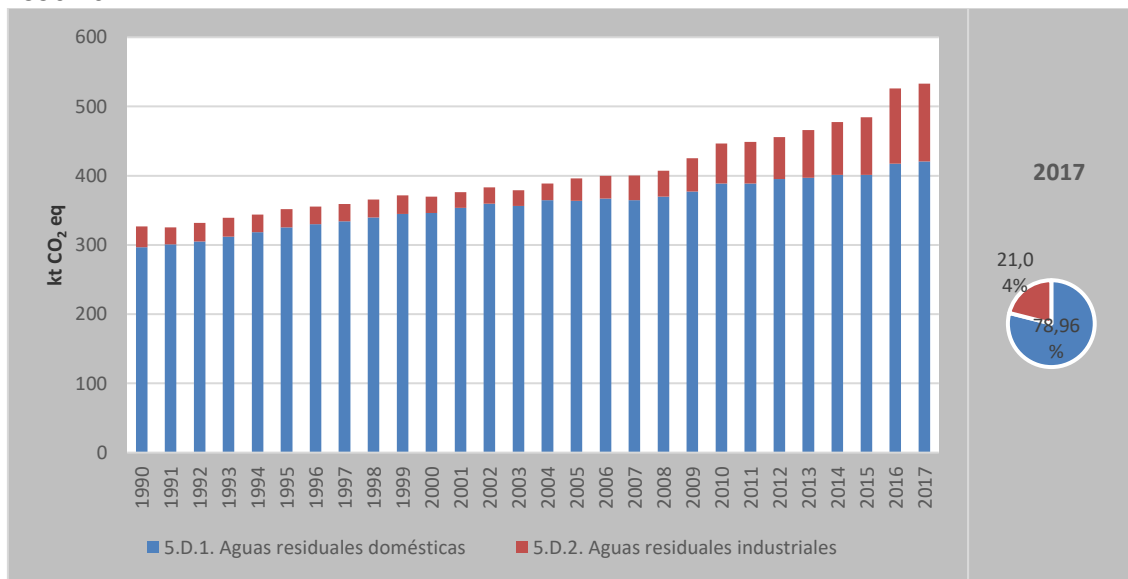
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
5.D.1. Aguas residuales domésticas	296,52	325,41	346,33	363,91	388,93	401,08	417,42	420,73
5.D.2. Aguas residuales industriales	30,04	26,19	23,58	32,03	57,48	83,53	108,79	112,11
Total	326,56	351,60	369,91	395,94	446,42	484,60	526,21	532,84

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura RE 7.5

5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

RE 8. Nuevos cálculos y mejoras

Se destaca que Paraguay declara por segunda 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 IBA2 serie temporal 1990-2015, 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 IBA2 y el INGEI serie 1990-2017 del IBA3.

Tabla RE 8.1

INGEI de Paraguay: comparación entre balance de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI IBA2	55.688,28	62.108,22	59.518,05	55.430,61	64.842,46	51.293,27		
INGEI IBA3	47.312,78	52.022,08	55.111,37	48.493,34	58.814,44	75.228,26	47.789,83	49.855,53
Diferencia	-8.375,50	-10.086,14	-4.406,68	-6.937,27	-6.028,02	23.934,99		
Diferencia %	-15,04 %	-16,24 %	-7,40 %	-12,52 %	-9,30 %	46,66 %		

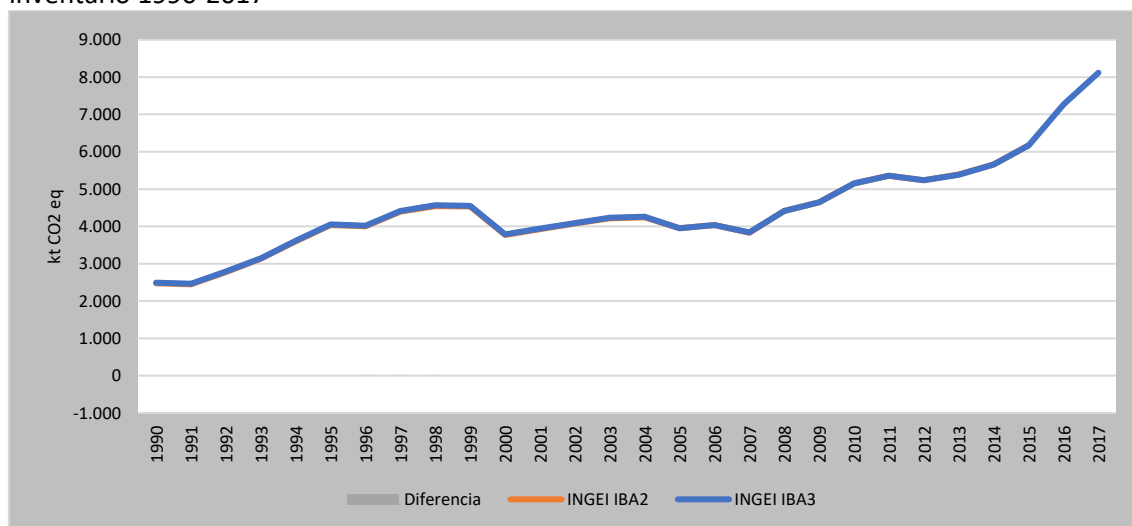
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

8.1. Sector Energía

En la Figura RE 8.1 se puede observar que existen pequeñas 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.

Figura RE 8.1

Sector Energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Mejoras llevadas a cabo:

- Llenado de vacíos de información en datos de Diesel oil consumido en las centrales termoeléctricas en los años 1997 y 1998 mediante tratamientos estadísticos.
- Llenado de vacíos de información en datos de varios combustibles consumidos en Industrias manufactureras y de la construcción mediante tratamientos estadísticos, correspondientes a GLP (1990-1991 y 1996-2004), Nafta (1990-2004), Otro queroseno

(1990-2004), Otros biocombustibles líquidos (1990-2004); Antracita (1990 y 1992-2003) y principalmente Diesel oil (2000-2010, 2012 y 2014-2015). Además, se incorporaron datos de consumo de Diesel oil (2011 y 2013) a partir de informaciones del BNEU y se ajustaron datos de consumo de Antracita (2015) a partir de informaciones del VMME.

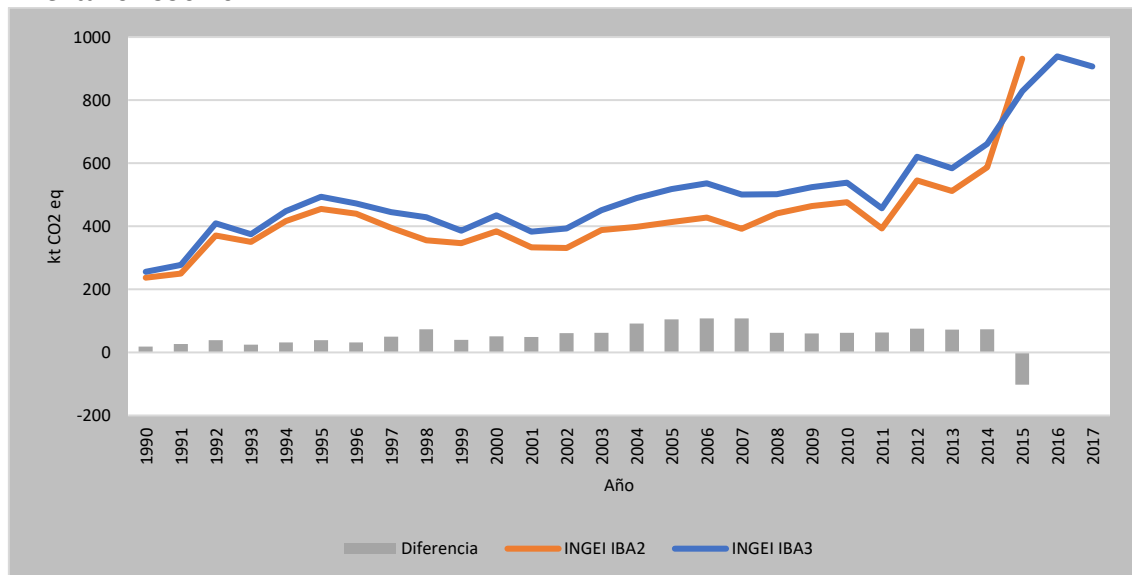
- Reasignación del consumo de Diesel oil (2000-2015) en la subcategoría Industrias manufactureras y de la construcción, correspondiente con anterioridad a la fuente Transporte terrestre, debido a ajustes recomendados por el VMME.
- Llenado de vacíos de información en datos de combustibles Queroseno para motores a reacción (1990-1995) y Gasolina para la aviación (1990-2004) correspondientes a subcategoría Aviación, mediante tratamientos estadísticos.
- Ajustes en la fracción de distribución de GLP, Fuelóleo residual, Otro queroseno y Otros biocombustibles líquidos, en toda la serie temporal de las fuentes Comercial / Institucional y Residencial correspondiente a la subcategoría Otros sectores, en base a informaciones proporcionadas por el VMME.
- Llenado de vacíos de información de Fuelóleo residual y Otros biocombustibles líquidos (1990-2004) de la subcategoría Otros sectores, mediante tratamientos estadísticos.

8.2. Sector IPPU

En la Figura RE 8.2 se pueden observar las diferencias con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que se realizaron mejoras en los datos de actividad, así como en algunos factores de emisión específicos del país, lo cual influyó en un mejor reflejo de la situación de las emisiones del sector.

Figura RE 8.2

Sector IPPU: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Mejoras llevadas a cabo:

- En la categoría de Industria de los minerales, para producción de cemento se han realizado ajustes en los parámetros de cálculo correspondiente al contenido de CaO, pasando de un valor por defecto a valores proporcionados por la empresa (2003-2007) y extrapolados mediante tratamientos estadísticos (2008-2017). Además, una de las industrias cementeras ha indicado que cuenta con filtros de manga, por lo cual se ha ajustado el Factor de corrección del CKD para dicha industria.
- En la producción de cal se han llenado los vacíos de información mediante la utilización de datos de producción de cal viva de un estudio específico (Wiens, 1990-1991) y se han aplicado tratamientos estadísticos basados en datos de la producción de cemento como variable predictiva para completar la serie en el periodo 1992-2007.
- Para producción de vidrio se han llenado los vacíos de información (1990-2005) mediante tratamientos estadísticos basados en datos de ceniza de sosa como variable predictiva y en datos puntuales de producción de vidrio (2001 y 2004). Además, como valor de cullet se han realizado ajustes, considerado constante de 1990-2005 un valor de 0,57 y para el año 2017 un valor de 0,76.
- En el sector cerámica se ha contratado una consultoría de un especialista para generar los datos de producción de materiales cerámicos en toda la serie temporal, así como determinar el % de carbonatos en la composición de la arcilla utilizada en las industrias nacionales. En este caso, los valores obtenidos reflejaron un bajo contenido de carbonatos, lo cual se explica por la predominancia de suelos ácidos en el país. Considerando que en inventarios anteriores se utilizaron valores por defecto más elevados, esta nueva información determinó una diferencia significativa en el aporte de emisiones de esta subcategoría.
- Para Otros usos de la ceniza de sosa se ha llenado vacíos de información (1990-1996 y 1999) mediante tratamientos estadísticos a partir de datos de importaciones del producto.
- En la categoría Industria química se incorpora una nueva industria de producción de carburo.
- Para la categoría Industria de los metales han utilizado datos de producción de hierro del WSA obtenidos por la diferencia entre la producción de arrabio y la producción de acero, mientras que en el anterior inventario se han tomado valores de exportación de hierro (2004-2008, 2010-2012 y 2014-2015).
- Para producción de plomo fueron estimadas las emisiones en los años 2004 y 2006-2008 a partir de datos de exportación proporcionados por la DNA.
- En la categoría Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes se realizaron cambios metodológicos en el tratamiento estadístico de los datos para completar los vacíos de la serie temporal (1990-1998) partiendo de los datos de importaciones de lubricantes y ceras (1999-2017).
- En la categoría Uso de productos sustitutos de las SAO se ha ampliado el cálculo de las emisiones a partir del año 1997, basado en datos de consumo de HFC-134a obtenidos mediante tratamientos estadísticos. También se puede mencionar la consideración realizada en el inventario actual de asignar para dicho gas un uso del 50 % en equipos estacionarios y 50 % para móviles.
- En Manufactura y utilización de otros productos correspondiente al uso de SF6 en equipos eléctrico, se ha efectuado un cambio de metodología de cálculo, adoptándose el método de equilibrio de masas utilizando los datos del consumo anual de SF6 para la recarga de los equipos, pasando de un T1 a T3. Se ha considerado el consumo del 50 %

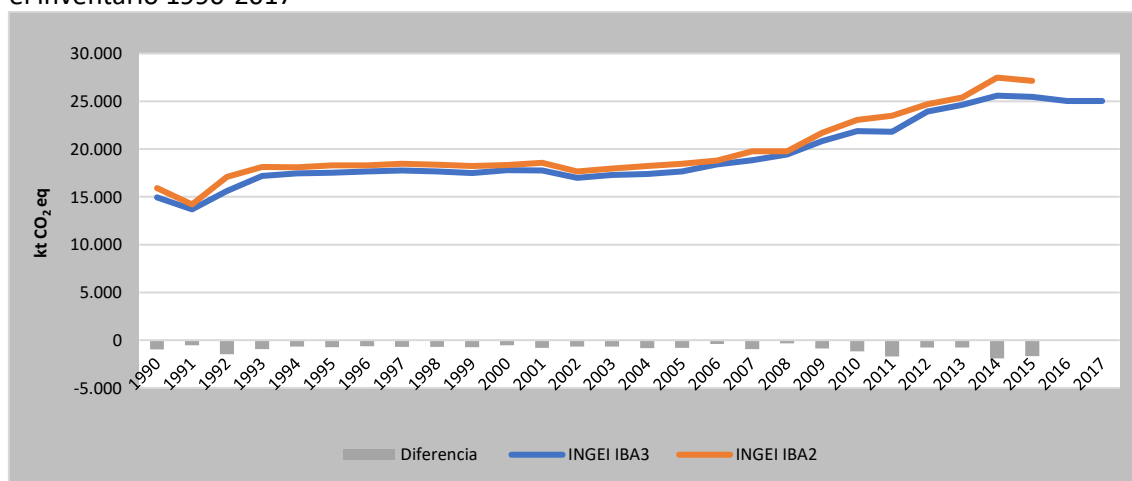
del gas SF₆ para las entidades binacionales, además de ampliar las entidades consumidoras de este gas, pasando de una entidad en el INGEI anterior a tres entidades en el presente INGEI.

8.3. Sector Agricultura

En la Figura RE 8.3 se observan las diferencias con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que se realizaron mejoras en los datos de actividad, así como en el factor de emisión país específico, lo cual influyó en la mejor representación del país, coincidiendo con el objetivo de las Directrices del IPCC de 2006 que a medida que se van realizando los inventarios, estos vayan mejorando.

Figura RE 8.3

Sector Agricultura: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Mejoras llevadas a cabo:

- Desagregación de la población del ganado vacuno por grupo etario, teniendo en cuenta las siguientes subcategorías de ganado: *vacas lecheras, vacas, vaquillas, toros, novillos, desmamantes machos, desmamantes hembras, terneros y bueyes.*
- Mayor exhaustividad en las poblaciones animales existentes en el país, con la inclusión del número de cabezas de *búfalos* y de *mulas y asnos.*
- Ajuste de los factores de emisión de *ganado vacuno* para la categoría *fermentación entérica*, implementando parámetros basados en el juicio de expertos nacionales y el SENACSA y el ajuste de otros valores por defecto de las Directrices del IPCC 2006.

8.4. Sector UTCUTS

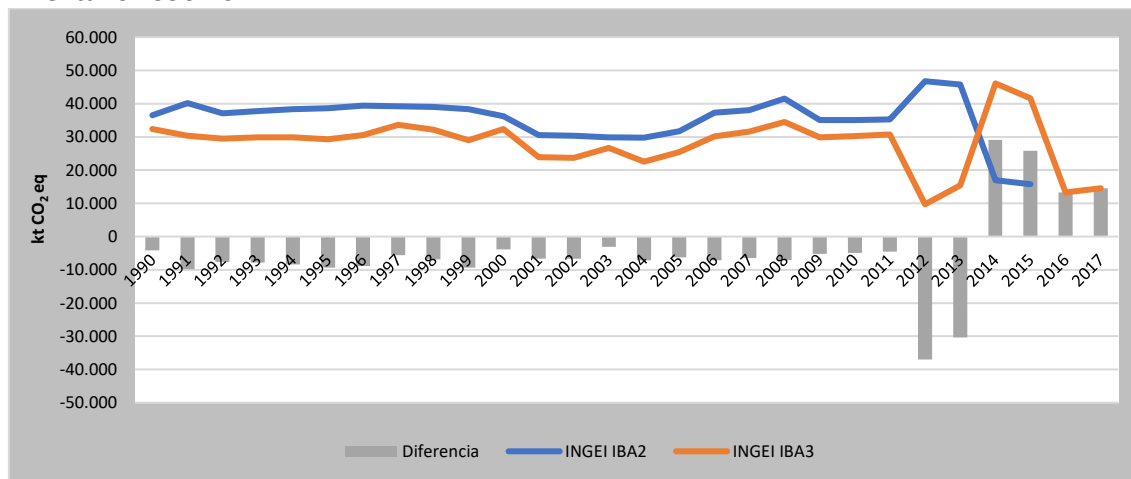
Paraguay, a través del Instituto Forestal Nacional elaboró nuevos mapas de uso de la tierra teniendo en cuenta las seis categorías de uso presentadas por las Directrices del IPCC de 2006.

En la Figura RE 8.4 se observan las diferencias con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que se contó con nuevos datos de actividad, nuevos depósitos estimados, nuevos valores de

existencia de carbono, cambios en algunos factores de ajuste y algunas categorías con nuevas definiciones de uso.

Figura RE 8.4

Sector UTCUTS: comparación entre balances de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Mejoras llevadas a cabo:

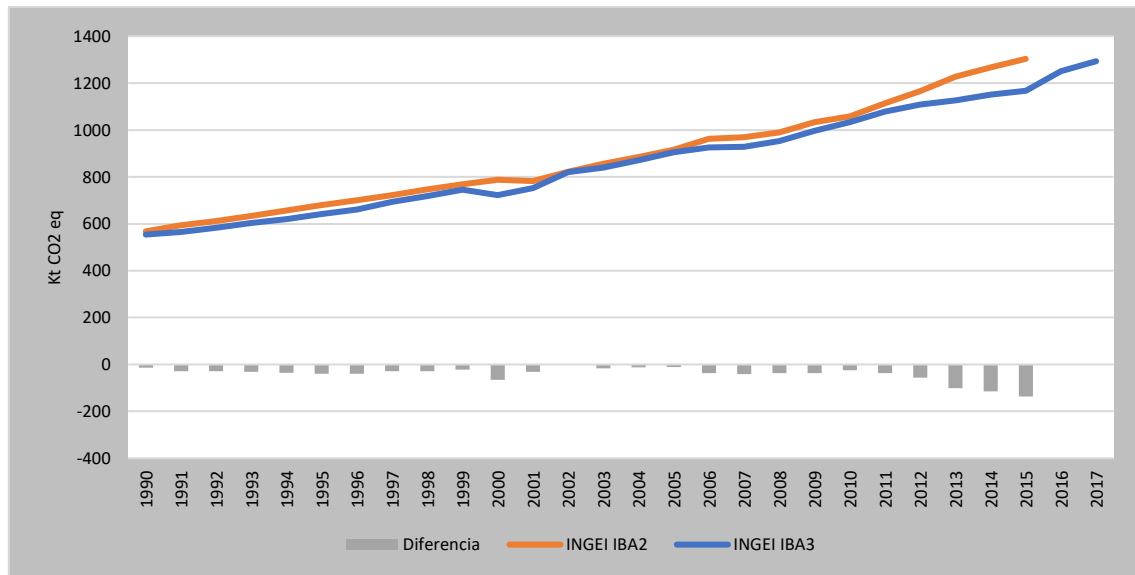
- Elaboración, por vez primera, de una sección de representación de tierras considerando las seis categorías de uso de la tierra, que permitió la mejor aplicación de datos de actividad de usos y cambios de uso de la tierra incrementando la transparencia del inventario.
- Mayor exhaustividad, con la estimación de las seis categorías de tierras indicadas en las Directrices del IPCC de 2006.
- Estimación del cambio de la existencia de carbono en el depósito de biomasa, con nuevos datos de la remediación del IFN 2019, para las subcategorías que incluyen el cambio por pérdida de superficies de *tierras forestales*.
- *Tierras forestales*, actualización de valores de superficies consideradas gestionadas. Mejor desagregación de los datos de plantaciones forestales teniendo en cuenta el incremento medio anual. Utilización de valores de extracción de madera combustible del Sistema de Información Energética Nacional (VMME).
- *Tierras de cultivo*, se estimó el depósito de suelos minerales 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. Es estimó el depósito de materia orgánica muerta con valores de existencia de C del IFN 2015.
- *Pastizales*, primera vez que se calcula esta categoría. Se estimó el depósito de suelos minerales teniendo en cuenta la desagregación de pastizales según su tipo de gestión, en pastizales mejorados y pastizales moderadamente degradados. Además, se estimó el depósito de materia orgánica muerta con valores de existencia de C del IFN 2015.
- *Humedales*, primera vez que se calcula la categoría.
- *Asentamientos*, primera vez que se calcula la subcategoría de *tierras convertidas en asentamientos*, específicamente la de *tierras forestales convertidas en asentamientos*.
- *Otras tierras*, ajuste en la definición de la categoría cumpliendo con lo estipulado en las *Directrices del IPCC de 2006*. Estimación del depósito de suelos minerales teniendo en cuenta valores por defecto.

8.5. Sector Residuos

En la Figura RE 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.

Figura RE 8.5

Sector Residuos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Mejoras llevadas a cabo:

- En la categoría Disposición de residuos sólidos, basado en informaciones proporcionadas por experto nacional, se realizaron ajustes en los datos correspondientes a la Tasa de generación per-cápita anual (2011-2015), a la Tasa de recolección de residuos sólidos municipales total país (2010-2015), a los Sitios de eliminación de residuos sólidos (1950-2015) y la Composición de los residuos sólidos (1950-2015). Además, se han realizado ajustes en los valores de población en toda la serie temporal, basado en informaciones proporcionadas por la DGEEC.
- En la subcategoría Incineración de residuos se realizaron ajustes en los datos del Contenido de materia seca.
- En la subcategoría Incineración abierta de residuos de realizaron ajustes en los datos sobre la tasa de generación per cápita por día urbana y rural (2011-2015) y sobre la composición de los residuos sólidos (1950-2015), basados en informaciones proporcionadas por experto nacional. Además, se realizaron en ajuste de los datos correspondientes a la fracción de la población urbana y rural que quema sus residuos (1990-2015) basados en informaciones proporcionadas por la DGEEC.
- En la categoría de Tratamiento y descarga de aguas residuales se realizaron ajustes en algunos parámetros a partir del acceso a datos estadísticos sobre el tipo de tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas (1997-2015) proporcionado por la DGEEC y proyectada mediante tratamiento estadístico para los años 1990-1996. Se realizaron ajustes en los datos de población total país y por área urbana y rural (1990-2015) según información proporcionada por la DGEEC. Se han realizado ajustes en datos del

parámetro de consumo de proteína de la dieta (2000-2015) según información obtenida de FAOSTAT.

- Para Tratamiento de aguas residuales industriales se realizó un mayor desglose de los tipos de tratamientos, se ajustaron los datos de producción de azúcar en base a datos de la fuente United States Department of Agriculture (1990-2015) y se incorporaron nuevos datos de producción de cerveza a partir de la fuente FAOSTAT (1990-2013).

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 1990-2017, 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 Nº 1447/99 al Protocolo de Kioto (PK). En el año 2001, a través del Decreto Nº 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 Secretaría de este Convenio y las autoridades nacionales.

Por Resolución Nº 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 Nº 1447/99. En el año 2005, por Resolución Nº 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 Nº 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 Nº 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 (recálculo). Finalmente, en diciembre de 2018 se ha reportado a la secretaría de la CMNUCC el Segundo Informe Bienal de

Actualización (IBA2) 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+

1.1.1. Cambio Climático

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 Paraguay, (teniendo en cuenta que forma parte de los no incluido en el Anexo I, por ser un país en desarrollo), nos motiva a seguir mejorando la presentación de los 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 del 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 del INGEI



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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

El territorio paraguayo se encuentra en el hemisferio sur del continente americano, el trópico de Capricornio pasa casi exactamente sobre la parte media de su territorio. Limita con Argentina, Brasil y Bolivia. El país está dividido por el río Paraguay en dos regiones naturales: la Región Oriental y la Occidental o Chaco. Política y administrativamente el territorio está dividido en diecisiete departamentos, 3 en la Región Occidental y 14 en la Región Oriental. La capital del Paraguay es Asunción, que forma parte del departamento Central, ubicado en la Región Oriental del territorio.

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. Asimismo, cuenta con una gran tradición Católica Apostólica Romana, pero existe, sin embargo, completa libertad de cultos.

Es una República Democrática, Unitaria y Representativa, regida por la Constitución Nacional promulgada el 20 de junio de 1992. 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 con 45 miembros y la de Diputados con 80 miembros. El término del mandato parlamentario es de 5 años. El Poder Ejecutivo es ejercido por el presidente de la República, electo por votación del pueblo, por un período de cinco años.

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%); siendo, 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.

A continuación, se presenta los principales indicadores del país, para un mejor resumen de las circunstancias nacionales.

Tabla 1. 1 Principales indicadores del País

Indicador	Valor	Unidad	Información Relevante
Superficie	406,752	Km ²	
Organización administrativa	N/A	N/A	3 poderes: Ejecutivo (Presidente de la República del Paraguay), Legislativo y Judicial.
Crecimiento medio anual de la población	1,37	%	
Tasa de alfabetización	94,3	%	
Tasa de urbanización	60	%	
PIB Per Cápita	4.970	USD	
PIB (Año 2020)	36.049mill	USD	
Clima	N/A	N/A	Subtropical (zonas secas al occidente y zonas húmedas al oriente).
Temperatura media	24 °C e inferior a 22 °C	Grados Celsius	(24 °C en el occidente e inferior a 22 °C en el oriente).
Idiomas oficiales	N/A	N/A	Español y Guaraní

Fuente: Ministerio de Industria y Comercio. (2021)

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”.

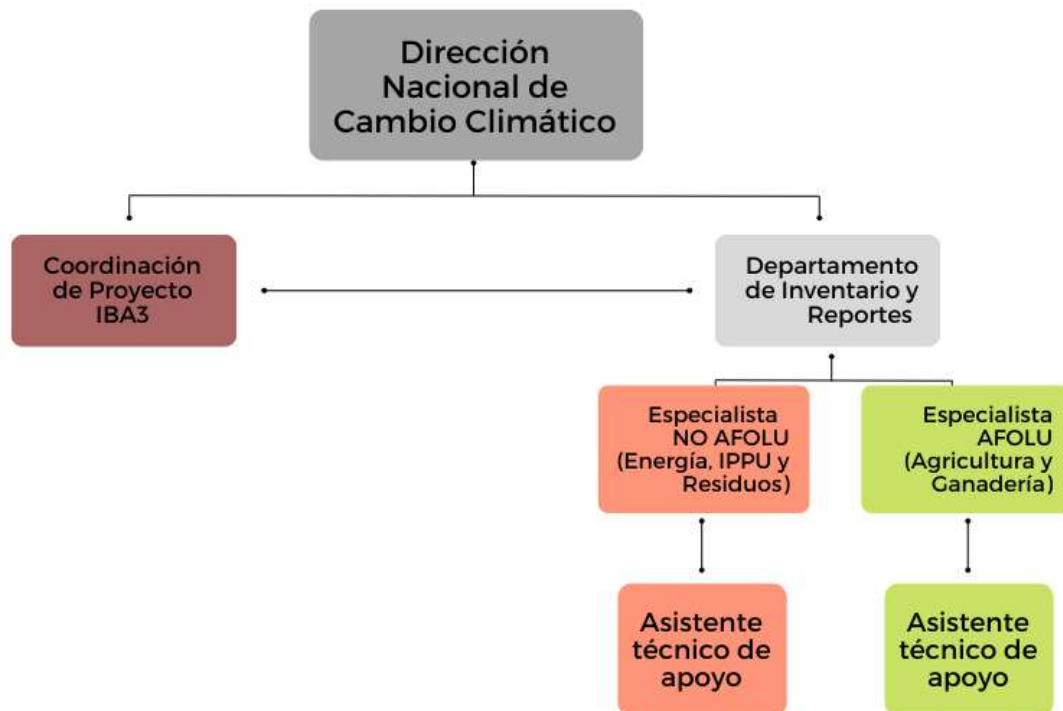
En ese orden, en 2011 se aprueba la Política Nacional de Cambio Climático, cuyo objetivo es instalar el tema del Cambio Climático a nivel nacional e impulsar la implementación de medidas articuladas conducentes a su adecuado abordaje, coherentes con las prioridades del desarrollo nacional y la consolidación 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 N° 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 37 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 N° 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

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 de INGEI del MADES.

Con respecto al equipo encargado del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), son financiados a través de proyectos internacionales, 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 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.

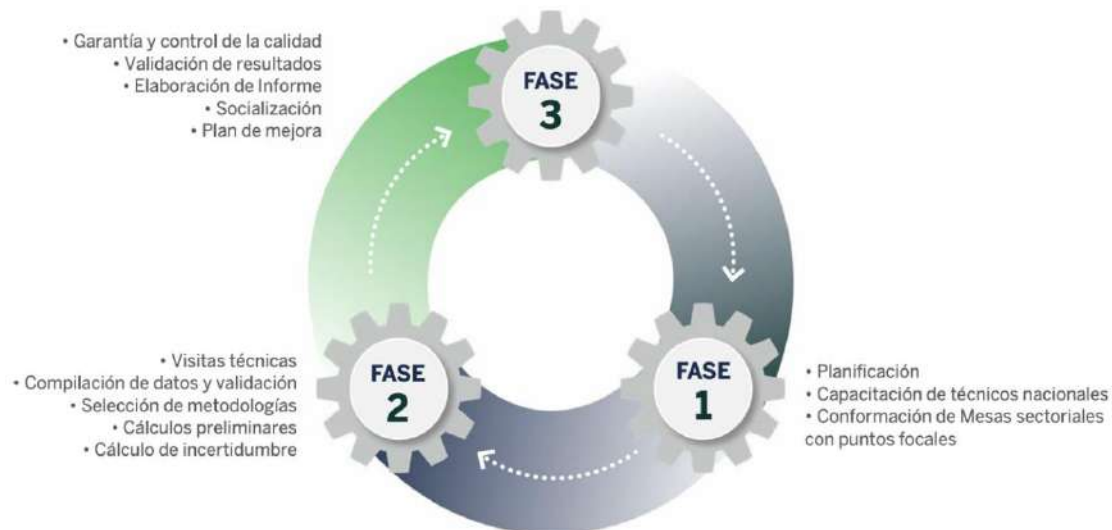
El equipo del INGEI de Paraguay cuenta con el apoyo de todos los miembros de la Comisión Nacional de Cambio Climático para la recopilación de datos, teniendo un punto focal en cada institución correspondiente a los distintos sectores del inventario. Si bien, aun no contamos con legislaciones vigentes con respecto a la provisión de datos, esta se realiza de manera coordinada, y en colaboración 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 1.4 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 de INGEI del MADES.

La Fase I, corresponde a la etapa inicial en donde se realizó la planificación de trabajo, conformación de los equipos, y para el caso de las mesas de trabajo, con cada uno de los representantes de las instituciones, esto una vez identificados los 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 durante el 2020 y el primer semestre de 2021 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).

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 Fase III. Durante este proceso se realizaron consultas para la aclaración de dudas, vacíos o interpretaciones en base a los datos proveídos y 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), el cual se realizó 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 fue socializado y validado con los actores claves.

Además, 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.

1.2.3. 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 1990-2017, se ha realizado teniendo en cuenta las siguientes actividades que se mencionan a continuación:

Tabla 1. 2

Actividades para la elaboración del INGEI

1. Planear	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.	
2. Recolectar	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.
3. Estimar	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 con la circunstancia nacional.
	Redacción de acta o minuta de reunión.
	Recepcionar otras circunstancias nacionales adicionales a las recolectadas en las mesas sectoriales.
4. Escribir	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.
5. Mejorar	Bazar revisiones futuras del inventario actual con las revisiones de los inventarios anteriores.
	Incorporación de comentarios y ajustes arreglos realizados por el experto internacional
	Preparación de un plan nacional de mejoras del inventario.
6. Finalizar	Informe final.
	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 de 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.

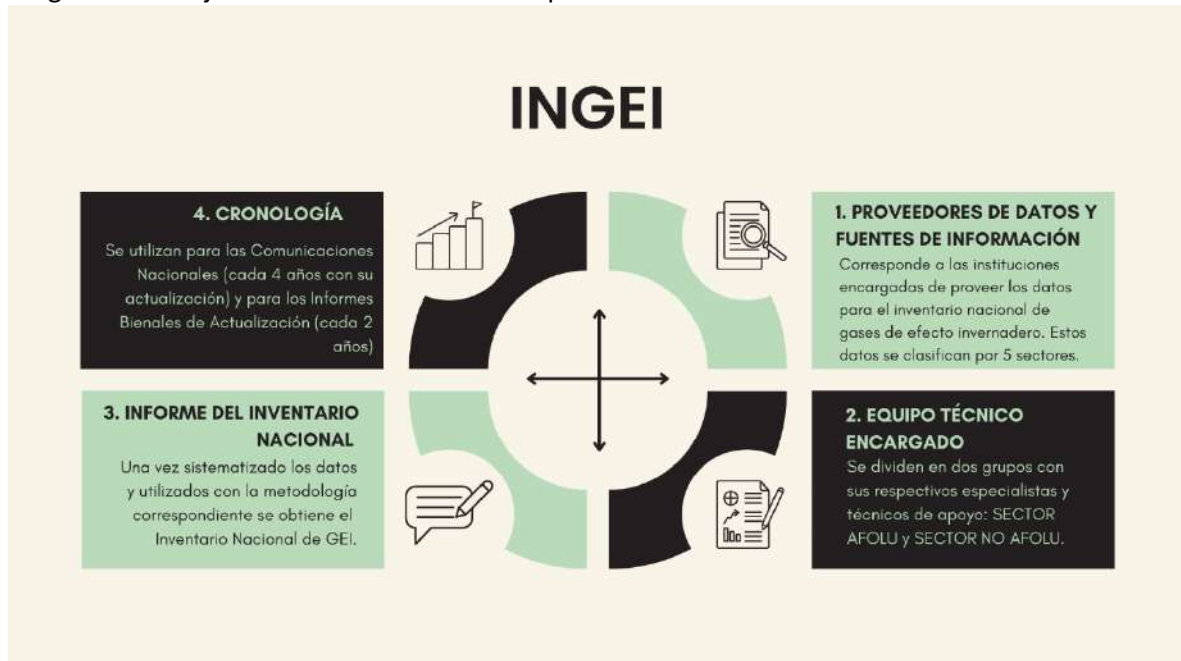
<i>Sector</i>	<i>Proveedor</i>
ENERGÍA	Viceministerio de Minas y Energía (VMME)
	Petróleos Paraguayos (PETROPAR)
	Viceministerio de Transporte (VMT)
	Ministerio de Industria y Comercio (MIC)
	Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC)
	Administración Nacional de Electricidad (ANDE)
	Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción (UNA)
	Itaipú Binacional
IPPU	Dirección Nacional de Aduanas (DNA)
	Industrias de cemento
	Departamento de Ozono de la Dirección General del Aire (MADES)
	Industria de vidrio
	Ministerio de Industria y Comercio (MIC)
	Itaipú Binacional
	Entidad Binacional Yacyreta
	Instituto Nacional de Estadística (INE)
RESIDUOS	Dirección de Control de la Calidad Ambiental (MADES)
	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPyBS)
	Empresa privada
	Instituto Nacional de Estadística (INE)
	Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay (ESSAP)
	Municipalidad de Asunción
	Dirección de Agua Potable y Saneamiento (DAPSAN - MOPC)
	Gestión Integral de Servicios Ambientales SA (GISA)
AFOLU	Dirección de Geomática (MADES)
	Instituto Forestal Nacional (INFONA)
	Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad (MADES)
	Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Asunción (UNA)
	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)
	Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción (UC)
	Viceministerio de Minas y Energía (VMME)
	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 Paraguay
	Fundación Moisés Bertoni
	Mesa Paraguaya de Carne Sostenible (MPCS)
	Unión de Gremios de Producción (UGP)
	Cámara Paraguaya de Industrias Lácteas (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)

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

Para realizar el trabajo coordinado con los proveedores de datos, cada información se sistematiza de acuerdo con 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, en la Figura 1.5, a través del diagrama se pueden observar los componentes que forman parte del inventario nacional de gases de efecto invernadero.

Figura 1. 5

Diagrama del flujo de la información entre la provisión de datos



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

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. Además, para los sectores Energía, IPPU y Residuos, se ha utilizado el Software del IPCC, versión 2.691. En general, la estimación de emisión de GEI se basa en la siguiente fórmula: $E = DA \times FE$. (Emisión de la Fuente = Dato de Actividad Humana por Factor de Emisión correspondiente).

En donde 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 estas. 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.

Tabla 1. 4

Resumen de métodos aplicados en el inventario de Paraguay

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
1.	Energía	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NA, NO	D, IE, NA, NO	T1, IE, NA, NO	D, IE, NA, NO						
1.A.	Actividades de quema de combustible	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO						
1.A.1.	Industrias de la energía	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, 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.	Otros (especificar)	IE	IE	IE	IE	IE	IE						
1.B.	Emissiones fugitivas de combustibles	NE, NO	NE, NO	T1, NO	D, NO	NA, NO	NA, NO						
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO	NO	NA, NO	NA, NO						
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NE, NO	NE, NO	T1, NO	D, NO	NA, NO	NA, NO						
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO	NO										
2.	Procesos industriales y uso de productos	T1, T2, 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, 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	NA, NO	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 (especificar)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.	Agricultura	T1, NE, NO, NA	D	T1, T2, NO, NA	D, CS	T1, T2, NE, NO, NA	D						
3.A.	Fermentación entérica			T1, T2, NO, NA	D, PE								
3.B.	Gestión del estiércol			T1, T2, NO, NA	D	T1, T2, NO, NA	D						
3.C.	Cultivo del arroz			T1, NO	D								
3.D.	Suelos agrícolas					T1, 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)	NA	NA	NA	NA	NA	NA						
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	T2, T1, NE, NO	D, CS	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						
4.B.	Tierras de cultivo	T2, T1, 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						

Código	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFC		PFC		SF ₆	
		Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE	Método	FE
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, NA	D, NA						
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO						

Nota: NO: no ocurre, NE: no estimado, NA: no aplicable, IE: incluido en otra parte, T1: nivel 1, T2: nivel 2, T2a: nivel 2^a, T3: nivel 3, D: por defecto, CS: país específico, PS: planta específica.

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

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 por lo 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. 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 1. 5
Resumen del análisis de categorías principales (1990-2017) Método 1.

Código	Categorías de fuente y sumidero	GEI	Criterio de identificación
1.A.3.b.	Transporte Terrestre	CO ₂	N1T1
3.A.	Fermentación entérica	CH ₄	N1T1
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	N ₂ O	N1T1
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	N ₂ O	N1T1
3.C.	Cultivos de arroz	CH ₄	N1
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	N1T1
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	N1T1
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	N1T1
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	N1
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CO ₂	N1T1
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	N1T1
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂	N1

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de 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 1990-2017 de Paraguay, se desarrolló el Método 2: simulación de Monte Carlo, el cual consiste en la obtención de la Función de Distribución de Probabilidad mediante simulaciones. Para ello se utilizó el Software SPSS Statistics 26.0 y se realizaron las simulaciones a través del programa Excel.

De acuerdo con este análisis el balance de emisiones y absorciones de GEI del país para el año 2017 presenta una incertidumbre combinada de -85,3 % y +73,2 %. En términos generales, los sectores que más aportan a la del 2017, son el sector UTCUTS (-572,4 % y 609,1 %), seguido del sector Agricultura y Ganadería (-220,6 % y +302,6 %), el sector Residuos (-185,7 % y +188,7 %), luego el sector IPPU (-39,1 % y +47,7 %) y por último el sector Energía (-19,0 % y +19,3 %).

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 CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆; 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 CO₂ de la biomasa quemada con fines energéticos.

En el presente Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero no fueron estimadas las emisiones por 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); debido a la falta de información de datos de actividad, de metodologías apropiadas y por limitaciones de tiempo y recursos, priorizando el relevamiento de datos y cálculos de los gases directos.

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

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:

Tabla 1. 6

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

<i>GEI</i>	<i>Sector</i>	<i>Categorías de fuente y sumidero</i>
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	IPPU	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 con datos del IBA3

Tabla 1. 7

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

<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>
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.

<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>
		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.
		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.	
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.
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.		
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.		

<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>
		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.
		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 del INGEI con datos del IBA3.

Capítulo 2. Tendencia Nacional de Gases de Efecto Invernadero

2.1. Descripción de las emisiones y absorciones de GEI del 2017

Las emisiones totales netas (emisiones menos absorciones) para el 2017 se estimaron en 49.855,53 kt CO₂ eq. Las emisiones de CO₂ totalizan 22.535,24 kt, mientras que el CH₄ fueron 837,33 kt, el N₂O corresponde a 29,26 kt, los HFC 492,37 kt CO₂ eq y el SF₆ 19,84 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 2017 con mayor desagregación.

Tabla 2. 1

Resumen del inventario nacional de gases de efecto invernadero 2017 por sectores y categorías

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NOx	CO	COVD M	SO _x
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	22.535,24	837,33	29,26	492,37	NA, NO	19,84	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
1.	Energía	7.409,84	18,48	1,03					NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
1.A.	Actividades de quema de combustible	7.409,84	18,48	1,03					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.1.	Industrias de la energía	1,42	5,75E-05	1,15E-05					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	191,24	1,82	0,23					NE	NE	NE	NE
1.A.3.	Transporte	7.006,32	1,38	0,61					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.4.	Otros sectores	210,86	15,28	0,19					NE	NE	NE	NE
1.A.5.	Otros (especificar)	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NO	NO	NA, NO					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 y otras emisiones de la producción de energía	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	394,57	0,02	NE, NA, NO	492,37	NA, NO	19,84	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.A.	Industria de los minerales	316,45							NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.B.	Industria química	4,51	0,02	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.C.	Industria de los metales	54,27	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NO
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	19,34	NA	NA					NE, NA	NE, NA	NE	NE, NA
2.E.	Industria electrónica				NO	NO	NO	NO				
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO				492,37	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	19,84	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.H.	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NE
3.	Agricultura y Ganadería	140,46	765,98	28,39					NE	NE	NE, NO	
3.A.	Fermentación entérica		724,72									
3.B.	Gestión del estiércol		16,57	0,13							NE	
3.C.	Cultivo del arroz		24,68								NE, NO	
3.D.	Suelos agrícolas			28,26							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	104,22										
3.H.	Aplicación de urea	36,23										
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO										
3.J.	Otros (especificar)	NA	NA	NA					NA	NA	NA	
3.J.	Otros (especificar)	NA	NA	NA					NA	NA	NA	
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	14,510,98	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVD M	SO _x
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)
4.A.	Tierras forestales	-13,322.95	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.	Tierras de cultivo	11,124.31	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.	Pastizales	15,208.78	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.D.	Humedales	6.59	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.E.	Asentamientos	527.53	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.F.	Otras tierras	966.71	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	79,39	52,85	0,34					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NA, NO
5.A.	Disposición de residuos sólidos	NA	29,76						NE	NE	NE	
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos		NE	NE					NE	NE	NE	
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	79,39	2,25	0,03					NE	NE	NE	NE
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales		20,84	0,31					NE	NE	NE	
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Partidas informativas											
	Tanque internacional	156,90	1,10,E-03	4,39,E-03					NE	NE	NE	NE
	Aviación internacional	156,90	1,10,E-03	4,39,E-03					NE	NE	NE	NE
	Navegación internacional	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
	Operaciones multilaterales	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	12.627,66										
	CO ₂ capturado	NO										
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos	NO										

Nota: NO: no ocurre, NE: no estimado, NA: no aplicable, IE: incluido en otra parte.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

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

Para el año 2017 el balance de emisiones del Paraguay correspondió a 49.855,53 kt CO₂ eq. En donde, el sector Agricultura y Ganadería corresponde a 25.027,22 kt CO₂ eq que representa el 50,20 % de las emisiones del INGEI 2017. El sector UTCUTS representa el segundo sector con emisiones netas de 14.510,98 kt CO₂ eq alcanzando el 29,11 %. Seguidamente el sector Energía con 8.116,71 kt CO₂ eq representando el 16,28 % de las emisiones. Por su parte el sector Residuos con 1.293,42 kt CO₂ eq con el 2,59 %, mientras que el sector IPPU con un total estimado de 907,21 kt CO₂ eq representa el 1,82 %.

Según la Tabla 2.2 y la Figura 2.1, en la serie se observa que desde 1990 a 2017 el balance ha disminuido en un 0,22 %, teniendo fluctuaciones entre los años, principalmente con picos para el 2014 y 2015.

El sector Energía representa el 16,28 % del total de emisiones de GEI en el año 2017. Presenta un comportamiento creciente en las últimas décadas, representando un aumento del 225,85% con respecto al año 1990 y del 31,56 % con respecto al año 2015, siendo la principal causa de este incremento el aumento en el consumo de combustibles líquidos derivados del petróleo en el transporte terrestre.

El sector IPPU abarca el 1,82 % de las emisiones de GEI totales en 2017. El mismo tiene un comportamiento creciente de las emisiones de GEI, resaltando picos de emisiones en 1995, 2006 y 2016 y descensos notorios en 2001, 2002 y 2011, los cuales se pueden explicar por la relación directa con la producción de cemento, que es una de las principales subcategorías contribuyente de GEI en este sector. El aumento en los últimos años, del 2015 al 2017, se debió principalmente al incremento de las emisiones de HFC correspondiente a la subcategoría de refrigeración y aire acondicionado. Para este sector, con respecto a 1990, el aumento es del 254,75 % y 9,46 % con respecto al año 2015.

El sector Agricultura y Ganadería representó el 50,20 % del balance de 2017, correspondientes a 25.027,22 kt CO₂ eq, aumentando en un 67,33 % desde 1990 y disminuyendo en un 1,70% desde 2015. Siendo las emisiones provenientes del ganado las que determinan principalmente el comportamiento de las emisiones en este sector. La fermentación entérica ocupa el alrededor del 60% de total de emisiones. El comportamiento en la serie de tiempo se presenta regularmente ascendente con bajadas para los años 1991 y 2002.

Para el sector UTCUTS, que representa el 29,11 % del balance de emisiones, y siendo el único sector con absorciones, el balance de emisiones corresponde a 14.510,98 kt CO₂ eq. Este balance presenta una disminución de 54,24 % desde 1990. Comparando las emisiones del 2017 con el 2015 se observa una reducción del 65,12 %. Las emisiones presentan una tendencia fluctuante durante toda la serie. Se presenta un pico máximo en 2014 de 46.103,41 kt CO₂ eq, y un pico mínimo en el 2012 de 9.706,72 kt CO₂ eq. A partir del año 2012 se presenta variaciones debidas, en mayor medida, a la variabilidad en el cambio de uso de la tierra. Por otro lado, las absorciones corresponden a las tierras forestales debido a los bosques nativos y las plantaciones forestales, a las tierras de cultivo debido a los cultivos leñosos y a las prácticas de suelo, y además de los pastizales. Las fluctuaciones en las absorciones son principalmente a causa del balance por el aumento de las superficies de plantaciones forestales, variación de la superficie de bosques nativos y extracción de madera para combustible y otros usos.

Y, por último, el sector Residuos, que representa el 2,59 % del inventario nacional, presenta un comportamiento creciente de las emisiones de GEI, explicable principalmente por el aumento poblacional que incide directamente en las emisiones generadas por la disposición de los residuos sólidos y las aguas residuales domésticas, principales actividades relacionadas con la generación de emisiones en este sector. Desde 1990, las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 133,47 % y con respecto al año 2015 hubo un aumento del 10,84 %.

Tabla 2. 2

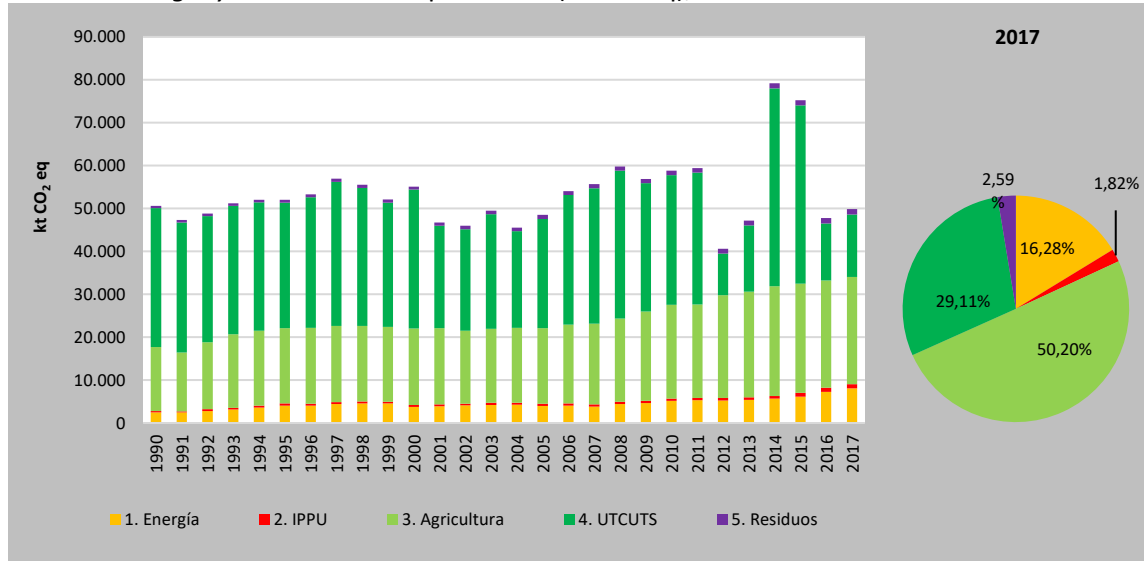
INGEI de Paraguay: balance de GEI por sector (kt CO₂ eq)

Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
Energía	2.490,95	4.051,97	3.785,01	3.950,36	5.151,00	6.169,57	7.272,02	8.116,71
IPPU	255,73	493,69	435,20	518,00	538,50	828,83	938,76	907,21
Agricultura y Ganadería	14.957,04	17.533,47	17.785,71	17.663,33	21.873,28	25.459,06	25.023,20	25.027,22
UTCUTS	31.709,61	29.301,74	32.382,39	25.457,07	30.218,19	41.603,85	13.305,50	14.510,98
Residuos	554,00	641,20	721,90	904,58	1.033,47	1.166,96	1.250,35	1.293,42
Balance	49.967,32	52.022,08	55.110,22	48.493,34	58.814,44	75.228,26	47.789,83	49.855,53

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura 2. 1

INGEI de Paraguay: balance de GEI por sector (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

2.3. Descripción e interpretación de la tendencia por GEI

En la serie 1990-2017 se observa en la Figura 2.2 que el CO₂ es el gas con mayor participación, representando el 45,20 % para el año 2017, seguido del metano (CH₄) con 35,27% y el N₂O con 18,50%, y en menor porcentaje los gases HFC 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 del 35,03 % en relación con el año 1990 y 53,00 % de disminución en comparación con el año 2015.

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 64,51 % en relación con el año 1990 y una disminución del 1,41 % en relación con el año 2015.

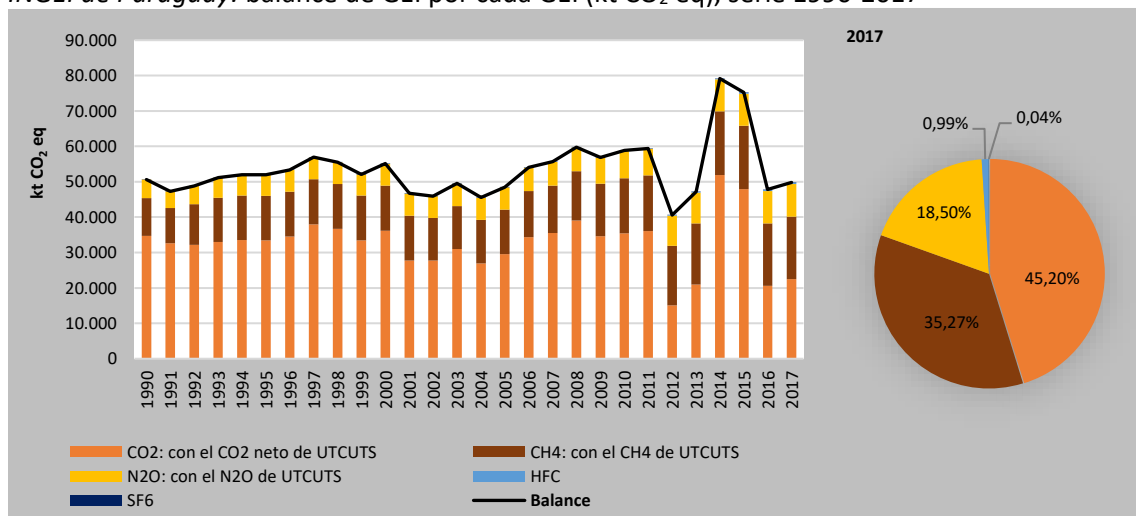
Para emisiones de N₂O el principal contribuyente es el sector Agricultura y Ganadería seguido por el sector Energía y Residuos. Este gas sufrió un aumento del 76,02 % en relación con el año 1990 y del 1,15 % de aumento en comparación con el año 2015.

Con relación a los gases HFCs, éstos son reportados desde el año 1997 y en la serie se observa un comportamiento creciente desde este año. Estas emisiones provienen del sector IPPU, específicamente por el uso de productos sustitutos de las SAO.

En menor proporción el gas SF₆ presenta un aumento del 107,50 % desde el año 1990 y del 66,00 % desde el 2015. Las emisiones provienen del sector IPPU, específicamente por la manufactura y utilización de otros productos.

Figura 2. 2

INGEI de Paraguay: balance de GEI por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Capítulo 3. Sector Energía (FCR 1)

El presente capítulo se refiere al sector Energía que abarca todas las emisiones de 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 abarcan actividades relacionadas con el sector energético que generan emisiones o absorciones de GEI. Estas categorías corresponden a las emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles (1A), emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles (1B) y captura o almacenamiento de CO₂ (1C).

Las subcategorías incluidas en el presente inventario fueron las siguientes:

1.A. Actividades de quema de combustible:

- 1.A.1. Industrias de la energía:
 - 1.A.1.a. Actividad principal Producción de electricidad y calor:
 - 1.A.1.a.i. Generación de electricidad (CO₂, CH₄, N₂O);
 - 1.A.1.a.ii. Refinación del petróleo (CO₂, CH₄, N₂O);
 - 1.A.1.b. Refinación del petróleo (CO₂, CH₄, N₂O);
- 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción (CO₂, CH₄, N₂O);
- 1.A.3. Transporte:
 - 1.A.3.a. Aviación civil
 - 1.A.3.a.i. Aviación internacional (Tanques internacionales) (CO₂, CH₄, N₂O);
 - 1.A.3.a.ii. Aviación de cabotaje (CO₂, CH₄, N₂O);
 - 1.A.3.b. Transporte terrestre (CO₂, CH₄, N₂O);
 - 1.A.3.c. Ferrocarriles (CH₄, N₂O);
- 1.A.4. Otros sectores:
 - 1.A.4.a. Comercial / Institucional (CO₂, CH₄, N₂O);
 - 1.A.4.b. Residencial (CO₂, CH₄, N₂O);

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

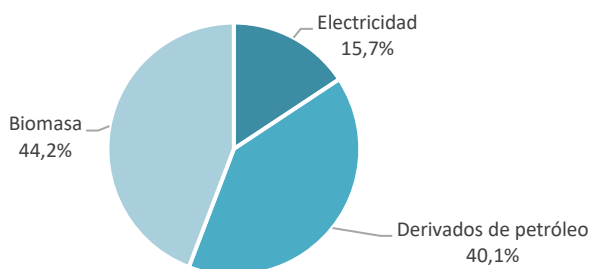
- 1.B.2. Petróleo y gas natural:
 - 1.B.2.a. Petróleo:
 - 1.B.2.a.iii.4. Refinación (CH₄).

El sector energético representa a nivel mundial alrededor del 40 % de las emisiones de GEI, donde las emisiones por la quema de carbón mineral son las principales aportantes. En Paraguay, el sector Energía contribuye en un 16,28 % del total de emisiones en el año 2017, 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 2017 la Biomasa representó un 44,2 % del consumo final, los derivados del petróleo un 40,1 % y la electricidad un 15,7 %.

Figura 3. 1

Estructura por fuente energética en el consumo final de energía, año 2017



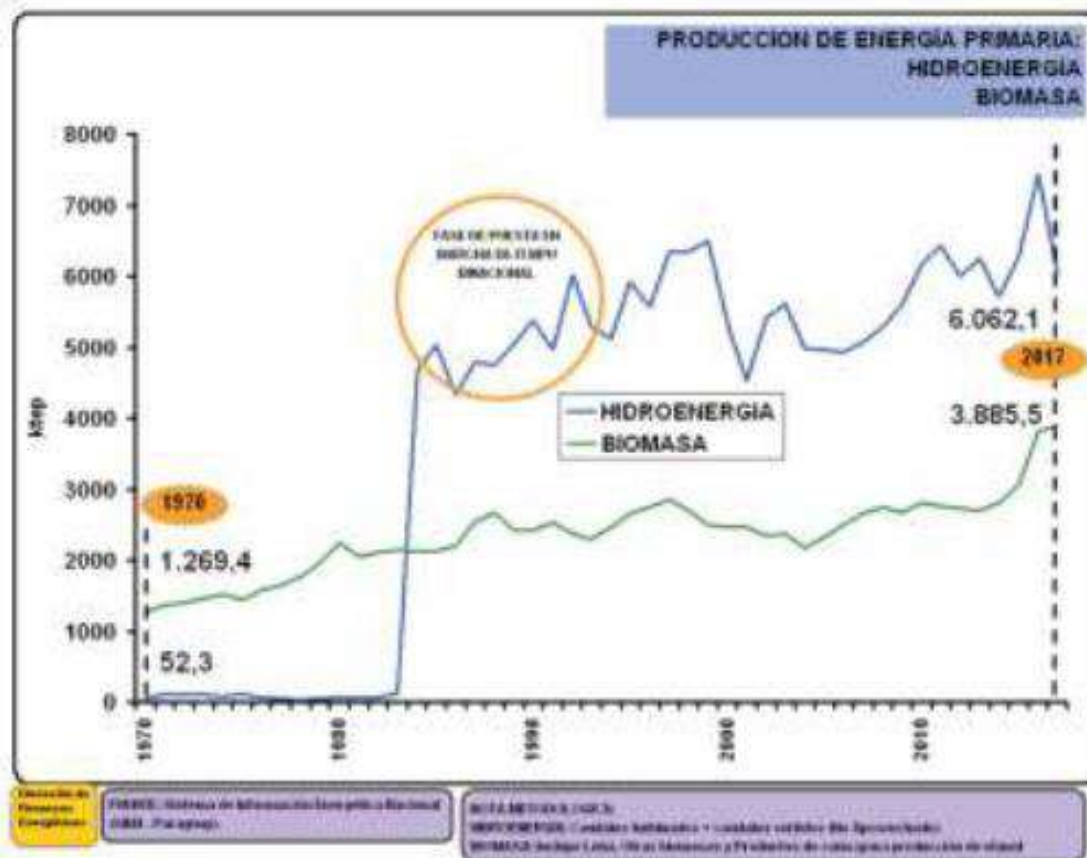
Fuente: VMME, 2018 (BEN 2017)

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.

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.

En la Figura 3.2 se observa la evolución histórica de la generación de fuentes de energía primaria en el país.

Figura 3. 2
Producción de energía primaria: hidroenergía y biomasa (ktep)



Fuente: VMME, 2018 (SIEN)

El suministro de energía en Paraguay se completa con la importación de derivados del petróleo (diesel, gasolinas de motor, gas licuado de petróleo, entre otros) para su uso en los sectores del transporte, comercial, residencial y la industria, entre los principales. La principal actividad relacionada con la generación de emisiones en este sector en el país corresponde al sector de 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.

En la Figura 3.3 se observa la evolución de la producción de recursos energéticos secundarios en el país.

Figura 3. 3

Producción de energía secundaria: electricidad, derivados de la biomasa y derivados del petróleo (ktep)



Fuente: VMME, 2018 (SIEN)

3.1.2. Tendencia de los GEI del sector

Las emisiones totales del sector Energía estimadas de GEI directos en el año 2017 fueron de 8.116,71 kt de CO₂ eq.

En la Tabla 3.1 se reporta el resumen de los resultados del inventario del sector por gas, categoría, subcategoría y fuente. El cálculo de gases precursores no fue estimado por falta de datos y tiempo.

Tabla 3. 1

Sector Energía: emisiones por gas, categoría, subcategoría y fuente (kt) para 2017

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HF C (kt C O ₂ eq)	PF C (kt C O ₂ eq)	SF ₆ (kt C O ₂ eq)	N F ₃ (kt C O ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
1.	Energía	7409,84	18,48	1,03					NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
1.A.	Actividades de quema de combustible	7409,84	18,48	1,03					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.1.	Industrias de la energía	1,42	5,75,E-05	1,15,E-05					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	1,42	5,75,E-05	1,15,E-05					NE	NE	NE	NE
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	191,24	1,82	0,23					NE	NE	NE	NE
1.A.2.a.	Hierro y acero	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.b.	Metales no ferrosos	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.c.	Sustancias químicas	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.g.	Otros (especificar)	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.3.	Transporte	7006,32	1,38	0,61					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.3.a.	Aviación civil	28,07	1,98,E-04	7,92,E-04					NE	NE	NE	NE
1.A.3.b.	Transporte terrestre	6978,25	1,38	0,61					NE	NE	NE	NE
1.A.3.c.	Ferrocarriles	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.4.	Otros sectores	210,86	15,28	0,19					NE	NE	NE	NE
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	13,85	0,15	1,78,E-03					NE	NE	NE	NE
1.A.4.b.	Residencial	197,01	15,13	0,19					NE	NE	NE	NE
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / Pesca	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.5.	Otros (especificar)	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.5.a.	Estacionaria	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.5.b.	Móvil	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NO	NO	NA, NO					NA, NO	NA, NO	NO	NA, NO
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NA, NO
1.B.1.a.	Minería y manejo del carbón	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
1.B.1.b.	Transformación de combustibles sólidos	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.1.c.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HF C (kt C O ₂ eq)	PF C (k t C O ₂ eq)	SF 6 (k t C O ₂ eq)	N F ₃ (k t C O ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVDM (kt)	SO ₂ (kt)
1.B.2	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NO	NO	NA, NO					NA, NO	NA, NO	NO	NO
1.B.2.a.	Petróleo	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.	Gas natural	NO	NO								NO	NO
1.B.2.c.	Venteo y quemado	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.d.	Otros (especificar)	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										

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

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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 en las últimas décadas, representando un aumento del 225,85 % entre los años 1990 y 2017, siendo la principal causa de este incremento el aumento del consumo de combustibles en las actividades de quema de combustibles. Con respecto al año 2015, el incremento de emisiones representó un 31,56 %, siendo el principal impulsor de este incremento la subcategoría de Transporte.

La contribución porcentual del sector Energía en el INGEI también presenta un incremento, pasando del 4,99 % en el año 1990 a un 12,03% en el año 2015, llegando a un 16,28% en el año 2017.

En la Tabla 3.2 y Figura 3.4 se puede observar el resumen del total de GEI del inventario del sector Energía por categoría.

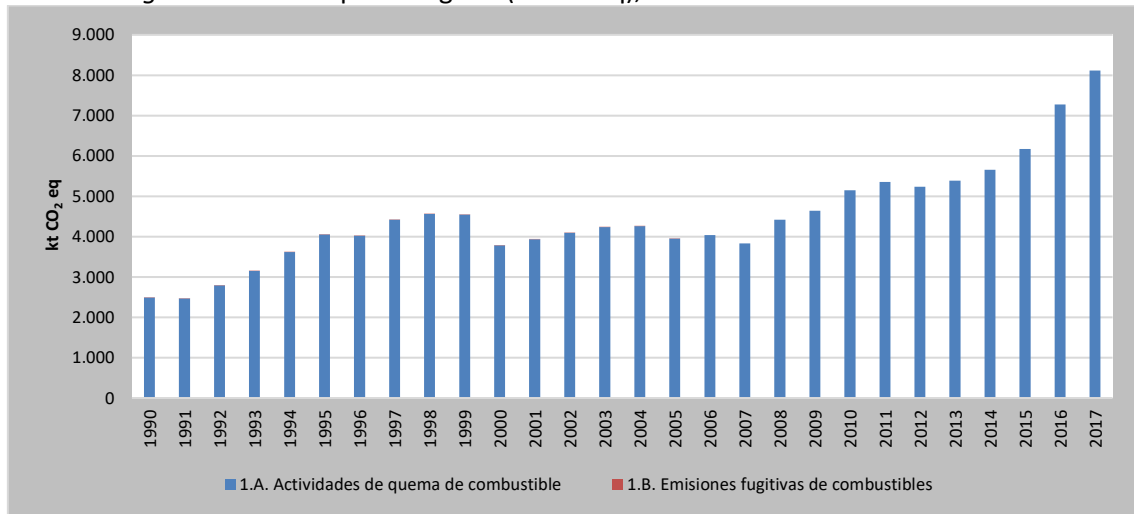
Tabla 3. 2
Sector Energía: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq)

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A. Actividades de quema de combustible	2.490,78	4.051,86	3.784,96	3.950,34	5.151,00	6.169,57	7.272,02	8.116,71
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	0,17	0,11	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	2.490,95	4.051,97	3.785,01	3.950,36	5.151,00	6.169,57	7.272,02	8.116,71

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

Figura 3. 4

Sector Energía: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

En la Tabla 3.3 y Figura 3.5 se puede observar el resumen del total de GEI del inventario del sector Energía por subcategoría.

Tabla 3. 3

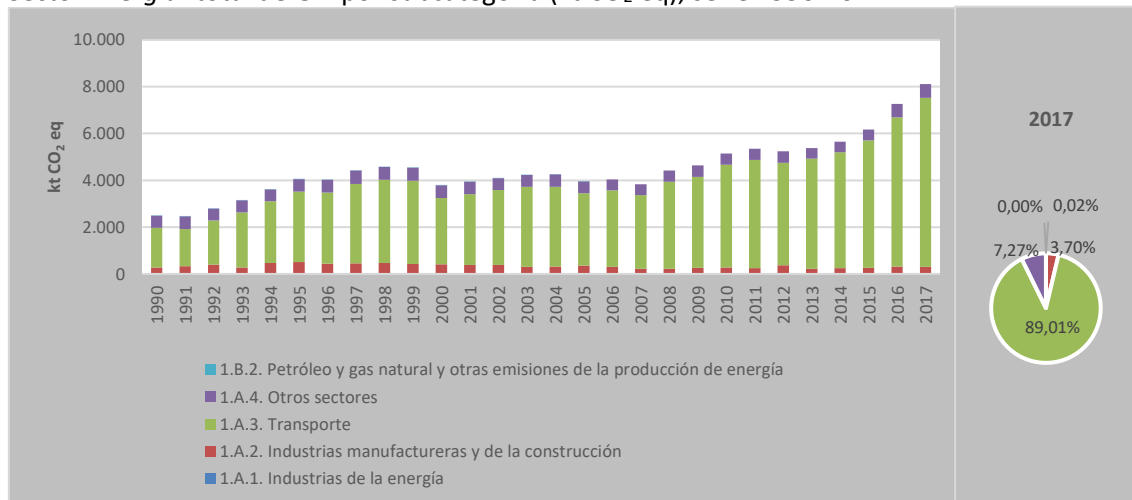
Sector Energía: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A.1. Industrias de la energía	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,18	1,42
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	249,29	498,83	411,86	349,91	270,80	262,22	321,17	300,28
1.A.3. Transporte	1.685,25	3.012,80	2.833,48	3.092,69	4.394,73	5.442,58	6.368,74	7.224,85
1.A.4. Otros sectores	525,75	536,19	536,99	507,39	485,12	463,50	580,93	590,16
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	0,17	0,11	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	2.490,95	4.051,97	3.785,01	3.950,36	5.151,00	6.169,57	7.272,02	8.116,71

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

Figura 3. 5

Sector Energía: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

En la serie temporal se observan picos de emisiones en los años 1998, 2011 y 2017 y descensos notorios en los años 2000 y 2007. Esto se puede explicar por la relación con las actividades económicas reflejadas en los valores del Producto Interno Bruto (PIB) y sobre todo por el comportamiento de las empresas industriales del sector cemento y acero, las cuales tienen una gran 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 los años de la serie temporal, representando el 100 % del total de las emisiones del sector en el año 2017.

En cuanto a las subcategorías, el Transporte representa el 89,01 % de las emisiones del sector Energía en el año 2017, siendo la de mayor relevancia el Transporte Terrestre. Le sigue en importancia la correspondiente a Otros sectores con un aporte del 7,27 % siendo la de mayor relevancia el Residencial.

Con respecto a los GEI resultantes de las actividades del sector, en el año 2017 el principal GEI emitido por el sector fue el CO₂, contabilizando un 91,29 % de las emisiones, seguido del CH₄ con un 4,78 % y N₂O con un 3,93 %.

El principal impulsor de las emisiones de CO₂ corresponde al sector del Transporte Terrestre, siguiéndole en importancia el sector Residencial.

Según los resultados del INGEI, entre los años 1990 a 2017, las emisiones de CO₂ tuvieron un incremento del 274,54 %, las emisiones de CH₄ se incrementaron un 7,21 % y el N₂O tuvo un aumento del 111,65 %. Con respecto al año 2015, en el año 2017 las emisiones de CO₂ se incrementaron un 31,01 %, el CH₄ aumentó un 44,03 % y el N₂O un 30,62 %.

Tabla 3. 4

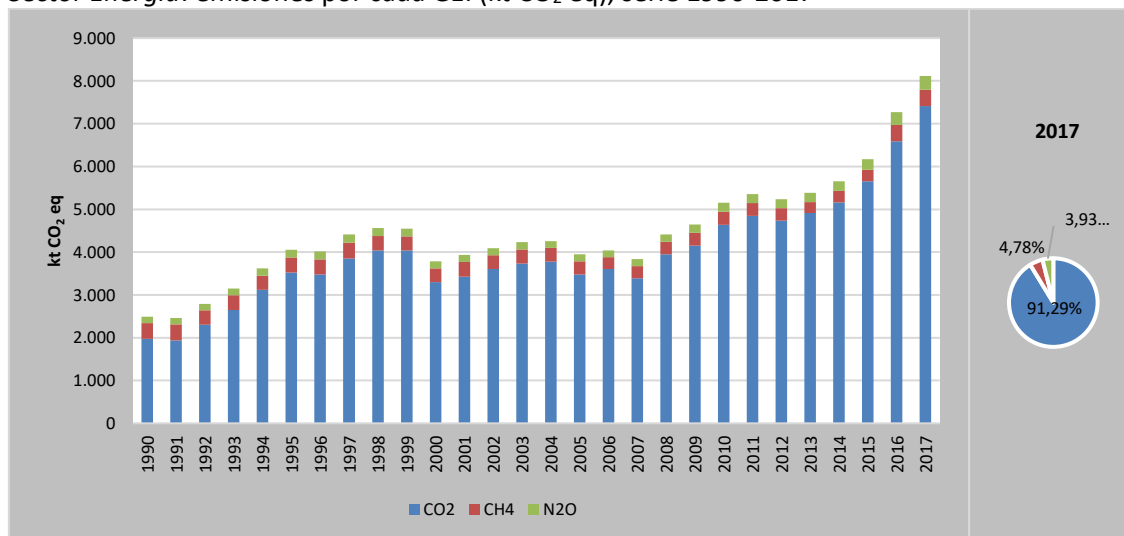
Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq)

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
CO ₂	1.978,40	3.526,70	3.296,77	3.478,94	4.636,22	5.656,05	6.589,16	7.409,84
CH ₄	361,89	344,92	320,92	309,74	305,38	269,39	379,07	388,00
N ₂ O	150,66	180,35	167,32	161,68	209,40	244,12	303,78	318,87
Total	2.490,95	4.051,97	3.785,01	3.950,36	5.151,00	6.169,57	7.272,02	8.116,71

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

Figura 3. 6

Sector Energía: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

3.1.1. 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. Se aplicaron métodos de Nivel 1 para todas las estimaciones, con factores de emisión 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 para este sector se realizó a través del IPCC Inventory Software, versión 2.691.

En el sector Energía los datos de actividad 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 VMME bajo el nombre de Balance Energético Nacional (BEN).

Los Balances Energéticos 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.

En muchos casos el consumo de combustibles está expresado en unidades de volumen, como: metro cúbico (m³), litros, etc.; en casos como estos, primeramente, se deben convertir a unidades de energía como: Joule, tonelada equivalente de petróleo.

Los datos del BEN están disponibles en unidades energéticas (Tera julios TJ), por lo cual se aplican factores de conversión proporcionados por el VMME, los cuales se presentan en la Tabla 3.5.

Por otra parte, los datos de “bunkers internacionales”, provistos por la DINAC en unidades volumétricas y de masa (litros y kilogramos) se convirtieron a unidades energéticas utilizando los valores de densidad del combustible, dato provisto por la DINAC (Tabla 3.5).

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

<i>Denominación de combustibles según</i>			<i>Poder calórico neto (TJ/Gg)</i>		<i>Densidad (kg/m³)</i>	
<i>IPCC</i>	<i>BEN</i>	<i>DINAC</i>	<i>Directrices IPCC 2006</i>	<i>VMME</i>	<i>VMME</i>	<i>DINAC</i>
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
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	

Referencias: Sombreado en gris = valores utilizados.

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 e información proporcionada por VMME y DINAC.

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

$$m \text{ (kg)} = \mu \times V$$

En donde:

m = masa en kilogramo (kg)

μ = densidad del combustible en kg/m³

V = volumen en litros (lts). La relación de volúmenes es 1 m³ = 1000 lts.

Seguidamente se procede a la conversión de kilogramos a toneladas y luego a Ktn. Luego se realiza la conversión a unidades de energía Tera Joule (TJ) para poder introducir el dato en la planilla de cálculo y realizar las estimaciones correspondientes; así, el total anual en Ktn debe ser multiplicado por el Valor Calórico Neto (VCN) por defecto del IPCC.

Para obtener el consumo aparente en TJ se multiplica el total de combustible en kilo tonelada (Ktn) por el valor calórico neto seleccionado, por tanto:

Ecuación 3. 2

Fórmula para conversión unidad: de masa a energía

$\text{total anual (TJ)} = \text{Total anual (Ktn)} \times \text{VCN}$
--

En todos los casos, los factores de emisión utilizados para calcular las emisiones de GEI en sector de Energía, fueron valores por defecto extraídos de las Directrices del IPCC de 2006.

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

<i>Categoría</i>	<i>CO₂</i>		<i>CH₄</i>		<i>N₂O</i>	
	<i>Método aplicado</i>	<i>Factor de emisión</i>	<i>Método aplicado</i>	<i>Factor de emisión</i>	<i>Método aplicado</i>	<i>Factor de emisión</i>
1. Energía	T1, IE, NE, NO	D, IE, NE, NO	T1, IE, NA, NO	D, IE, NA, NO	T1, IE, NA, NO	D, IE, NA, NO
1.A. Actividades de quema de combustible	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	NE, NO	NE, NO	T1, NO	D, NO	NA, NO	NA, NO
1.C. Transporte y almacenamiento de CO ₂	NO	NO				

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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.

En el contexto nacional, esta categoría incluye principalmente las emisiones producidas para la generación de energía, para la demanda de los sectores industrial, comercial, residencial y transporte.

Se realiza también una comparación de métodos de cálculo de emisiones de CO₂ a fin de identificar las diferencias entre los métodos sectoriales y de referencia.

Por otra parte, en esta categoría se reportan y exponen las metodologías y resultados, para la estimación de partidas informativas: Aviación internacional y emisiones CO₂ de biomasa. Además, se expone la situación sobre consumo no energético de combustibles.

Esta categoría representa prácticamente el total de las emisiones del sector Energía, representando el 100% en el año 2017 con 8116,71 kt CO₂ eq. Como se puede apreciar en la Tabla 3.7, desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 225,87 % y en el año 2015 en un 31,56 %, debido principalmente al aumento en el uso de combustibles líquidos derivados del petróleo en el transporte terrestre.

Los GEI de esta categoría están dados principalmente por el CO₂, así como también CH₄ y N₂O.

A nivel de subcategorías, Transporte es la de mayor importancia con un 89,01% del total, seguido de Otros sectores (Comercial/institucional y Residencial) con 7,27% y un 3,70% de Industrias manufactureras y de la construcción (ver Figura 3.7).

Tabla 3.7

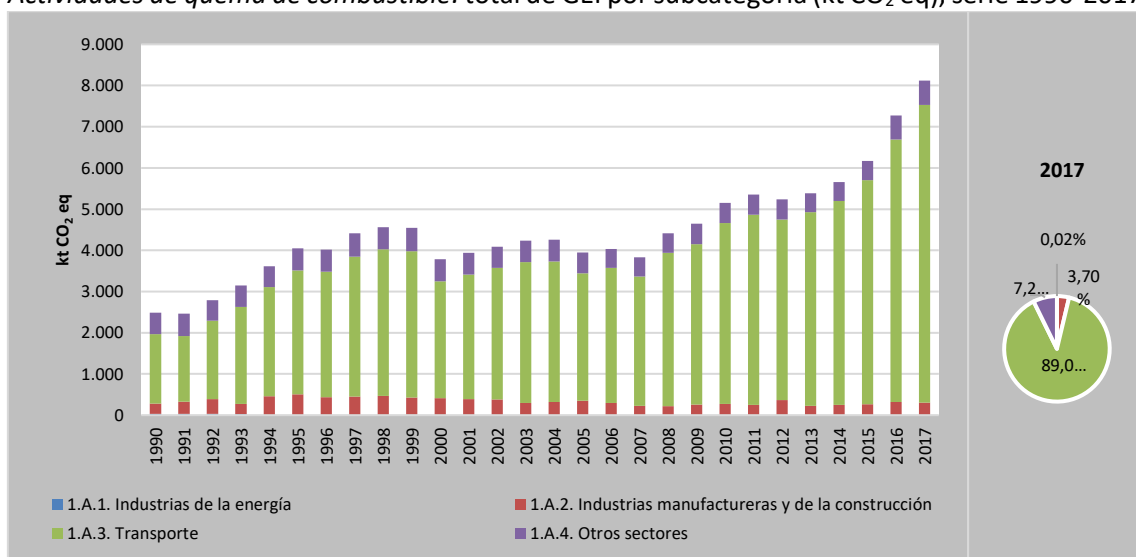
Actividades de quema de combustible: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A.1. Industrias de la energía	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,18	1,42
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	249,29	498,83	411,86	349,91	270,80	262,22	321,17	300,28
1.A.3. Transporte	1.685,25	3.012,80	2.833,48	3.092,69	4.394,73	5.442,58	6.368,74	7.224,85
1.A.4. Otros sectores	525,75	536,19	536,99	507,39	485,12	463,50	580,93	590,16
Total	2.490,78	4.051,86	3.784,96	3.950,34	5.151,00	6.169,57	7.272,02	8.116,71

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

Figura 3.7

Actividades de quema de combustible: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

3.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las 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 factores de emisión por defecto y utilizando las Ecuaciones descripta a continuación.

Ecuación 3.3

Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria Nivel 1

$$Emisiones_{gases\ efecto\ invernadero} = Consumo_{combustible} \cdot Factor\ de\ emisión_{GEI,combustible}$$

Fuente: Ecuación 2.1; Capítulo 2; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006

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.

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, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO
1.A.1. Industrias de la energía	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, 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	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 de equipo técnico de INGEI del MADES.

3.2.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad correspondientes a esta categoría provienen principalmente de los BEN, proporcionados por el VMME. Para el sector de aviación se utilizaron datos de la DINAC.

En algunos casos, donde se presentaban vacíos de información, fueron completados mediante tratamientos estadísticos cuyos resultados se presentan en las correspondientes subcategorías.

A continuación, se presentan las Tablas 3.9, 3.10 y las Figuras 3.8, 3.9, donde se observa un resumen de los tipos de combustibles consumidos por año.

Tabla 3.9

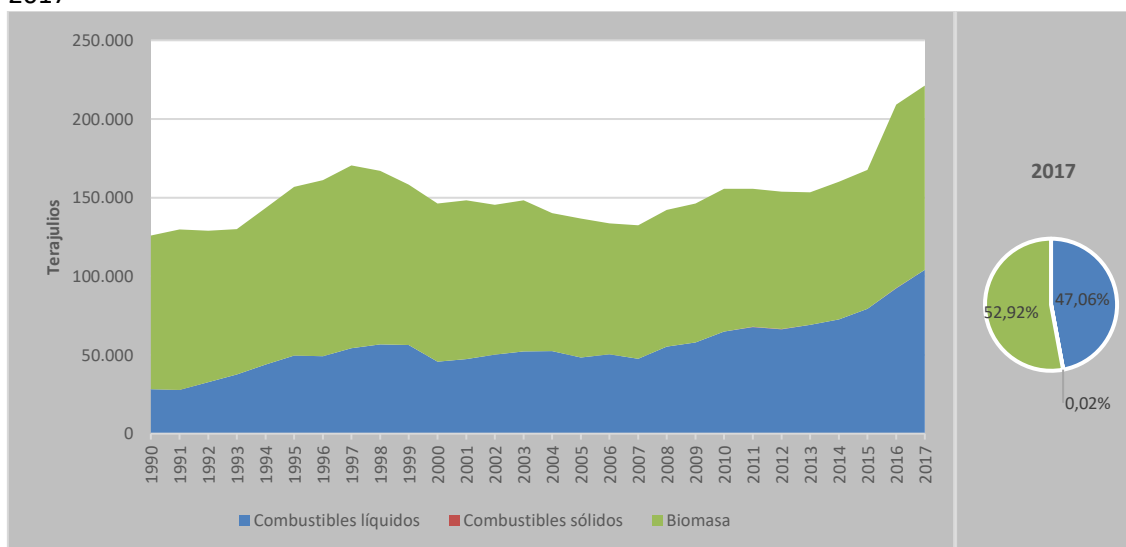
Actividades de quema de combustible: consumo por tipo de combustible (terajulios)

Año	Combustibles líquidos	Combustibles sólidos	Biomasa
1990	28.278,02	0,33	97.646,40
1995	49.729,23	0,45	107.034,94
2000	45.860,22	1,62	100.334,52
2005	48.484,97	8,79	88.143,45
2010	64.889,81	4,95	90.670,18
2015	79.307,01	108,70	88.262,70
2016	92.457,21	51,96	116.555,39
2017	104.120,44	39,91	117.078,20

Fuente: BEN, BNEU e información proporcionada por VMME, DINAC, Petrobras y llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3. 8

Actividades de quema de combustible: consumo por tipo de combustible (terajulios), serie 1990-2017



Fuente: BEN, BNEU e información proporcionada por VMME, DINAC, Petrobras y llenado de vacíos de información mediante estadística.

Tabla 3. 10

Actividades de quema de combustible: consumo de combustible por tipo (terajulios)

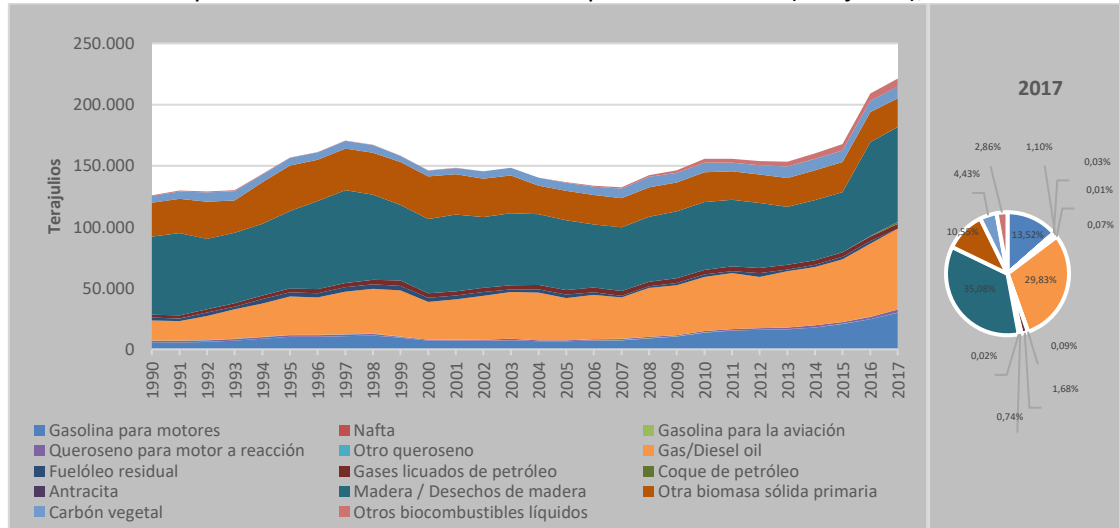
Año	Combustibles líquidos									Combustibles sólidos	Biomasa			
	Gasolina para motores	Nafta	Gasolina para la aviación	Queroseno para motor a reacción	Otro queroseno	Gas/Diesel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Coque de petróleo	Antracita	Madera / Desechos de madera	Otra biomasa sólida primaria	Carbón vegetal	Otros biocombustibles líquidos
1990	5.683,46	55,47	4,69	1.053,26	387,66	16.484,12	2.264,19	2.345,17	0,00	0,33	63.793,78	27.658,13	5.511,21	683,28
1995	10.146,95	63,66	8,46	1.262,23	390,13	31.297,16	3.359,47	3.201,17	0,00	0,45	63.221,41	37.112,29	6.406,16	295,08
2000	7.119,40	71,31	15,27	540,75	222,55	30.752,34	3.348,75	3.789,85	0,00	1,62	60.568,92	34.754,61	4.919,38	91,61
2005	6.555,07	52,81	27,56	763,37	66,76	34.354,29	2.906,04	3.759,07	0,00	8,79	56.854,53	24.065,95	6.518,76	704,21
2010	13.605,47	58,96	117,17	1.072,99	15,33	44.335,66	1.934,59	3.749,64	0,00	4,95	55.363,36	24.484,77	7.809,23	3.012,82
2015	20.639,01	58,96	151,66	1.434,62	18,89	51.330,85	1.882,43	3.790,59	0,00	108,70	49.140,32	24.440,40	9.466,63	5.215,35
2016	24.535,29	58,96	143,34	1.837,86	19,90	59.788,64	1.993,84	3.708,73	370,65	51,96	76.680,57	24.562,67	9.197,28	6.114,87
2017	29.908,57	58,96	151,94	2.438,26	20,04	65.995,40	199,89	3.711,52	1.635,86	39,91	77.609,47	23.334,48	9.804,40	6.329,85

Fuente: BEN, BNEU e información proporcionada por VMME, DINAC, Petrobras 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 35,08 % del total, siguiéndole el gasoil/diésel con un 29,83 % del total.

Figura 3. 9

Actividades de quema de combustible: consumo por combustible (terajulios), serie 1990-2017



Fuente: BEN, BNEU e información proporcionada por VMME, DINAC, Petrobras 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 factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

A continuación, se presenta una Tabla de resumen con los factores de emisión utilizados por subcategoría y fuente de combustible:

Tabla 3. 11

Actividades de quema de combustible: factores de emisión (kg/TJ) aplicados por subcategoría y combustible

<i>Subcategoría/combustible</i>	<i>FE - CO₂</i>	<i>FE - CH₄</i>	<i>FE - N₂O</i>
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

<i>Subcategoría/combustible</i>	<i>FE - CO₂</i>	<i>FE - CH₄</i>	<i>FE - N₂O</i>
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	71900,00	10,00	0,60
Fuelóleo residual	77400,00	10,00	0,60
Gases licuados de petróleo	63100,00	5,00	0,10
Madera / Desechos de madera	112000,00	300,00	4,00
Carbón vegetal	112000,00	200,00	1,00
Otros biocombustibles líquidos	79600,00	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

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 usa los valores totales de la estadística nacional de energía, mientras que el Método sectorial usa valores específicos para cada categoría 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 pueden deber a: consideraciones diversas en el uso final y de transformación de los combustibles, ausencia de datos en las estadísticas nacionales de energía del BEN en los años 1990 a 1999, 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, entre otros.

En la Tabla 3.12 y las Figuras 3.10 y 3.11 se observan comparativamente las emisiones de CO₂ calculadas por el Método de Referencia y por el Método Sectorial para la serie histórica 1990-2017. El promedio de los valores absolutos de estas variaciones es de 0,8 % con un máximo absoluto de 3,7 % en el año 1992. En el 2017 se tiene una diferencia ínfima de 2,63 kt CO₂, lo que resulta prácticamente insignificante.

Tabla 3. 12

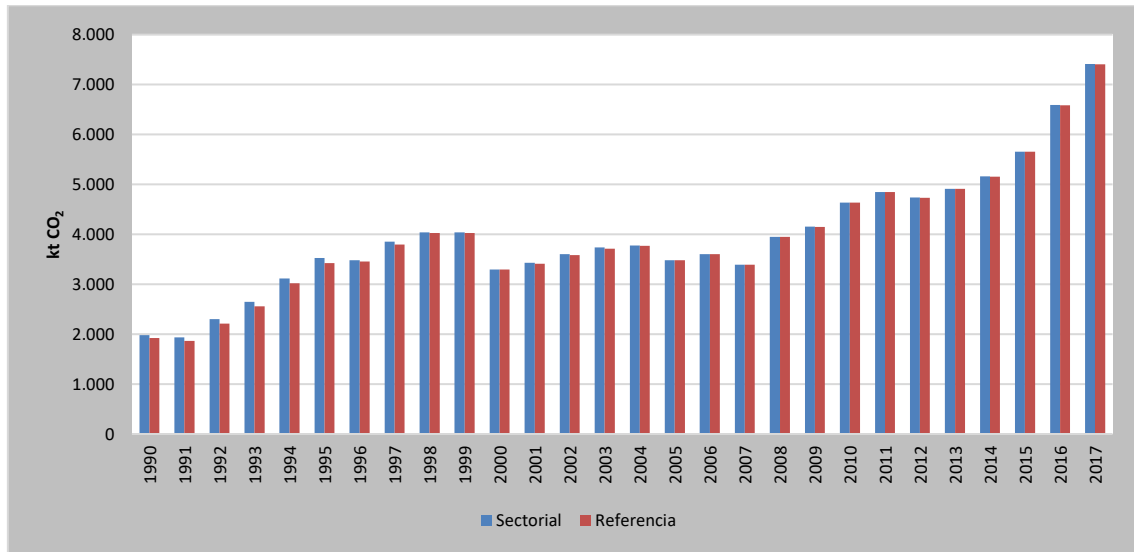
Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia (kt CO₂)

<i>Método</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
Sectorial	1.978,40	3.526,70	3.296,77	3.478,94	4.636,22	5.656,05	6.589,16	7.409,84
Referencia	1.922,44	3.422,70	3.298,21	3.478,07	4.634,23	5.655,70	6.586,65	7.407,21
Diferencia	55,95	103,99	-1,44	0,87	1,99	0,36	2,52	2,63
Diferencia %	2,83%	2,95%	-0,04%	0,03%	0,04%	0,01%	0,04%	0,04%

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

Figura 3. 10

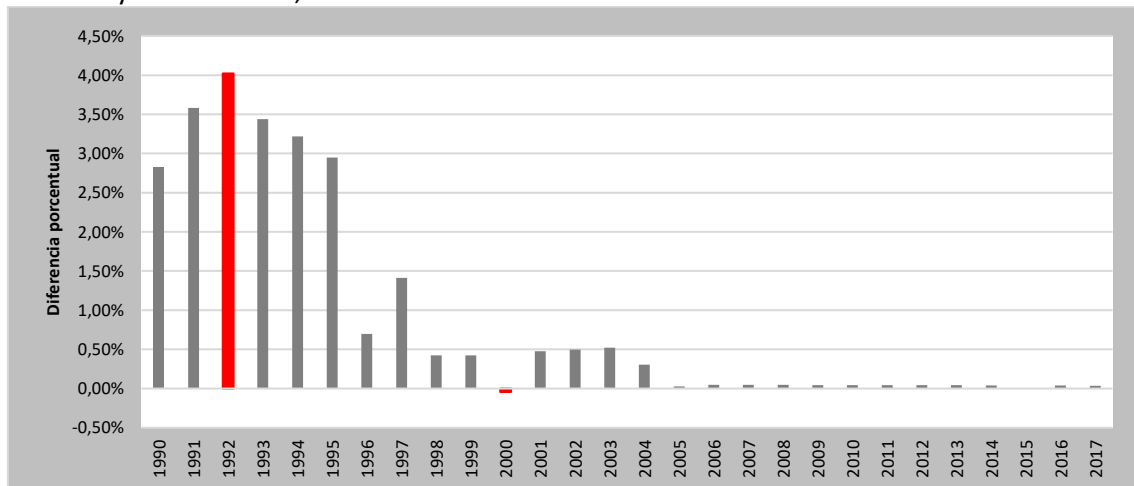
Comparación entre métodos: emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia (kt CO₂), serie 1990-2017



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

Figura 3. 11

Comparación entre métodos: diferencia porcentual entre las emisiones de CO₂ del método sectorial y de referencia, serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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.

La metodología del Método de referencia desglosa el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la quema de combustible en 5 pasos:

- 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

$$Emisiones\ CO_2 = \sum_{\text{todos los combustibles}} \left[\left((Consumo\ aparente_{\text{combustible}} \cdot Factor\ conv_{\text{combustible}} \cdot CC_{\text{combustible}}) \cdot 10^{-3} \right) - Carbono\ excluido_{\text{combustible}} \right] \cdot FOC_{\text{combustible}} \cdot 44/12$$

Fuente: Ecuación 6.1; Capítulo 6; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006

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 valor calórico neto

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.

Para el Método de referencia son utilizados como fuente de datos de actividad, 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 datos de actividad 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	-2.413,90	10.762,92	217,99	2.059,36	0,00	0,00
1995	8.666,32	8.479,71	-1.343,82	27.462,94	789,94	3.177,75	0,00	0,00
2000	4.650,22	6.670,38	0,00	28.788,31	1.623,46	3.759,21	0,00	0,00
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

Año	Petróleo crudo	Gasolina para motores	Queroseno para motor a reacción	Gas/Diesel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Coque de petróleo	Antracita
2016	0,00	24.737,58	203,68	59.788,82	1.993,84	3.708,73	370,65	51,96
2017	0,00	30.119,47	263,86	65.995,36	199,89	3.711,51	1.635,86	39,91

Fuente: BEN.

En cuanto a los factores de emisión utilizados 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 (t C/TJ)
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 de IPCC de 2006.

3.2.4. Combustibles del transporte internacional

3.2.4.1. Descripción y tendencia de los GEI 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, incluyendo los despegues y aterrizajes para estas etapas de vuelo. 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. Para su estimación se ha utilizado la Ecuación 3.6.

Ecuación 3. 6

Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la aviación civil

$$Emisiones = Consumo\ de\ combustible \bullet Factor\ de\ emisión$$

Fuente: Ecuación 3.6.1; Capítulo 3; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006

Las emisiones de la subcategoría Navegación marítima y fluvial (1A3d), tanto nacional como internacional, están siendo consideradas dentro de la categoría Transporte terrestre (1A3b), debido a que en el Balance Energético Nacional no se presentan datos desagregados para este sector a causa de que los emblemas no cuentan con registros de ventas por sector. 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 2017 se tienen emisiones de 158,28 kt CO₂ eq, correspondiendo en su totalidad al consumo de Jet Querosén para motores a reacción. Esto representa un aumento del 131,47 % con relación al año de base (1990) y un 69,96 % más que el año 2015, relacionado principalmente al incremento de uso de combustible en el transporte aéreo.

Se presentan notorias fluctuaciones en los valores del consumo en los años 1999, 2000 y 2001, lo cual podría deberse a los cambios en la administración de los datos estadísticos nacionales, pasando de la STP al VMME en año 1998.

En la Tabla 3.15 y Figura 3.12, se presentan los valores estimados de GEI de la subcategoría Aviación internacional en la serie 1990-2017.

Tabla 3. 15

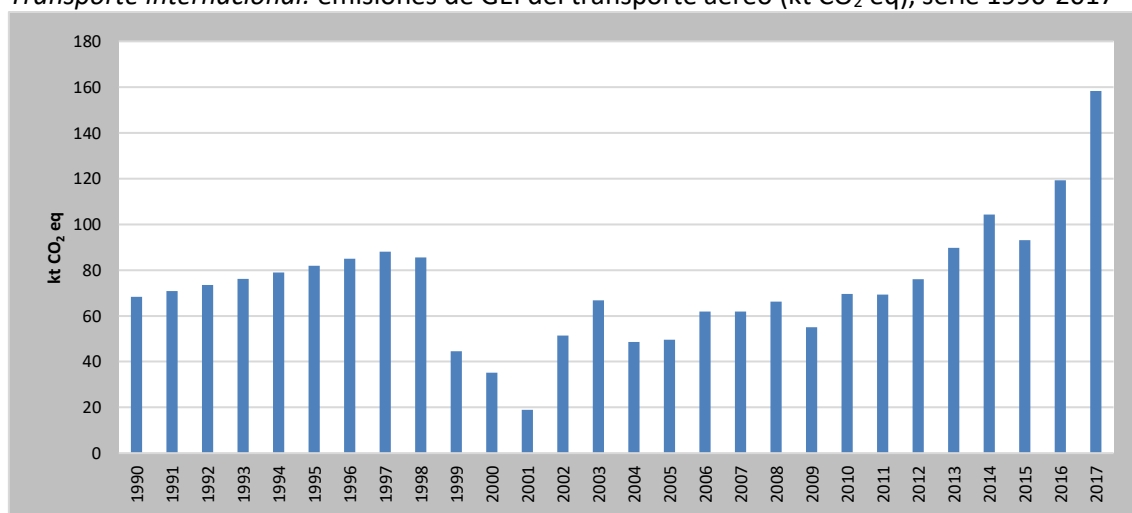
Transporte internacional: emisiones de GEI del transporte aéreo (kt CO₂ eq)

<i>Transporte internacional</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
Aéreo	68,38	81,94	35,10	49,56	69,66	93,13	119,31	158,28
Total	68,38	81,94	35,10	49,56	69,66	93,13	119,31	158,28

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

Figura 3. 12

Transporte internacional: emisiones de GEI del transporte aéreo (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEl 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, 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 factores de emisión correspondientes. Para el caso específico de los vuelos internacionales, se considera el combustible Jet Querosén (Jet A1) para motores a turbina.

Los datos de actividad utilizados fueron los recopilados del consumo de combustible en la categoría de aviación civil, provienen de las estadísticas nacionales de energía del BEN disponible en el SIEN (1996-2017). También fueron recopilados datos de consumo de combustibles de la DINAC (2005-2017) y de la empresa PETROBRAS (principal emblema proveedor de combustibles

para aviación), así como datos de la DINAC sobre la variación anual de pasajeros internacionales en los principales aeropuertos del país.

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 por diferentes métodos, resultando el más apropiado el de la media geométrica.

Cabe aclarar también que de los datos de consumo del combustible Jet Querosén, proporcionados por el emblema PETROBRAS, principal proveedor local desde el año 2005, indican que estimativamente el 90 % del mismo se usa para vuelos internacionales y 10 % 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 3.13 los datos de actividad del transporte internacional por combustible.

Tabla 3. 16

Transporte internacional: consumo de combustible (terajulios)

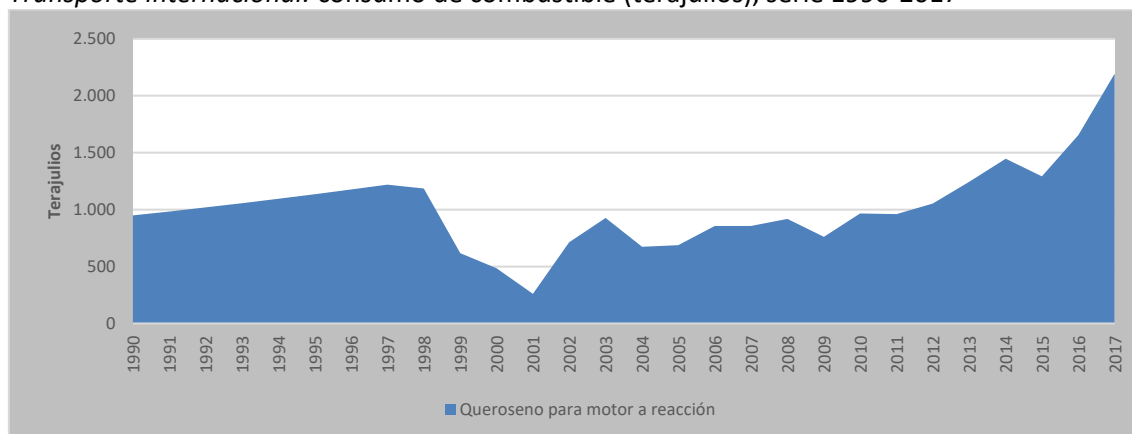
<i>Año</i>	<i>Queroseno para motor a reacción</i>
1990	947,94
1995	1.136,01
2000	486,68
2005	687,03
2010	965,69
2015	1.291,16
2016	1.654,07
2017	2.194,43

Referencias: Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: BEN e información proporcionada por DINAC, Petrobras y llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3. 13

Transporte internacional: consumo de combustible (terajulios), serie 1990-2017



Fuente: BEN e información proporcionada por DINAC, Petrobras y llenado de vacíos de información mediante estadística.

Los FE empleados para el cálculo de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O de la categoría fueron tomados por defecto por tipo de combustible, del Volumen 2, Capítulo 3, Cuadro 3.6.5 de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 3. 17

Transporte internacional: factores de emisión aplicados en transporte aéreo internacional (kg/TJ)

<i>Transporte internacional / combustible</i>	<i>FE - CO₂</i>	<i>FE - CH₄</i>	<i>FE - N₂O</i>
Aéreo / Queroseno para motor a reacción	71.500,00	0,50	2,00

Fuente: Directrices del IPCC de 2006

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

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. Las emisiones procedentes de la combustión de los biocombustibles se declaran elementos informativos, pero no se incluyen en los totales por sectores o nacionales, para evitar el cómputo doble.

En conformidad con las Directrices del IPCC de 2006, las emisiones de CO₂ de la combustión de biomasa en el sector Energía no están incluidas en el mismo, pero se las registra como información adicional para la verificación cruzada y para evitar el doble conteo con el sector UTCUTS. No obstante, las emisiones de CH₄ y N₂O se estiman e incluyen en el sector Energía y en los totales nacionales porque su contribución es adicional a los estimados en el sector UTCUTS.

En 2017, las emisiones de CO₂ de la biomasa contabilizaron 12.627,66 kt CO₂. Desde el año 1990, las emisiones de CO₂ se han incrementado en un 19,33 % y con respecto al 2015 el incremento ha sido del 34,01 %.

La cantidad estimada de CO₂ procedente de la combustión de biomasa para la producción de energía se presenta en la Tabla 3.18 y en la Figura 3.14.

Tabla 3. 18

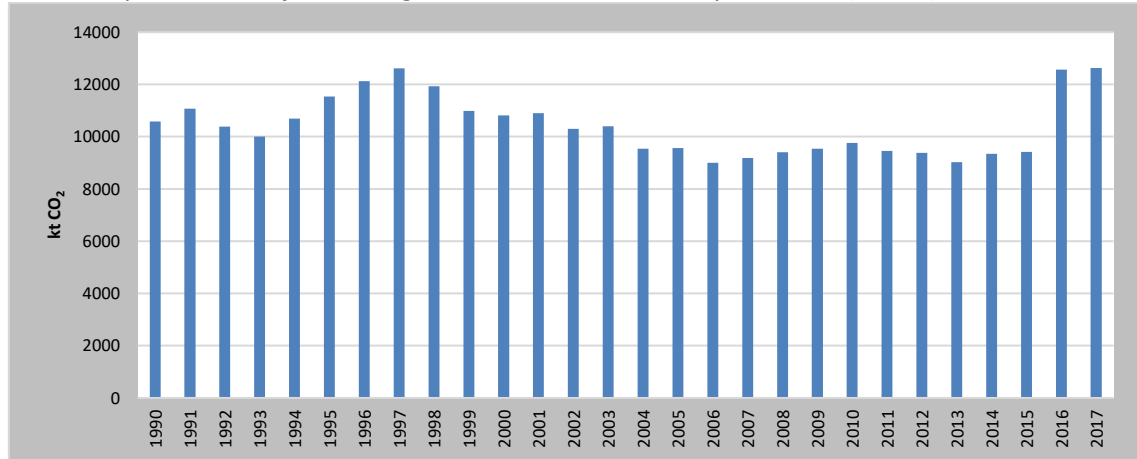
Biomasa quemada con fines energéticos: emisiones de CO₂ por fuente (kt CO₂)

Partida informativa	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
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	12.561,33	12.627,66
Total	10.582,36	11.533,01	10.817,44	9.560,46	9.763,63	9.423,16	12.561,33	12.627,66

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

Figura 3. 14

Biomasa quemada con fines energéticos: emisiones de CO₂ por fuente (kt CO₂), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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 1990-2017, con ligeros incrementos alrededor del año 1997 y principalmente en los últimos años 2016/2017. Las causas de estos incrementos estarían relacionadas con el aumento de la demanda de combustibles para fines energéticos de los sectores productivos.

3.2.5.2. Aspectos metodológicos específicos del CO₂ de la biomasa

Para la estimación de las emisiones de GEI de Emisiones de CO₂ de la biomasa se aplicó el método Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006, usando datos de actividad del BEN y factores de emisión por defecto. El consumo de biomasa se produce en actividades de combustión estacionaria y móvil.

Los datos de actividad 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, se recurrió a tratamientos estadísticos para completar todos los años de la serie temporal. Se emplearon diversas técnicas estadísticas, a fin de obtener los resultados que tenían mayor coherencia.

En la Tabla 3.19 se identifican los tratamientos estadísticos realizados a los datos.

Tabla 3. 19

Biomasa quemada con fines energéticos: tratamientos estadísticos aplicados

Categoría	Combustible	Método	Años
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Etanol	Tendencia lineal al punto	1990/2004
1.A.4.a. Comercial / Institucional	Etanol	Tendencia lineal al punto	1990/2004

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

A continuación, se presentan las Tablas 3.20, 3.21 y Figuras 3.15, 3.16 con el resumen de los datos de actividad correspondientes a la biomasa quemada con fines energéticos por fuente y por tipo de combustible.

Tabla 3. 20

Biomasa quemada con fines energéticos: consumo de biomasa por fuente y tipo (terajulios)

Año	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		
	Madera / Desechos de madera	Otra biomasa sólida primaria	Carbón vegetal	Otros biocombustibles líquidos	Otros biocombustibles líquidos	Madera / Desechos de madera	Madera / Desechos de madera	Carbón vegetal	Otros biocombustibles líquidos	Madera / Desechos de madera	Carbón vegetal	Otros biocombustibles líquidos	
1990	15.398,29	27.658,13	1.408,84	21,85	640,15	325,35	342,30	53,33	1,47	47.727,84	4.049,04	19,81	
1995	20.207,72	37.112,29	3.672,21	21,36	252,71	328,36	320,76	35,54	1,45	42.364,57	2.698,41	19,56	
2000	19.754,34	34.754,61	2.448,14	20,87	49,99	296,73	312,09	32,13	1,43	40.205,76	2.439,11	19,32	
2005	17.639,58	24.065,95	2.592,49	21,96	660,85	0,00	306,88	51,04	1,48	38.908,07	3.875,23	19,92	
2010	18.909,34	24.484,77	2.829,22	19,49	2.973,34	0,00	295,83	64,74	1,38	36.158,19	4.915,27	18,61	
2015	20.614,85	24.440,40	1.094,45	19,49	5.175,87	0,00	264,12	108,84	1,38	28.261,35	8.263,34	18,61	
2016	32.333,10	24.562,67	901,60	19,49	6.075,39	0,00	408,12	107,84	1,38	43.939,35	8.187,84	18,61	
2017	32.851,70	23.334,48	633,11	19,49	6.290,37	0,00	409,76	119,23	1,38	44.348,01	9.052,06	18,61	

Referencias: Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: BEN y llenado de vacíos de información mediante estadística.

Tabla 3. 21

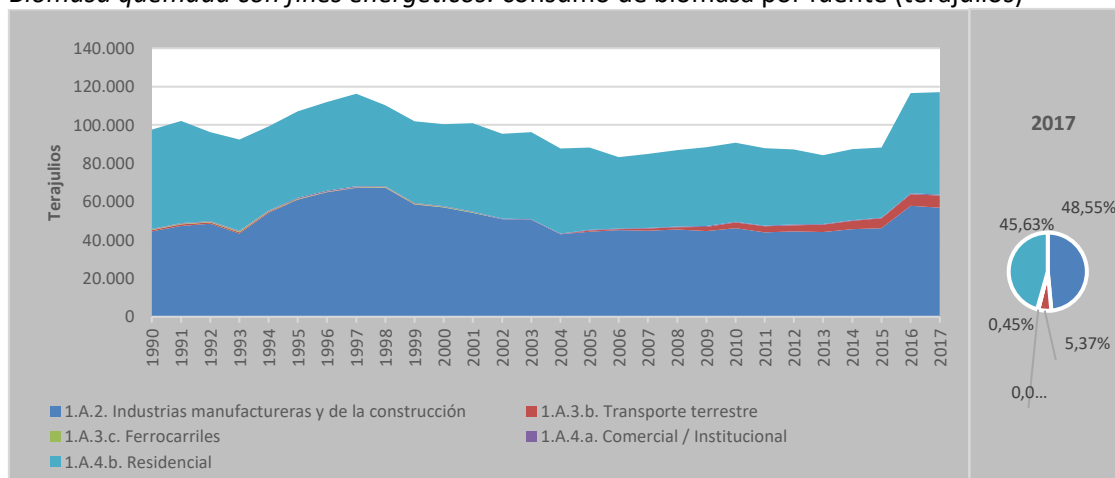
Biomasa quemada con fines energéticos: consumo de biomasa por fuente (terajulios)

Año	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
2016	57.816,86	6.075,39	0,00	517,35	52.145,79
2017	56.838,78	6.290,37	0,00	530,37	53.418,68

Fuente: BEN y llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3. 15

Biomasa quemada con fines energéticos: consumo de biomasa por fuente (terajulios)



Fuente: BEN y llenado de vacíos de información mediante estadística.

Tabla 3. 22

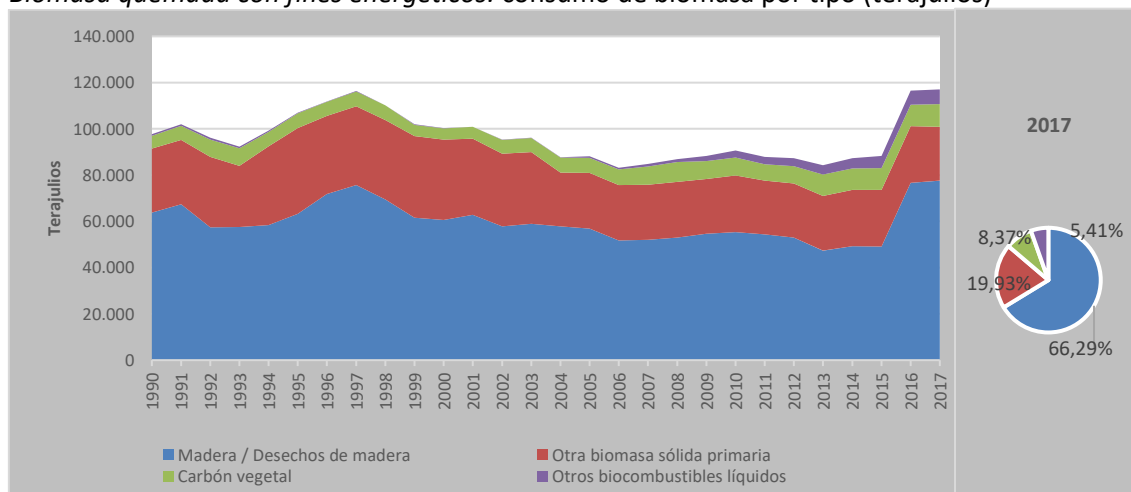
Biomasa quemada con fines energéticos: consumo de biomasa por tipo (terajulios)

Año	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
2016	76.680,57	24.562,67	9.197,28	6.114,87
2017	77.609,47	23.334,48	9.804,40	6.329,85

Fuente: BEN y llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3. 16

Biomasa quemada con fines energéticos: consumo de biomasa por tipo (terajulios)



Fuente: BEN y llenado de vacíos de información mediante estadística.

Los factores de emisión de emisión utilizados son valores por defecto extraídos de las Directrices del IPCC de 2006, los cuales son presentados en la Tabla 3.23.

Tabla 3. 23

Biomasa quemada con fines energéticos: factores de emisión aplicados por tipo de biomasa (kg/TJ)

<i>Combustible</i>	<i>FE - CO₂</i>
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

El BEN-SIEN presenta informaciones sobre el consumo de productos petroleros no energéticos, los cuales incluyen los aceites lubricantes, los solventes, las ceras de parafinas, entre los más relevantes.

Cabe aclarar que en el sector IPPU se contabilizan las emisiones de GEI de estos productos, teniendo particular atención de no tener una doble contabilidad por el uso de estos.

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. No incluye las emisiones por evaporación que ocurren en la refinería.

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, así como las actividades de extracción y producción de petróleo y gas natural, refinerías, centros de tratamiento de gas, coquerías, altos hornos y carboneras. Específicamente, para el INGEI se consideran las actividades de generación de electricidad en centrales térmicas y el proceso de refinación de petróleo en los años que estuvo operativa la refinería de PETROPAR.

En el primer caso, la electricidad generada por este medio resulta una fracción muy pequeña considerando las grandes centrales hidroeléctricas que posee el país, constituyendo una alternativa para aquellas zonas donde no llega el sistema de distribución de energía eléctrica de la red hidroeléctrica. 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, la ANDE cuenta con algunas centrales de generación térmica en ciudades que no están conectadas a la Red Eléctrica proveída por las centrales hidroeléctricas, entre ellas las de Bahía Negra, Loma Plata, Filadelfia y Nueva Mestre.

En el año 2017, la presente subcategoría contribuye en un 0,02 % al total del sector Energía con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. De esta forma, hubo una disminución del 95,34 % considerando el

año 2017 con respecto a 1990, mientras que hubo un aumento del 11,81 % con respecto al año 2015. En el año 2005 cesa las actividades de la refinería de petróleo de PETROPAR.

El principal impulsor de las emisiones de GEI actualmente representa el combustible diésel utilizado en las centrales térmicas existentes en el país.

Tabla 3. 24

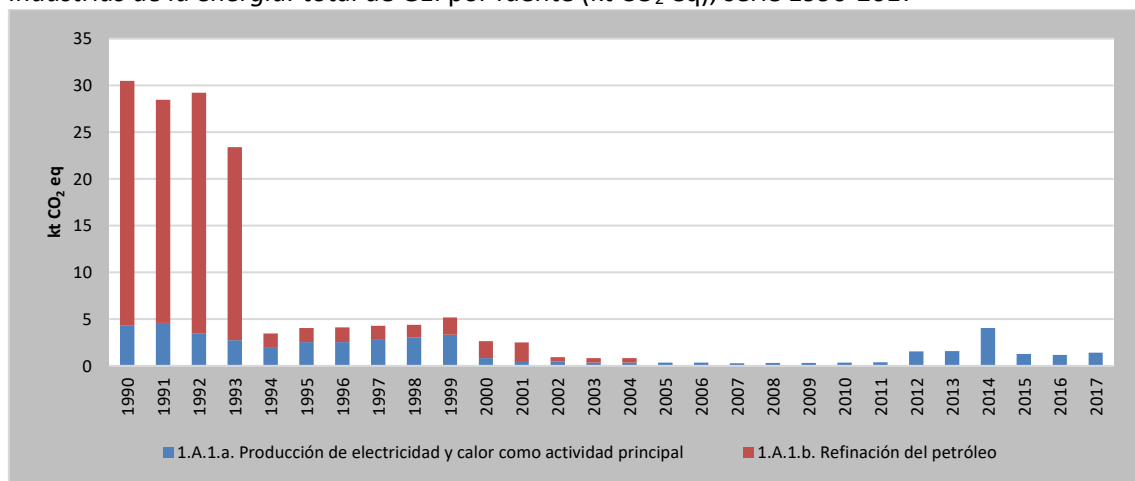
1.A.1. Industrias de la energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq)

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	4,29	2,55	0,83	0,36	0,35	1,27	1,18	1,42
1.A.1.b. Refinación del petróleo	26,20	1,50	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,18	1,42

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

Figura 3. 17

Industrias de la energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

En la siguiente Tabla resumen se presentan 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, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T1, IE, NO	D, IE, 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	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.1.c.i. Manufactura de combustibles sólidos	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.1.c.ii. Otras industrias de la energía	IE	IE	IE	IE	IE	IE

Referencias: T1 = Nivel 1; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NO = No ocurre.

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

De acuerdo con el árbol de decisiones y al no tratarse de una categoría principal se realizan las estimaciones de CO₂, CH₄ y N₂O aplicando el Nivel 1, utilizando los factores de emisión por defecto y datos de actividad nacionales.

Para aplicar una estimación de emisión del consumo de Diesel de la categoría en un Nivel 1 se aplicó la Ecuación 3.3 para cada categoría de fuente y combustible

3.2.7.1.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

El país cuenta con estadísticas nacionales de energía disponible en los BEN del SIEN elaborados por el VMME, 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 Balance Energético Nacional 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 Secretaría Técnica de Planificación de la Presidencia (STP) al Viceministerio de Minas y Energía (VMME), lo cual generó un vacío de información. Estos vacíos han sido completados mediante tratamientos estadísticos utilizando el método exponencial (promedio proporcional).

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.

En cuanto a los datos de refinamiento de petróleo, 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 2006. La refinería estatal PETROPAR 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 del SIEN proporcionan informaciones del autoconsumo no eléctrico de combustibles como: GLP, gasolina, kerosene, diésel, fuel oil utilizados en la refinería de petróleo.

Tabla 3. 26

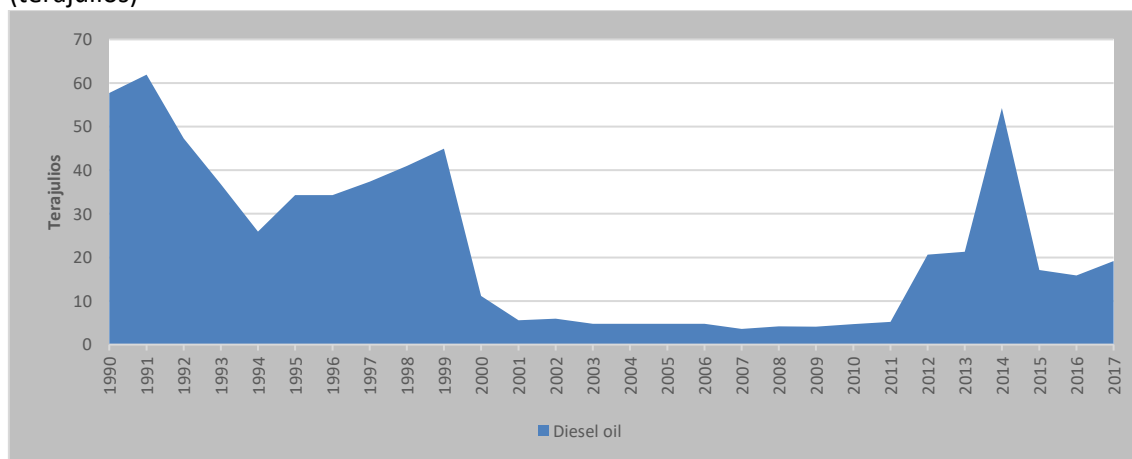
Industrias de la energía: consumo de combustible por fuente y tipo (terajulios)

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
2016	15,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	19,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: BEN y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3. 18

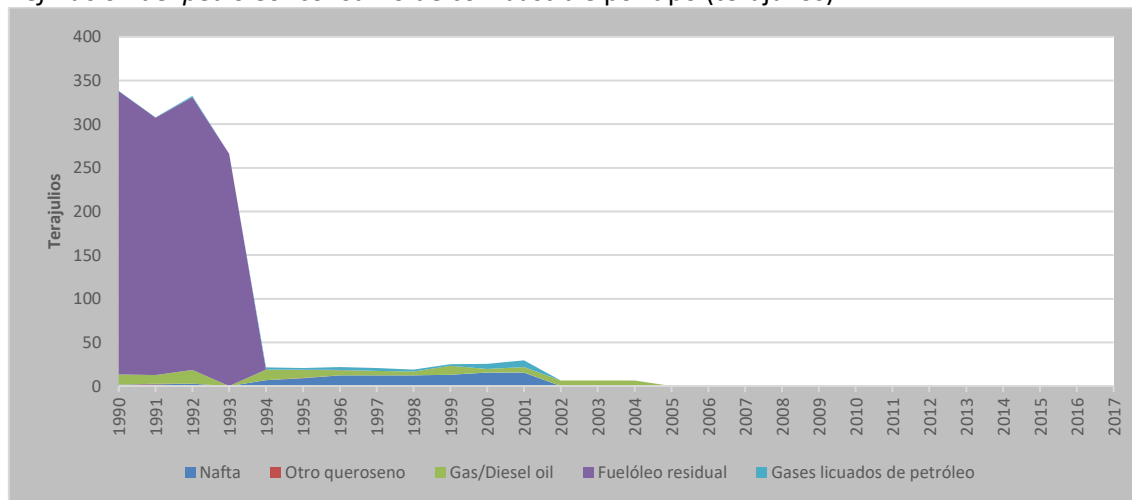
Producción de electricidad y calor como actividad principal: consumo de combustible por tipo (terajulios)



Fuente: BEN y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3. 19

Refinación del petróleo: consumo de combustible por tipo (terajulios)



Fuente: BEN.

3.2.7.1.2. 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 2006 para todos los GEI estimados.

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.

3.2.7.2. Incertidumbre específica de la subcategoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2017, 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.

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	Gas/Diesel oil	CO ₂	19,61	19,42	1,47
CH ₄	19,61	19,42	147,24		146,92	146,86	152,70	
N ₂ O	19,61	19,42	147,51		147,84	147,38	152,32	

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

La fuente 1.A.1.b. Refinación del petróleo no ocurre en el 2017 por tanto no se estima su incertidumbre combinada.

3.2.7.3. 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 categoría para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos a excepción de los años 1997 y 1998 las cuales fueron calculadas mediante métodos estadísticos y se detallan en los Anexos 3.1 y 5.1.

3.2.7.4. Actividades de GCCV de la subcategoría

3.2.7.4.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las Directrices del IPCC de 2006 para la subcategoría y las actividades propias del Equipo INGEI de Energía. 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 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 información pública nacional del BEN versus publicaciones del INE.
- 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 BNE 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 mini gráficos.

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 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.
- 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.

3.2.7.4.2. Garantía de la calidad

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluídas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

3.2.7.4.3. 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.

3.2.7.5. Nuevos cálculos de la subcategoría

Los nuevos cálculos realizados generan diferencias que se presentan en los años 1997 y 1998 debido al llenado de vacíos de información del Diesel oil consumido en las centrales termoeléctricas. Dichos vacíos se han llenado mediante tratamientos estadísticos con el método exponencial (promedio proporcional).

Tabla 3. 29

Industrias de la energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27		
INGEI actual	30,49	4,05	2,63	0,36	0,35	1,27	1,18	1,42
Diferencia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Diferencia %	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	-0,02%	0,01%		

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

3.2.7.6. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

A fin de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Para Generación de electricidad relevar datos históricos de combustible diésel utilizado por la ANDE en sus centrales termoeléctricas, recurriendo a los registros de la institución.
- Para Manufactura de combustibles sólidos relevar datos de las actividades de producción de carbón vegetal a nivel nacional.

- Coordinar con el VMME en el diseño y relevamiento de datos energéticos para el Balance Energético Nacional (BEN) y Balance de Energía Útil (BEU) a fin de alinearlos a requerimientos del INGEI.
- 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.
- Calcular emisiones de gases precursores (CO, NOx, COVDM y SOx).

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, así como 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 de consumo de combustibles por tipo de industrias, disponiéndose solo de datos de las estadísticas nacionales a través de los BEN que ofrecen informaciones de consumo de los diferentes tipos de combustibles en el sector industrial. La presente subcategoría contribuye en un 3,70% al total del sector Energía para el 2017 con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.

En 2017, las emisiones de GEI contabilizaron 300,28 kt CO₂ eq. Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 20,45% y 14,51% con respecto al 2015.

Tabla 3. 30

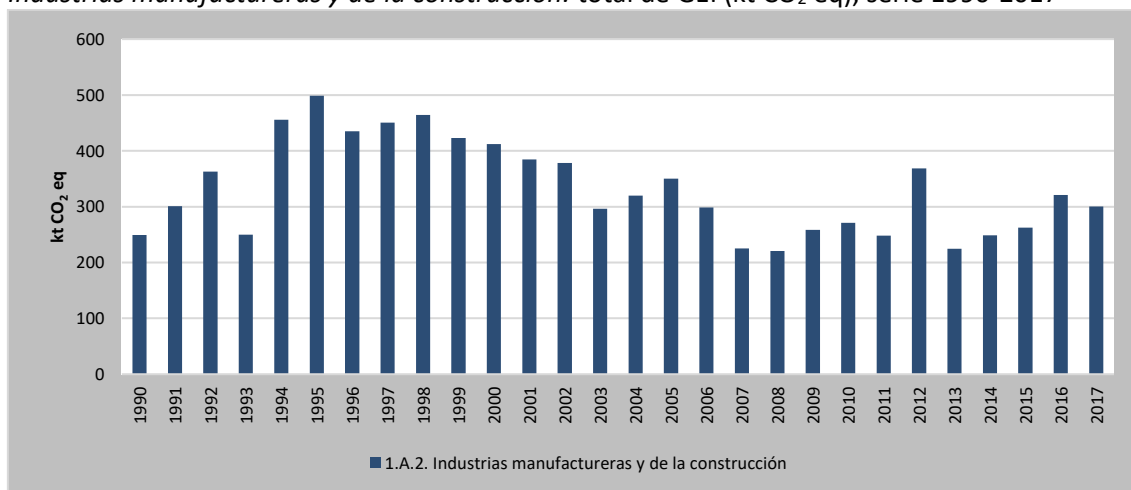
Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI (kt CO₂ eq)

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	249,29	498,83	411,86	349,91	270,80	262,22	321,17	300,28
Total	249,29	498,83	411,86	349,91	270,80	262,22	321,17	300,28

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

Figura 3. 20

Industrias manufactureras y de la construcción: total de GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

Para la estimación de las emisiones de CO₂, N₂O y CH₄ se utilizan metodologías de Nivel 1. De esta forma, se utilizan los factores de emisión por defecto y datos de actividad nacional.

Para aplicar una estimación de emisión de Nivel 1 se requiere aplicar las Ecuaciones 3.3 y 3.4. Para calcular el total de emisiones por gas de la categoría 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 (SIEN), 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 el sector industrial depende en gran medida de la utilización de leña y otras biomásas, siendo el fuel oil el más relevante entre los de origen mineral, utilizado para la producción de cemento y vidrio principalmente. También se observa un ligero aumento de carbón mineral en los últimos años, utilizado para la producción de acero y cemento. Se puede decir que el consumo, tanto de fuel oil como de carbón mineral, depende en gran medida de su demanda como combustible en los sectores industriales mencionados. El aumento de carbón mineral en los últimos años se puede deber a su utilización en la producción de acero por la empresa VETORIAL (desde 2014) y al inicio de operación de una industria privada (2014).

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 del SIEN considerando que la administración de dichos datos se inició en el VMME en el año 1999, siendo antes realizado por la Secretaría Técnica de Planificación. 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 el sector industrial desde el año 2000 a que anteriormente se lo contabilizaba en el sector construcción, pasando luego a ser incluido en el sector transporte del BEN. La disminución del consumo de leña y otras biomásas en el sector industrial 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 con respecto al comportamiento de los combustibles correspondientes a esta categoría, 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 carbón mineral se menciona que considerando el valor de consumo más alto registrado de este producto (año 2015), el carbón mineral representa el 0,16 % del consumo final total de combustibles fósiles a nivel nacional y el 0,06 % del consumo final total de energía. En el periodo 1990-2004, no se dispone de consumos registrados en el VMME.

El consumo de carbón vegetal en el sector industrial está vinculado a la producción de acero. En general el comportamiento del consumo y la producción de acero crudo tienen un comportamiento relativamente similar con un coeficiente de correlación de 0,60. 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 Secretaría Técnica de Planificación. 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 Secretaría Técnica de Planificación. 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 Balance Nacional en Energía Útil realizado en 2011, se conoce que se registran consumos de diésel en el sector industria y construcción que estarían en torno al 1,6% 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 el sector del transporte. Los consumos de gasolina registrados para el sector industria-construcción representan alrededor del 0,2% del consumo

total del producto, siendo éste aún menor de acuerdo con lo registrado en el Balance de Energía Útil 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 los siguientes:

Tabla 3. 32

Industrias manufactureras y de la construcción: tratamientos estadísticos aplicados

Categoría	Combustible	Método	Años
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	GLP	Tendencia lineal al punto	1990/1991 - 1996/2004
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Gasolina	Tendencia lineal al punto	1990/2004
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Querosene	Tendencia lineal al punto	1990/2004
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Etanol	Tendencia lineal al punto	1990/2004
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Carbón mineral	Media geométrica	1990 - 1992/2005
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	Diésel	Tendencia lineal al punto	2000/2010 - 2012/2017

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

Tabla 3. 33

Industrias manufactureras y de la construcción: consumo de combustible por tipo (terajulios)

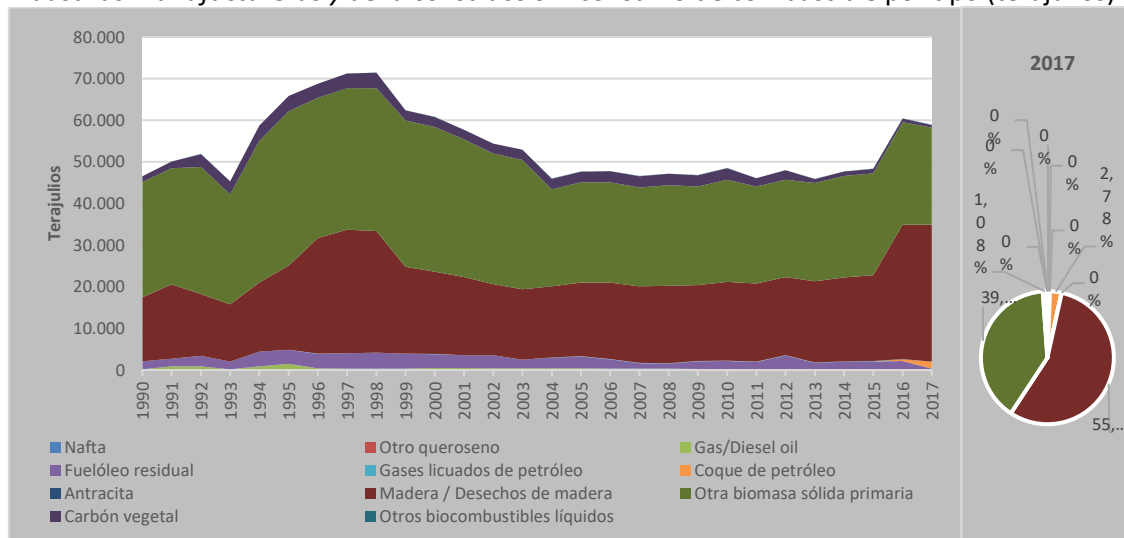
Año	Nafta	Otro queroseno	Gas/Diesel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Coque de petróleo	Antracita	Madera / Desechos de madera	Otra biomasa sólida primaria	Carbón vegetal	Otros biocombustibles líquidos
1990	53,80	34,95	55,23	1.928,82	11,33	0,00	0,33	15.398,29	27.658,13	1.408,84	21,85
1995	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	393,85	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	297,70	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	201,56	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	105,41	1.879,50	42,40	0,00	108,70	20.614,85	24.440,40	1.094,45	19,49
2016	58,96	6,62	86,18	1.990,91	42,40	370,65	51,96	32.333,10	24.562,67	901,60	19,49
2017	58,96	6,62	66,95	198,43	42,91	1.635,86	39,91	32.851,70	23.334,48	633,11	19,49

Referencias: Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: BEN, BNEU e información proporcionada por VMME y llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3. 21

Industrias manufactureras y de la construcción: consumo de combustible por tipo (terajulios)



Fuente: BEN, BNEU e información proporcionada por VMME 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 2006 para todos los GEI estimados.

Tabla 3. 34

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 2017, 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 3.36.

Tabla 3. 35

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	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Antracita	CO ₂	19,51	19,63	3,18	3,19	19,73	20,04
	CH ₄	19,51	19,63	132,04	132,14	131,54	137,91
	N ₂ O	19,51	19,63	146,24	147,85	146,30	152,89
Fuelóleo residual	CO ₂	19,62	19,66	2,09	2,09	19,67	19,77
	CH ₄	19,62	19,66	147,71	146,93	147,32	152,07
	N ₂ O	19,62	19,66	146,37	147,26	146,52	152,74
Coque de petróleo	CO ₂	19,64	19,60	16,01	147,38	0,00	0,00
	CH ₄	19,64	19,60	146,07	147,38	0,00	0,00
	N ₂ O	19,64	19,60	147,65	147,38	0,00	0,00
Gas/Diesel oil	CO ₂	19,50	19,54	1,45	1,46	19,50	19,59
	CH ₄	19,50	19,54	148,84	146,72	148,26	152,24
	N ₂ O	19,50	19,54	147,03	146,78	147,07	151,79
Gases licuados de petróleo	CO ₂	19,56	19,64	3,09	3,12	19,72	19,97
	CH ₄	19,56	19,64	132,23	132,20	132,11	138,34
	N ₂ O	19,56	19,64	133,22	132,87	133,20	138,70
Nafta	CO ₂	19,66	19,52	1,46	1,48	19,70	19,58
	CH ₄	19,66	19,52	147,11	147,38	146,94	152,34
	N ₂ O	19,66	19,52	146,88	145,86	146,78	151,40
Otro queroseno	CO ₂	19,64	19,56	1,98	1,97	19,71	19,70
	CH ₄	19,64	19,56	147,60	146,32	146,99	151,68
	N ₂ O	19,64	19,56	147,04	146,82	146,86	152,80
Carbón vegetal	CO ₂	19,41	19,56	16,21	16,19	24,05	26,56
	CH ₄	19,41	19,56	129,96	129,33	129,86	134,86
	N ₂ O	19,41	19,56	165,56	166,36	165,21	171,13
Madera / Desechos de madera	CO ₂	19,64	19,49	16,18	16,22	24,32	26,44
	CH ₄	19,64	19,49	146,23	146,12	146,12	152,32
	N ₂ O	19,64	19,49	166,26	165,05	165,97	171,38
Otra biomasa sólida primaria	CO ₂	19,56	19,64	15,87	15,86	24,01	26,47
	CH ₄	19,56	19,64	148,92	147,87	148,57	153,51
	N ₂ O	19,56	19,64	166,33	166,47	166,33	171,99
Otros biocombustibles líquidos	CO ₂	19,66	19,60	17,25	17,39	24,76	27,48
	CH ₄	19,66	19,60	147,03	147,62	147,20	152,40
	N ₂ O	19,66	19,60	147,87	147,71	147,95	152,67

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

3.2.8.4. 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 categoría para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos a excepción del consumo de diésel en las industrias para los años 2011 y 2013 cuyos datos fueron extraídos del balance útil energético generados por el VMME y así también los datos de consumo de carbón mineral para el año 2015 cuyo dato fue ajustado según recomendación del VMME. Los vacíos de información fueron llenados mediante métodos estadísticos que se detallan en el Anexo 3.1 y 5.1.

3.2.8.5. Actividades de GCCV de la subcategoría

3.2.8.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las Directrices del IPCC de 2006 para la subcategoría y las actividades propias del Equipo INGEI de Energía. 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 de 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 información pública nacional (BEN) versus la internacional (AIE)
- 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 BNE 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 poder calórico neto utilizados.
- 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 IIN.
- 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.

3.2.8.5.2. Garantía de la calidad

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluírlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

3.2.8.5.3. 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.

3.2.8.6. Nuevos cálculos de la subcategoría

Los nuevos cálculos realizados generan también diferencias que se presentan en toda la serie debido al llenado de vacíos de información de datos de actividad, correspondiendo a GLP en 1990-1991, 1996-2004; Nafta en 1990-2004; Otro queroseno en 1990-2004; Otros biocombustibles líquidos en 1990-2004; Antracita en 1990, 1992-2003 y principalmente Diesel oil en 2000-2010, 2012, 2014-2015. Dichos vacíos se han llenado mediante tratamientos estadísticos indicados en secciones anteriores.

Además, otras modificaciones efectuadas son las siguientes:

- Incorporación de datos de consumo de Diesel oil de los años 2011 y 2013 registrados en el BNEU;
- Ajuste de datos en el consumo de Antracita proporcionado por el VMME para el año 2015;
- El consumo de Diesel oil incorporado en la subcategoría 1.A.2 para la serie 2000-2017 fue restada de la fuente 1.A.3.b, debido a ajustes recomendados por el VMME.

Tabla 3. 36

Industrias manufactureras y de la construcción: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	242,06	492,64	374,69	327,77	255,81	256,27		
INGEI actual	249,29	498,83	411,86	349,91	270,80	262,22	321,17	300,28
Diferencia	7,23	6,18	37,17	22,13	14,99	5,95		
Diferencia %	2,90%	1,24%	9,02%	6,33%	5,53%	2,27%		

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

3.2.8.7. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

A fin de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Desglosar por los consumos de combustible por actividad industrial recurriendo a los registros de las propias empresas.

- Coordinar con el VMME en el diseño y relevamiento de datos energéticos para el Balance Energético Nacional (BEN) y Balance de Energía Útil (BEU) a fin de alinearlos a requerimientos del INGEI.
- 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.
- Calcular emisiones de gases precursores (CO, NOx, COVDM y SOx).

3.2.9. Transporte (FCR 1.A.3)

3.2.9.1. Descripción y tendencia de los GEI de la subcategoría

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en 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 2017, un 89,01 % al total de emisiones de GEI del sector Energía, con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. En dicho año, las emisiones de GEI alcanzaron 7224,85 kt CO₂ eq. Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 328,71% y con respecto al 2015 se ha producido un aumento del 32,75 %.

El principal impulsor lo constituye el transporte terrestre, donde también está incluida el consumo de combustible en la navegación, la agricultura y las operaciones multilaterales, representando en el año 2017 el 99,61 % 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 cabotaje de pasajeros y de carga que aterriza y llega al mismo país (vuelos comerciales, privados, agrícolas, etc.), incluyendo despegues y aterrizajes para estas etapas de vuelo y excluyendo los vuelos militares, que se declaran en otra subcategoría (1A3b).

Tabla 3. 37

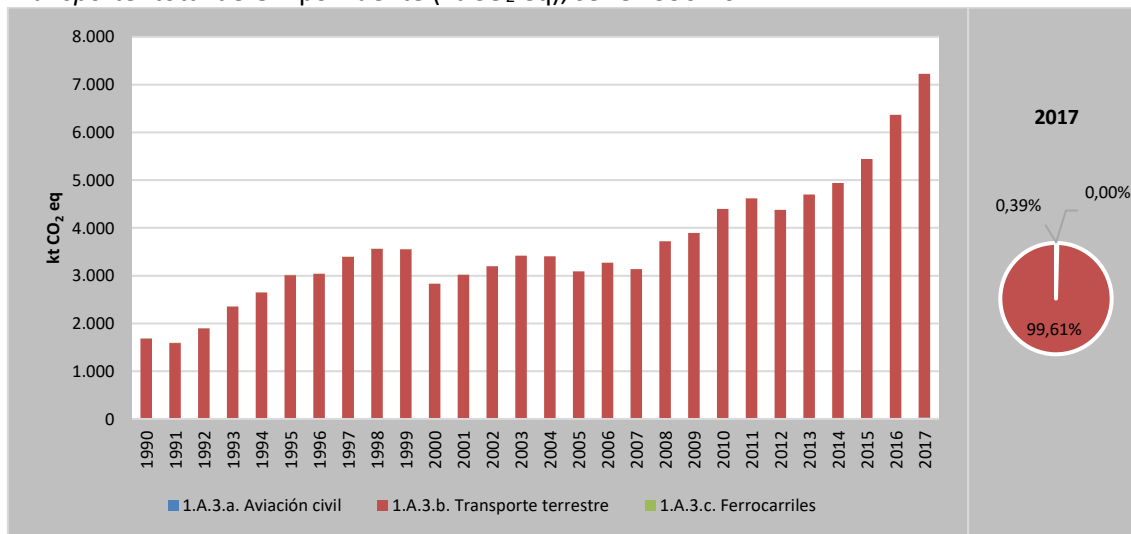
Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.A.3.a. Aviación civil	7,93	9,70	4,98	7,45	16,02	21,06	23,38	28,32
1.A.3.b. Transporte terrestre	1.674,87	3.000,62	2.826,27	3.085,24	4.378,72	5.421,52	6.345,36	7.196,53
1.A.3.c. Ferrocarriles	2,45	2,48	2,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1.685,25	3.012,80	2.833,48	3.092,69	4.394,73	5.442,58	6.368,74	7.224,85

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

Figura 3. 22

Transporte: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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. 38

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
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

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.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 de equipo técnico de INGEI del MADES.

Aviación de cabotaje

Se aplica método de Nivel 1, el cual se basa en una cantidad agregada de datos sobre el consumo de combustible para la aviación multiplicada por los factores de emisión. Se estiman las emisiones relacionadas al consumo de combustible Jet A1 para motores a turbina y Aeronafta, ambos combustibles para vuelos locales.

El método de Nivel 1 se basa en una cantidad agregada de datos sobre el consumo de combustible para la aviación (LTO y crucero) multiplicada por los factores de emisión promedio. 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.

Transporte terrestre

Por ser considerada categoría principal de acuerdo con las evaluaciones de nivel y tendencia (según IBA2), correspondería aplicar las estimaciones de CO₂ en un el Nivel 2. Sin embargo, al no contar con datos del contenido de carbono de los combustibles específicos del país, se opta por estimar en un Nivel 1.

Se parte de la estimación de cantidad de combustible consumido por tipo de combustible, factores de misión por defecto para CO₂, CH₄ y N₂O y los factores de contenido de carbono por defecto. El cálculo de las emisiones de CO₂ se realiza sobre la base de la cantidad y el tipo de combustible quemado (que se considera igual al combustible vendido) y su contenido de carbono. El método de Nivel 1 calcula las emisiones de CO₂ multiplicando el combustible estimado que se vende con un factor de emisión de CO₂ por defecto como 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

$$Emisión = \sum_a [Combustible_a \cdot EF_a]$$

Fuente: Ecuación 3.2.1; Capítulo 3; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006

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.)

El factor de emisión de CO₂ toma en cuenta todo el carbono del combustible, incluido el que se emite en forma de CO₂, CH₄, CO, COVDM y el material particulado. El carbono presente en el combustible derivado de la biomasa se declara 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. Las emisiones de CH₄ y N₂O son más difíciles de estimar con exactitud que las del CO₂ porque los factores de emisión dependen de la tecnología del vehículo, del combustible y de las condiciones de uso. Aunque las emisiones de CO₂ del carbono biogénico no estén incluidas en los totales nacionales, la quema de biocombustibles en las fuentes móviles genera CH₄ y N₂O antropogénicos, que se calculan y declaran en las estimaciones de las emisiones.

Para estimar las emisiones de CH₄ y N₂O de los vehículos terrestres, la metodología aplicada se basa en el combustible vendido, empleando factores de emisión 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

$$Emisión = \sum_a [Combustible_a \cdot EF_a]$$

Fuente: Ecuación 3.2.3; Capítulo 3; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006

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)

La ecuación correspondiente al método de Nivel 1 implica los siguientes pasos:

Paso 1: determinar la cantidad de combustible consumido por tipo de combustible para el transporte terrestre, mediante datos nacionales.

Paso 2: para cada tipo de combustible, multiplicar la cantidad de combustible consumido por los factores de emisión por defecto de CH₄ y N₂O adecuados.

Paso 3: las emisiones de cada contaminante se suman en todos los tipos de combustible.

Ferrocarriles

Para el caso de Ferrocarriles, se aplica el método de Nivel 1, basado en el consumo del combustible utilizado en ferrocarriles por los factores de emisión por defecto, de acuerdo con la siguiente ecuación:

Ecuación 3. 9

Método general para las emisiones procedentes de las locomotoras

$$Emisiones = \sum_j (Combustible_j \cdot EF_j)$$

Fuente: Ecuación 3.4.1; Capítulo 3; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006

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

3.2.9.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

La principal fuente de datos de actividad la constituyen las estadísticas nacionales de Energía de los BEN-SIEN, 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 en la categoría de aviación civil provienen de las estadísticas nacionales de energía, BEN-SIEN y de la DINAC. También se obtuvieron datos de PETROBRAS (principal emblema proveedor de combustibles para aviación) y de Aduanas.

Para la aviación nacional se utilizaron datos de consumo de aeronafta provistos por DINAC y datos de consumo de jet kerosene obtenidos a partir del SIEN, con datos de fracción de consumo jet kerosene a nivel nacional de PETROBRAS.

Para los vuelos de cabotaje se utilizan dos tipos de combustibles: la aeronafta 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, fue considerado solo el periodo 2005 a 2017.

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 del SIEN.

Considerando la falta de información discriminada de los combustibles utilizados para actividades de navegación, éstos forman parte del global correspondiente a esta subcategoría. Respecto a las estadísticas del BEN referente al consumo de gasolina en el transporte terrestre, éstas incluyen a la aeronafta, 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, 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 % 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 del SIEN, que, de acuerdo con justificaciones realizadas por el VMME, 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

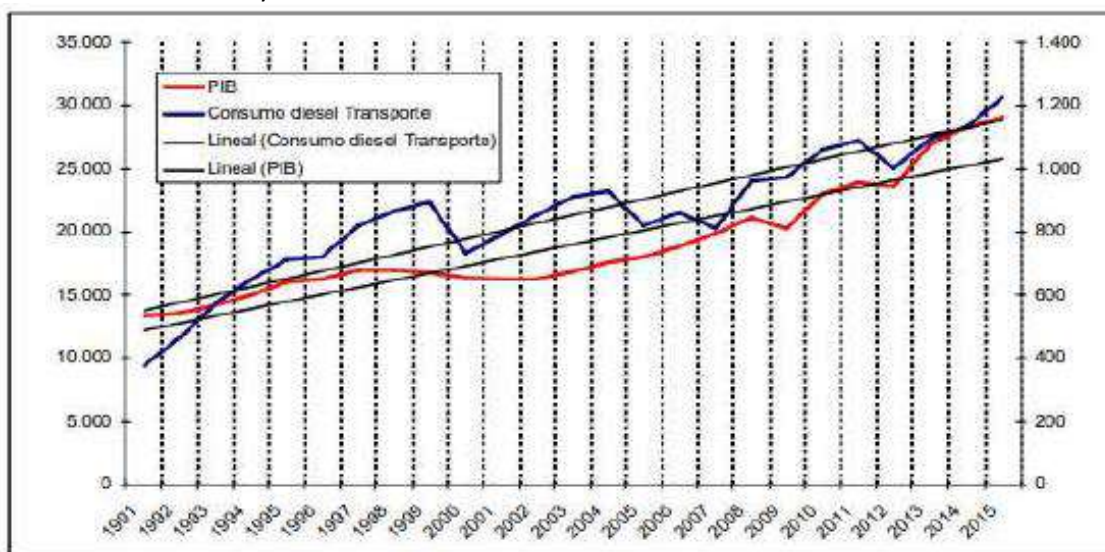
Consumo final sector transporte

$\text{Importaciones (de acuerdo a registros de la DNA) + Ventas (de acuerdo a registros del MIC) + Variación de inventarios (de acuerdo a registros de PETROPAR complementados con estimados de otras fuentes) = Consumo final sector transporte}$

Fuente: VMME, 2018

La metodología utilizada en la elaboración del balance de diésel y gasolina da lugar a que puedan producirse diferencias (a juicio del VMME 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 0,885 (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.

Figura 3. 23
Correlación entre PIB y consumo de Diesel



Fuente: Departamento de Planificación y Estadística / VMME,

En el período anterior a 1999, los BEN fueron elaborados por la Secretaría Técnica de Planificación, 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 del SIEN.

Tabla 3. 39

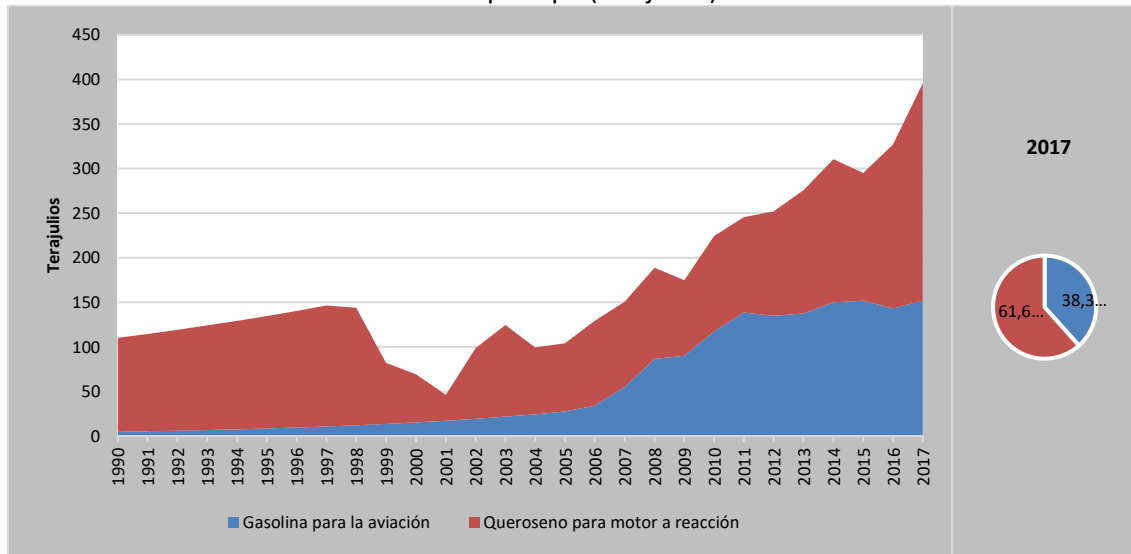
Transporte: consumo de combustible por fuente y tipo (terajulios)

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	30.342,96	506,61	49,99	296,73
2005	27,56	76,34	6.555,07	34.051,48	684,15	660,85	0,00
2010	117,17	107,30	13.605,47	44.128,96	730,58	2.973,34	0,00
2015	151,66	143,46	20.639,01	51.208,74	435,05	5.175,87	0,00
2016	143,34	183,79	24.535,29	59.686,78	377,97	6.075,39	0,00
2017	151,94	243,83	29.908,57	65.909,25	344,08	6.290,37	0,00

Referencias: Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos.

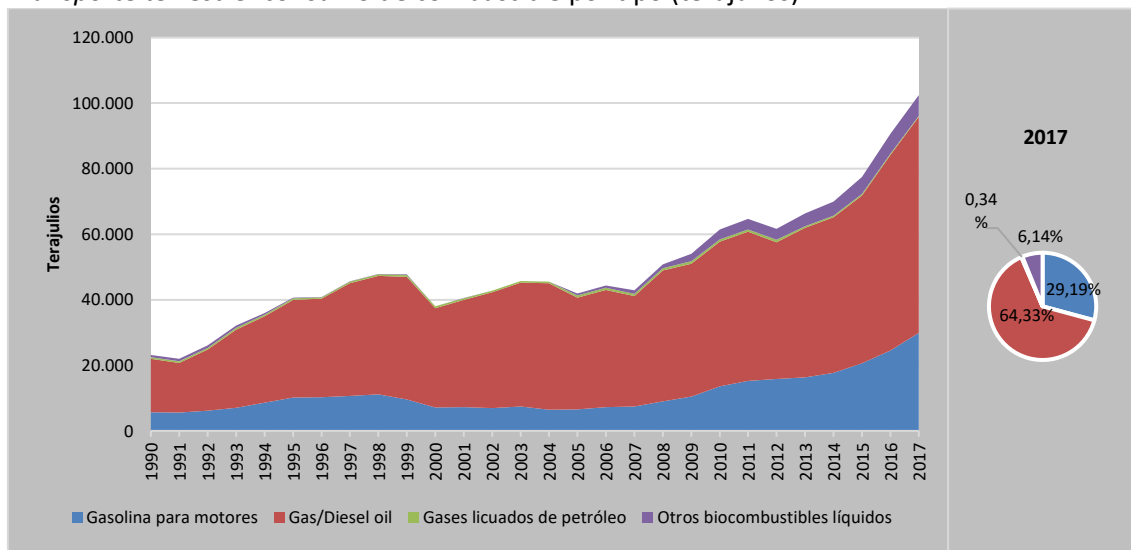
Fuente: BEN e información proporcionada por VMME, DINAC y Petrobras.

Figura 3. 24
Aviación civil: consumo de combustible por tipo (terajulios)



Fuente: BEN e información proporcionada por el VMME, DINAC y Petrobras.

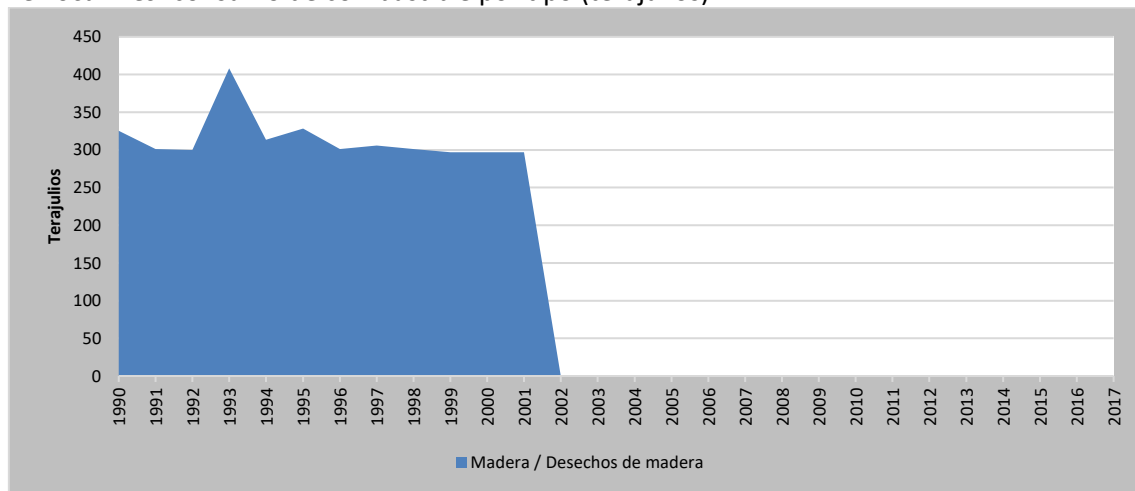
Figura 3. 25
Transporte terrestre: consumo de combustible por tipo (terajulios)



Fuente: BEN e información proporcionada por el VMME y DINAC

Figura 3. 26

Ferrocarriles: consumo de combustible por tipo (terajulios)



Fuente: BEN.

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 del Volumen 2 de las Directrices del IPCC de 2006 para todos los GEI estimados.

Tabla 3. 40

Transporte: factores de emisión (kg/TJ) aplicados por combustible

<i>Combustible</i>	<i>FE - CO₂</i>	<i>FE - CH₄</i>	<i>FE - N₂O</i>
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 2017, 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 3.43.

Tabla 3. 41

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.i - Aviación internacional	Queroseno para motor a reacción	CO ₂	49,00	49,38	3,14	3,16	49,05	49,48
		CH ₄	49,00	49,38	98,31	97,69	98,55	125,91
		N ₂ O	49,00	49,38	148,06	147,81	146,99	175,73
1.A.3.a.ii - Aviación de cabotaje	Queroseno para motor a reacción	CO ₂	48,80	48,97	3,15	3,16	48,92	49,27
		CH ₄	48,80	48,97	97,65	97,59	97,89	126,58
		N ₂ O	48,80	48,97	146,76	147,53	145,81	176,05
	Gasolina para la aviación	CO ₂	49,27	49,11	3,87	3,86	49,33	49,35
		CH ₄	49,27	49,11	97,46	97,43	97,79	125,87
		N ₂ O	49,27	49,11	146,43	147,41	146,29	175,63
1.A.3.b - Transporte terrestre	Gas/Diesel oil	CO ₂	49,28	49,22	1,46	1,46	49,32	49,27
		CH ₄	49,28	49,22	99,01	99,54	99,12	127,75
		N ₂ O	49,28	49,22	133,94	134,21	133,30	163,18
	Gases licuados de petróleo	CO ₂	48,78	49,10	1,71	1,70	48,75	49,21
		CH ₄	48,78	49,10	98,08	98,29	98,28	125,68
		N ₂ O	48,78	49,10	97,80	98,55	98,10	125,93
	Gasolina para motores	CO ₂	49,05	48,69	4,00	4,02	49,19	48,84
		CH ₄	49,05	48,69	147,74	149,82	146,91	178,20
		N ₂ O	49,05	48,69	154,19	153,03	152,94	182,17
	Otros biocombustibles líquidos	CO ₂	49,04	49,08	17,37	17,40	49,95	54,24
		CH ₄	49,04	49,08	193,93	194,51	194,23	224,12
		N ₂ O	49,04	49,08	131,52	131,92	130,79	159,88

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

La fuente 1.A.3.c. Ferrocarriles no ocurre en el 2017 por tanto no se estima su incertidumbre combinada.

3.2.9.4. 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 categoría para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos a excepción del consumo de diésel de industria la nafta de aviación (datos de DINAC) extraídos de transporte terrestre según recomendación del VMME. Los vacíos de información fueron llenados mediante métodos estadísticos que se detallan en el Anexo 3.1 y 5.1.

3.2.9.5. Actividades de GCCV de la subcategoría

3.2.9.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las Directrices del IPCC de 2006 para la subcategoría y las actividades propias del Equipo INGEI de Energía. 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 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 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 BNE 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 poder calórico neto utilizados.
- 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 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.
- 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.

3.2.9.5.2. Garantía de la calidad

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

3.2.9.5.3. 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.

3.2.9.6. Nuevos cálculos de la subcategoría

Los nuevos cálculos realizados generan diferencias que se presentan en el periodo 2000-2015 debido a la extracción de Diesel oil de la fuente 1.A.3.b incorporado en la subcategoría 1.A.2 por indicación del VMME.

Cabe mencionar que la Gasolina para la aviación también extraído de la fuente 1.A.3.b fue incorporado a la fuente 1.A.3.a.ii por indicación del VMME, esta acción no representa una variación en emisiones en comparación al inventario anterior para el periodo 2005-2015, pero si para el periodo 1990-2004.

También se incorporó el 10,00 % de Queroseno para motor a reacción para el periodo 1990-1995 mediante estadística con el método media geométrica e imputaciones elaborado por el estadístico y para el periodo 1996-2004. Esta acción registra leves diferencias con el inventario anterior.

Tabla 3. 42

Transporte: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	1.677,65	3.003,70	2.859,28	3.115,13	4.409,93	5.450,50		
INGEI actual	1.685,25	3.012,80	2.833,48	3.092,69	4.394,73	5.442,58	6.368,74	7.224,85
Diferencia	7,60	9,10	-25,80	-22,44	-15,20	-7,92		
Diferencia %	0,45%	0,30%	-0,91%	-0,73%	-0,35%	-0,15%		

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

3.2.9.7. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

A fin de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Fortalecer relacionamiento con la DINAC para acceder a los registros de consumo de combustibles en sector de aviación segregados entre vuelos nacionales e internacionales.
- Desglosar el consumo de combustible por tipo de transporte (motos, autos, camiones, etc.) a través de vínculos con otras organizaciones (Dirección de Transporte del MOPC, Registro automotor, DNA).
- Obtener datos de contenido de carbono y fracción de oxidación en los combustibles del transporte terrestre utilizados en el país.
- Relevar datos del sector navegación a través de estrategia conjunta con otras instituciones (VMME, VMT, MIC, Dirección de Marina Mercante).

- Coordinar con el VMME en el diseño y relevamiento de datos energéticos para el Balance Energético Nacional (BEN) y Balance de Energía Útil (BEU) a fin de alinearlos a requerimientos del INGEI.
- 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.
- Calcular emisiones de gases precursores (CO, NOx, COVDM y SOx).

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, la pesca y la industria pesquera.

De los sectores que incluyen esta subcategoría, en el presente INGEI se reportan los correspondientes al sector Comercial/Institucional y al sector Residencial. Para los demás sectores correspondientes a Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías, Vehículos todo terreno y otra maquinaria y Pesca, 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 a través del BEN-SIEN.

El sector Comercial/Institucional corresponde a emisiones relacionadas a la quema de combustibles para la generación de electricidad y calor, mientras que en el sector Residencial se consideran las emisiones de la quema de combustibles en los hogares o residencias, también considerado como sector doméstico.

La presente subcategoría contribuye en un 7,27 % al total del sector Energía para el 2017 con emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O que, en dicho año, las emisiones de GEI alcanzaron 590,16 kt CO₂ eq. Desde el año 1990, las emisiones se han incrementado en un 12,25 % y con respecto al 2015 se ha producido un aumento del 27,33 %.

El principal impulsor en esta subcategoría es el sector Residencial, cuyas emisiones contribuyen al 97,03 % del total en el año 2017.

Tabla 3. 43

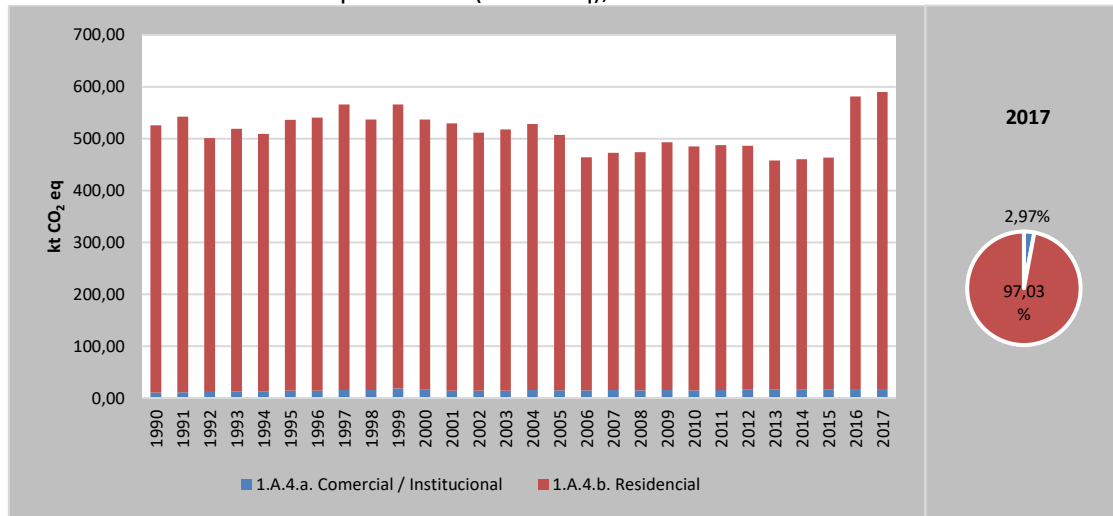
Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq)

<i>Fuente</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
1.A.4.a. Comercial / Institucional	10,64	14,15	16,05	15,10	14,85	16,31	17,29	17,50
1.A.4.b. Residencial	515,11	522,05	520,94	492,29	470,27	447,19	563,64	572,65
Total	525,75	536,19	536,99	507,39	485,12	463,50	580,93	590,16

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

Figura 3. 27

Otros sectores: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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, descrito más arriba en la Sección 3.2.2 (Ecuación 3.3 y 3.4), usando datos de actividad del BEN-SIEN y factores de emisión por defecto.

En la siguiente Tabla resumen se presentan las metodologías aplicadas por fuente y por tipo de GEI.

Tabla 3. 44

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 / Institucionaria	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.4.b. Residencial	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.4.c. Agricultura/Silvicultura/pesca/Piscifactorías	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 de equipo técnico de INGEI del MADES.

3.2.10.2.1. Datos de actividad específicos de la subcategoría

Todos los datos de actividad de las emisiones de la subcategoría provienen de los BEN-SIEN de las series anuales desde 1990 hasta el 2017.

Se realizaron tratamientos a los datos disponibles debido a que los mismos estaban agregados para los sectores Comercial/Institucional y Residencial. Esta desagregación fue realizada a partir de los datos del Balance de Energía Útil (2011) extrapolando las fracciones de cada sector para toda la serie. De esta forma se pudo estimar la fracción del total para los sectores Residencial y para el Comercial/Institucional.

Adicionalmente, para el caso de los combustibles Fuel oil y Etanol, se hicieron tratamientos estadísticos a los datos disponibles del BEN para completar los vacíos existentes en el periodo 1990 a 2004, aplicando el método de la Tendencia Lineal al Punto.

En el sector 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 al sector Residencial, el consumo de leña presenta una tendencia a disminuir 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 el sector residencial está relacionado principalmente con la cocción de alimentos en los hogares, teniendo una tendiente de consumo creciente, lo que no se evidencia en los registros oficiales debido al ingreso por contrabando. Se observa un consumo decreciente de Otro querosene debido a la sustitución por otros productos de limpieza, donde se lo ha utilizado tradicionalmente. El consumo de etanol corresponde al producto “alcohol de quemar” el cual puede estar sustituyendo al kerosene como producto de limpieza.

Tabla 3. 45

Otros sectores: consumo de combustible por fuente y tipo (terajulios)

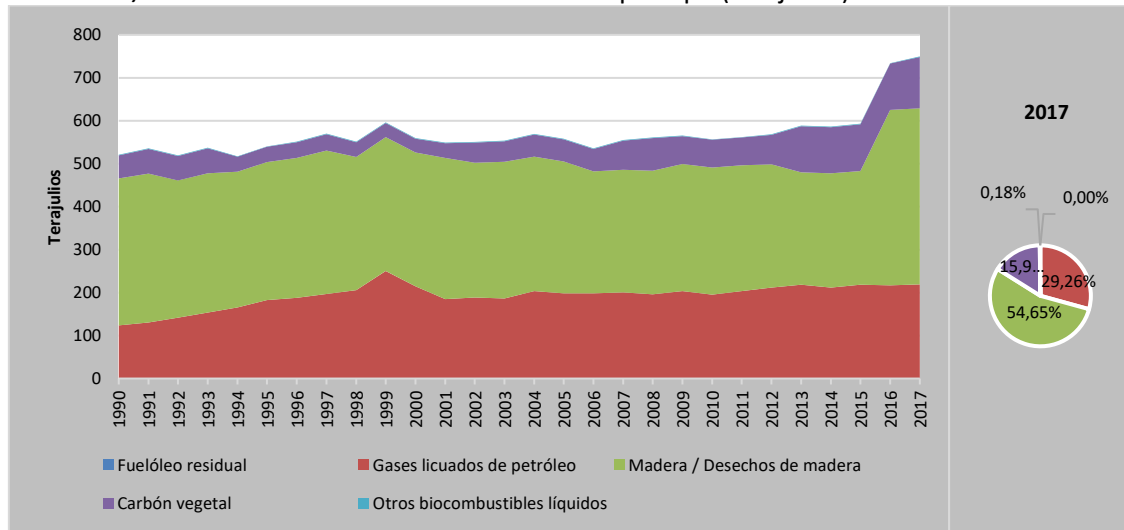
Año	1.A.4.a. Comercial / Institucional					1.A.4.b. Residencial					
	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Madera / Desechos de madera	Carbón vegetal	Otros biocombustibles líquidos	Otro queroseno	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Madera / Desechos de madera	Carbón vegetal	Otros biocombustibles 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
2016	0,01	217,03	408,12	107,84	1,38	13,28	2,92	3.071,33	43.939,35	8.187,84	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

Referencias: Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: BEN, BNEU e información proporcionada por VMME y llenado de vacíos de información mediante estadístico

Figura 3. 28

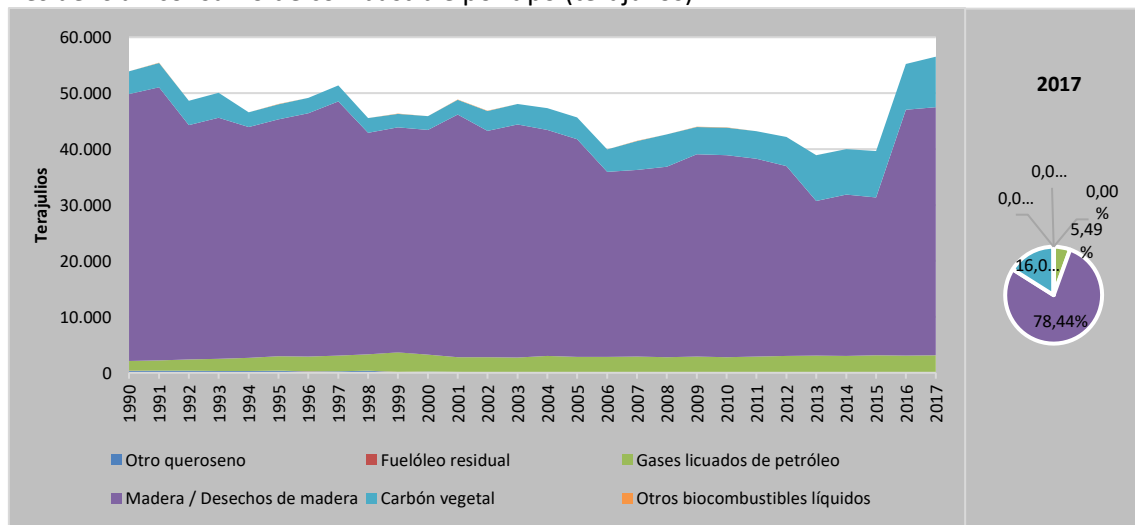
Comercial / Institucional: consumo de combustible por tipo (terajulios)



Fuente: BEN, BNEU e información proporcionada por VMME y llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 3. 29

Residencial: consumo de combustible por tipo (terajulios)



Fuente: BEN, BNEU e información proporcionada por VMME 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.

Tabla 3. 46

Otros sectores: factores de emisión (kg/TJ) aplicados por combustible

Combustible	FE - CO ₂	FE - CH ₄	FE - N ₂ O
Otro queroseno	71900,00	10,00	0,60
Fuelóleo residual	77400,00	10,00	0,60
Gases licuados de petróleo	63100,00	5,00	0,10
Madera / Desechos de madera	112000,00	300,00	4,00
Carbón vegetal	112000,00	200,00	1,00
Otros biocombustibles líquidos	79600,00	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 2017, 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 3.49.

Tabla 3. 47

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	Gases licuados de petróleo	CO ₂	48,84	49,11	3,11	3,11	48,84	49,25
		CH ₄	48,84	49,11	132,20	131,79	131,43	160,97
		N ₂ O	48,84	49,11	132,47	132,43	131,79	160,89
	Fuelóleo residual	CO ₂	49,15	48,94	2,08	2,10	49,13	48,97
		CH ₄	49,15	48,94	34,70	34,45	54,77	65,62
		N ₂ O	49,15	48,94	147,19	148,14	146,04	176,62
	Madera / Desechos de madera	CO ₂	48,90	48,71	16,27	16,22	49,83	53,67
		CH ₄	48,90	48,71	130,70	130,06	129,57	159,21
		N ₂ O	48,90	48,71	165,80	166,53	165,14	195,49
	Carbón vegetal	CO ₂	49,29	48,95	16,19	16,25	50,21	53,27
		CH ₄	49,29	48,95	130,14	129,70	129,11	158,16
		N ₂ O	49,29	48,95	132,32	131,75	131,21	159,11
Otros biocombustibles líquidos	CO ₂	49,17	49,29	17,29	17,38	50,27	54,20	
	CH ₄	49,17	49,29	132,11	132,37	130,97	159,79	
	N ₂ O	49,17	49,29	147,02	146,48	146,00	175,19	
1.A.4.b - Residencial	Gases licuados de petróleo	CO ₂	49,17	48,95	2,34	2,33	49,12	49,15
		CH ₄	49,17	48,95	131,73	132,37	130,73	159,81
		N ₂ O	49,17	48,95	132,18	132,54	131,01	161,46
	Otro queroseno	CO ₂	48,97	48,72	1,97	1,99	48,91	48,77
		CH ₄	48,97	48,72	132,36	131,94	131,51	159,68
		N ₂ O	48,97	48,72	146,54	146,33	145,74	174,63
	Fuelóleo residual	CO ₂	48,85	48,86	2,08	2,07	48,80	48,93
		CH ₄	48,85	48,86	132,76	133,15	131,52	161,51
		N ₂ O	48,85	48,86	147,22	146,91	146,26	175,35
	Madera / Desechos de madera	CO ₂	49,22	49,21	16,20	16,35	50,15	53,78
		CH ₄	49,22	49,21	130,92	130,98	130,11	159,68
		N ₂ O	49,22	49,21	165,53	166,18	164,79	194,20
	Carbón vegetal	CO ₂	49,39	48,84	16,14	16,23	50,58	53,65
		CH ₄	49,39	48,84	129,66	128,85	128,59	157,69
		N ₂ O	49,39	48,84	133,05	132,19	132,68	162,00
	Otros biocombustibles líquidos	CO ₂	48,78	48,92	17,33	17,40	49,92	54,68
		CH ₄	48,78	48,92	131,96	132,39	130,98	160,84
		N ₂ O	48,78	48,92	147,36	146,60	146,26	174,71

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

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 categoría para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos, extraídas del BEN y distribuidas por el VMME. Los vacíos de información fueron calculados mediante métodos estadísticos y se detallan en el Anexo 3.1 y 5.1.

3.2.10.5. Actividades de GCCV de la subcategoría

3.2.10.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo INGEI de Energía. 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 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 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 BNE 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 poder calórico neto utilizados.
- 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 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.
- 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.

3.2.10.5.2. Garantía de la calidad

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

3.2.10.5.3. 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.

3.2.10.6. Nuevos cálculos de la subcategoría

Los nuevos cálculos realizados generan diferencias que se presentan en toda la serie debido a la reasignación de la fracción de distribución de GLP, Fuelóleo residual, Otro queroseno y Otros biocombustibles líquidos, en las fuentes 1.A.4.a y 1.A.4.b, por indicación del VMME.

También se ha incorporado el llenado de vacíos de información de Fuelóleo residual y Otros biocombustibles líquidos para los años 1990 a 2004 mediante tratamientos estadísticos referidos anteriormente.

Tabla 3. 48

Otros sectores: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

<i>INGEI</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
INGEI anterior	524,40	534,76	535,57	506,63	484,38	462,65		
INGEI actual	525,75	536,19	536,99	507,39	485,12	463,50	580,93	590,16
Diferencia	1,35	1,44	1,42	0,76	0,75	0,84		
Diferencia %	0,26%	0,27%	0,26%	0,15%	0,15%	0,18%		

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

3.2.10.7. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

A fin de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros INGEI:

- Coordinar con el VMME para desglosar el consumo de energía Comercial y Residencial en datos del BEN.
- Relevar datos de consumo de combustibles en actividades de Agricultura/Silvicultura/pesca/Piscifactorías.
- Coordinar con el VMME en el diseño y relevamiento de datos energéticos para el Balance Energético Nacional (BEN) y Balance de Energía Útil (BEU) a fin de alinearlos a requerimientos del INGEI.
- 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.
- Calcular emisiones de gases precursores (CO, NOx, COVDM y SOx).

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 categoría. En particular considera la quema de combustible de actividades militares dentro del país y de manera informativa en operaciones multilaterales.

La quema de combustible de esta subcategoría se reporta en la subcategoría transporte terrestre Por lo que el país lo reporta con la nomenclatura IE (incluido en otro lugar).

No es posible desagregar esta información, considerando que con el formato de presentación actual se resguarda la confidencialidad de los usuarios.

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

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

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, incluyendo las emisiones fugitivas producto del venteo, la producción y refinación; el transporte de crudo y la refinación para la generación de productos finales refinados.

La presente subcategoría deja de ocurrir en el país desde el 2006 y contribuye en años anteriores con emisiones fugitivas de CH₄ por el procesamiento de petróleo crudo.

Tabla 3. 49

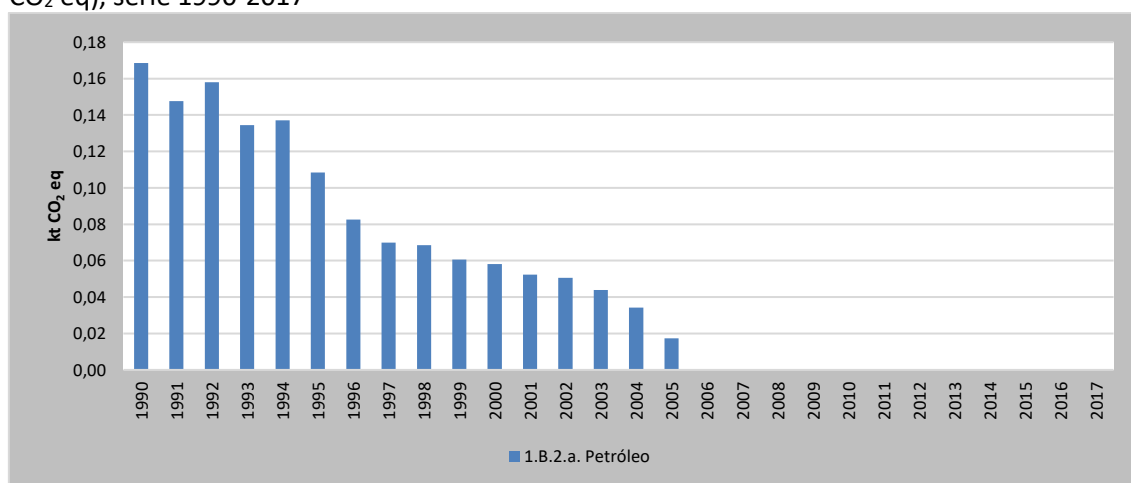
Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Fuente	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
1.B.2.a. Petróleo	0,17	0,11	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,17	0,11	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00

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

Figura 3. 30

Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía: total de GEI por fuente (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

3.3.2.2. Aspectos metodológicos específicos de la subcategoría

Las emisiones fugitivas son una fuente directa de gases de efecto invernadero debido a la liberación de CH₄. El Nivel 1 comprende la aplicación de los factores de emisión por defecto correspondientes a un parámetro de la actividad representativo (normalmente la producción) para cada segmento o subcategoría aplicable de la industria del petróleo y gas natural del país.

Se aplica un método de Nivel 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

$$E_{gas} = \sum_{segmento de la industria} E_{gas, segmento de la industria}$$

Fuente: Ecuación 4.2.2; Capítulo 4; Volumen 2; Directrices del IPCC de 2006

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)

En la siguiente Tabla resumen se presentan las metodologías aplicadas por fuente y por tipo de GEI.

Tabla 3. 50

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, NO	NE, NO	T1, NO	D, NO	NA, NO	NA, NO
1.B.2.a. Petróleo	NE, NO	NE, NO	T1, NO	D, NO	NA, NO	NA, NO
1.B.2.a.i. Venteo	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.ii. Quema en antorcha	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii. Todos los demás	NE, NO	NE, NO	T1, NO	D, NO	NA, NO	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	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.4. Refinación	NE, NO	NE, NO	T1, NO	D, NO	NA, NO	NA, NO
1.B.2.a.iii.5. Distribución de productos de petróleo	NO	NO	NO	NO	NO	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; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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 disponible en el SIEN.

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.

Tabla 3. 51

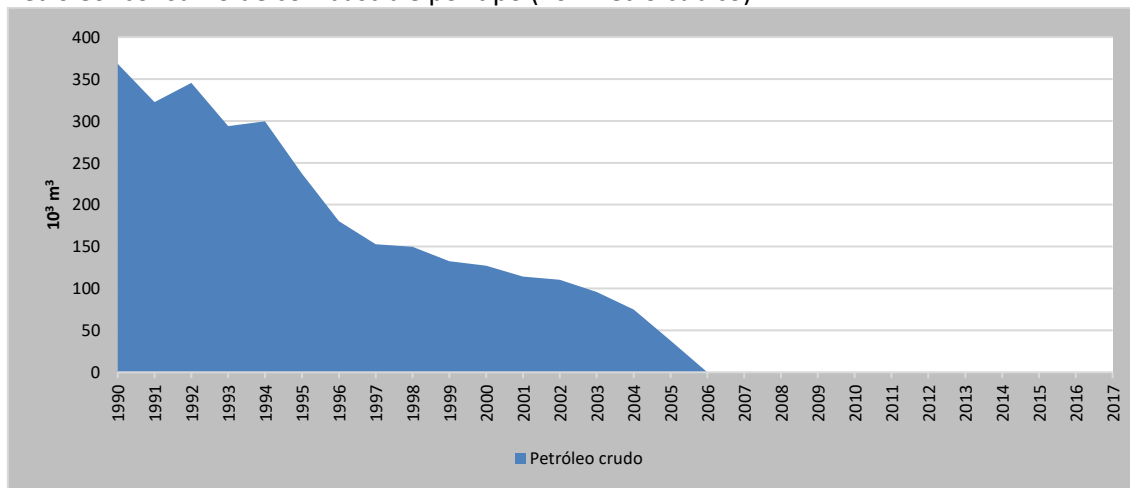
Petróleo: consumo de combustible por tipo (103 metro cúbico)

<i>Año</i>	<i>Petróleo crudo</i>
1990	368,09
1995	236,72
2000	127,02
2005	37,98
2010	0,00
2015	0,00
2016	0,00
2017	0,00

Fuente: BEN.

Figura 3. 31

Petróleo: consumo de combustible por tipo (10³ metro cúbico)



Fuente: BEN.

3.3.2.2.2. 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 2, Cuadro 2.4 de las Directrices del IPCC 2006 para el GEI estimado.

Tabla 3. 52

Petróleo: factores de emisión (Gg CH₄/Unidad de DA) aplicados por combustible

<i>Combustible</i>	<i>FE - CH₄</i>
Petróleo crudo	2,18,E-05

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

3.3.2.3. Incertidumbre específica de la subcategoría

La fuente 1.B.2.a. Petróleo no ocurre en el 2017 por tanto no se estima su incertidumbre combinada.

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 categoría para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos, extraídas del BEN.

3.3.2.5. Actividades de GCCV de la subcategoría

3.3.2.5.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las Directrices del IPCC de 2006 para la subcategoría y las actividades propias del Equipo INGEI de Energía. 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 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.
- 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 BNE 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 poder calórico neto utilizados.
- 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 IIN.
- 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.

3.3.2.5.2. Garantía de la calidad

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

3.3.2.5.3. 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.

3.3.2.6. Nuevos cálculos de la subcategoría

No hay nuevos cálculos, por lo tanto, no se registran diferencias.

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 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	0,17	0,11	0,06	0,02	0,00	0,00		
INGEI actual	0,17	0,11	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Diferencia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Diferencia %	0,01%	-0,03%	-0,09%	-0,08%	0,00%	0,00%		

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

3.3.2.7. Plan de mejoramiento específico de la subcategoría

Considerando que esta categoría no genera emisiones en los últimos años del INGEI reportado, no se identifican oportunidades de mejoras.

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

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

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

El presente capítulo se refiere a todas las emisiones de 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 IPPU incluye categorías que abarcan actividades que generan emisiones de GEI relacionadas con los procesos de producción industrial que transforman los materiales, 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 incluidas junto con los GEI que resultan de las mismas en Paraguay 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:
 - 2.A.4.a. Cerámicas (CO₂);
 - 2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa (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:
 - 2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionario (HFC);
 - 2.F.1.b. Aire acondicionado móvil (HFC);
- 2.F.3. Protección contra incendios (HFC);

2.G. Manufactura y utilización de otros productos:

- 2.G.1. Equipos eléctricos:
 - 2.G.1.b. Uso de equipos eléctricos (SF₆).

El sector industrial representa el 20 % del PIB de Paraguay (BCP 2017) y emplea a 11,1 % de la fuerza laboral (DGEEC 2016). En los últimos años se ha registrado un avance importante impulsado principalmente por la industria de los alimentos, en la cual se destacan el procesamiento de carne bovina, aceites vegetales y harina de soja. Otros sectores importantes han sido los artículos de plástico, productos farmacéuticos, artículos de cuero, productos textiles, papeles, cartones y cables.

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. Prueba de esto es la constante reinversión y desarrollo de nuevos productos por parte de las empresas operativas, al igual que la llegada de firmas multinacionales de diferentes regiones del mundo.

4.1.2. Tendencia de los GEI del sector

Las emisiones totales del sector IPPU estimadas de GEI directos para el año 2017 fueron de 907,21 kt de CO₂ eq.

En la Tabla 4.1 se reporta el resumen de los resultados del inventario del sector por gas, categoría, subcategoría y fuente. El cálculo de gases precursores no fue estimado por falta de datos y tiempo.

Tabla 4. 1

Sector IPPU: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2017

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)	COVD M (kt)	SO ₂ (kt)
2.	Procesos industriales y uso de productos	394,57	0,02	NE, NA, NO	492,37	NA, NO	19,84	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.A.	Industria de los minerales	316,45							NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.A.1.	Producción de cemento	266,88										NE
2.A.2.	Producción de cal	43,30										
2.A.3.	Producción de vidrio	1,81										
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	4,46							NE	NE	NE	NE
2.A.5.	Otros (especificar)	NO							NO	NO	NO	NO
2.B.	Industria química	4,51	0,02	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
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	4,51	0,02						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

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

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)	COVD M (kt)	SO ₂ (kt)
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	54,27	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NO
2.C.1.	Producción de hierro y acero	53,94	NA						NE	NE	NE	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	0,33										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	19,34	NA	NA					NE, NA	NE, NA	NE	NE, NA
2.D.1.	Uso de lubricantes	19,15	NA	NA					NA	NA	NE	NA
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	0,19	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				492,37	NA, NO	NA, NO	NA, NO				
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado				489,82	NA	NA	NA				
2.F.2.	Agentes espumantes				NO	NO	NO	NO				
2.F.3.	Protección contra incendios				2,55	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				
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	19,84	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.G.1.	Equipos eléctricos				NA	NA	19,84	NA				
2.G.2.	SF ₆ y PFC de otros usos de productos					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)	COVD M (kt)	SO ₂ (kt)
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	NE	NE

Referencias: NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre

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

Algunas fuentes de emisiones dentro del sector IPPU no ocurren en el país (NO), otras por falta de información suficiente no fueron estimadas (NE).

El sector IPPU es uno de los sectores emisores de GEI en el país, representando el 1,82% de las emisiones de GEI totales en el año 2017. 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, 2002 y 2011, los cuales se pueden explicar por la relación directa con la producción de cemento, que es una de las principales subcategorías contribuyente de GEI en este sector. El aumento en los últimos años, del 2015 al 2017, se debe principalmente al incremento de las emisiones de HFC correspondiente a la subcategoría de Refrigeración y Aire Acondicionado.

El crecimiento del último año con respecto al año 1990 es del 254,75 % y con respecto al año 2015 un 9,46 %. En el año 2017 se presenta una disminución de emisiones con respecto al año anterior, lo cual se explica principalmente por la disminución en la producción de cemento, hierro y acero.

Respecto a las categorías de mayor contribución en el sector IPPU en año 2017, tenemos al Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono con 54,27 %, seguido de la Industria de los minerales con 34,88 % y la categoría Industria de los metales con 5,98 %.

Respecto a las subcategorías de mayor contribución en el sector IPPU en año 2017, tenemos la de Refrigeración y Aire Acondicionado con 53,99 %, seguido de Producción de Cemento con 29,42 %, Producción de hierro y acero con 5,95 % y la subcategoría Producción de cal con 4,77 %.

Tabla 4. 2

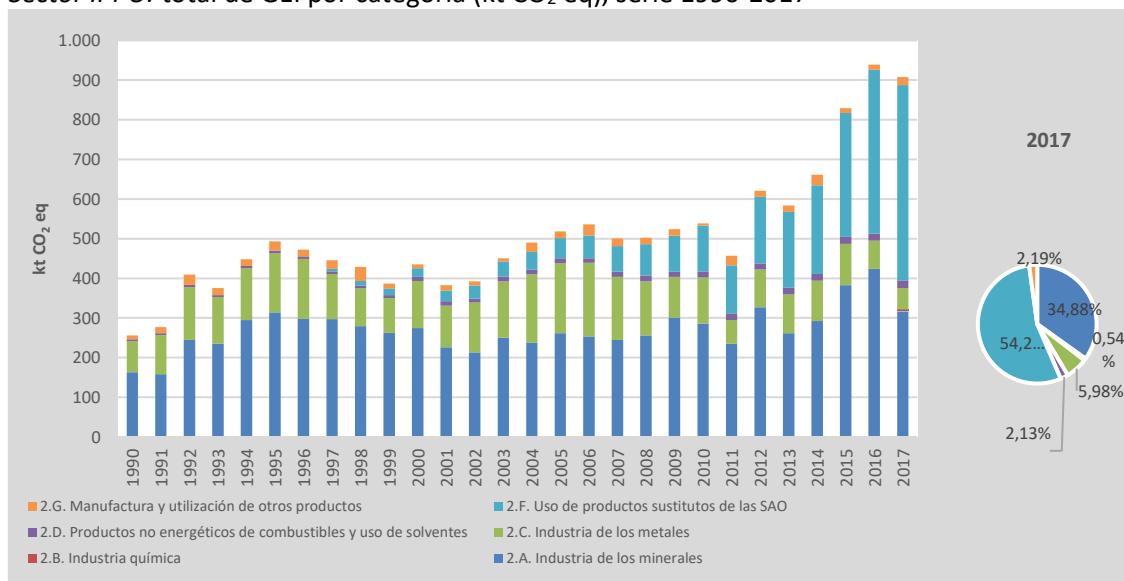
Sector IPPU: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq)

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.A. Industria de los minerales	163,44	314,35	274,43	261,47	286,10	382,78	423,58	316,45
2.B. Industria química	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,93
2.C. Industria de los metales	78,18	149,50	119,17	177,16	115,94	104,27	71,44	54,27
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	4,55	5,94	10,39	12,11	15,77	17,83	18,00	19,34
2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO	0,00	0,00	21,89	50,53	114,71	312,00	413,31	492,37
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	9,56	23,90	9,32	16,73	5,98	11,95	12,43	19,84
Total	255,73	493,69	435,20	518,00	538,50	828,83	938,76	907,21

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

Figura 4. 1

Sector IPPU: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

Tabla 4. 3

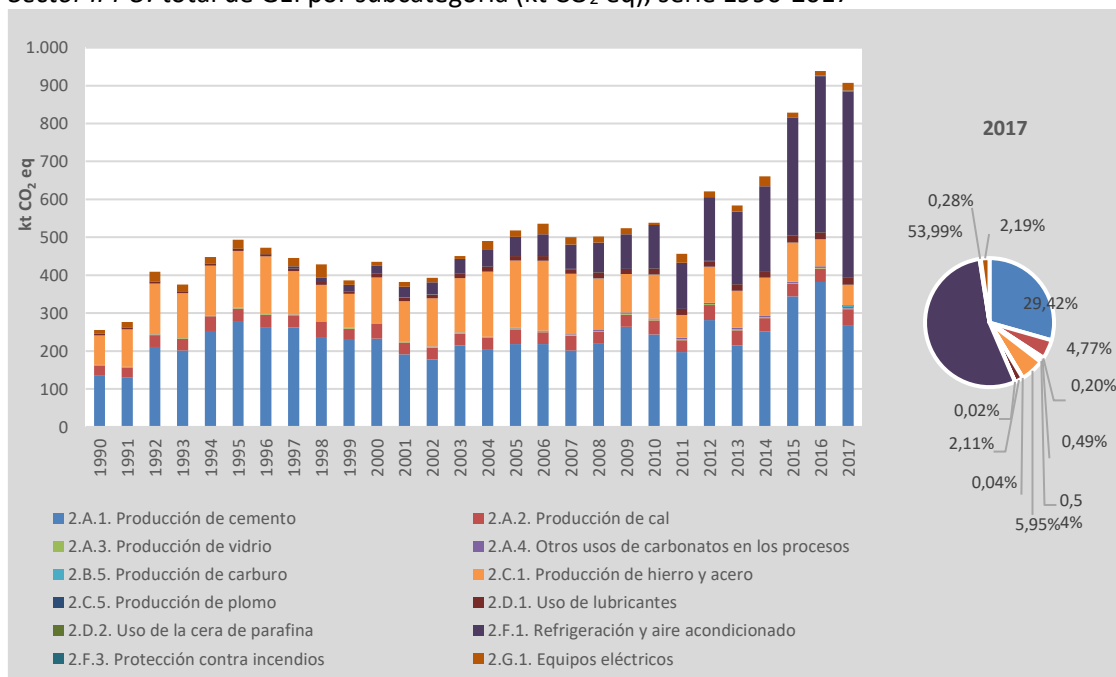
Sector IPPU: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.A.1. Producción de cemento	136,47	279,28	232,44	218,25	243,81	344,06	382,22	266,88
2.A.2. Producción de cal	25,02	32,61	39,02	39,02	37,07	32,93	35,57	43,30
2.A.3. Producción de vidrio	1,41	1,67	1,94	2,20	2,25	2,66	1,61	1,81
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	0,54	0,78	1,04	1,99	2,96	3,14	4,18	4,46
2.B.5. Producción de carburo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,93
2.C.1. Producción de hierro y acero	78,18	149,50	119,17	177,16	115,84	103,83	71,35	53,94
2.C.5. Producción de plomo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,44	0,09	0,33
2.D.1. Uso de lubricantes	4,54	5,93	10,33	11,91	15,64	17,62	17,85	19,15
2.D.2. Uso de la cera de parafina	0,01	0,01	0,05	0,20	0,13	0,21	0,15	0,19
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	0,00	0,00	21,89	50,53	114,71	311,24	411,71	489,82
2.F.3. Protección contra incendios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	1,61	2,55
2.G.1. Equipos eléctricos	9,56	23,90	9,32	16,73	5,98	11,95	12,43	19,84
Total	255,73	493,69	435,20	518,00	538,50	828,83	938,76	907,21

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

Figura 4. 2

Sector IPPU: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

En el año 2017 se observa que, entre los GEI, los más significativos son los HFCs que representan un 54,27% del total, seguido del CO₂ con un 43,49% y en menor medida el SF₆ con una contribución del 2,19% y el CH₄ con un 0,05%.

Tabla 4. 4

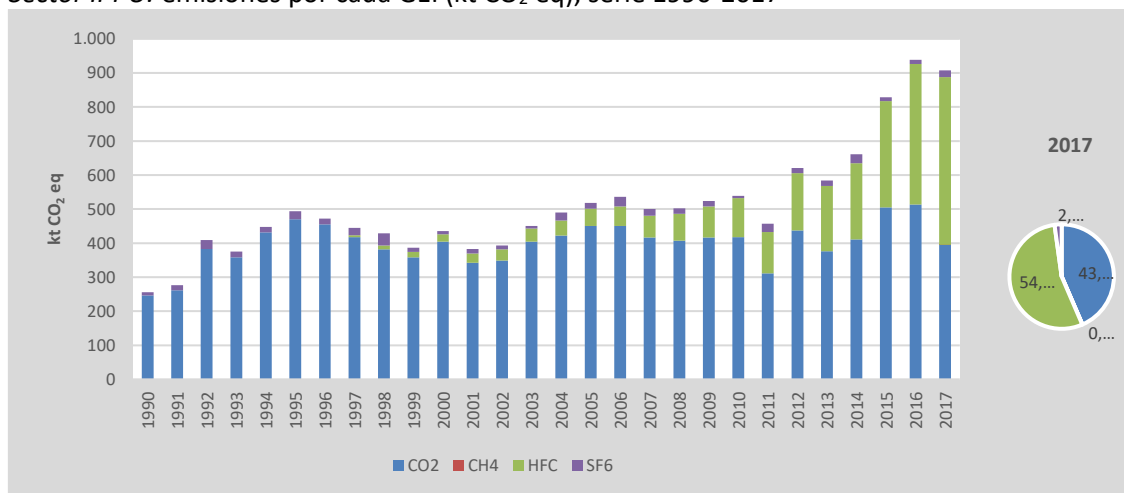
Sector IPPU: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq)

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
CO ₂	246,17	469,79	403,99	450,74	417,81	504,88	513,02	394,57
CH ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42
HFC	0,00	0,00	21,89	50,53	114,71	312,00	413,31	492,37
SF ₆	9,56	23,90	9,32	16,73	5,98	11,95	12,43	19,84
Total	255,73	493,69	435,20	518,00	538,50	828,83	938,76	907,21

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

Figura 4. 3

Sector IPPU: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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. Métodos de Nivel 2 se aplicaron para las emisiones de CO₂ en la categoría Industria de los minerales y método de Nivel 3 para la estimación de emisiones de SF₆ en la categoría de Manufactura y uso de otros productos.

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, 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, 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	NA, NO	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	NA, NO	T3, NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.H. Otros	NA	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 de equipo técnico de INGEI del MADES.

Los datos de actividad 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 datos de actividad estadísticos y parámetros que incluyen tanto al sector privado (empresas y otras entidades) como al sector público (estadísticas nacionales, registros de importaciones y exportaciones de Aduana).

Mayoritariamente, y de forma muy general, para la estimación de las emisiones del sector se usan unidades de toneladas o terajulios de sustancia producida o usada. Los datos de actividad utilizados se podrán encontrar en las secciones correspondientes a cada categoría.

Con respecto a los FE utilizados, los mismos corresponden generalmente a valores por defecto extraídos de las Directrices IPCC de 2006, a excepción de la producción de cemento donde se obtuvieron valores específicos del parámetro de CaO.

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.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los procesos productivos de cemento, cal, vidrio, materiales cerámicos y otros usos 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 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).

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, 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.

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, 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 34,88% del sector IPPU para el año 2017. En cuanto a su evolución en el tiempo, esta categoría tuvo un incremento del 93,62 % con respecto al año 1990 y una disminución del 17,33 % con respecto al año 2015, lo cual se debe principalmente a la disminución de la producción de cemento en el año 2017. A pesar de ello, la subcategoría Producción de Cemento representa el principal impulsor de la categoría en el año 2017 con una contribución del 84,34% del total de emisiones, siguiéndole la Producción de Cal con el 13,68 %.

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 la producción. Este comportamiento irregular de la industria de cemento se debe a variaciones en la producción anual 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.

Tabla 4. 6

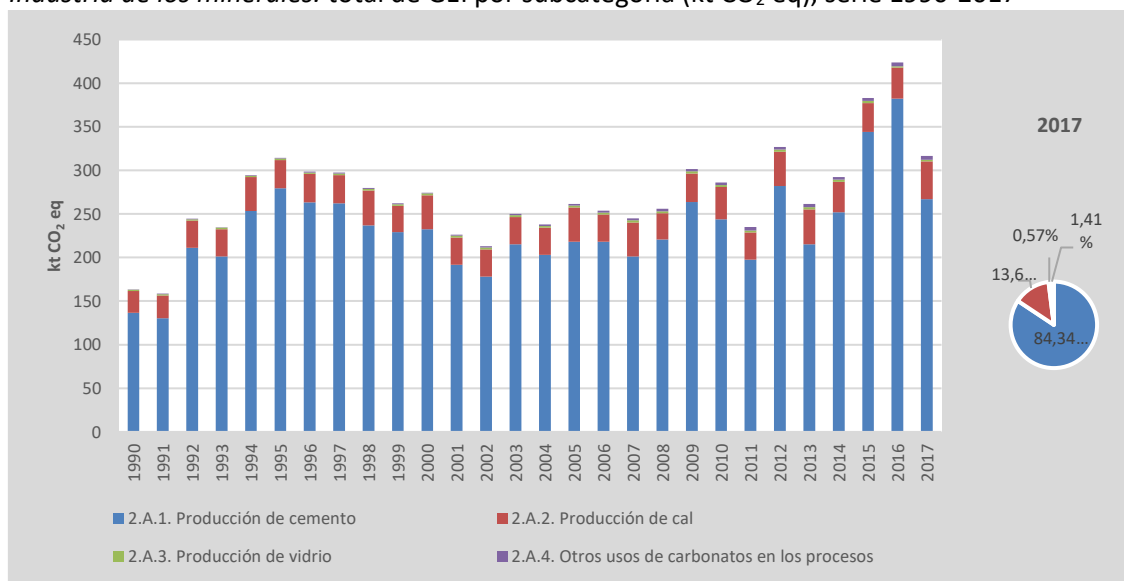
Industria de los minerales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.A.1. Producción de cemento	136,47	279,28	232,44	218,25	243,81	344,06	382,22	266,88
2.A.2. Producción de cal	25,02	32,61	39,02	39,02	37,07	32,93	35,57	43,30
2.A.3. Producción de vidrio	1,41	1,67	1,94	2,20	2,25	2,66	1,61	1,81
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	0,54	0,78	1,04	1,99	2,96	3,14	4,18	4,46
Total	163,44	314,35	274,43	261,47	286,10	382,78	423,58	316,45

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

Figura 4. 4

Industria de los minerales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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 y de Nivel 2 para las subcategorías, usando datos de actividades país específicos desagregados y factores de emisión por defecto de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006.

En la siguiente Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría 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, 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	T2	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 magnesita no metalúrgica	NO	NO										
2.A.4.d. Otros	NO	NO										
2.A.5. Otros	NO	NO										
Referencias: T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; PS = Planta específica; D = Por defecto; NO = No ocurre												

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

Para el cálculo de las emisiones para las subcategorías se utilizó como herramienta el Software IPCC versión 2.691.

A continuación, se describen las ecuaciones metodológicas utilizadas para cada subcategoría:

Producción de cemento

Se aplica metodología de Nivel 2. Para ello se utilizan datos globales sobre la producción de Clinker a nivel de las plantas industriales y datos sobre el contenido de CaO del Clinker, expresados como un parámetro que hace al factor de emisión en la ecuación presentada a continuación:

Ecuación 4. 1

Emisiones basadas en los datos sobre producción de Clinker (Nivel 2)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = M_{cl} \cdot EF_{cl} \cdot CF_{ckd}$$

Fuente: Ecuación 2.2; Capítulo 2; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006

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.

Producción de cal

Se aplica metodología de Nivel 1, basada en la aplicación de un factor de emisión por defecto a los datos nacionales de producción de cal. Al no contarse con información específica del país sobre la proporción de cal hidratada que se produce y sobre las proporciones de producto de cal respecto de producción de LKD al nivel de planta, no se puede reportar en un nivel superior.

Desde un punto de vista metodológico, el tratamiento de Nivel 1 es el mismo que el de Nivel 2, salvo que, para estimar los diversos parámetros, admite el uso de valores por defecto en vez de información específica del país. Por tanto, las emisiones se estiman directamente de los datos de producción nacional de cal, sin tener en cuenta el factor de corrección para el LKD.

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

$$Emisiones\ de\ CO_2 = \sum_i (EF_{cal,i} \cdot M_{1,i})$$

Fuente: Ecuación 2.6; Capítulo 2; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006

Donde:

Emissiones 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

Producción de vidrio

Se aplica método de Nivel 2, basado en datos de la planta industrial en el cual las emisiones se estiman basándose en los distintos procesos de fabricación de vidrio empleados en el país. En este caso se ha considerado la fabricación de botellas de vidrio empleando una proporción de vidrio reciclado. En este método se aplican factores de emisión por defecto para cada proceso de fabricación de vidrio. Sin embargo, la estimación debe corregirse debido al hecho de que una parte del vidrio reciclado (cullet) puede suministrarse también al horno.

Ecuación 4. 3

Emissiones basadas en el proceso de fabricación del vidrio (Nivel 2)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = \sum_i [M_{g,i} \cdot EF_i \cdot (1 - CR_i)]$$

Fuente: Ecuación 2.11; Capítulo 2; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006

Donde:

Emissiones_{CO2} = emisiones de CO₂ proveniente de la producción de vidrio, toneladas

M_{g,i} = masa de vidrio fundido de tipo i (p. ej., flotado, recipiente, fibra de vidrio, etc.), toneladas

EF_i = factor de emisión para la fabricación de vidrio del tipo i, toneladas de CO₂/toneladas de vidrio fundido

CR_i = proporción de cullet para la fabricación de vidrio del tipo i, fracción.

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 1, basado en la Ecuación 4.4. Según las Directrices del IPCC, si no se dispone de otra información para las arcillas, se puede suponer un contenido de carbonato por defecto del 0% hasta más del 30%.

Para la estimación de emisiones de otros usos de ceniza de sosa se aplicó el método de Nivel 1 el cual utiliza la ecuación de emisiones basadas en la masa de los carbonatos consumidos, en este caso contenida en la ceniza de sosa. 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. 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 4.4.

Ecuación 4. 4

Emisiones basadas en la masa de los carbonatos consumidos (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = M_c \bullet (0,85\ EF_{ls} + 0,15\ EF_d)$$

Fuente: Ecuación 2.14; Capítulo 2; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006

Donde:

Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ proveniente 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

4.2.5.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad utilizados en esta categoría provienen de informaciones proporcionadas por empresas del sector, en algunos casos proveídas directamente y en otros obtenidas por encuestas. También se utilizaron como fuente de datos los registros de importaciones de la 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, se obtuvieron datos de una de las principales industrias de producción de cal del país con aproximadamente 60% de cobertura en el mercado para el periodo 2008-2017; y, datos estadísticos de la producción de minerales en el Paraguay realizado por Fernando Wiens para los años 1990-1991, a partir de lo cual se realizó una proyección a nivel nacional y tratamiento estadístico para completar los datos desde 1992 a 2007, utilizando como variable predictiva los datos de producción de cemento. 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.

En el sector 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 Flint (botellas) utilizadas en la industria de alimentos y bebidas. Además, utiliza vidrio reciclado (tipo cullet), cuya proporción es variable de acuerdo con las condiciones del mercado y disponibilidad de materia prima. Se han recopilado datos en el periodo 2006-2017. Mediante un dato puntual en el año 2001 (Fuente: Proyecto Minimización de Pérdidas UIP/BID) y la aplicación de método estadístico basado en una correlación utilizando como variable predictiva la importación de ceniza de sosa, insumo para la producción de vidrio, se completó la serie de datos faltantes para el periodo 1990-2005. 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. Debido a la inexistencia de datos para los años anteriores a 2006, se ha adoptado el valor de 0,57 como un valor constante para los años anteriores y 0,76 para los últimos años.

En cuanto a datos del sector cerámico, no se cuentan con informaciones oficiales por lo que se recurrió a datos de relevamiento realizado por el Sr. Carl Arco, especialista en este sector. 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 PIB industrial para obtener la serie 1990-2017. También se realizaron análisis de laboratorio para determinar el % de carbonatos en arcilla, tomando muestras representativas de las principales zonas productivas del país.

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 realizó un tratamiento estadístico utilizando el método proporcional de la media geométrica.

Tabla 4. 8

Industria de los minerales: parámetros de datos de actividad por subcategoría y fuente

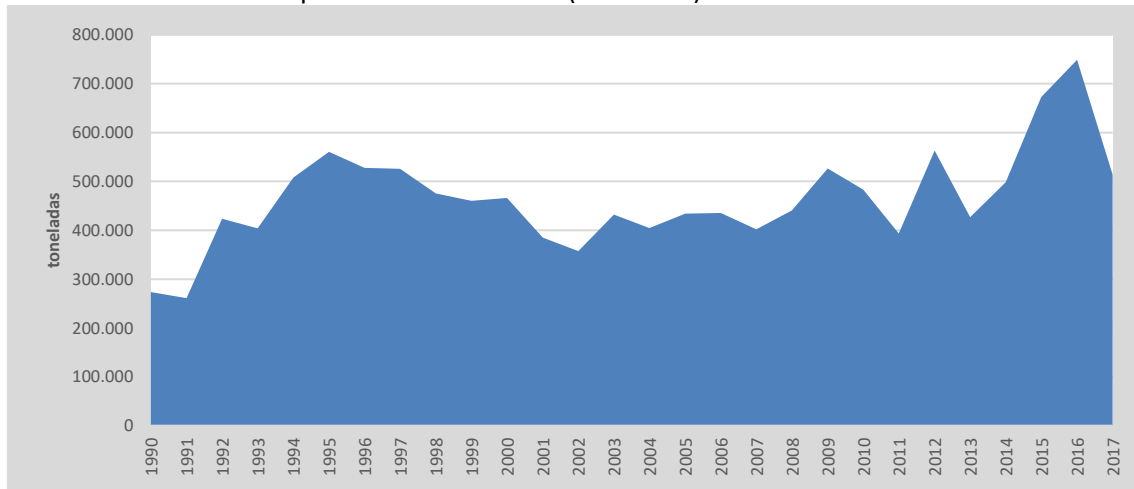
Año	2.A.1. Producción de cemento	2.A.2. Producción de cal	2.A.3. Producción de vidrio		2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos			
	Producción de clínker	Producción de cal viva	Producción de vidrio recipiente flint	Proporción de Cullet	2.A.4.a. Cerámica			2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa
					Producción de productos cerámicos	Arcilla contenida en productos cerámicos	Carbonato contenido en arcilla	Importación de ceniza de sosa
t	t	t	Fracción	t	Fracción	Fracción	t	
1990	273.786,20	33.355,00	15.602,70	0,57	718.015,00	1,10	1,55,E-03	12,63
1995	560.302,41	43.484,00	18.535,40	0,57	1.015.229,00	1,10	1,55,E-03	47,21
2000	466.321,24	52.028,50	21.468,10	0,57	1.318.011,00	1,10	1,55,E-03	116,56
2005	434.084,70	52.028,50	24.400,80	0,57	1.654.381,00	1,10	1,55,E-03	1.807,08
2010	483.015,22	49.428,67	24.935,91	0,57	2.085.543,00	1,10	1,55,E-03	3.367,61
2015	672.491,60	43.902,33	35.872,00	0,65	2.654.493,00	1,10	1,55,E-03	2.768,32
2016	748.845,50	47.422,00	32.181,00	0,76	2.796.389,00	1,10	1,55,E-03	5.027,65
2017	514.016,37	57.732,67	36.160,00	0,76	2.943.845,00	1,10	1,55,E-03	5.421,10

Referencias: Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: Industrias cementeras, caleras, 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

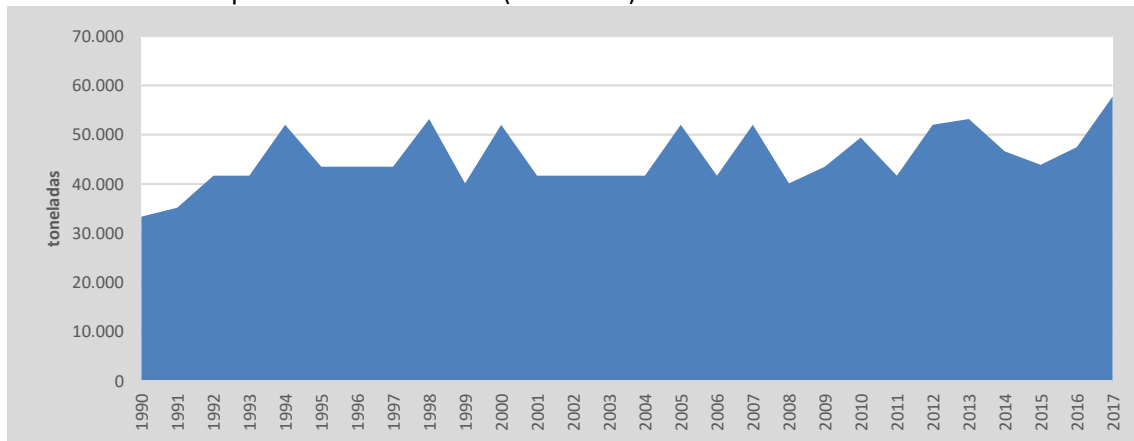
Producción de cemento: producción de Clinker (toneladas)



Fuente: Industrias cementeras.

Figura 4. 6

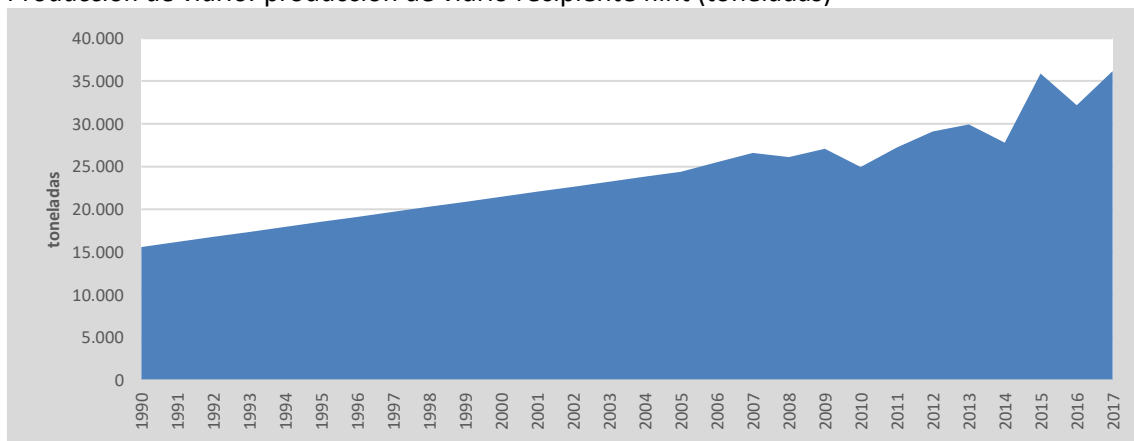
Producción de cal: producción de cal viva (toneladas)



Fuente: Industria calera, Wiens y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 7

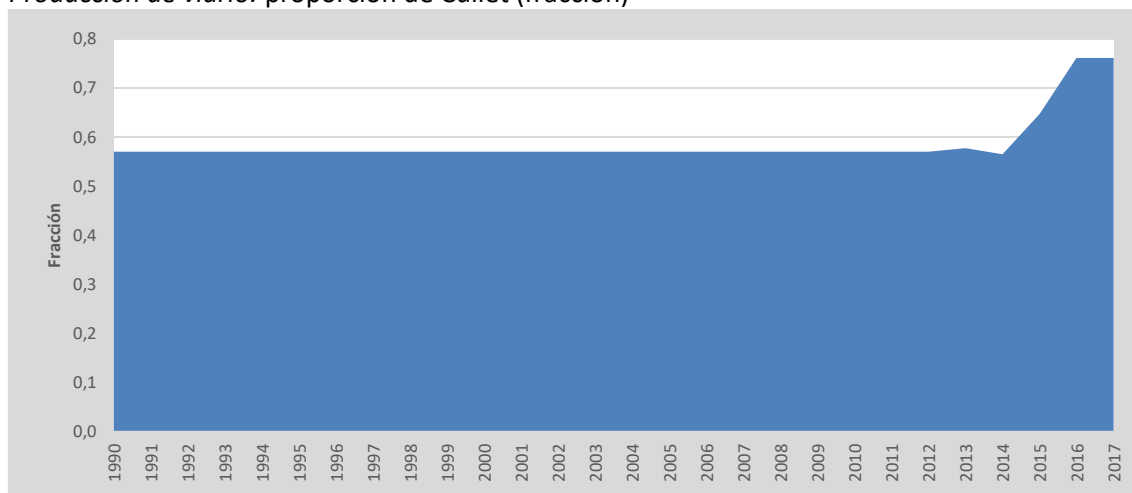
Producción de vidrio: producción de vidrio recipiente flint (toneladas)



Fuente: Industria de vidrio y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 8

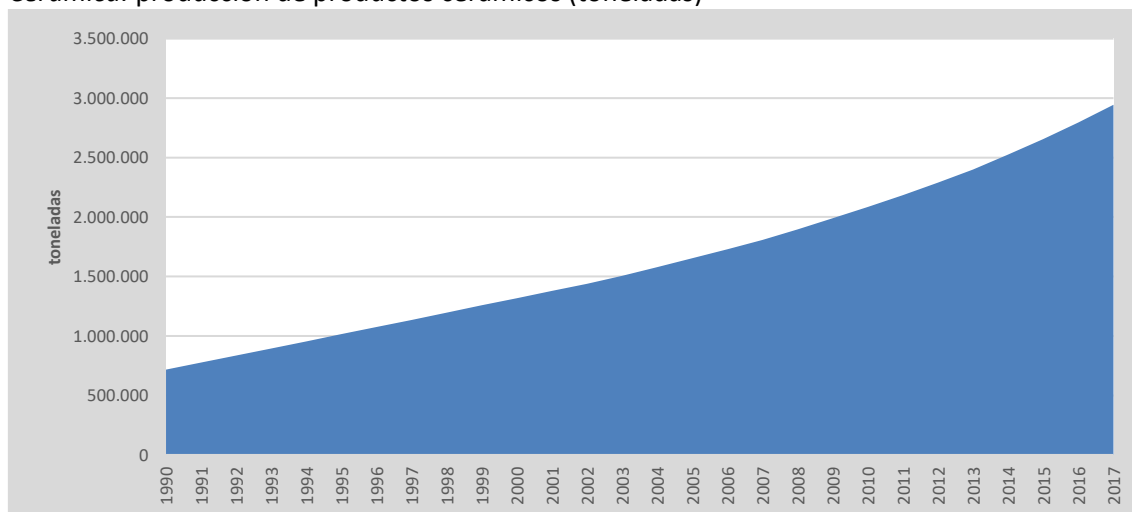
Producción de vidrio: proporción de Cullet (fracción)



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES con base en la información proporcionada por industria de vidrio.

Figura 4. 9

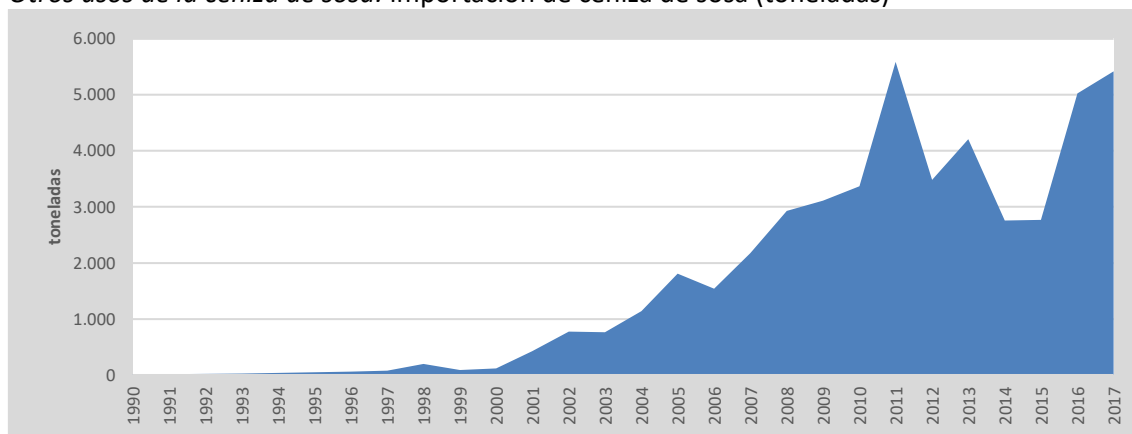
Cerámica: producción de productos cerámicos (toneladas)



Fuente: Arco, datos obtenidos de las Directrices del IPCC de 2006 y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 10

Otros usos de la ceniza de sosa: importación de ceniza de sosa (toneladas)



Fuente: DNA y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

4.2.5.2. 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.

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 CaO en el Clinker para cada planta industrial, utilizando las fracciones de CaO en el Carbonato de Calcio considerando que el mismo proviene en un 100% del CaCO₃ y que se alcanza un 100% de calcinación en el horno. Para el caso de una de las plantas que no dispone de los datos de contenido de CaO para toda la serie temporal, se realizó un tratamiento estadístico a partir de los datos disponibles utilizando método proporcional de media geométrica; de esta forma se completaron los vacíos de datos para los años 1990-2002 y 2008. También se utiliza un factor de corrección por defecto para el CKD, denominado de “polvo de horno de cemento” tomado de las Directrices del IPCC de 2006.

Para la subcategoría de Producción de cal, el FE empleado 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 sector, 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 para el cálculo de las emisiones de GEI de la categoría fue tomado por defecto del Volumen 3, Capítulo 2, Cuadro 2.6 de las Directrices del IPCC de 2006 para el tipo de vidrio fabricado.

Para el sector de productos cerámicos, 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 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.

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	t CO ₂ /t cal con fuerte proporción de calcio
2.A.3. Producción de vidrio	0,21	kg CO ₂ /kg vidrio recipiente flint
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	2.A.4.a. Cerámica	0,44 t CO ₂ /t carbonato calcita
	2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	0,41 t CO ₂ /t carbonato de sodio

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 _{clc})	Factor de emisión para el clinker local		Corrección CKD
	Industria 1	Industria 2		Industria 1	Industria 2		Industria 1	Industria 2	
	t CaO/t clinker	t CaO/t clinker	t CaO / t CaCO ₃	t CaCO ₃ / t clinker	t CaCO ₃ / t clinker	t CO ₂ /t CaCO ₃	t CO ₂ /t clinker	t CO ₂ /t 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
2016	0,63	0,67	0,56	1,12	1,19	0,44	0,49	0,52	1,02
2017	0,63	0,67	0,56	1,13	1,19	0,44	0,50	0,52	1,02

Referencias: Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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 2017, 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.

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	40,58	40,86	23,92	23,97	48,90	59,20
2.A.2. Producción de cal	CO ₂	29,50	29,33	3,92	3,90	29,64	29,81
2.A.3. Producción de vidrio	CO ₂	9,77	9,77	116,94	117,29	116,92	118,34
2.A.4.a. Cerámica	CO ₂	11,20	11,12	9,85	9,81	14,48	15,34
2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	CO ₂	11,14	11,19	9,80	9,79	14,42	15,28

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

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 para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos, con una cobertura geográfica a nivel nacional.

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 la categoría y las actividades propias del Equipo INGEI de IPPU. 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 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 clínker versus la producción de clínker estimada bajo los supuestos de Nivel 1, que considera un contenido de clínker 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 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.
- 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

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

4.2.5.3. Verificación

Subcategoría Producción 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

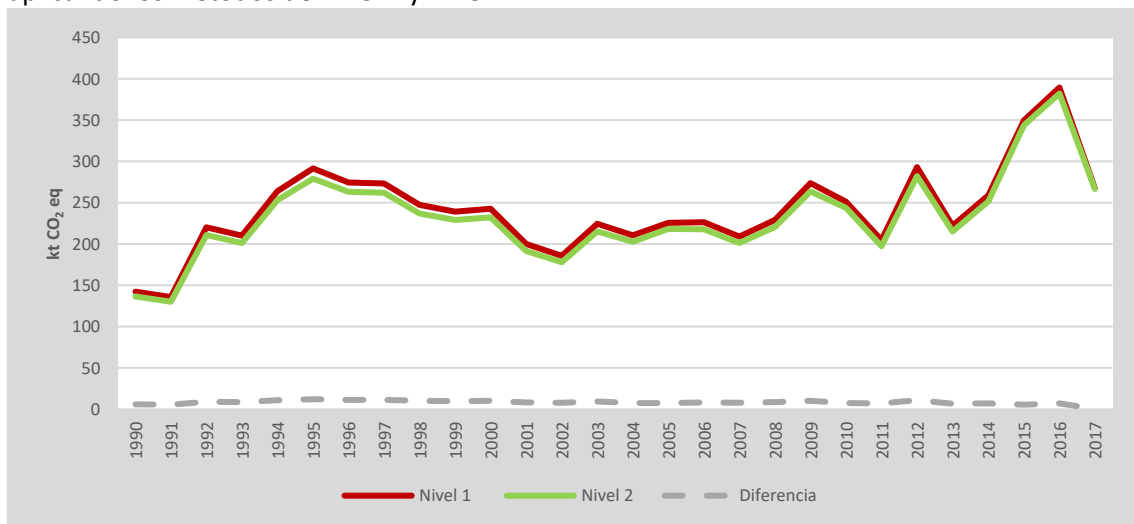
Producción de cemento: comparación entre la estimación de emisiones de CO₂ (kt CO₂ eq) aplicando los métodos de Nivel 1 y Nivel 2

<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	218,25	7,56
2010	251,26	243,81	7,45
2015	349,83	344,06	5,77
2016	389,55	382,22	7,33
2017	267,39	266,88	0,51

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

Figura 4. 11

Producción de cemento: comparación entre la estimación de emisiones de CO₂ (kt CO₂ eq) aplicando los métodos de Nivel 1 y Nivel 2



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

Subcategoría Producción de vidrio

Se compararon las emisiones resultantes de la aplicación del método Nivel 1 y Nivel 2 para la subcategoría 2.A.1. Producción de vidrio. 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% y un factor de emisión de 0,20 toneladas de CO₂ / toneladas de vidrio.

En el actual inventario se ha aplicado un método de Nivel 2, utilizando datos de producción de vidrio y cullet de la misma industria definiendo que el tipo de vidrio producido era Recipiente (Flint) que supone un factor de emisión de 0,21 kilogramos de CO₂ / kilogramos de vidrio.

Tabla 4. 13

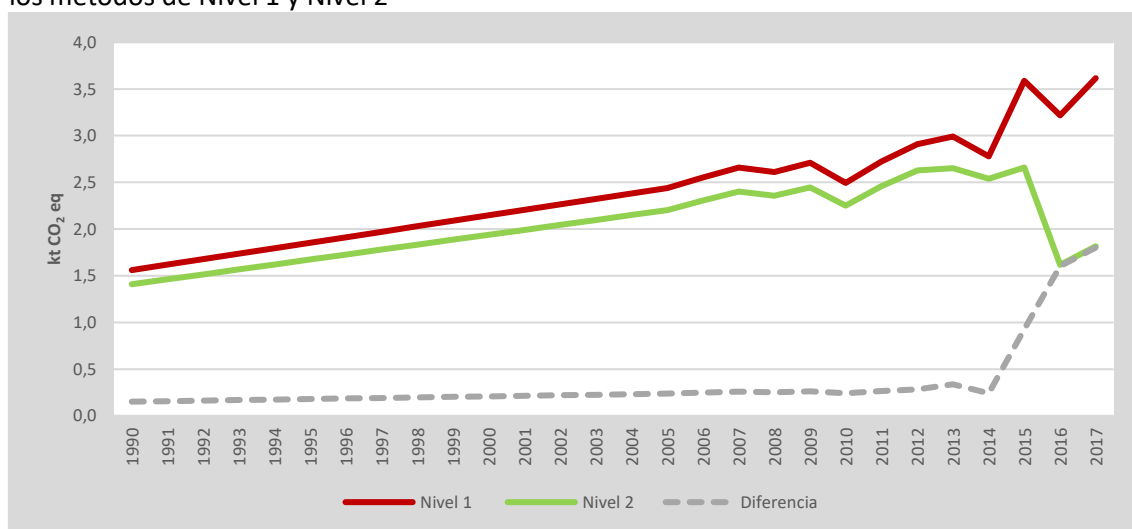
Producción de vidrio: comparación entre la estimación de emisiones de CO₂ (kt CO₂ eq) aplicando los métodos de Nivel 1 y Nivel 2

Año	Nivel 1	Nivel 2	Diferencia
1990	1,56	1,41	0,15
1995	1,85	1,67	0,18
2000	2,15	1,94	0,21
2005	2,44	2,20	0,24
2010	2,49	2,25	0,24
2015	3,59	2,66	0,93
2016	3,22	1,61	1,60
2017	3,62	1,81	1,80

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

Figura 4. 12

Producción de vidrio: comparación entre la estimación de emisiones de CO₂ (kt CO₂ eq) aplicando los métodos de Nivel 1 y Nivel 2



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

4.2.6. Nuevos cálculos de la categoría

Se efectuaron las siguientes modificaciones con respecto al inventario anterior:

Para producción de cemento se han obtenido parámetros de ajuste del FE, correspondiente al contenido de CaO para el periodo 2003-2007, para el periodo 2008-2017 los vacíos de información fueron llenados mediante estadística con el Método proporcional de media geométrica. Además, una de las industrias cementeras ha indicado que cuenta con filtros de manga por tanto se ha ajustado el Factor de corrección del CKD por 1 para dicha industria.

Para producción de cal se han utilizado datos sobre producción de cal viva de un estudio específico para los años 1990-1991 (Datos estadísticos de la producción de minerales en el Paraguay, del autor Fernando Wiens). Para el periodo 1992-2007 se ha aplicado métodos estadísticos de variable predictiva (basada en datos de producción de cemento) para llenado de vacíos.

Para producción de vidrio se ha aplicado para la serie 1990-2005 método estadístico de variable predictiva (basado en datos de ceniza de sosa, datos puntuales de producción de vidrio del 2001

y 2004) para el llenado de vacíos de información. Además, como valor de cullet se ha considerado constante de 1990-2005 un valor de 0,57 y para el año 2017 un valor de 0,76.

Para el sector cerámica se ha contratado una consultoría de un especialista para recabar información obteniendo datos extrapolados a toda la serie. Así también se realizaron análisis de laboratorio de muestras de arcilla de zonas representativas del país, a fin de conocer la realidad del contenido de carbonato en las arcillas. En este caso, los valores obtenidos reflejan un bajo contenido de carbonatos, lo cual se explica por la predominancia de suelos ácidos en el país. Considerando que en inventarios anteriores se utilizaron valores por defecto más elevados, esta nueva información determina una brusca diferencia en el aporte de emisiones de esta subcategoría.

Para Otros usos de la ceniza de sosa se ha utilizado para el periodo 1990-1996 y 1999 el Método de la media geométrica para llenado de vacíos de información y para el resto de los años se ha tomado los valores de importaciones de la DNA.

Tabla 4. 14

Industria de los minerales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	143,39	292,80	244,32	228,62	291,99	537,03		
INGEI actual	163,44	314,35	274,43	261,47	286,10	382,78	423,58	316,45
Diferencia	20,04	21,55	30,11	32,85	-5,89	-154,25		
Diferencia %	12,26%	6,85%	10,97%	12,56%	-2,06%	-40,30%		

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

4.2.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Definir estrategia de relevamiento de datos del sector cal considerando la informalidad existente, estableciendo vínculos directos con las principales empresas y asociaciones productoras de cal a fin de obtener datos de producción.
- Realizar trabajo colaborativo con empresa fabricante de vidrio para obtener datos históricos de producción.
- Relevar otras posibles industrias fabricantes de vidrio en el país.
- Establecer vínculos con la Cámara Paraguaya de la Industria Cerámica y con asociaciones de productores.
- 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 IGEI.
- Calcular emisiones de gases precursores (CO, NO_x, COVDM y SO_x).

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.

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 tampoco 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). 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 representan el 0,54% del sector IPPU para el año 2017 donde inicia la actividad en el país.

Tabla 4. 15

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

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.B.5. Producción de carburo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,93
Total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,93

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

4.3.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Considerando que no es categoría principal, se adopta el método de Nivel 1, 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. 5

Emisiones de la producción de carburo

$$E_{CO_2} = AD \cdot EF$$

Fuente: Ecuación 3.11; Capítulo 3; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006

Donde:

E_{CO_2} = emisiones de CO₂, toneladas

AD = datos de la actividad sobre el consumo de la producción de carburo, toneladas de carburo producido

EF = factor de emisión de CO₂.

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	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 de equipo técnico de INGEI del MADES.

4.3.5.1. 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.

Tabla 4. 17

Producción de carburo: exportación de carburo de silicio (toneladas)

<i>Año</i>	<i>Valor</i>
1990	0,00
1995	0,00
2000	0,00
2005	0,00
2010	0,00
2015	0,00
2016	0,00
2017	1.722,74

Fuente: DNA.

4.3.5.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los FE utilizados, tanto para calcular las emisiones de CO₂ como de CH₄, son valores por defecto extraídos de las Directrices del IPCC de 2006.

Tabla 4. 18

Producción de carburo: factores de emisión aplicados

<i>Subcategoría</i>	<i>FE - CO₂</i>		<i>FE - CH₄</i>	
	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
2.B.5. Producción de carburo	2,62	t CO ₂ /t carburo producido	11,60	kg CH ₄ /t carburo producido

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

4.3.3. Incertidumbre específica de la categoría

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2017, ha sido estimada para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla.

Tabla 4. 19

Producción de carburo: incertidumbre combinada

<i>Subcategoría</i>	<i>GEI</i>	<i>Incertidumbre de datos de actividad</i>		<i>Incertidumbre de factores de emisión</i>		<i>Incertidumbre combinada</i>	
		<i>(-) %</i>	<i>(+) %</i>	<i>(-) %</i>	<i>(+) %</i>	<i>(-) %</i>	<i>(+) %</i>
2.B.5. Producción de carburo	CO ₂	9,83	9,82	19,56	19,63	21,43	22,54
	CH ₄	9,83	9,82	19,58	19,38	21,40	22,45

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

4.3.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

No corresponde, considerando que es la primera vez que se reporta esta categoría.

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 INGEI de IPPU. 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 cada fuente de 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 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.
- 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

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

4.3.5.3. 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.

4.3.6. Nuevos cálculos de la categoría

No corresponde, considerando que es la primera vez que se reporta esta categoría.

4.3.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Establecer vínculos con industrias fabricantes de carburos.
- Identificar el mercado de carburo en el país.
- 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.
- Fortalecer vínculos con la Dirección de Aduanas para agilizar la disponibilidad de informaciones de importaciones y exportaciones de mercaderías a fin de realizar análisis de datos de sectores específicos.
- Alentar a las entidades proveedoras de información, a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el IGEl.
- Calcular emisiones de gases precursores (CO, NOx, COVDM y SOx).

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.

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. Hasta el año 2017, existe una sola industria de producción de hierro y acero en el país, la cual tuvo muchos problemas operativos en los últimos años.

En Paraguay, 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. Las baterías ácidas de plomo 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 5,98% del sector IPPU para el año 2017. En cuanto a su evolución en el tiempo, esta categoría tuvo una disminución del 30,58% con respecto al año 1990 y una disminución del 47,95% con respecto al año 2015, 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 2017 tuvo una contribución del 99,40% del total de emisiones, correspondiendo el 0,60% restante a la producción de plomo.

En el año 2017, la subcategoría Producción de hierro y acero contribuye un 5,95% con emisiones de CO₂ al sector IPPU, mientras que la Producción de plomo contribuye un 0,03% con emisiones de CO₂.

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 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.

Tabla 4. 20

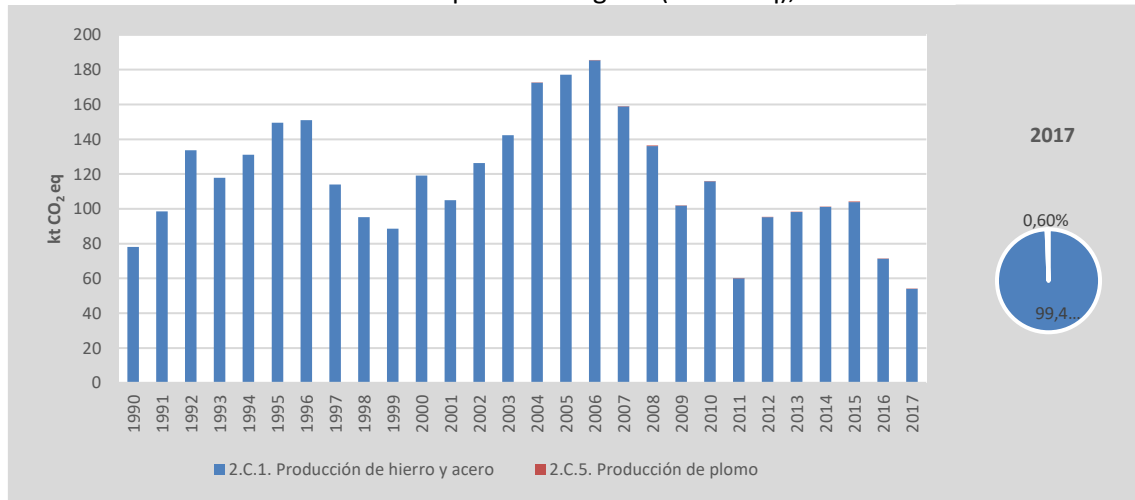
Industria de los metales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.C.1. Producción de hierro y acero	78,18	149,50	119,17	177,16	115,84	103,83	71,35	53,94
2.C.5. Producción de plomo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,44	0,09	0,33
Total	78,18	149,50	119,17	177,16	115,94	104,27	71,44	54,27

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

Figura 4. 13

Industria de los metales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

4.4.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Al no contarse con datos nacionales sobre el uso de los materiales de proceso para la producción del hierro y del acero, se opta por estimar en un Nivel 1. 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 4.6 y 4.7. 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 4.6 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. 6

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. 7

Emisiones de CO₂ provenientes de la producción de arrabio no procesado en acero

$$\text{Producción de arrabio: } E_{CO_2, no-energía} = IP \cdot EF_{IP}$$

Fuente: Ecuación 4.5; Capítulo 4; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006

Donde:

$E_{CO_2, no-energía}$ = 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

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. 8

Emisiones de CO₂ provenientes de la producción de plomo

$$E_{CO_2} = DS \cdot EF_{DS} + ISF \cdot EF_{ISF} + S \cdot EF_S$$

Fuente: Ecuación 4.32; Capítulo 4; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006

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

Tabla 4. 21

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	NA, NO	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	NA	NA								
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	NO	NO	NO	NO								
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
2.C.5. Producción de plomo	NE, T1	NE, D										
2.C.6. Producción de cinc	NO	NO										
2.C.7. Otros	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 de equipo técnico de INGEI del MADES.

4.4.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

La empresa ACEPAR (Aceros del Paraguay) 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 brasileiro, VETORIAL 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 World Steel Association (1998-2016) y por el Servicio Geológico de Estados Unidos (1994-2014). También se recopilaron datos de la Dirección Nacional de Aduanas (importación de mineral de hierro y exportación de arrabio) y del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS).

Finalmente, los datos de actividad utilizados para el cálculo de emisiones fueron los del World Steel Association (WSA). Los datos de producción de arrabio del WSA corresponden al total de arrabio, incluyendo lo que se convierte en acero y lo no convertido. 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 la fuente de datos seleccionada para el cálculo de las emisiones de la producción de acero, se opta por la World Steel Association (WSA), considerando 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% 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.

En cuanto a los datos de producción de plomo, considerando que no existen datos oficiales y no se obtuvieron datos de las empresas del sector, 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.

Tabla 4. 22

Industria de los metales: datos de actividad (toneladas)

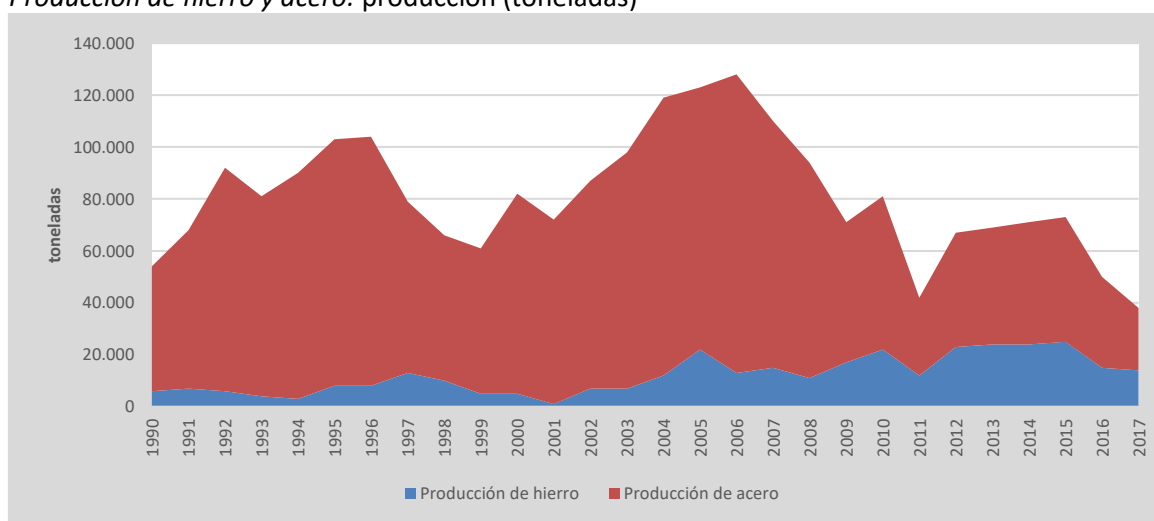
Año	2.C.1. Producción de hierro y acero		2.C.5. Producción de plomo
	Producción de hierro	Producción de acero	Exportación de plomo
1990	6.000,00	48.000,00	s/d
1995	8.000,00	95.000,00	s/d
2000	5.000,00	77.000,00	s/d
2005	22.000,00	101.000,00	s/d
2010	22.000,00	59.000,00	518,15
2015	25.000,00	48.000,00	2.209,10
2016	15.000,00	35.000,00	456,94
2017	14.000,00	24.000,00	1.634,63

Referencias: s/d = sin dato

Fuente: WSA, DNA.

Figura 4. 14

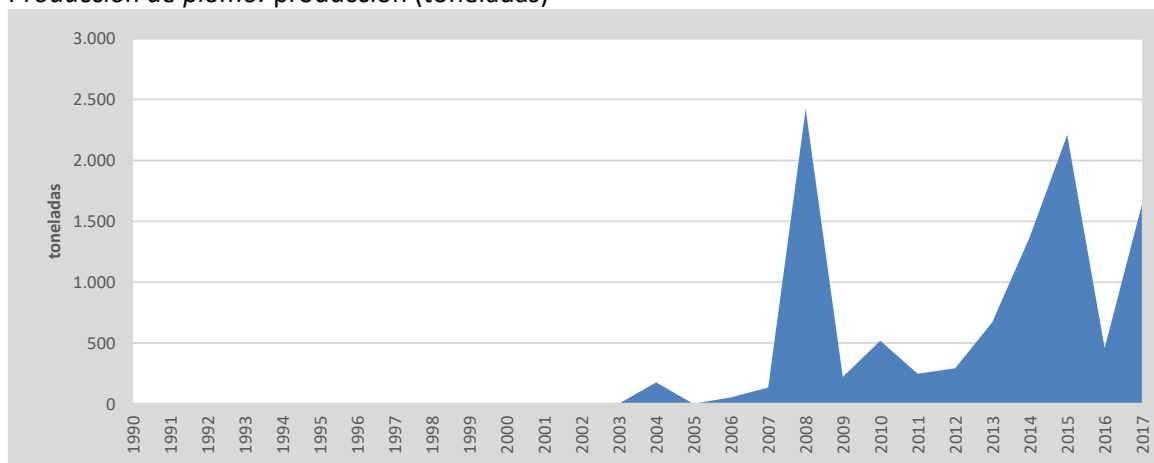
Producción de hierro y acero: producción (toneladas)



Fuente: WSA.

Figura 4. 15

Producción de plomo: producción (toneladas)



Fuente: DNA.

4.4.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los FE empleados para el cálculo de las emisiones de GEI 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 GEI estimado.

Para la producción de plomo, se utiliza el FE correspondiente a la producción por tratamiento de materias primas secundarias.

En cuanto al tipo de proceso de producción de hierro, se accedió a información que la empresa VETORIAL (ex ACEPAR) opera con procesos tecnológicos basados en hornos básicos de oxígeno (BOF). Esta consideración está avalada por las informaciones estadísticas de 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.

Tabla 4. 23

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 2017, ha sido estimada por subcategoría y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 4.24.

Tabla 4. 24

Industria de los metales: incertidumbre combinada

Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
2.C.1. Producción de hierro y acero	CO ₂	14,49	14,44	14,49	14,52	19,52	21,54
2.C.5. Producción de plomo	CO ₂	29,34	29,51	29,39	29,67	38,52	45,04

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

4.4.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La serie se considera consistente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones de la categoría para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos, con una cobertura geográfica a nivel nacional. La subcategoría de producción de plomo por su parte requiere confirmar la existencia e incluir las emisiones procedentes de la producción de plomo secundario del mercado local para toda la serie temporal, además de llenar los vacíos de información de exportaciones de plomo.

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 la categoría y las actividades propias del Equipo INGEI de IPPU. 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 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 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.
- 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

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

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

Entre las modificaciones realizadas con respecto al inventario anterior, se puede mencionar la utilización de datos de producción de hierro del WSA obtenido por la diferencia entre la producción de arrabio y la producción de acero, mientras que en el anterior inventario se han tomado valores de exportación de hierro para los periodos 2004-2008, 2010-2012 y 2014-2015.

Para producción de plomo fueron utilizados los datos de la DNA sobre exportaciones para el año 2004 y periodo 2006-2017.

Tabla 4. 25

Industria de los metales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	70,08	138,70	112,42	155,74	91,03	77,09		
INGEI actual	78,18	149,50	119,17	177,16	115,94	104,27	71,44	54,27
Diferencia	8,10	10,80	6,75	21,42	24,91	27,19		
Diferencia %	10,36%	7,22%	5,66%	12,09%	21,49%	26,07%		

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES

4.4.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Realizar gestiones para acceder a datos históricos de producción de hierro y acero de la empresa ACEPAR y sucesivas, a través de las instituciones oficiales correspondientes.
- Estimar emisiones de producción de hierro y acero en un nivel superior con el fin de extraer las emisiones de CO₂ de la biomasa que entra como materia prima en el proceso el cual ya está siendo estimado en el sector Energía.
- Identificar y establecer vínculos con nuevas empresas correspondientes a este sector.
- Calcular emisiones de producción de ferroaleaciones en próximos inventarios, ya que se registran que en los últimos años se ha instalado una industria que procesa ferroaleaciones.
- Realizar el cálculo de las emisiones de Producción de plomo 1990-2003 y 2005.
- 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.
- Fortalecer vínculos con la Dirección de Aduanas para agilizar la disponibilidad de informaciones de importaciones y exportaciones de mercaderías a fin de realizar análisis de datos de sectores específicos.
- 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 IGEI.
- Calcular emisiones de gases precursores (CO, NOx, COVDM y SOx).

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, 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 transportes. 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 2,13% del sector IPPU para el año 2017. En cuanto a su evolución en el tiempo, tuvo un aumento del 325,06% con respecto al año 1990 y del 8,50% con respecto al año 2015, 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 99,00%.

La subcategoría Uso de lubricantes contribuye un 2,11% con emisiones de CO₂ al sector IPPU para el año 2017; dichas emisiones van en aumento según la tendencia de emisiones 1990-2017. En el caso de la subcategoría Uso de cera de parafina, la misma contribuye un 0,02% con emisiones de CO₂ al sector IPPU para el año 2017, con una tendencia de aumento de emisiones en dicho periodo.

Tabla 4. 26

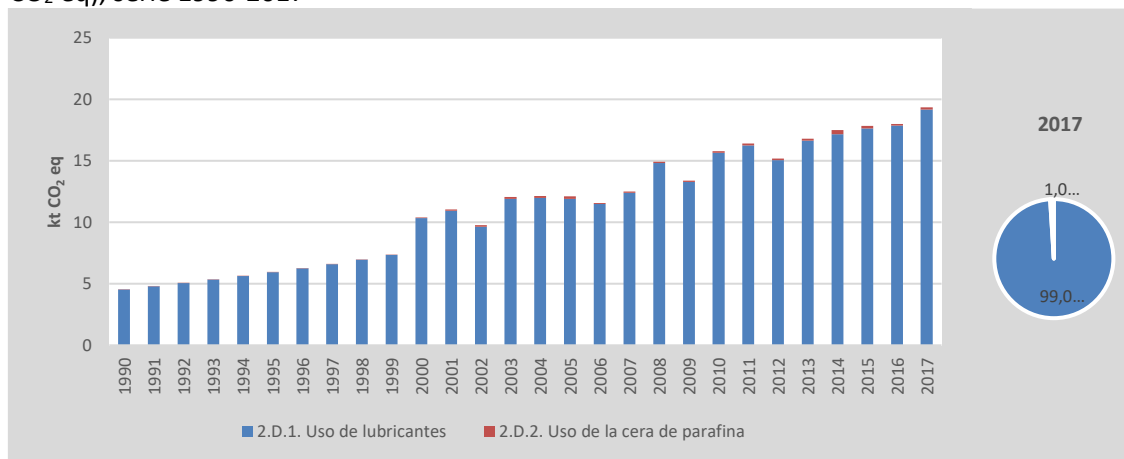
Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.D.1. Uso de lubricantes	4,54	5,93	10,33	11,91	15,64	17,62	17,85	19,15
2.D.2. Uso de la cera de parafina	0,01	0,01	0,05	0,20	0,13	0,21	0,15	0,19
Total	4,55	5,94	10,39	12,11	15,77	17,83	18,00	19,34

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

Figura 4. 16

Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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 para todas las subcategorías, usando datos de actividades país específicos desagregados y factores de emisión por defecto de acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006.

A continuación, se presenta Tabla resumen con los métodos aplicados por subcategoría:

Tabla 4. 27

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 de equipo técnico de INGEI del MADES.

Para el cálculo de emisiones de CO₂ relacionado al Uso de lubricantes, se aplica la siguiente ecuación, con datos por defecto agregados para los pocos parámetros disponibles y con 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. 9

Emisiones de lubricantes (Nivel 1)

$$CO_2 \text{ Emisiones} = LC \cdot CC_{\text{Lubricante}} \cdot ODU_{\text{Lubricante}} \cdot 44/12$$

Fuente: Ecuación 5.2; Capítulo 5; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006

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

Las emisiones de CO₂ relacionadas al Uso de cera, se calculan mediante la siguiente ecuación y con los datos por defecto agregados para los pocos parámetros disponibles.

Ecuación 4. 10

Emisiones de ceras (Nivel 1)

$$CO_2 \text{ Emisiones} = PW \cdot CC_{\text{Cera}} \cdot ODU_{\text{Cera}} \cdot 44/12$$

Fuente: Ecuación 5.4; Capítulo 5; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006

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

4.5.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Considerando que los lubricantes y las ceras de parafina 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 1999, se realizó un tratamiento estadístico por el método de la media geométrica a fin de contar con datos para los años anteriores (1990-1998).

Tabla 4. 28

Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: datos de actividad por subcategoría (terajulios)

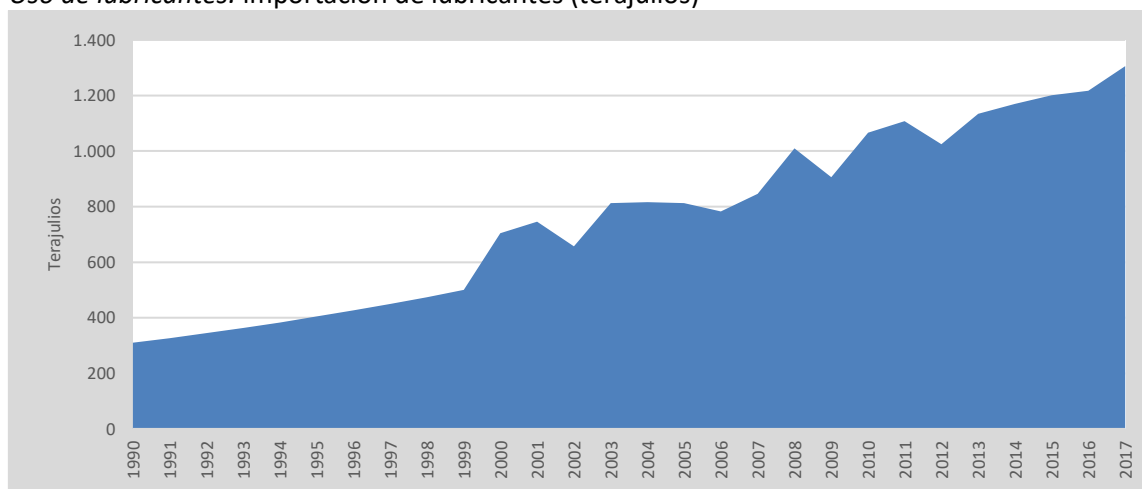
Año	2.D.1. Uso de lubricantes	2.D.2. Uso de la cera de parafina
	Importación de lubricantes	Importación de ceras
1990	309,79	0,49
1995	404,35	0,89
2000	704,52	3,62
2005	812,18	13,31
2010	1.066,03	8,92
2015	1.201,04	14,52
2016	1.216,71	10,33
2017	1.305,68	13,15

Referencias: Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: DNA.

Figura 4. 17

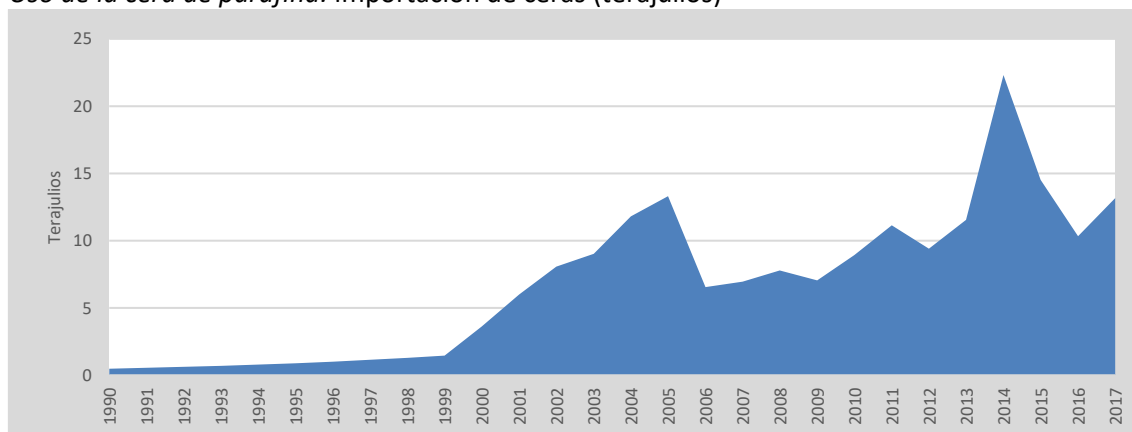
Uso de lubricantes: importación de lubricantes (terajulios)



Fuente: DNA y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 18

Uso de la cera de parafina: importación de ceras (terajulios)



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.

Tabla 4. 29

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	t/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	t/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 2017, ha sido estimada por subcategoría y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 4.30.

Tabla 4. 30

Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: incertidumbre combinada

Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
2.D.1. Uso de lubricantes	CO ₂	39,49	39,29	2,39	2,40	97,99	117,49
2.D.2. Uso de cera de parafina	CO ₂	39,11	39,18	2,39	2,39	97,53	118,21

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

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 para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos extraídas de la DNA, con una cobertura geográfica a nivel nacional. Los vacíos de información fueron calculados mediante métodos estadísticos y se detallan en el Anexo 3.2 y 5.1.

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 la categoría y las actividades propias del Equipo INGEI de IPPU. 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 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 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.
- 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

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

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

Entre los nuevos cálculos realizados, está el tratamiento estadístico brindado a los datos disponibles para completar los vacíos de la serie temporal, para lo cual se aplicó el método de la media geométrica, partiendo de los datos de importaciones de lubricantes y ceras disponibles en el periodo 1999-2017.

Tabla 4. 31

Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

<i>INGEI</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
INGEI anterior	7,06	7,26	10,61	12,12	15,77	17,83		
INGEI actual	4,55	5,94	10,39	12,11	15,77	17,83	18,00	19,34
Diferencia	-2,51	-1,32	-0,22	-0,01	0,00	0,00		
Diferencia %	-55,09%	-22,17%	-2,12%	-0,07%	0,00%	0,00%		

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

4.5.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Analizar detalladamente las partidas arancelarias con productos no energéticos específicos que deben ser incluidos.
- Analizar los balances con el fin de mejorar y definir que partidas de productos no energéticos serán incluidas en el mismo.
- Fortalecer vínculos con la Dirección de Aduanas para agilizar la disponibilidad de informaciones de importaciones y exportaciones de mercaderías a fin de realizar análisis de datos de sectores específicos.
- Alentar a las entidades proveedoras de información, a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el INGEI.
- Calcular emisiones de gases precursores (CO, NO_x, COVDM y SO_x).

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.

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 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

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.

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 HFC-236fa denominado Hexafluoropropano, utilizado para proteger a los equipos e instrumentos eléctricos en las operaciones de extinción de incendios.

Esta categoría presenta emisiones de HFC que representan el 54,27 % del sector IPPU para el año 2017, con un incremento del 57,81 % con respecto al año 2015, lo cual se debe al aporte de los gases utilizados en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

Tabla 4. 32

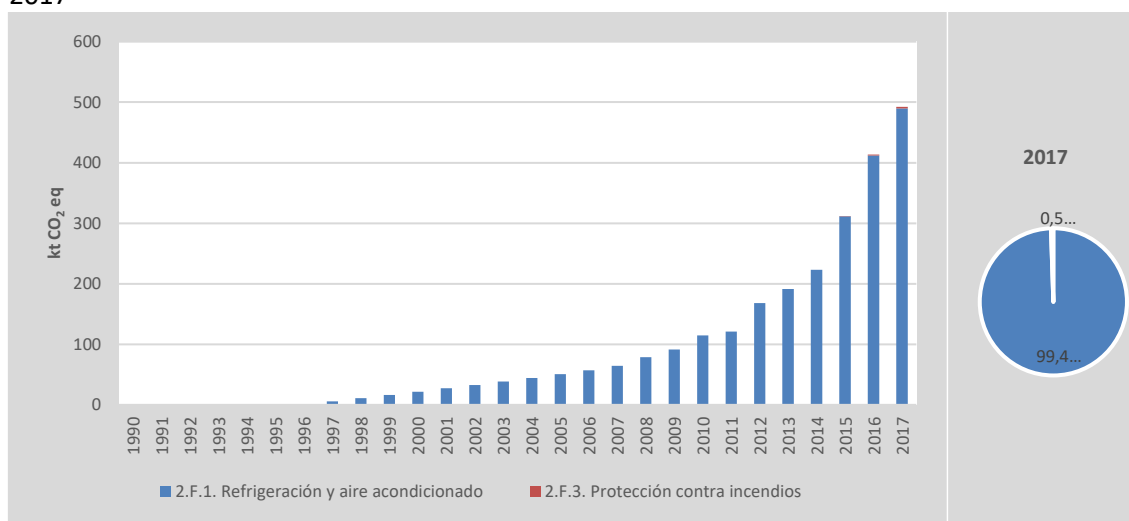
Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

<i>Subcategoría</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	0,00	0,00	21,89	50,53	114,71	311,24	411,71	489,82
2.F.3. Protección contra incendios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	1,61	2,55
Total	0,00	0,00	21,89	50,53	114,71	312,00	413,31	492,37

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

Figura 4. 19

Uso de productos sustitutos de las SAO: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

4.7.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

En la siguiente Tabla se resumen los métodos utilizados.

Tabla 4. 33

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 de equipo técnico de INGEI del MADES.

Para la estimación de emisiones de HFC de esta categoría se utilizan métodos de Nivel 1. La disponibilidad de datos y las sub-aplicaciones son criterios importantes a la hora de seleccionar el método para estimar las emisiones. Considerando que no se cuenta con información detallada del consumo de sustitutos SAO a nivel de sub-aplicaciones, se emplea para el cálculo el método

de Nivel 1a que corresponde a un enfoque por factor de emisión con un bajo nivel de desagregación. Se ha utilizado como instrumento de cálculo el software IPCC versión 2.691.

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, basado en la multiplicación del consumo neto de cada gas para la aplicación por el factor de emisión correspondiente, de acuerdo con la lógica de emisiones reales. 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 4.11.

Ecuación 4. 11

Cálculo de las emisiones de una sustancia química de una aplicación con bancos

$\begin{aligned} \text{Emisiones Anuales} &= \text{Consumo Neto} \cdot \text{EF}_{PA} \text{ Compuesto} \\ &+ \text{Total Sustancia química en Banco} \cdot \text{EF}_B \text{ Compuesto} \end{aligned}$
--

Fuente: Ecuación 7.2B; Capítulo 7; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006

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

4.7.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Se han relevado datos oficiales 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 90 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 aplicó método estadístico proporcional basado en la media geométrica.

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 12.685/2008), el MADES (ex SEAM) inició el registro de importaciones de sustancias alternativas a las SAO y en coordinación con la DNA se establecieron sub-partidas arancelarias específicas para discriminar los tipos de gases refrigerantes importados.

Los datos de consumo de HFCs durante el periodo 2009-2017 fueron provistos por el Dpto. Ozono del MADES mientras que los datos del 2008 fueron extraídos del documento del Plan de Eliminación de los HCFC (HPMP) del MADES (ex SEAM).

El gas R-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% como tasa de crecimiento de uso de equipos de refrigeración y aire acondicionado, basados en la información del documento HPMP (Plan de Eliminación de HCFC) Año 2010, de la

Unidad de Ozono de MADES, presentado a las instancias correspondientes del Protocolo de Montreal para la solicitud de financiamiento del HPMP.

Se ha considerado que antes del año 2008, a excepción del gas R-134a, no ocurrían (NO) emisiones de otros gases sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono debido a que los mismos hicieron su aparición en años posteriores a esa fecha. De acuerdo al calendario de eliminación de sustancias agotadoras de ozono en el marco de los compromisos ante el Protocolo de Montreal, en Paraguay se prohibieron las importaciones de los Clorofluorcarbonos (CFC) a partir del año 2010, mientras que los Hidroclorofluorcarbonos (HCFC) iniciaron su proceso de reducción de consumo desde el año 2013. Por este motivo, podemos suponer que no había consumo de Hidrofluorcarbonos (HFC) en los años anteriores, respaldados también por los reportes nacionales realizados en el marco del Protocolo de Montreal por el Dpto. de Ozono del MADES (ex SEAM).

Tabla 4. 34

Uso de productos sustitutos de las SAO: consumo de HFCs por subcategoría, fuente y tipo de gas (toneladas)

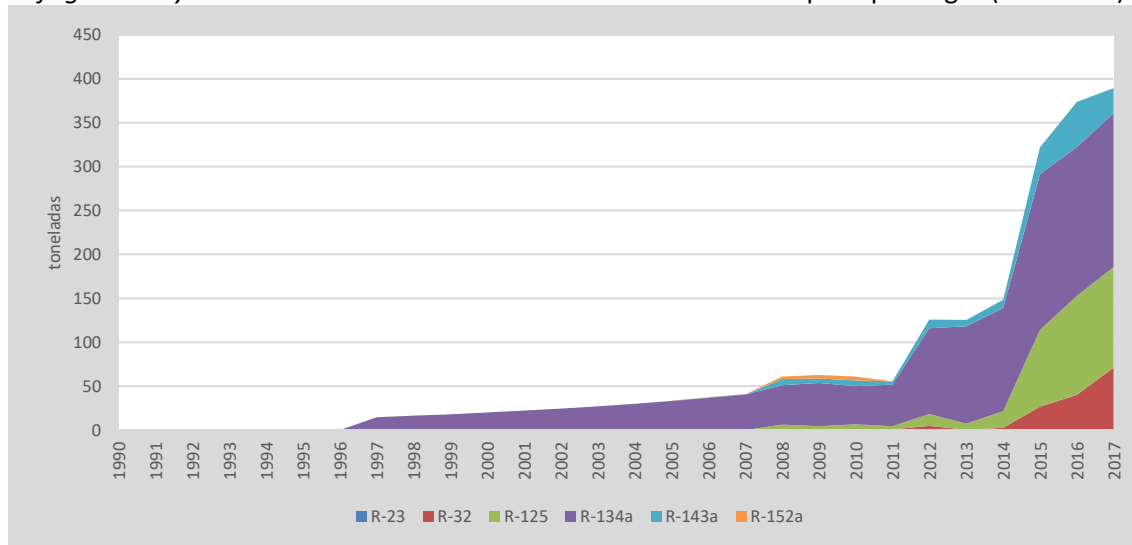
Año	2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado							2.F.3. Protección contra incendios
	2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionario						2.F.1.b. Aire acondicionado móvil	
	R-23	R-32	R-125	R-134a	R-143a	R-152a	R-134a	R-236fa
1990	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,00	0,00	0,00	19,97	0,00	0,00	19,97	0,00
2005	0,00	0,00	0,00	33,12	0,00	0,00	33,12	0,00
2010	0,00	0,57	6,18	43,10	6,63	4,58	43,10	0,00
2015	0,00	26,71	87,32	177,30	30,48	0,07	177,30	3,00
2016	0,00	40,24	112,49	169,50	51,35	0,00	169,50	0,00
2017	0,00	71,09	114,58	174,91	28,71	0,00	174,91	4,00

Referencias: Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos.

Fuente: Departamento de Ozono de la DGA del MADES y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 20

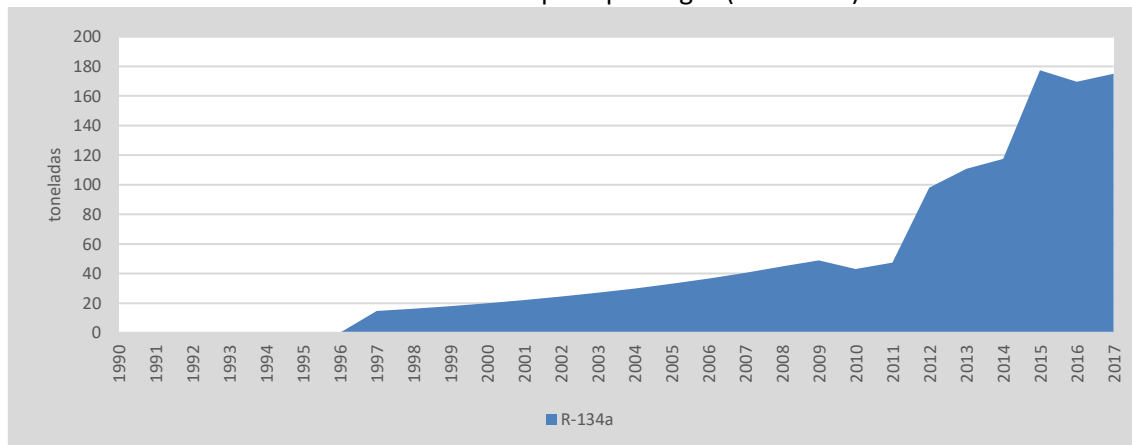
Refrigeración y aire acondicionado estacionario: consumo de HFCs por tipo de gas (toneladas)



Fuente: Departamento de Ozono de la DGA del MADES y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 21

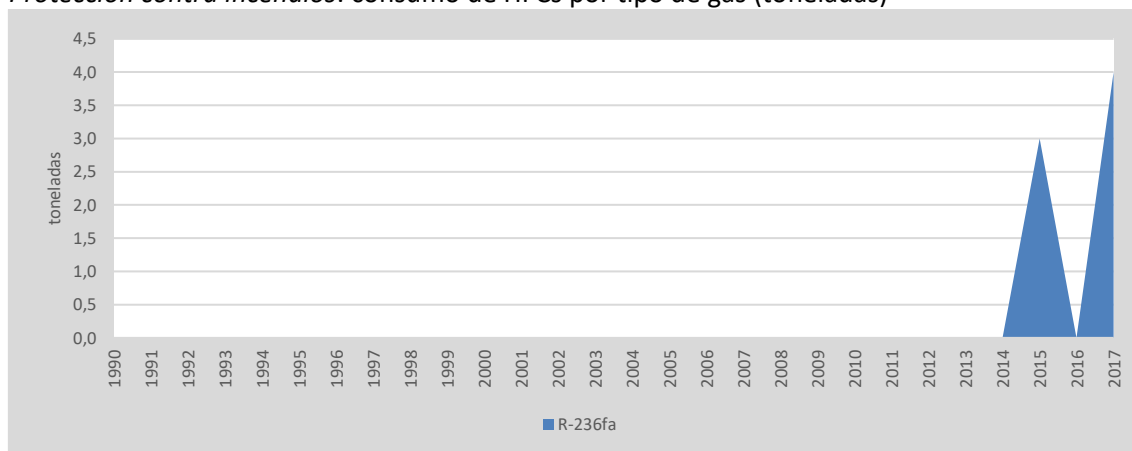
Aire acondicionado móvil: consumo de HFCs por tipo de gas (toneladas)



Fuente: Departamento de Ozono de la DGA del MADES y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

Figura 4. 22

Protección contra incendios: consumo de HFCs por tipo de gas (toneladas)



Fuente: Departamento de Ozono de la DGA del MADES.

4.7.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores compuestos de emisión se determinan calculando un promedio de los FE de sub-aplicación que corresponda, ponderado según la actividad de cada sub-aplicación. Los factores utilizados fueron obtenidos del Volumen 3, Capítulo 7 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:

- Tasa de crecimiento en ventas de equipos nuevos,
- Vida útil promedio de los equipos,
- Factor de emisión de la base instalada,
- Destrucción de los gases al final de la vida útil de los equipos.

El factor de emisión para el banco corresponde a un 15 % anual para toda el área de refrigeración y aire acondicionado estacionario, 13 % 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 (Sección 7.5.2.1.; Capítulo 7; Volumen 3):

- La vida útil de los equipos es de 15 años promedio, para todas las sub-aplicaciones.
- La tasa de crecimiento de las ventas de nuevos equipos es de un 14,5 % promedio para toda la serie. Se estima en función del crecimiento de la entrada de nuevos equipos informada en el estudio HPMP (Plan de eliminación de los HCFC, MADES 2010).
- No existe destrucción de los gases al final de la vida útil.

Tabla 4. 35

Uso de productos sustitutos de las SAO: parámetros de factor de emisión aplicados por subcategoría

Subcategoría/fuente		Parámetro	Unidad	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-152a	HFC-143a	HFC-134a	HFC-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	%	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00		
		Gas destruido al fin de la vida útil	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		Tasa de crecimiento en ventas de equipos nuevos	%	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50		
	2.F.1.b - Aire acondicionado móvil	Vida útil promedio de los equipos	Años							13,00	
		Factor de emisión de la base instalada	%							15,00	
		Gas destruido al fin de la vida útil	%							0,00	
		Tasa de crecimiento en ventas de equipos nuevos	%							14,50	
2.F.3. Protección contra incendios	Vida útil promedio de los equipos	Años								15,00	
	Factor de emisión de la base instalada	%								4	
	Gas destruido al fin de la vida útil	%								0	
	Tasa de crecimiento en ventas de equipos nuevos	%								14,5	

Fuente: 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 2017, ha sido estimada por subcategoría y fuente para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 4.36.

Tabla 4. 36

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	CHF ₃	50,00	50,00	15,00	15,00	52,20	52,20
	CH ₂ F ₂	50,00	50,00	15,00	15,00	52,20	52,20
	CHF ₂ CF ₃	50,00	50,00	15,00	15,00	52,20	52,20
	CH ₂ FCF ₃	50,00	50,00	15,00	15,00	52,20	52,20
	CH ₃ CF ₃	50,00	50,00	15,00	15,00	52,20	52,20
	CH ₃ CHF ₂	50,00	50,00	50,00	50,00	15,00	15,00
2.F.1.b. Aire acondicionado móvil	CH ₂ FCF ₃	50,00	50,00	15,00	15,00	52,20	52,20
2.F.3. Protección contra incendios	CF ₃ CH ₂ CF ₃	50,00	50,00	15,00	15,00	52,20	52,20

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

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 para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos, con una cobertura geográfica a nivel nacional.

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 la categoría y las actividades propias del Equipo INGEI de IPPU. 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 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 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.
- 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

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

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

La diferencia registrada con respecto al inventario anterior se puede explicar por el aumento resultante de las emisiones del HFC-134a debido a su estimación a partir del año 1997, lo cual también genera un banco de gases que aumenta anualmente. También se puede mencionar la consideración realizada en el inventario actual de asignar para dicho gas un uso del 50% en equipos estacionarios y 50% para móvil.

Tabla 4. 37

Uso de productos sustitutos de las SAO: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	0,00	0,00	0,00	0,00	61,27	282,93		
INGEI actual	0,00	0,00	21,89	50,53	114,71	312,00	413,31	492,37
Diferencia	0,00	0,00	21,89	50,53	53,45	29,07		
Diferencia %	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	46,59%	9,32%		

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

4.7.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Realizar un análisis detallado de datos históricos para estimar las sub-aplicaciones, importaciones de sustitutos de las SAO, de quipos que ingresan al país con HFCs 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.
- Fortalecer vínculos con la Dirección de Aduanas para agilizar la disponibilidad de informaciones de importaciones y exportaciones de mercaderías a fin de realizar análisis de datos de sectores específicos.

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 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, afectando a la ANDE (Administración Nacional de Electricidad) 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 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 para aparatos de medida externos 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 utilizan grandes cantidades de 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 2,19 % del total en el año 2017, con un incremento del 107,50 % con respecto al año 1990 y un 66,00 % respecto al año 2015.

Tabla 4. 38

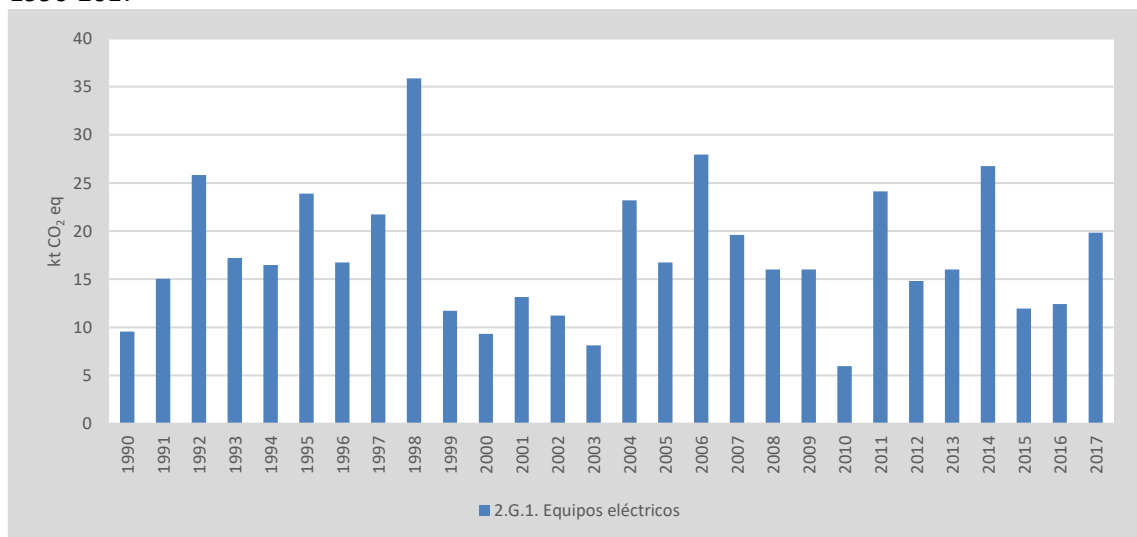
Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
2.G.1. Equipos eléctricos	9,56	23,90	9,32	16,73	5,98	11,95	12,43	19,84
Total	9,56	23,90	9,32	16,73	5,98	11,95	12,43	19,84

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

Figura 4. 23

Manufactura y utilización de otros productos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

4.8.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para estimar las emisiones de SF₆ se emplea método de Nivel 3, basado en 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 método de Nivel 3 es el más exacto para estimar las emisiones de SF₆ provenientes de los equipos eléctricos. Este método 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.

Para este inventario se utiliza el criterio de equilibrio de masas, por el cual el consumo para la recarga de los equipos es igual a las emisiones producidas. A los fines del uso del software del IPCC, se consideran dichos consumos anuales con un factor de emisión 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. 12

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. 39

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

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del 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, en este caso la ANDE y las entidades binacionales Itaipu y Yacyreta. Las mismas proporcionaron datos del consumo anual a nivel de sus propias instalaciones.

En el caso de las entidades binacionales de Itaipu, compartida con Brasil, y Yacyreta, con la Argentina, se ha considerado como emisiones nacionales el 50 % de las mismas por lo tanto se ha utilizado como dato de actividad el consumo del 50 % del gas SF₆.

Tabla 4. 40

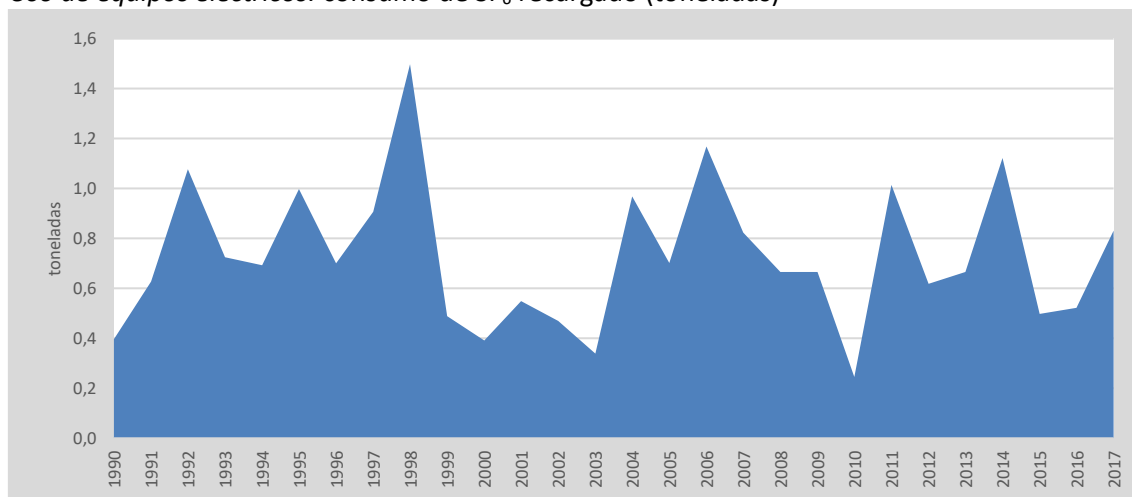
Equipos eléctricos: consumo de SF₆ por fuente (toneladas)

Año	2.G.1.b - Uso de equipos eléctricos (gas de recarga)
1990	0,40
1995	1,00
2000	0,39
2005	0,70
2010	0,25
2015	0,50
2016	0,52
2017	0,83

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de inventarios del MADES con base en la información proporcionada por IB, EBY y ANDE.

Figura 4. 24

Uso de equipos eléctricos: consumo de SF₆ recargado (toneladas)



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de inventarios 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 2017, ha sido estimada para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 4.41.

Tabla 4. 41

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	50,00	50,00	15,00	15,00	52,20	52,20

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

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 para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos, 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 la categoría y las actividades propias del Equipo INGEI de IPPU. 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 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 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.
- 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

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

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

Las diferencias observadas respecto al inventario anterior se deben al cambio de metodología utilizada. Ahora se adopta el método de equilibrio de masas utilizando los datos del consumo anual de SF₆ para la recarga de los equipos, mientras que anteriormente se utilizó el enfoque de factor de emisión por defecto a partir de datos de la capacidad de gas en los equipos. Además, para este inventario se ha considerado solo el 50% del consumo del gas SF₆ para el caso de las entidades binacionales.

Tabla 4. 42

Manufactura y utilización de otros productos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

<i>INGEI</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
INGEI anterior	16,49	16,49	16,49	16,49	16,49	16,49		
INGEI actual	9,56	23,90	9,32	16,73	5,98	11,95	12,43	19,84
Diferencia	-6,935	7,405	-7,174	0,235	-10,520	-4,545		
Diferencia %	-72,54%	30,98%	-76,96%	1,41%	-176,07%	-38,03%		

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

4.8.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

A fin de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay, se presentan las siguientes opciones de mejoría de la categoría para los futuros inventarios:

- Relevar otras informaciones de la ANDE, ITAIPU y EBY sobre el consumo real de SF₆ y los equipos que lo contienen.
- Investigar uso de productos anestésicos que tienen emisiones de GEI.
- 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.
- Fortalecer vínculos con la Dirección de Aduanas para agilizar la disponibilidad de informaciones de importaciones y exportaciones de mercaderías a fin de realizar análisis de datos de sectores específicos.

4.9. Otros (FCR 2.H)

No se consideran otras fuentes de emisiones de GEI.

Capítulo 5. Sector Agricultura y Ganadería (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. La estimación de GEI corresponde específicamente de CH₄ a partir de la fermentación entérica del ganado, emisiones de CH₄ y N₂O de la gestión de estiércol, emisiones de N₂O (directas e indirectas) de los suelos agrícolas, emisiones de CO₂ por aplicación de cal y urea en los cultivos y las emisiones de CH₄ del cultivo de arroz 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 Invernadero*.¹

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 de Arroz (CH₄);
- 3.D. Suelos Agrícolas:
 - 3.D.1. Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados (N₂O);
 - 3.D.2. Emisiones indirectas de N₂O de los suelos gestionados (N₂O indirecto);
- 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);

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 necesaria para ello.

En el contexto nacional, se han estimado las emisiones de GEI por las siguientes categorías: *fermentación entérica* del ganado vacuno (vacunos lecheros 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), Asociación Rural del Paraguay (ARP), SOLIDARIDAD NETWORKING PARAGUAY, entre otras.

¹ Disponibles en <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

5.1.2. Tendencia de los GEI del sector

La estimación de emisiones de GEI correspondiente al sector Agricultura y Ganadería en 2017 resultó 25.027,22 kt CO₂ eq, y representó el 50,20 % del balance de GEI nacional. Por este motivo es el sector que presentó 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 64,27 % del total de emisiones anuales de GEI durante la serie 1990-2017.

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. El cálculo de gases precursores no fue desarrollado por falta de datos y tiempo, este último debido al COVID-19.

Tabla 5.1

Sector Agricultura y Ganadería: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2017

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)
3.	Agricultura	140,46	765,98	28,39					NE	NE	NE	
3.A.	Fermentación entérica		724,72									
3.A.1.	Vacunos		713,61									
3.A.1.a.	Vacas lecheras		67,57									
3.A.1.b.	Otros vacunos		646,04									
3.A.2.	Ovinos		2,67									
3.A.3.	Porcinos		1,66									
3.A.3.a.	Porcinos		1,42									
3.A.3.b.	Porcinos de carne		0,24									
3.A.4.	Otro ganado		6,77									
3.A.4.a.	Búfalos		0,64									
3.A.4.b.	Camélidos		NO									
3.A.4.c.	Ciervos		NO									
3.A.4.d.	Caprinos		0,72									
3.A.4.e.	Equinos		4,95									
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		16,57	0,13							NE	
3.B.1.	Vacunos		13,81	0,00							NE	
3.B.1.a.	Vacas lecheras		0,53	0,00							NE	
3.B.1.b.	Otros vacunos		13,28	0,00							NE	
3.B.2.	Ovinos		0,08	NE							NE	
3.B.3.	Porcinos		1,66	NE							NE	
3.B.3.a.	Porcinos		1,42	NE							NE	
3.B.3.b.	Porcinos de carne		0,24	NE							NE	
3.B.4.	Otro ganado		1,02	0,02							NE	
3.B.4.a.	Búfalos		0,01	NE							NE	
3.B.4.b.	Camélidos		NO	NO							NO	
3.B.4.c.	Ciervos		NO	NO							NO	
3.B.4.d.	Caprinos		0,02	NA							NE	
3.B.4.e.	Equinos		0,45	NA							NE	
3.B.4.f.	Mulas y asnos		0,04	NA							NE	
3.B.4.g.	Aves de corral		0,49	0,02							NE	
3.B.4.g.i.	Aves de corral		0,35	0,01							NE	
3.B.4.g.i.i.	Aves de corral (carne)		0,14	0,00							NE	

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

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)
3.B.4.h.	Otras especies		NO	NO								NO
3.B.5.	Emissiones indirectas de N ₂ O			0,11								
3.C.	Cultivo del arroz		24,68									NE
3.C.1.	Irrigadas		24,59									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			28,26								NE
3.D.1.	Emissiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas			23,09								NE
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos			1,11								NE
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos			0,09								NE
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo			17,46								NE
3.D.1.d.	Residuos de cosechas			4,43								NE
3.D.1.e.	Mineralización de la materia orgánica del suelo			NE								NE
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)			NE								NE
3.D.1.g.	Otros (especificar)			NE								NE
3.D.2.	Emissiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas			5,18								NE
3.D.2.a.	Deposición atmosférica			1,91								NE
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento			3,27								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	104,22										
3.G.1.	Caliza	NE										
3.G.2.	Dolomita	104,22										
3.H.	Aplicación de urea	36,23										
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO										
3.J.	Otros (especificar)	NA										

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 2017 las emisiones de GEI del sector Agrícola y Ganadería contabilizaron un incremento de 67,33 % del total del sector, con una influencia significativa las emisiones de GEI producidas por las actividades comprendidas en las categorías de *fermentación entérica* con 55,51 % y *suelos agrícolas* con 37,27%. Este aumento se debió principalmente, según datos recopilados de MAG, SENACSA y DNA, al aumento del hato de ganado vacuno y de fertilizantes nitrogenados utilizados en los cultivos.

En la serie temporal 1990-2017, las emisiones de GEI del sector Agrícola y Ganadería presentan una tendencia ascendente con algunos descensos de emisiones (1990-1991, 2001-2002, 2010-2011, 2014-2016 y 2016-2017). El período 1990-1991 presenta considerable disminución de 8,47% del total de emisiones, específicamente en las categorías de *fermentación entérica* y *suelos agrícolas* con 54,01 % y 41,93 % respectivamente. Esto se estima que se debió en gran medida a factores climáticos (sequía) y al período de levantamiento de datos en el Censo Agropecuario Nacional de 1991. Los demás períodos presentan disminuciones de emisiones debido a la crisis de los brotes de la fiebre aftosa, inundaciones registradas, caída del precio del ganado que, obligando a muchos productores a vender sus vacas, vendiendo de esta manera la fábrica de terneros. Con respecto a 2015, último año inventariado por Paraguay, en 2017 la emisión de GEI del sector Agricultura y Ganadería disminuyó 1,69 % 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*, a la disminución de la cabeza de ganado vacuno por el aumento de la capacidad de faena de los frigoríficos locales y la cada vez mayor demanda de carne paraguaya desde el exterior.

En 2017, a nivel de categorías, *fermentación entérica* es la que mayor contribuye al total de emisiones de GEI del sector con 60,81 %, seguida por *suelos agrícolas* con 35,01 %; *cultivo de arroz* 2,07 %, *gestión del estiércol* con 1,55 %, y con menores de 1 % las categorías de *encalado* y *aplicación de urea* (Tabla 5.2, Figura 5.1).

Tabla 5.2

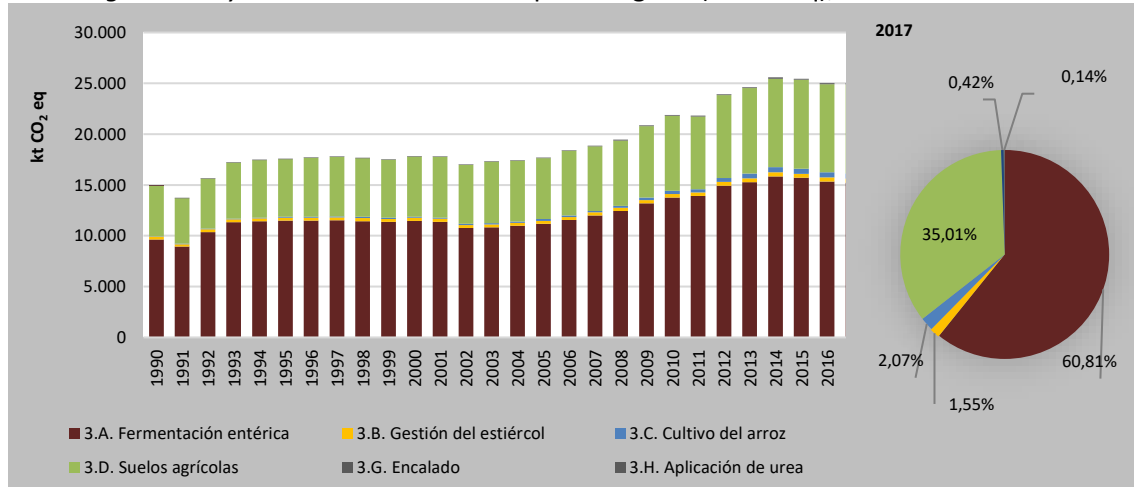
Sector Agricultura y Ganadería: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

<i>Categoría</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
3.A. Fermentación entérica	9.640,44	11.492,62	11.468,73	11.166,57	13.773,76	15.717,94	15.349,92	15.219,08
3.B. Gestión del estiércol	275,20	285,09	295,13	285,37	340,62	390,70	385,83	388,42
3.C. Cultivo del arroz	46,82	82,67	105,16	189,40	317,49	504,51	511,11	518,38
3.D. Suelos agrícolas	4.994,36	5.672,42	5.913,99	5.990,79	7.359,22	8.735,48	8.654,91	8.760,89
3.G. Encalado	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	94,01	104,22
3.H. Aplicación de urea	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	27,42	36,23
Total	14.957,04	17.533,47	17.785,71	17.663,33	21.873,28	25.459,06	25.023,20	25.027,22

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 1990-2017.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En 2017, a nivel de subcategorías, *vacunos* es la que presenta mayor contribución al total de emisiones de GEI del sector con 42,46 %, seguida por *emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas* con 22,40 %; *orina y estiércol depositado por animales de pastoreo* 16,93 %, *emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas* 5,02 %, *lixiviación y escurrimiento* 3,17% y en menor porcentaje las demás subcategorías (Tabla 5.3, Figura 5.2).

Tabla 5.3

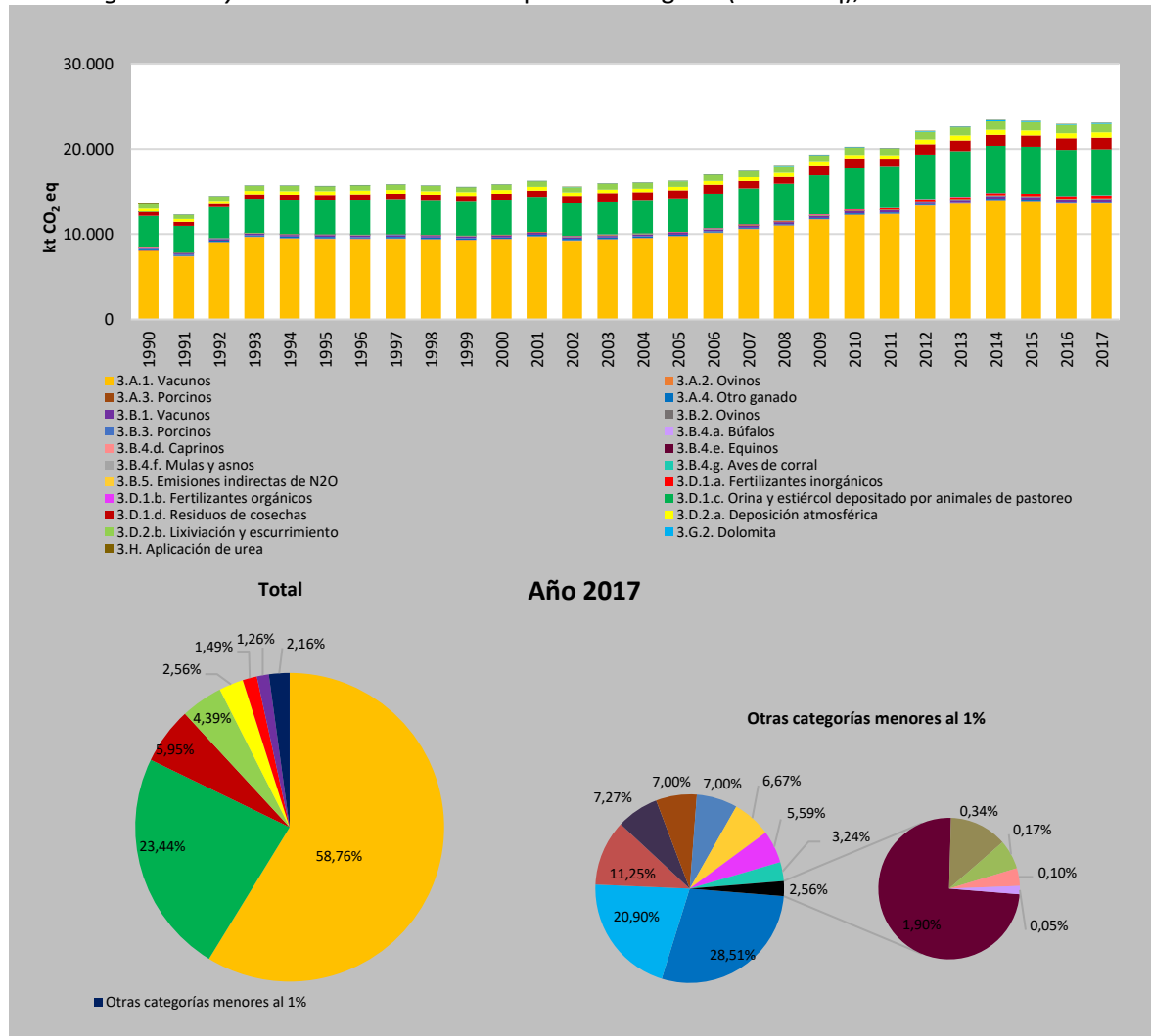
Sector Agricultura y Ganadería: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
3.A.1. Vacunos	7.988,01	9.438,61	9.373,71	9.723,19	12.238,61	13.830,09	13.555,73	13.566,85
3.A.2. Ovinos	47,83	40,05	42,22	47,30	41,23	52,33	55,48	56,10
3.A.3. Porcinos	51,56	30,77	38,14	23,47	25,50	30,20	31,92	34,92
3.A.4. Otro ganado	157,69	162,15	164,04	154,42	137,02	142,45	142,70	142,15
3.B.1. Vacunos	173,49	206,36	205,27	207,37	259,42	299,60	292,07	291,28
3.B.2. Ovinos	1,43	1,20	1,27	1,42	1,24	1,57	1,66	1,68
3.B.3. Porcinos	51,56	30,77	38,14	23,47	25,50	30,20	31,92	34,92
3.B.4.a. Búfalos	0,12	0,14	0,14	0,14	0,13	0,24	0,24	0,24
3.B.4.d. Caprinos	0,53	0,44	0,44	0,46	0,48	0,53	0,54	0,52
3.B.4.e. Equinos	11,51	12,04	12,20	11,18	9,70	9,50	9,48	9,48
3.B.4.f. Mulas y asnos	0,85	0,86	0,88	0,94	0,86	0,86	0,87	0,86
3.B.4.g. Aves de corral	11,29	10,57	11,76	12,94	14,03	15,72	16,04	16,18
3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O	24,42	22,71	25,04	27,46	29,26	32,47	33,02	33,26
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	4.091,61	4.650,68	4.846,71	4.907,49	6.027,27	7.141,39	7.076,34	7.156,50
3.D.1.a. Fertilizantes inorgánicos	0,01	0,03	10,99	12,24	110,19	292,79	268,40	344,62
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos	20,40	19,09	21,00	22,95	24,53	27,25	27,68	27,87
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	3.596,96	4.070,75	4.111,69	3.930,11	4.799,05	5.509,21	5.426,05	5.411,29
3.D.1.d. Residuos de cosechas	474,24	560,81	703,03	942,19	1.093,50	1.312,13	1.354,21	1.372,70
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	902,75	1.021,74	1.067,28	1.083,30	1.331,95	1.594,09	1.578,56	1.604,40
3.D.2.a. Deposición atmosférica	374,61	421,44	427,23	409,38	505,18	595,73	585,26	591,42
3.D.2.b. Lixiviación y escurrimiento	528,14	600,30	640,05	673,92	826,77	998,36	993,31	1.012,98
3.G. Encalado	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	94,01	104,22
3.G.2. Dolomita	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	94,01	104,22
3.H. Aplicación de urea	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	27,42	36,23
Total	14.957,04	17.533,47	17.785,71	17.663,33	21.873,28	25.459,06	25.023,20	25.027,22

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.2

Sector Agricultura y Ganadería: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Con respecto a los GEI, en 2017 las emisiones de CH₄ representaron 64,27 % del total de emisiones, N₂O (directas e indirectas) 35,17 % y CO₂ 0,56 %, (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. Las emisiones significativas de CO₂ ocurren en el sector de UTCUTS (Capítulo 6).

Tabla 5.4

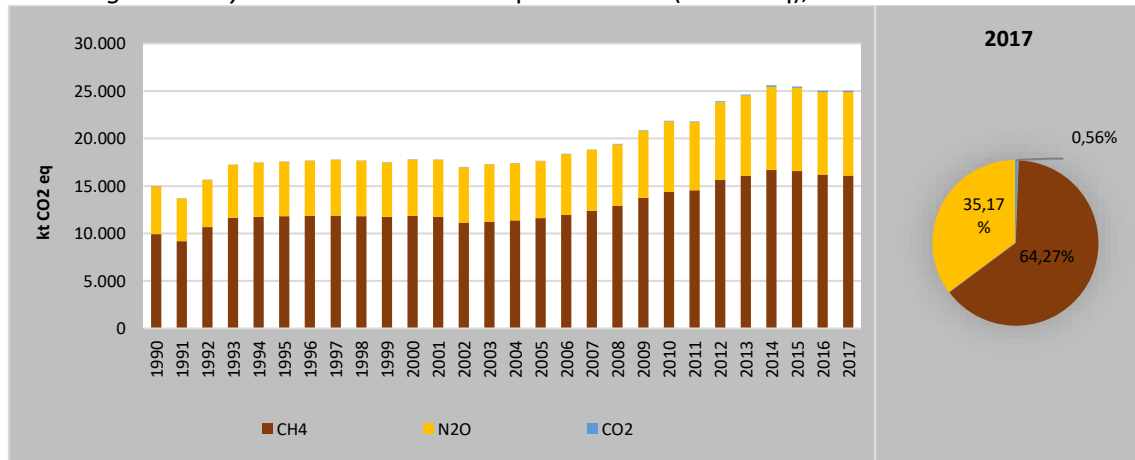
Sector Agricultura y Ganadería: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
CO ₂	0,22	0,66	2,69	31,20	82,19	110,44	121,43	140,46
CH ₄	9.932,95	11.832,76	11.838,65	11.608,12	14.396,33	16.573,68	16.206,77	16.085,50
N ₂ O	5.023,87	5.700,05	5.944,37	6.024,01	7.394,75	8.774,94	8.695,00	8.801,27
Total	14.957,04	17.533,47	17.785,71	17.663,33	21.873,28	25.459,06	25.023,20	25.027,22

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.3

Sector Agricultura y Ganadería: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.



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 1990-2017, corresponde a la propuesta por las *Directrices del IPCC de 2006*. 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 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.	Agricultura	T1, NE, NO, NA	D, NO, NA	T1, NE, NA, NO	D, CS	T1, NE, NO, NA	D, NE, NA
3.A.	Fermentación entérica			T1, NO, NA	D, CS		
3.B.	Gestión del estiércol			T1, NO, NA	D	T1, NO, NA	D
3.C.	Cultivo del arroz			T1, NO	D		
3.D.	Suelos agrícolas					T1, 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)	NA	NA	NA	NA	NA	NA

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

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Los datos de actividad del sector Agricultura y Ganadería corresponden en su mayoría a estadísticas nacionales y, específicamente en la subcategoría de ganado asnos y mulas, a estadísticas internacionales. Las fuentes de datos nacionales incluyen al sector privado como al

sector público y en general son cabeza de ganado por tipo de ganado; superficies de cultivos con sus rendimientos; cantidad de fertilizantes registrados (importados y exportados); cantidad de cal y urea importados; entre otros.

Los factores de emisión utilizados en general son por defecto, propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006*. Por primera vez, en este INGEI de Paraguay se realizó la estimación de FE país específico (CS) para la categoría de *fermentación entérica*, mediante informaciones obtenidas por SENACSA, MAG y juicio de expertos. En la sección 5.2 se presenta la metodología de obtención de estos parámetros.

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)

3.4.1. 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 1990-2017. Estas especies son las siguientes:

- 3.A.1. Ganado vacuno
 - 3.A.1.a. Vacas lecheras
 - 3.A.1.b. Otros vacunos (carne: vacas, vaquillas, novillos, toros, desmamantes macho y hembra, terneros y bueyes)
- 3.A.2. Ovinos
- 3.A.3. Porcinos
- 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 según la evaluación de nivel y de tendencia del INGEI 1990-2015 reportado en el IBA2. En 2017, las emisiones resultantes de la fermentación entérica representaron 60,81 % del total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería. En este último año de la serie temporal las emisiones se han incrementado 57,87 % con respecto al año base y han disminuido 3,17 % con respecto a 2015. El principal motivo de este comportamiento en las emisiones de CH₄ de 1990 a 2017 es el aumento del hato de ganado vacuno a nivel nacional, y la disminución de 2015 a 2017 corresponde a la baja del ganado

vacuno destinado a la producción de carne, principalmente debido al aumento de la capacidad de faena de los frigoríficos locales, a la baja tasa de procreo, así como también a factores climáticos como la sequía y helada que afectaron al país.

Las emisiones de CH₄ presentaron una tendencia ascendente con algunos descensos en el período 1990-2014 (1990-1991, 2001-2002) y posteriormente continuó en declive hasta 2017. En 1990-1991 se registró la mayor disminución de emisiones con 7,08 % a causa de la sequía que afectó al país y al desarrollo del Censo Agropecuario Nacional (CAN) en 1991, el cual contempló datos hasta agosto del mismo año. En 2001-2002 se registró una disminución de 5,32 % de emisiones por la crisis de los brotes de la fiebre aftosa registrados. Posteriormente, en 2014-2017 ocurrió un descenso de 3,98 % de las emisiones totales de GEI del sector debido principalmente a factores climáticos como las inundaciones con mayor efecto en los índices productivos del sector y al segundo rebrote de la fiebre aftosa en el país.

La subcategoría *vacunos* es la que aporta mayor contribución al total de emisiones en toda la serie temporal. En 2017, *vacunos* presentó el 98,47 % del total de emisiones de la categoría, conteniendo *vacas lecheras* 9,47 % y *otros vacunos* 90,53 %; *porcinos* presentó 0,23 %, *ovinos* 0,37 % y *otro ganado* (bubalinos, caprinos, equinos, mulas y asnos) 0,93 % (Tabla 5.6, Figura 5.4). En Anexo 5.5 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 5.6

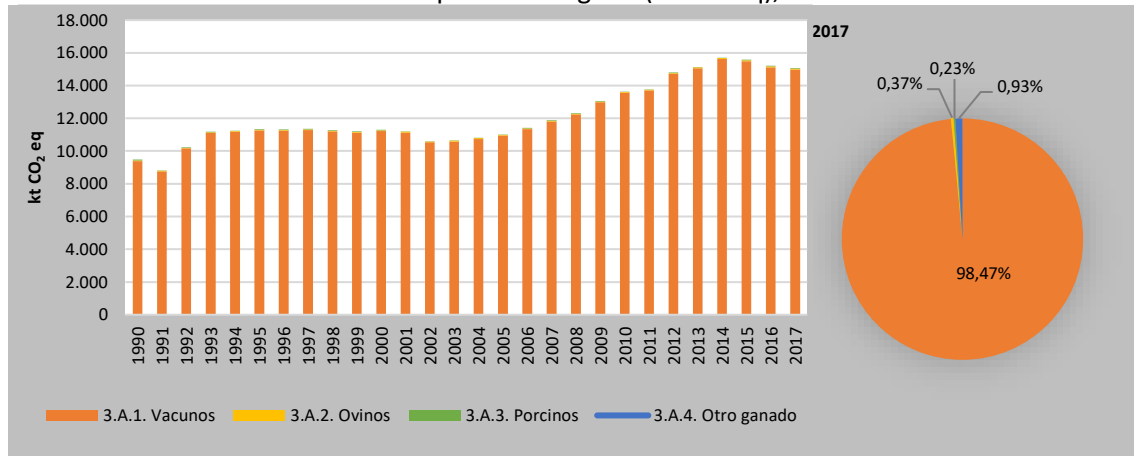
Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

<i>Subcategoría</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
3.A.1. Vacunos	9.383,36	11.259,65	11.224,33	10.941,37	13.570,00	15.492,95	15.119,82	14.985,90
3.A.1.a. Vacas lecheras	1.395,35	1.821,04	1.850,62	1.218,19	1.331,39	1.662,86	1.564,09	1.419,06
3.A.1.b. Otros vacunos	7.988,01	9.438,61	9.373,71	9.723,19	12.238,61	13.830,09	13.555,73	13.566,85
3.A.2. Ovinos	47,83	40,05	42,22	47,30	41,23	52,33	55,48	56,10
3.A.3. Porcinos	51,56	30,77	38,14	23,47	25,50	30,20	31,92	34,92
3.A.3.a. Porcinos	51,34	30,37	37,41	22,41	23,47	26,57	27,30	29,79
3.A.3.b. Porcinos (carne)	0,22	0,40	0,73	1,06	2,03	3,63	4,61	5,13
3.A.4. Otro ganado	157,69	162,15	164,04	154,42	137,02	142,45	142,70	142,15
3.A.4.a. Búfalos	6,36	7,51	7,46	7,74	6,98	13,07	13,02	13,38
3.A.4.d. Caprinos	15,56	12,87	12,91	13,59	13,99	15,49	15,98	15,17
3.A.4.e. Equinos	126,33	132,18	133,95	122,68	106,45	104,30	104,09	104,01
3.A.4.f. Mulas y asnos	9,45	9,60	9,72	10,42	9,60	9,59	9,61	9,59
Total	9.640,44	11.492,62	11.468,73	11.166,57	13.773,76	15.717,94	15.349,92	15.219,08

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.4

Fermentación entérica: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.4.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría *fermentación entérica* se utilizó la metodología de las *Directrices del IPCC de 2006*. En general se aplicó el método de nivel 1 para todas las subcategorías animales y se generaron factores de emisión país específico a partir de parámetros nacionales y por defecto para las subcategorías de *vacas lecheras* y *otros vacunos*. En la Tabla 5.7 se presenta un resumen de las metodologías aplicadas y factores de emisión aplicados 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			T1, NO, NA	D, CS		
3.A.1.	Vacunos						
3.A.1.a.	Vacas lecheras			T1	CS		
3.A.1.b.	Otros vacunos			T1	D, CS		
3.A.2.	Ovinos			T1	D		
3.A.3.	Porcinos			T1	D		
3.A.4.	Otro ganado						
3.A.4.a.	Búfalos			T1	D		
3.A.4.b.	Camélidos			NO	NO		
3.A.4.c.	Ciervos			NO	NO		
3.A.4.d.	Caprinos			T1	D		
3.A.4.e.	Equinos			T1	D		
3.A.4.f.	Mulas y asnos			T1	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

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Para estimar las emisiones de las subcategorías animales en Nivel 1, 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.

$$Emisiones = EF_{(T)} \times \frac{N_{(T)}}{10^6}$$

Donde:

$Emisiones$ = emisiones de metano por fermentación entérica, Gg 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 10.19; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

Ecuación 5.2

Fermentación entérica: emisiones totales de CH₄.

$$Total CH_{4\ ENTERICA} = \sum_i E_i$$

Donde:

$Total CH_{4\ ENTERICA}$ = emisiones totales de metano por fermentación entérica, Gg CH₄ año⁻¹

E_i = emisiones de las i^{th} subcategorías de ganado

Fuente: Ecuación 10.20; Capítulo 10; Volumen 4; *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 *Directrices del IPCC de 2006*.

En el proceso de estimación de estos FE mejorados, por falta de algunos datos, se utilizaron ciertos valores por defecto 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*.

5.3.5.4. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de actividad de *fermentación entérica*, en general, se obtuvieron de instituciones oficiales del país como MAG y SENACSA, y específicamente para la subcategoría de *mulas y asnos* los datos se obtuvieron desde FAOSTAT. Los años con vacíos de informaciones fueron rellenados a través de técnicas de empalme con el apoyo de un técnico estadístico y avalado sus resultados por juicio de expertos.

En este INGEI, se obtuvo una mejor caracterización de la población de *vacunos* (*vacas lecheras* y *otros vacunos*) por grupo etario, desagregándola en las subcategorías siguientes: *vacas*

lecheras, vaca, vaquilla, novillo, toro, desmamantes macho, desmamantes hembra, ternero y buey.

Según datos recabados, el MAG cuenta con datos de población bobina (incluyendo a bubalinos) clasificada en *vacas lecheras y otros vacunos (sin desagregación por grupo etario)*; igualmente de población de *ovinos, caprinos, equinos, porcinos y aves de corral* para toda la serie temporal 1990-2017. SENACSA cuenta con datos de población bobina para los años 2006–2017 categorizadas en: *vacas* (ya incluidas vacas lecheras), *vaquilla, novillo, toro, desmamantes macho, desmamantes hembra, ternero, buey y búfalo*; así como también a partir del registro de cabezas de faenados cuenta con datos de *porcinos de carne y aves de carne*.

Para los años 1990-2005 se realizaron técnicas de empalme (Ver Anexo 5) para rellenar los vacíos de información a partir de promedios porcentuales de los datos de estadísticas agropecuarias de la población bovina, de comercialización de ganado en ferias y de población bovina declarada en la vacunación por fiebre aftosa para las subcategorías siguientes: *vacas lecheras, vaca, vaquilla, novillo, toro, desmamantes macho, desmamantes hembra, ternero, buey y búfalos*. Esta información fue presentada a juicio de expertos, quienes aportaron criterios de corrección para que los resultados representen la realidad nacional en ese período.

A partir de esto, en la Tabla 5.8 se presenta el detalle de la fuente de información de cada subcategoría:

Tabla 5.8

Fermentación entérica: detalle de fuente de DA por subcategoría.

Código	Subcategorías	Fuente
3.A.	Fermentación entérica	
3.A.1.	Vacunos	
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, desm. macho y hembra, ternero y buey</i> se utilizaron datos de SENACSA, período 2006-2017. Los años faltantes, 1990-2005, corresponden a los vacíos de información que fueron rellenados a partir de técnicas de empalme combinando datos de MAG y SENACSA, avalado por juicio de expertos. Para <i>vaca</i> , se determinaron a partir de la combinación de datos de MAG y SENACSA para los años 2006-2017, y para los años faltantes se rellenaron del mismo modo que las demás categorías animales.
3.A.2.	Ovinos	Datos oficiales de MAG para toda la serie temporal.
3.A.3.	Porcinos	Se utilizaron datos de MAG para toda la serie temporal.
3.A.3.a	Porcinos de carne	Se utilizaron datos de SENACSA (cabezas de cerdos faenados) para toda la serie temporal.
3.A.4.	Otro ganado	
3.A.4.a.	Búfalos	Se determinaron a partir de datos de SENACSA para los años 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.A.

Tabla 5.9

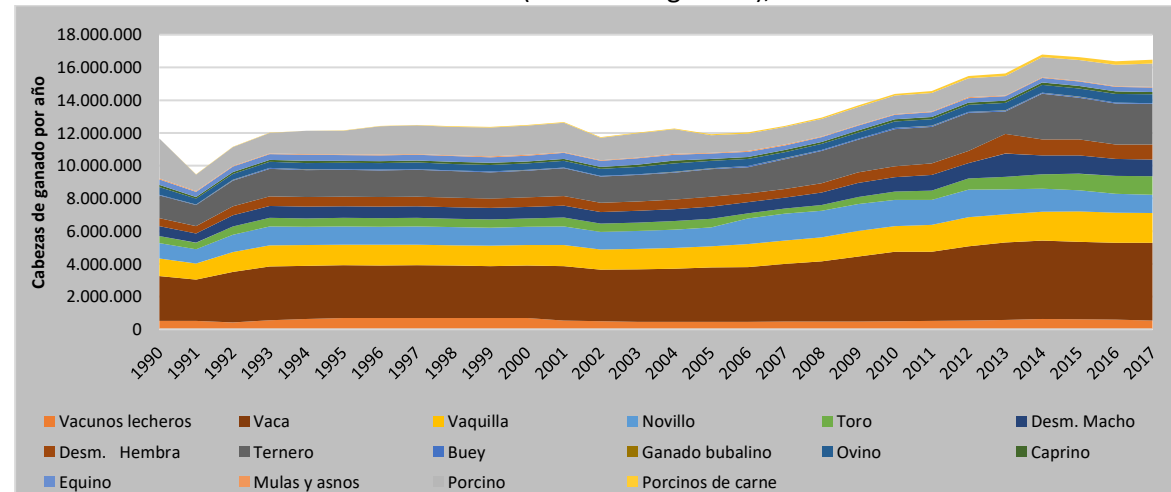
Fermentación entérica: datos de actividad (cabezas de ganado), serie 1990-2017.

Año	Vacunos lecheros	Vaca	Vaquilla	Novillo	Toro	Desm. Macho	Desm. Hembra	Ternero	Buey	Ganado bubalino	Ovino	Caprino	Equino	Mulas y asnos	Porcino	Porcinos de carne
1990	521.360,00	2.732.192,27	1.067.165,05	942.127,01	439.702,33	606.889,38	487.656,95	1.390.716,59	36.277,57	5.502,86	455.500,00	148.200,00	334.200,00	45.000,00	2.444.600,00	10.618,11
1995	680.413,00	3.228.351,80	1.260.959,65	1.113.215,01	519.551,21	717.099,03	576.214,28	1.643.267,38	42.865,49	6.502,16	381.452,00	122.552,00	349.672,00	45.700,00	1.446.025,00	19.276,55
2000	691.465,00	3.206.153,93	1.252.289,40	1.105.560,64	515.978,82	712.168,31	572.252,28	1.631.968,41	42.570,75	6.457,45	402.091,00	122.992,00	354.361,00	46.300,00	1.781.197,00	34.995,45
2005	455.164,00	3.325.686,97	1.298.977,72	1.146.778,57	535.215,74	738.719,64	593.587,20	1.692.812,07	44.157,89	6.698,20	450.500,00	129.440,00	324.540,00	49.600,00	1.067.346,00	50.412,33
2010	497.461,00	4.232.762,00	1.567.462,00	1.605.351,00	509.562,00	890.413,00	661.809,00	2.273.360,00	61.215,00	6.047,00	392.649,00	133.237,00	281.621,00	45.700,00	1.117.664,00	96.845,92
2015	621.312,00	4.719.158,00	1.869.611,00	1.289.886,00	1.001.823,00	1.134.038,00	962.972,00	2.550.496,00	55.644,00	11.316,00	498.357,00	147.561,00	275.922,05	45.673,00	1.265.328,00	172.884,33
2016	584.408,00	4.704.500,00	1.840.881,00	1.150.689,00	1.100.983,00	1.020.704,00	894.596,00	2.499.919,00	50.630,00	11.274,00	528.419,00	152.143,00	275.371,40	45.782,00	1.300.064,00	219.718,36
2017	530.217,00	4.751.967,00	1.829.244,00	1.102.298,00	1.132.441,00	1.028.517,00	920.365,00	2.471.073,00	43.822,00	11.582,00	534.289,00	144.482,00	275.166,00	45.677,00	1.418.440,00	244.362,58

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 1990-2017.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de MAG, SENACSA y FAOSTAT.

5.3.5.5. 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 las *Directrices del IPCC de 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 de Información	FE - CH ₄		Unidad
			Valor		
			Pasturas	Compartimiento	
3.A.1.	Vacunos				
3.A.1.a.	Vacas lecheras	D, CS	127,54	118,20	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.1.b.	Otros vacunos				
	Vaca	D, CS	60,57	53,10	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
	Vaquilla	D, CS	55,83	49,48	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
	Novillo	D, CS	68,05	60,20	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
	Toro	D, CS	60,00	51,28	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
	Desmamante macho	D, CS	30,93	27,45	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
	Desmamante hembra	D, CS	29,38	26,20	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
	Ternero	D, CS	20,48	18,17	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
	Buey	D, CS	102,30	92,04	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.4.a.	Búfalos	D	55,00		CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.2.	Ovinos	D	5,00		CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.4.d.	Caprinos	D	5,00	5,00	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.4.e.	Equinos	D	18,00	18,00	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.4.f.	Mulas y asnos	D	10,00		CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
3.A.3.	Porcino	D	1,00		CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹
	Porcinos de carne	D	1,00		CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻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 Directrices del IPCC 2006 (Vol. 4 Cap. 10).

Siguiendo la metodología de las *Directrices del IPCC de 2006*, con parámetros por defecto y datos recopilados de SENACSA y juicio de expertos nacionales, fue posible generar factores de emisión ajustados para cada una de las subcategorías de ganado vacuno. Para obtener estos FE se aplicaron las siguientes ecuaciones presentadas en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11

Fermentación Entérica: Ecuaciones utilizadas para el cálculo de los Factores de emisión para cada subcategoría de ganado vacuno

<i>Ecuaciones – Directrices del IPCC Vol.4 Cap.10</i>		<i>Ganado vacuno</i>									
		Vacas de alta producción	Vacas de alta producción	Vacas	Vaquillas	Novillos	Toros	D. Macho	D. Hembra	Terneros	Buey
Ecuación 10.3	Mantenimiento NE_m	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ecuación 10.4	Actividad NE_a	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ecuación 10.6	Crecimiento NE_g				X	X		X	X	X	X
Ecuación 10.8	Lactancia NE_l	X	X	X							
Ecuación 10.11	Trabajo $NE_{trabajo}$										X
Ecuación 10.13	Preeñez NE_p	X	X	X							
Ecuación 10.14	REM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ecuación 10.15	REG	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ecuación 10.16	Energía bruta GE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ecuación 10.21	Factor de Emisión	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC 2006 (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). Debido a que no se logró obtener datos de actividad (cabeza de ganado) para desagregar a las vacas lecheras en alta y baja producción, se realizó un promedio de los FE generados para utilizar estos valores en los cálculos de estimación de emisiones de GEI de la subcategoría mencionada.

En la Tabla 5.12 se presenta la distribución de la situación alimentaria del ganado vacuno a nivel nacional según información obtenida en juicio de expertos.

Tabla 5.12

Fermentación entérica: Situación alimentaria del ganado vacuno a nivel nacional.

<i>Situación Alimentaria</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Coficiente</i>
Pastura	99 %	0,99
Compartimiento	1 %	0,01

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES según datos obtenidos en juicio de expertos.

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 de la subcategoría vacas lecheras-alta producción.

<i>Variable</i>	<i>Dato</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Fuente</i>
Peso	Peso vivo del animal para la categoría	485,00	Kg	Juicio de Expertos
C _f	Coefficiente para el cálculo de energía de mantenimiento	0,37	MJ d ⁻¹ kg ⁻¹	Cuadro 10.4 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
C _a	Coefficiente de actividad según situación alimentaria (PASTURA)	0,17	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
C _a	Coefficiente de actividad según situación alimentaria (COMPARTIMIENTO)	0,00	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 11
Leche	Cantidad de leche producida ALTA PRODUCCION	18,50	kg día ⁻¹	Juicio de Expertos
Leche	Cantidad de leche producida BAJA PRODUCCION	8,16	kg día ⁻¹	Juicio de Expertos
Grasa	Contenido graso de la leche	3,87	%	Juicio de Expertos
C _{preñez}	Coefficiente de preñez	0,10	Sin dimensión	Cuadro 10.7 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
DE	Digestibilidad de alimentos	60,00	%	Cuadro 10A.2 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Y _m	Factor de conversión de CH ₄ para vacunos	6,50	%	Cuadro 10.12 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.14

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría vacas lecheras-alta producción en pasturas.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	38,24	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	6,50	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	0,00	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	55,82	MJ día ⁻¹
Trabajo NEl	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	3,82	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	351,69	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	149,93	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES

Tabla 5.15

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría vacas lecheras-alta producción en compartimiento.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	38,24	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	0,00	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	0,00	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	55,82	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	3,82	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	329,79	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	140,60	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.16

Fermentación entérica: Parámetros utilizados para generación de FE de la subcategoría vacas lecheras-baja producción.

<i>Variable</i>	<i>Dato</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Fuente</i>
Peso	Peso vivo del animal para la categoría	485,00	Kg	Juicio de Expertos
C _i	Coeficiente para el cálculo de energía de mantenimiento	0,37	MJ d ⁻¹ kg ⁻¹	Cuadro 10.4 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
C _a	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (PASTURA)	0,17	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
C _a	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (COMPARTIMIENTO)	0,00	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 11
Leche	Cantidad de leche producida ALTA PRODUCCION	18,50	kg día ⁻¹	Juicio de Expertos
Leche	Cantidad de leche producida BAJA PRODUCCION	8,16	kg día ⁻¹	Juicio de Expertos
Grasa	Contenido graso de la leche	3,87	%	Juicio de Expertos
C _{preñez}	Coeficiente de preñez	0,10	Sin dimensión	Cuadro 10.7 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
DE	Digestibilidad de alimentos	60,00	%	Cuadro 10A.2 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Y _m	Factor de conversión de CH ₄ para vacunos	6,50	%	Cuadro 10.12 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.17

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría vacas lecheras-baja producción en pasturas.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	38,24	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	6,50	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	0,00	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	24,64	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	3,82	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	246,63	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	105,14	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.18

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría vacas lecheras-baja producción en compartimiento.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	38,24	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	0,00	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	0,00	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	24,64	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	3,82	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	224,73	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	95,81	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.19

Fermentación entérica: Parámetros utilizados para generación de FE de la subcategoría vacas.

<i>Variable</i>	<i>Dato</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Fuente</i>
Peso	Peso vivo del animal para la categoría	360,13	Kg	Juicio de Expertos
C _{fi}	Coeficiente para el cálculo de energía de mantenimiento	0,37	MJ d ⁻¹ kg ⁻¹	Cuadro 10.4 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
C _a	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (PASTURA)	0,17	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
C _a	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (COMPARTIMIENTO)	0,00	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 11
Leche	Cantidad de leche producida	1,10	kg día ⁻¹	Juicio de Expertos
Grasa	Contenido graso de la leche	3,87	%	Juicio de Expertos
C _{preñez}	Coeficiente de preñez	0,10	Sin dimensión	Cuadro 10.7 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
DE	Digestibilidad de alimentos	60,00	%	Cuadro 10A.2 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Y _m	Factor de conversión de CH ₄ para vacunos	6,50	%	Cuadro 10.12 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.20

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría vacas en pasturas.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	30,59	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	5,20	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	0,00	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	3,32	MJ día ⁻¹
Trabajo NEl	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	3,06	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	142,06	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	60,57	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.21

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría vacas en compartimiento.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEM	Ecuación 10.3	30,59	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	0,00	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	0,00	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	3,32	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	3,06	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	124,54	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	53,10	Kg CH4 cabeza-1 año-1

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.22

Fermentación entérica: Parámetros utilizados para generación de FE de la subcategoría vaquillas.

<i>Variable</i>	<i>Dato</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Fuente</i>
Peso	Peso vivo del animal para la categoría	290,00	Kg	Juicio de Expertos
Cfi	Coeficiente para el cálculo de energía de mantenimiento	0,37	MJ d-1 kg-1	Cuadro 10.4 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (PASTURA)	0,17	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (COMPARTIMIENTO)	0,00	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 11
C	Coeficiente para hembras ecuación 10.6	0,80	Sin dimensión	Ecuación 10.6 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
WG	Aumento de peso diario para jóvenes	0,25	kg día-1	Juicio de Expertos
DE	Digestibilidad de alimentos	60,00	%	Cuadro 10.7 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ym	Factor de conversión de CH4 para vacunos	6,50	%	Cuadro 10A.2 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.23

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría vaquillas en pasturas.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	26,00	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	4,42	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	4,75	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	130,97	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	55,83	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.24

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría vaquillas en compartimiento.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	26,00	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	0,00	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	4,75	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	116,07	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	49,48	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.25

Fermentación entérica: Parámetros utilizados para generación de FE de la subcategoría novillos.

<i>Variabl e</i>	<i>Dato</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Fuente</i>
Peso	Peso vivo del animal para la categoría	384,5 7	Kg	SENACSA
Cfi	Coeficiente para el cálculo de energía de mantenimiento	0,37	MJ d-1 kg-1	Cuadro 10.4 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (PASTURA)	0,17	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (COMPARTIMIENTO)	0,00	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 11
C	Coeficiente para hembras ecuación 10.6	1,00	Sin dimensión	Ecuación 10.6 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
WG	Aumento de peso diario para jóvenes	0,27	kg día-1	Juicio de Expertos
DE	Digestibilidad de alimentos	60,00	%	Cuadro 10.7 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ym	Factor de conversión de CH4 para vacunos	6,50	%	Cuadro 10A.2 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.26

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría novillos en pasturas.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	32,13	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	5,46	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	5,50	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEltrabajo	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	159,62	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	68,05	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.27

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría novillos en compartimiento.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	32,13	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	0,00	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	5,50	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	141,22	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	60,20	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.28

Fermentación entérica: Parámetros utilizados para generación de FE de la subcategoría toros.

<i>Variabl e</i>	<i>Dato</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Fuente</i>
Peso	Peso vivo del animal para la categoría	442,5 4	Kg	SENACSA
Cfi	Coeficiente para el cálculo de energía de mantenimiento	0,37	MJ d-1 kg-1	Cuadro 10.4 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (PASTURA)	0,17	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (COMPARTIMIENTO)	0,00	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 11
DE	Digestibilidad de alimentos	60,00	%	Cuadro 10.7 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ym	Factor de conversión de CH ₄ para vacunos	6,50	%	Cuadro 10A.2 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.29

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría toros en pasturas.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	35,70	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	6,07	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	0,00	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEtrabajo	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	140,73	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	60,00	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10. Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.30

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría toros en compartimiento.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	35,70	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	0,00	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	0,00	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEtrabajo	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	0,00	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	51,28	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.31

Fermentación entérica: Parámetros utilizados para generación de FE de la subcategoría desmamantes macho.

<i>Variabl e</i>	<i>Dato</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Fuente</i>
Peso	Peso vivo del animal para la categoría	130,0 0	Kg	Juicio de Expertos
Cfi	Coeficiente para el cálculo de energía de mantenimiento	0,37	MJ d-1 kg-1	Cuadro 10.4 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (PASTURA)	0,17	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (COMPARTIMIENTO)	0,00	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 11
C	Coeficiente para machos ecuación 10.6	1,00	Sin dimensión	Ecuación 10.6 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
WG	Aumento de peso diario para jóvenes	0,30	kg día-1	Juicio de Expertos
DE	Digestibilidad de alimentos	60,00	%	Cuadro 10.7 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ym	Factor de conversión de CH4 para vacunos	6,50	%	Cuadro 10A.2 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.32

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría desmamantes macho en pasturas.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	14,24	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	2,42	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	2,74	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEltrabajo	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	72,55	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	30,93	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.33

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría desmamantes macho en compartimiento.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	14,24	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	0,00	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	2,74	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	64,40	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	27,45	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.34

Fermentación entérica: Parámetros utilizados para generación de FE de la subcategoría desmamantes hembra.

<i>Variable</i>	<i>Dato</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Fuente</i>
Peso	Peso vivo del animal para la categoría	115,00	Kg	Juicio de Expertos
Cfi	Coeficiente para el cálculo de energía de mantenimiento	0,37	MJ d-1 kg-1	Cuadro 10.4 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (PASTURA)	0,17	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (COMPARTIMIENTO)	0,00	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 11
C	Coeficiente para machos ecuación 10.6	0,80	Sin dimensión	Ecuación 10.6 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
WG	Aumento de peso diario para jóvenes	0,30	kg día-1	Juicio de Expertos
DE	Digestibilidad de alimentos	60,00	%	Cuadro 10.7 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ym	Factor de conversión de CH ₄ para vacunos	6,50	%	Cuadro 10A.2 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.35

Fermentación entérica: resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar fe de la subcategoría desmamantes hembra en pasturas.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	12,99	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	2,21	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	2,95	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	68,91	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	29,38	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.36

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría desmamantes hembra en compartimiento.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	12,99	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	0,00	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	2,95	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	61,46	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	26,20	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.37

Fermentación entérica: Parámetros utilizados para generación de FE de la subcategoría terneros.

<i>Variable</i>	<i>Dato</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Fuente</i>
Peso	Peso vivo del animal para la categoría	75,00	Kg	Juicio de Expertos
Cfi	Coeficiente para el cálculo de energía de mantenimiento	0,37	MJ d-1 kg-1	Cuadro 10.4 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (PASTURA)	0,17	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coeficiente de actividad según situación alimentaria (COMPARTIMIENTO)	0,00	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 11
C	Coeficiente ecuación 10.6	1,00	Sin dimensión	Ecuación 10.6 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
WG	Aumento de peso diario para jóvenes	0,30	kg día-1	Juicio de Expertos
DE	Digestibilidad de alimentos	60,00	%	Cuadro 10.7 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ym	Factor de conversión de CH4 para vacunos	6,50	%	Cuadro 10A.2 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.38

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría terneros en pasturas.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	9,43	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	1,60	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	1,81	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	48,03	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	20,48	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.39

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría terneros en compartimiento.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	9,43	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	0,00	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	1,81	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	0,00	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	42,63	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	18,17	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.40

Fermentación entérica: Parámetros utilizados para generación de FE de la subcategoría buey.

<i>Variable</i>	<i>Dato</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Fuente</i>
Peso	Peso vivo del animal para la categoría	550,00	Kg	Juicio de Expertos
Cfi	Coefficiente para el cálculo de energía de mantenimiento	0,37	MJ d-1 kg-1	Cuadro 10.4 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coefficiente de actividad según situación alimentaria (PASTURA)	0,17	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ca	Coefficiente de actividad según situación alimentaria (COMPARTIMIENTO)	0,00	Sin dimensión	Cuadro 10.5 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 11
C	Coefficiente para castrados ecuación 10.6	1,00	Sin dimensión	Ecuación 10.6 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
WG	Aumento de peso diario para jóvenes	0,25	kg día-1	Juicio de Expertos
%	% de requisitos diarios de NEm	0,10	%	Ecuación 10.11 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Horas	Horas trabajadas por día	2,50	h	Juicio de Expertos
DE	Digestibilidad de alimentos	60,00	%	Cuadro 10.7 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10
Ym	Factor de conversión de CH ₄ para vacunos	6,50	%	Cuadro 10A.2 Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 10

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.41

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría buey en pasturas.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	42,02	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	7,14	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	6,50	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	10,51	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	239,96	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	102,30	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.42

Fermentación entérica: Resumen de las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos para estimar FE de la subcategoría buey en compartimento.

<i>Funciones metabólicas y otras estimaciones</i>	<i>Ecuaciones*</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidad</i>
Mantenimiento NEm	Ecuación 10.3	42,02	MJ día ⁻¹
Actividad NEa	Ecuación 10.4	0,00	MJ día ⁻¹
Crecimiento NEg	Ecuación 10.6	6,50	MJ día ⁻¹
Lactancia NEl	Ecuación 10.8	0,00	MJ día ⁻¹
Trabajo NEm	Ecuación 10.11	10,51	MJ día ⁻¹
Preñez NEp	Ecuación 10.13	0,00	MJ día ⁻¹
REM	Ecuación 10.14	0,49	(-)
REG	Ecuación 10.15	0,28	(-)
Energía bruta GE	Ecuación 10.16	215,89	MJ día ⁻¹
Factor de Emisión	Ecuación 10.21	92,04	Kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Como se mencionó anteriormente, debido a que no se pudo recabar toda la información necesaria (sea por falta de respuestas de solicitudes realizadas a las posibles fuentes de datos y/o por falta de registro de datos en Paraguay), 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 de las *Directrices del IPCC de 2006*, y podrían no ser representativos de las condiciones específicas del país. En consecuencia, se insta a las instituciones públicas y privadas a generar dichas informaciones y/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 a partir de parámetros nacionales y por defecto para el presente INGEI y factores de emisión por defecto propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 5.43

Fermentación entérica: Comparación de FE país específico y FE por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.

Subcategoría	Detalle	Factores de Emisión estimados (Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹)		FE por defecto* (Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹)
		Pastura	Compartimiento	
Vacas lecheras	Alta producción	149,93	140,60	63
	Baja producción	105,14	95,81	
	PROMEDIO	127,54	118,20	
Otros vacunos	Vacas	60,57	53,10	56
	Vaquillas	55,83	49,48	
	Novillos	68,05	60,20	
	Toros	60,00	51,28	
	D. Macho	30,93	27,45	
	D. Hembra	29,38	26,20	
	Terneros	20,48	18,17	
	Buey	102,30	92,04	

*Directrices del IPCC de 2006; Vol.4; Cap.10; Cuadros 10.10 y 10.11.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

El tamaño de los animales y su producción de leche son factores determinantes importantes de las tasas de emisión en vacas lecheras. Es de hacer notar que el uso de los mismos factores de emisión por defecto para los inventarios de los sucesivos años significa que no se están teniendo en cuenta los cambios en la productividad del ganado, como el incremento de la productividad lechera o las tendencias del peso en pie.

Por este motivo, con el fin de que los resultados de las emisiones de GEI de la subcategoría *vacunos (vacas lecheras y otros vacunos)* se aproximen más a la realidad nacional, se generaron los FE país específico aún con algunos parámetros por defecto. En el Anexo 3.A.3 se encuentran otras explicaciones metodológicas complementarias.

3.4.3. Incertidumbre específica de la categoría

Para el análisis de la incertidumbre se aplicó la metodología propuesta en las *Directrices del IPCC de 2006* para el Método 2: simulación de Monte Carlo, el cual consiste en la obtención de la Función de Distribución de Probabilidad mediante simulaciones. Para ello se utilizó el Software SPSS Statistics 26.0 y se realizaron las simulaciones a través del programa Excel. El procedimiento del cálculo de las incertidumbres, tanto para los datos de actividad, factores de emisión, conjunto y los de tendencia, corresponde al de los percentiles, para el mismo se ha utilizado la siguiente fórmula: para valores negativos $((\text{valor medio} - \text{percentil } 2,5) / \text{valor medio}) * 100$ y para valores positivos $((\text{percentil } 97,5 - \text{valor medio}) / \text{valor medio}) * 100$. Se ha utilizado este procedimiento y no el de intervalos de confianza pues los mismos son muy sensibles al tamaño de las simulaciones.

De acuerdo con este análisis el balance de emisiones de GEI de la categoría de *fermentación entérica* para el año 2017 presenta una incertidumbre combinada de -76,0 % y +76,6 % (Tabla 5.44). En términos generales, la subcategoría que más aporta es *vacunos*, y su incertidumbre se encuentra dominada por la incertidumbre de los datos de actividad. Esto podría deberse al error

de muestreo aleatorio estadístico en los datos de actividad, por los diferentes criterios de obtención de datos que poseen cada fuente de información, así como también, por las estimaciones que se realizaron para el relleno de vacíos de información de los datos de actividad para los años 1990-2005 en las subcategorías animales.

Tabla 5.44

Fermentación entérica: incertidumbre combinada.

Subcategoría/fuente	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
3.A. FERMENTACIÓN ENTÉRICA	CH ₄	61,1	61,7	1,9	1,9	76,0	76,6
3.A.1. Vacunos	CH ₄	72,6	73,4	1,8	1,8	77,2	77,8
3.A.1.a. Vacas lecheras	CH ₄	37,9	161,8	3,7	3,7	37,7	162,0
3.A.1.b. Otros vacunos	CH ₄	75,0	75,9	1,9	1,9	83,3	83,9
3.A.2. Ovinos	CH ₄	58,6	58,8	19,8	19,6	59,6	65,0
3.A.3. Porcinos	CH ₄	50,7	51,0	13,8	13,8	51,7	56,6
3.A.4.a. Búfalos	CH ₄	64,6	263,5	19,5	19,6	64,6	269,5
3.A.4.d. Caprinos	CH ₄	58,0	58,3	13,8	13,7	59,1	64,0
3.A.4.e. Equinos	CH ₄	58,3	58,1	13,8	13,9	59,2	64,3
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH ₄	58,5	58,5	19,6	19,6	65,1	65,1

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

3.4.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

En este INGEI se lograron importantes avances con respecto a la consistencia de la serie temporal para la categoría *fermentación entérica*, específicamente en la subcategoría *vacunos* donde se obtuvieron datos de cabeza de ganado desagregados por grupo etario facilitados por SENACSA, y a la vez, se logró rellenar los vacíos de informaciones de los años faltantes con el apoyo de un técnico estadístico a través de la combinación de parámetros provistos por MAG, SENACSA y juicio de expertos. Esto hizo que se refleje la consistencia en la serie temporal también en el desarrollo de FE mejorado (un acercamiento a FE país específico), ya que, con esa caracterización, 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, se generaron estos FE más representativos a las circunstancias del país.

Además, en cuanto a los datos de actividad utilizados, se incluyó la especie de mulas y asnos por primera vez y se mejoraron los datos de porcinos, desagregando en porcinos (de cría) y porcinos de carne.

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.

3.4.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.3.5.6. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas 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 1990-2017, 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, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.11.

5.3.5.7. 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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

5.3.5.8. 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 las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

3.4.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos corresponden a toda la serie temporal 1990-2017. Con este INGEI, es la segunda vez que Paraguay declara sus emisiones de GEI en una serie temporal, y en el período 1990-2015 se aplica el recalcado de las emisiones.

Estos nuevos cálculos generaron diferencias que se presentan en toda la serie temporal principalmente debido a las mejoras de los datos de actividad específicamente en los rellenos de vacíos de información mediante técnicas de empalme mencionadas en la sección 5.2.2.1, así como también debido a la utilización por primera vez de factores de emisión país específico a partir de parámetros naciones y parámetros por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* en la subcategoría de *vacunos*.

En la Tabla 5.45 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría *fermentación entérica* del INGEI anterior y el presente (1990-2017), en la cual se observa una disminución de las emisiones en el periodo de 1990-2015 pudiendo ser debido a la aplicación de diferentes factores de emisión así como a las mejoras realizadas a los datos de actividad, lo cual influyó en la mejor representación del país, coincidiendo con el objetivo de las Directrices del IPCC de 2006 que a medida que se van realizando los inventarios, estos vayan mejorando.

Tabla 5.45

Fermentación entérica: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	10.094,27	11.955,29	11.909,37	11.928,17	14.823,49	17.125,77		
INGEI actual	9.640,44	11.492,62	11.468,73	11.166,57	13.773,76	15.717,94	15.349,92	15.219,08
Diferencia	453,83	462,67	440,64	761,60	1.049,73	1.407,83		
Diferencia %	4,50%	3,87%	3,70%	6,38%	7,08%	8,22%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en resultados del IBA2 (INGEI 1990-2015).

3.4.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Teniendo en cuenta que la categoría *fermentación entérica* es la que presenta mayor contribución al total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería, y a la vez es una de las categorías principales de este INGEI 1990-2017, se ve la necesidad de ir mejorando los datos de actividad y en especial los factores de emisión para obtener resultados cada vez más representativos a la realidad nacional.

Durante el proceso de elaboración de este INGEI se desarrolló un juicio de expertos con representantes del sector, en el cual se estimaron parámetros según las condiciones específicas del país, para la generación de factores de emisión país específico de la subcategoría *vacunos* (*vacas lecheras* y *otros vacunos*). Si bien esto consistió en una mejora importante, existen algunos parámetros que no se pudieron estimar debido a la falta de información y por este motivo, en los cálculos de FE, se utilizaron algunos parámetros por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Para obtener estos parámetros, se ve la necesidad de involucrar a la academia y a los sectores de producción privada con el fin de poder calcular las emisiones de CH₄ con un método de Nivel 2 o superior. Los principales parámetros necesarios para obtener factores de emisión país específico y poder calcular las emisiones de GEI con metodología de Nivel 2 son:

Tabla 5.46

Fermentación entérica: Parámetros necesarios para generar FE país específico y calcular las emisiones de CH₄ con Nivel 2.

<i>Variable</i>	<i>Unidad</i>	<i>Descripción</i>
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 Directrices del IPCC de 2006.

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.

Con respecto a los datos de actividad y a los efectos de lograr una caracterización mejorada de los distintos tipos de ganado, se ve la necesidad 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). Esta sugerencia se planteó al MAG, institución responsable de llevar a cabo el próximo 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.

Siguen los esfuerzos para una mejor caracterización de los datos de actividad de población de vacas lecheras en vacas de alta producción, vacas de baja producción y otros vacunos lecheros. Además, continúa el proceso de recopilación de datos para los cálculos de FE mejorados para los distintos tipos de bovinos.

Realizar los esfuerzos necesarios para avanzar en generar series de datos consistentes de las subcategorías del ganado vacuno (en particular sobre *terneros*) con la finalidad de reflejar las circunstancias nacionales particulares y, de esa forma, eliminar los potenciales sesgos de las estimaciones del inventario, evitando potenciales subestimaciones o sobreestimaciones de GEI.

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 NOx. 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. Las emisiones de N₂O que es depositado directamente por los animales sobre las pasturas se reportan en la categoría de *suelos agrícolas* en la sección 5.5.

En el caso nacional, igual que para la categoría de *fermentación entérica*, 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.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

Asimismo, pudieron ser estimadas las emisiones de CH₄, emisiones directas de N₂O y emisiones indirectas de N₂O por fracciones de pérdidas de N debido a la volatilización. Las emisiones indirectas de N₂O por fracciones de pérdidas de N debido a la lixiviación no fueron estimadas debido a la falta de datos. La fracción de N del estiércol que lixivia de los sistemas de gestión del

estiércol es muy incierta y debe desarrollarse un valor específico del país aplicado al método de Nivel 2.

Esta categoría no ha sido identificada como categoría principal según la evaluación de nivel y de tendencia del INGEI 1990-2015 reportado en el IBA2. En 2017, las emisiones resultantes de la *gestión de estiércol* representaron 1,55 % del total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería. En este último año de la serie temporal las emisiones se han incrementado 41,14 % con respecto al año base y han disminuido 0,58 % con respecto a 2015. El aumento desde 1990 es debido principalmente al aumento del hato de ganado vacuno y la disminución desde 2015 es por la baja del ganado vacuno ocurrida por los motivos ya citados en la categoría de *fermentación entérica*.

La subcategoría *vacunos* es la que aporta mayor contribución al total de emisiones en toda la serie temporal. En 2017, *vacunos* presentó el 74,99 % del total de emisiones de la categoría, siendo *otros vacunos* quien aporta mayor porcentaje; *porcinos* presentó 8,99 %, *emisiones indirectas de N₂O* con 8,56 %, *aves de corral* con 4,16 % y las demás subcategorías con menores porcentajes (Tabla 5.47, Figura 5.6). En Anexo 5.5 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 5.47

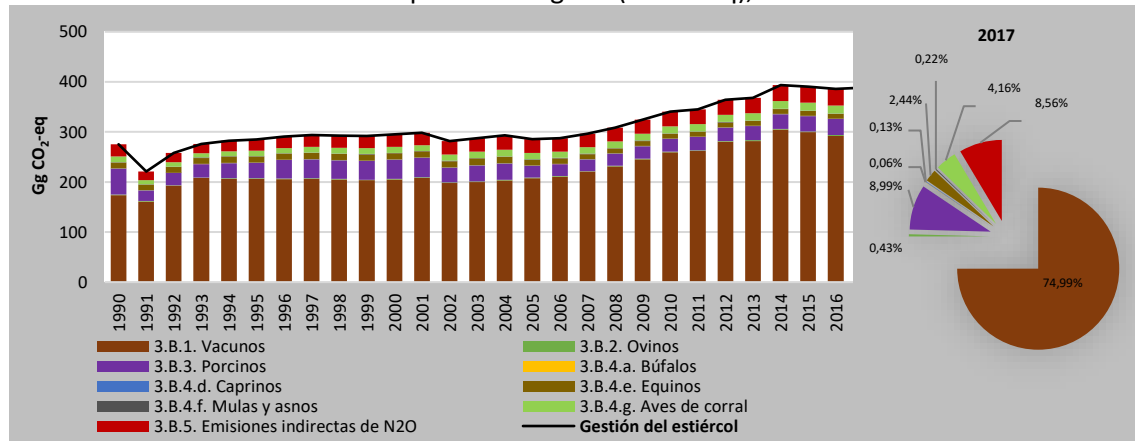
Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

<i>Subcategoría</i>	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
3.B.1. Vacunos	173,49	206,36	205,27	207,37	259,42	299,60	292,07	291,28
3.B.1.a. Vacas lecheras	11,06	14,43	14,66	9,65	10,55	13,18	12,39	11,24
3.B.1.b. Otros vacunos	162,43	191,93	190,61	197,72	248,87	286,43	279,68	280,03
3.B.2. Ovinos	1,43	1,20	1,27	1,42	1,24	1,57	1,66	1,68
3.B.3. Porcinos	51,56	30,77	38,14	23,47	25,50	30,20	31,92	34,92
3.B.4. Otro ganado	24,30	24,05	25,41	25,66	25,19	26,86	27,16	27,28
3.B.4.a. Búfalos	0,12	0,14	0,14	0,14	0,13	0,24	0,24	0,24
3.B.4.d. Caprinos	0,53	0,44	0,44	0,46	0,48	0,53	0,54	0,52
3.B.4.e. Equinos	11,51	12,04	12,20	11,18	9,70	9,50	9,48	9,48
3.B.4.f. Mulas y asnos	0,85	0,86	0,88	0,94	0,86	0,86	0,87	0,86
3.B.4.g. Aves de corral	11,29	10,57	11,76	12,94	14,03	15,72	16,04	16,18
3.B.5. Emisiones indirectas de N₂O	24,42	22,71	25,04	27,46	29,26	32,47	33,02	33,26
Total	275,20	285,09	295,13	285,37	340,62	390,70	385,83	388,42

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura 5.6

Gestión del estiércol: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI 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 de las *Directrices del IPCC de 2006*. En general se aplicó el método de nivel 1 para todas las subcategorías animales y se utilizaron factores de emisión por defecto. En la Tabla 5.48 se presenta un resumen de las metodologías aplicadas y factores de emisión aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 5.48

Gestión de Estiércol: 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.B.	Gestión del estiércol			T1,NO,NA	D,NO,NA	T1,NO,NA	D,NO,NA
3.B.1.	Vacunos						
3.B.1.a.	Vacas lecheras			T1	D	T1	D
3.B.1.b.	Otros vacunos			T1	D	T1	D
3.B.2.	Ovinos			T1	D	T1	D
3.B.3.	Porcinos			T1	D	T1	D
3.B.4.	Otro ganado						
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 stimada; NO = No ocurre

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Para estimar las emisiones de CH₄ en Nivel 1, se utilizó la Ecuación 5.3 con datos de cabezas de ganado por subcategoría animal (igual que en *fermentación entérica* con la adición de datos de *aves de corral*) y el clima regional por el cual se determina el valor por defecto del FE seleccionado.

Ecuación 5.3

Gestión del estiércol: emisiones de CH₄ por subcategoría de ganado.

$$CH_{4-estiércol} = \sum_T \frac{EF_{(T)} \times N_{(T)}}{10^6}$$

Donde:

$CH_{4-estiércol}$ = emisiones de metano por la gestión del estiércol para una población definida, Gg 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*.

Para estimar las emisiones directas de N₂O de la gestión del estiércol en Nivel 1 se aplicó la Ecuación 5.4.

Ecuación 5.4

Gestión del estiércol: emisiones directas de N₂O por subcategoría de ganado.

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S \left[\sum_T (N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T,S)}) \right] \times EF_{3(S)} \right] \times \frac{44}{28}$$

Donde:

$N_2O_{D(mm)}$ = emisiones directas de N₂O de la gestión del estiércol del país, kg N₂O año⁻¹

$N_{(T)}$ = cantidad de cabezas de ganado de la especie o subcategoría.

$Nex_{(T)}$ = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/subcategoría T en el país, kg N animal⁻¹ año⁻¹

$MS_{(T,S)}$ = fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/subcategoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país, sin dimensión

$EF_{3(S)}$ = 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.

44/28 = conversión de emisiones de (N₂O-N)(mm) a emisiones de N₂O(mm).

Fuente: Ecuación 10.25; Capítulo 10; Volumen 4; *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 por defecto, los datos de los sistemas de gestión del estiércol por defecto y las fracciones de pérdidas de N por defecto de los sistemas de gestión del estiércol debidas a la volatilización.

Ecuación 5.5

Gestión del estiércol: emisiones indirectas de N₂O por volatilización de N.

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{volatilización-MMS} \times EF_4) \times \frac{44}{28}$$

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

$N_{volatilización-MMS}$ = cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH₃ y NO_x, 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 + NO_x-N volatilizado)⁻¹; el valor por defecto es 0.01 kg N₂O-N (kg NH₃-N + NO_x-N volatilizado)⁻¹

Fuente: Ecuación 10.27; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

En el cual, las pérdidas de N debidas a la volatilización de la gestión del estiércol se estimaron con la aplicación de la Ecuación 5.6.

Ecuación 5.6

Gestión del estiércol: emisiones directas de N₂O por subcategoría de ganado.

$$N_{volatilización-MMS} = \left[\sum_S \left[\sum_T (N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T,S)}) \times \left(\frac{Frac_{GasMS}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

Donde:

$N_{volatilización-MMS}$ = cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH₃ y NO_x, kg N año⁻¹

$N_{(T)}$ = cantidad de cabezas de ganado de la especie o subcategoría.

$Nex_{(T)}$ = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/subcategoría T en el país, kg N animal⁻¹ año⁻¹

$MS_{(T,S)}$ = fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/subcategoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país, sin dimensión

$Frac_{GasMS}$ = porcentaje de N del estiércol gestionado para la categoría de ganado T que se volatiliza como NH₃ y NO_x 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; *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*.

5.3.2.1. 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 1990-2017, y *aves de carne* de SENACSA a partir del registro de cabezas de faenados para toda la serie temporal. En la Tabla 5.49 se presenta el detalle de fuente de DA por subcategorías.

Tabla 5.49

Gestión del estiércol: detalle de fuente de DA por subcategoría.

Código	Subcategorías	Fuente
3.B.	Gestión del estiércol	
3.B.1.	Vacunos	
3.B.1.a.	Vacas lecheras	MAG para toda la serie temporal.
3.B.1.b.	Otros vacunos	Para <i>vaquilla, novillo, toro, desm. macho y hembra, ternero y buey</i> se utilizaron datos de SENACSA, período 2006-2017. Los años faltantes, 1990-2005, corresponden a los vacíos de información que fueron rellenados a partir de técnicas de empalme combinando datos de MAG y SENACSA, avalado por juicio de expertos. Para <i>vaca</i> , se determinaron a partir de la combinación de datos de MAG y SENACSA para los años 2006-2017, y para los años faltantes se rellenaron del mismo modo que las demás categorías animales.
3.B.2.	Ovinos	Se utilizaron datos de MAG para toda la serie temporal.
3.B.3.	Porcinos	Se utilizaron datos de MAG para toda la serie temporal.
3.B.3.a.	Porcinos de carne	Se utilizaron datos de SENACSA para toda la serie temporal.
3.B.4.	Otro ganado	
3.B.4.a.	Búfalos	Se determinaron a partir de datos de SENACSA para los años 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.B.4.d.	Caprinos	Se utilizaron datos de MAG para toda la serie temporal.
3.B.4.e.	Equinos	Se utilizaron datos de MAG para toda la serie temporal.
3.B.4.f.	Mulas y asnos	Se utilizaron datos de FAOSTAT para toda la serie temporal.
3.B.4.g.	Aves de corral	Se utilizaron datos de MAG para toda la serie temporal.
3.B.4.g.i.	Aves de carne	Se utilizaron datos de SENACSA para toda la serie temporal.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

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 5.50 se presentan los sistemas de gestión de estiércol que se aplican en el país (a nivel nacional), a partir de la clasificación de las *Directrices del IPCC de 2006* y de datos recabados en el juicio de expertos.

Tabla 5.50

Gestión del Estiércol: Sistemas de gestión de estiércol en el país.

Ganado	Sistema de gestión	Definición	Observación
Vacunos Equinos Caprinos Ovinos Bubalinos Mulas y Asnos	Pastura	Se deja que el estiércol de los animales en pasturas permanezca como tal, sin gestionarse.	Las emisiones directas e indirectas de N ₂ O relacionadas con el estiércol depositado en suelos agrícolas y en sistemas de pasturas, se tratan en la categoría de suelos agrícolas.
Vacas lecheras Otros vacunos	Almacenaje de sólidos	El almacenamiento de estiércol, habitualmente por períodos de varios meses, en pilas o parvas no confinadas. El estiércol puede apilarse debido a la presencia de una suficiente cantidad de material de cama o a la pérdida de humedad por evaporación.	
Aves de corral	Estiércol de aves de corral sin hojarasca	Puede ser similar a pozos abiertos en instalaciones cerradas de confinación de animales o puede diseñarse y operarse para secar el estiércol a medida que se acumula. Esto último se conoce como sistema elevado de gestión del estiércol y constituye una forma de fabricación pasiva de compost en filas cuando se lo diseña y opera correctamente.	

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las *Directrices del IPCC de 2006*.

El resumen de los datos de actividad recopilados se presenta en la Tabla 5.51 y en la Figura 5.7 el extenso se encuentra en el Anexo 3.A.3.

Tabla 5.51

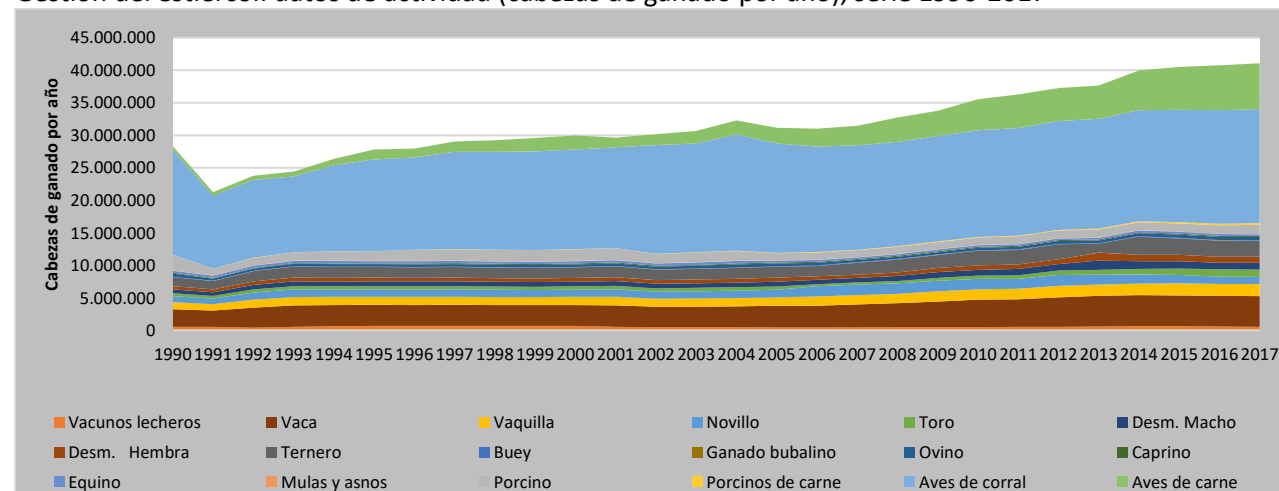
Gestión del estiércol: datos de actividad (cabezas de ganado), serie 1990-2017.

Año	Vacunos lecheros	Vaca	Vaquilla	Novillo	Toro	Desm. Macho	Desm. Hembra	Ternero	Buey	Ganado bubalino	Ovino	Caprino	Equino	Mulas y asnos	Porcino	Porcinos de carne	Aves de corral	Aves de carne
1990	521.360,00	2.732.192,27	1.067.165,05	942.127,01	439.702,33	606.889,38	487.656,95	1.390.716,59	36.277,57	5.502,86	455.500,00	148.200,00	334.200,00	45.000,00	2.444.600,00	10.618,11	16.112.500	501.223
1995	680.413,00	3.228.351,80	1.260.959,65	1.113.215,01	519.551,21	717.099,03	576.214,28	1.643.267,38	42.865,49	6.502,16	381.452,00	122.552,00	349.672,00	45.700,00	1.446.025,00	19.276,55	14.152.835	1.525.723
2000	691.465,00	3.206.153,93	1.252.289,40	1.105.560,64	515.978,82	712.168,31	572.252,28	1.631.968,41	42.570,75	6.457,45	402.091,00	122.992,00	354.361,00	46.300,00	1.781.197,00	34.995,45	15.350.315	2.153.149
2005	455.164,00	3.325.686,97	1.298.977,72	1.146.778,57	535.215,74	738.719,64	593.587,20	1.692.812,07	44.157,89	6.698,20	450.500,00	129.440,00	324.540,00	49.600,00	1.067.346,00	50.412,33	16.850.525	2.415.121
2010	497.461,00	4.232.762,00	1.567.462,00	1.605.351,00	509.562,00	890.413,00	661.809,00	2.273.360,00	61.215,00	6.047,00	392.649,00	133.237,00	281.621,00	45.700,00	1.117.664,00	96.845,92	16.376.208	4.787.350
2015	621.312,00	4.719.158,00	1.869.611,00	1.289.886,00	1.001.823,00	1.134.038,00	962.972,00	2.550.496,00	55.644,00	11.316,00	498.357,00	147.561,00	275.922,05	45.673,00	1.265.328,00	172.884,33	17.293.940	6.581.604
2016	584.408,00	4.704.500,00	1.840.881,00	1.150.689,00	1.100.983,00	1.020.704,00	894.596,00	2.499.919,00	50.630,00	11.274,00	528.419,00	152.143,00	275.371,40	45.782,00	1.300.064,00	219.718,36	17.499.417	6.866.605
2017	530.217,00	4.751.967,00	1.829.244,00	1.102.298,00	1.132.441,00	1.028.517,00	920.365,00	2.471.073,00	43.822,00	11.582,00	534.289,00	144.482,00	275.166,00	45.677,00	1.418.440,00	244.362,58	17.555.020	7.039.980

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de MAG, SENACSA y FAOSTAT.

Figura 5.7

Gestión del estiércol: datos de actividad (cabezas de ganado por año), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de MAG, SENACSA y FAOSTAT.

5.3.2.2. Factores de emisión aplicados en la categoría

Los factores de emisión aplicados en la categoría de *gestión del estiércol* corresponden a FE por defecto propuestos en las *Directrices del IPCC de 2006* (Vol 4, Cap 10).

Según datos de la DMH-DINAC, entre 1990 y 2017 las temperaturas promedio en el país varían entre 22,09 °C y 24,20 °C, agrupando de esta manera al conjunto de FE de CH₄ según la temperatura promedio anual “templado” (*Directrices del IPCC*, Vol.4, Cap.10, Cuadro 10.14).

En las tablas siguientes se presentan los factores de emisión utilizados en la categoría.

Tabla 5.52

Gestión del estiércol: factores de emisión aplicados para las emisiones de CH₄, kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

Código	Subcategoría	FE-CH ₄ (kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹)	Fuente
3.B.1.	Vacunos	1,00	Directrices del IPCC de 2006; Volumen 4, Capítulo 10. Cuadro 10.14.
3.B.1.a.	Vacas lecheras	1,00	
3.B.1.b.i	Vaca	1,00	
3.B.1.b.ii	Vaquilla	1,00	
3.B.1.b.iii	Novillo	1,00	
3.B.1.b.iv	Toro	1,00	
3.B.1.b.v	Desm. Macho	1,00	
3.B.1.b.vi	Desm. Hembra	1,00	
3.B.1.b.vii	Ternero	1,00	
3.B.1.b.viii	Buey	1,00	
3.B.2.	Ovinos	0,15	Directrices del IPCC de 2006; Volumen 4, Capítulo 10. Cuadro 10.15.
3.B.3.	Porcinos	1,00	
3.B.3.a	Porcinos de carne	1,00	
3.B.4.a.	Búfalos	1,00	
3.B.4.d.	Caprinos	0,17	
3.B.4.e.	Equinos	1,64	
3.B.4.f.	Mulas y asnos	0,90	
3.B.4.g.	Aves de corral	0,02	
3.B.4.g.i	Aves de carne	0,02	

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.53

Gestión del estiércol: factores de emisión aplicados para las emisiones directas de N₂O de cada sistema de gestión del estiércol- $N_{(indice(T))}$

Ganado	Tasa de excreción de N [kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹] $N_{indice(T)}$	Fuente
Vacuno lechero	0,48	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 10. Cuadro 10.19.
Otros vacunos	0,36	
Aves de corral	0,82	
Aves de carne (Parrilleros)	1,1	

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.54

Gestión del estiércol: factores de emisión aplicados para las emisiones directas de N₂O de cada sistema de gestión del estiércol-TAM.

Ganado	Masa animal típica (kg) TAM	Fuente
Vacunos lecheros	485	Juicio de expertos
Vaca	360,13	SENACSA
Vaquilla	290	Juicio de expertos
Novillo	384,57	SENACSA
Toro	442,54	SENACSA
Desm. Macho	130	Juicio de expertos
Desm. Hembra	115	Juicio de expertos
Ternero	75	Juicio de expertos
Buey	550	Juicio de expertos
Aves de corral	1,8	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 10. Cuadro 10A-9.
Aves de carne	0,9	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 10. Cuadro 10A-9.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.55

Gestión del estiércol: factores de emisión aplicados para las emisiones directas de N₂O de cada sistema de gestión del estiércol- $MS_{(T,S)}$

Ganado	SGE	Fracción de la excreción total anual de N que se gestiona en el SGE $MS_{(T,S)}$	Fuente
Vacunos lecheros	Almacenamiento de sólidos	0,001	Juicio de expertos
Otros vacunos	Almacenamiento de sólidos	0,001	Juicio de expertos
Aves de corral	Estiércol sin hojarasca	1	Juicio de expertos
Aves de carne	Estiércol sin hojarasca	1	Juicio de expertos

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las *Directrices del IPCC de 2006*.

Gestión del estiércol: factores de emisión aplicados para las emisiones directas de N₂O de cada sistema de gestión del estiércol- $EF_{3(S)}$.

Tabla 5.56

Gestión del estiércol: factores de emisión aplicados para las emisiones directas de N₂O de cada sistema de gestión del estiércol- $EF_{3(S)}$.

Ganado	Sistema de gestión	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O-N del SGE $EF_{3(S)}$	Fuente
Vacunos lecheros	Almacenamiento de sólidos	0,005	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 10. Cuadro 10.21
Otros vacunos	Almacenamiento de sólidos	0,005	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 10. Cuadro 10.21
Aves de corral	Estiércol sin hojarasca	0,001	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 10. Cuadro 10.21
Aves de carne	Estiércol sin hojarasca	0,001	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 10. Cuadro 10.21

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.57

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.

Ganado	Sistema de gestión	Fracción de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Fuente
Vacunos lecheros	Almacenamiento de sólidos	0,3	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 10. Cuadro 10.22
Otros vacunos	Almacenamiento de sólidos	0,45	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 10. Cuadro 10.22
Aves de corral	Estiércol sin hojarasca	0,55	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 10. Cuadro 10.22
Aves de carne	Estiércol sin hojarasca	0,55	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 10. Cuadro 10.22

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Tabla 5.58

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.

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]	Fuente
0,01	Directrices del IPCC de 2006; Vol 4, Cap 11. Cuadro 11.3

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.3.3. Incertidumbre específica de la categoría

Para el análisis de la incertidumbre de la categoría *gestión del estiércol* se aplicó la metodología propuesta en las *Directrices del IPCC de 2006* para el Método 2: simulación de Monte Carlo, el cual consiste en la obtención de la Función de Distribución de Probabilidad mediante simulaciones. Para ello se utilizó el Software SPSS Statistics 26.0 y se realizaron las simulaciones a través del programa Excel. El procedimiento del cálculo de las incertidumbres, tanto para los datos de actividad, factores de emisión, conjunto y los de tendencia, corresponde al de los percentiles, para el mismo se ha utilizado la siguiente fórmula: para valores negativos ((valor medio – percentil 2,5) /valor medio) * 100 y para valores positivos ((percentil 97,5 - valor medio) /valor medio) * 100. Se ha utilizado este procedimiento y no el de intervalos de confianza pues los mismos son muy sensibles al tamaño de las simulaciones.

El balance de emisiones de GEI de esta categoría, para el año 2017 presenta una incertidumbre combinada para CH₄ de -59,36 % y +61,62 %; y para N₂O de -85 % y +169,32 % (Tabla 5.59). En

términos generales, la incertidumbre de la categoría se encuentra dominada por la incertidumbre de los datos de actividad, de igual forma que la categoría de *fermentación entérica*. Esto podría deberse, como ya se mencionó en la Sección 5.2.3, al error de muestreo aleatorio estadístico en los datos de actividad, por los diferentes criterios de obtención de datos que poseen cada fuente de información, y por las estimaciones que se realizaron para el relleno de vacíos de información de los datos de actividad para los años 1990-2005 en las subcategorías animales.

Tabla 5.59

Gestión del estiércol: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
3.B. GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL	CH₄	18,37	18,34	4,23	4,19	59,36	61,62
3.B.1. Vacunos	CH ₄	75,5	75,4	9,8	9,8	76,3	79,3
3.B.1.a. Vacas lecheras	CH ₄	168,7	168,0	29,4	29,4	168,2	180,4
3.B.1.b. Otros vacunos	CH ₄	78,4	78,2	10,4	10,4	79,1	82,1
3.B.2. Ovinos	CH ₄	19,6	19,7	29,2	29,3	33,4	37,4
3.B.3. Porcinos	CH ₄	17,0	16,9	20,8	20,9	29,1	32,4
3.B.4.a. Búfalos	CH ₄	273,1	273,6	29,2	29,4	273,2	286,5
3.B.4.d. Caprinos	CH ₄	19,6	19,7	29,4	29,7	33,7	37,5
3.B.4.e. Equinos	CH ₄	19,5	19,7	29,5	29,4	33,5	37,4
3.B.4.f. Mulas y asnos	CH ₄	19,5	19,5	29,5	29,4	33,5	37,2
3.B.4.g. Aves de corral	CH ₄	15,0	15,0	20,8	20,9	26,0	28,6
3.B. GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL	N₂O	27,00	27,03	23,67	23,59	85,03	169,32
3.B.1. Vacunos	N ₂ O	75,5	75,3	24,5	24,5	100,6	180,1
3.B.1.a. Vacas lecheras	N ₂ O	168,8	168,6	73,7	73,2	173,5	386,1
3.B.1.b.i Vaca	N ₂ O	167,7	166,9	74,0	73,8	171,8	382,9
3.B.1.b.ii Vaquilla	N ₂ O	165,9	166,3	73,7	73,3	168,8	382,3
3.B.1.b.iii Novillo	N ₂ O	201,4	201,1	73,6	73,2	210,8	426,4
3.B.1.b.iv Toro	N ₂ O	194,9	195,2	73,3	73,5	204,8	420,8
3.B.1.b.v Desm. Macho	N ₂ O	155,9	156,4	73,6	73,8	156,5	368,6
3.B.1.b.vi Desm. Hembra	N ₂ O	176,3	176,2	73,6	73,7	182,3	394,3
3.B.1.b.vii Ternero	N ₂ O	183,7	183,4	73,6	74,1	190,2	400,9
3.B.1.b.viii Buey	N ₂ O	157,0	156,0	73,4	73,7	160,8	367,0
3.B.4.g. Aves de corral	N ₂ O	19,5	19,5	72,9	73,2	109,8	247,8
3.B.4.g.i Aves de carne	N ₂ O	19,6	19,5	73,6	73,6	109,5	247,6

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 obtuvieron importantes avances con respecto a la consistencia de la serie temporal, específicamente en la subcategoría *vacunos* donde se obtuvieron datos de cabeza de ganado desagregados por grupo etario facilitados por SENACSA, y además, se logró rellenar los vacíos de informaciones de los años faltantes con el apoyo de un técnico estadístico a través de la combinación de parámetros provistos por MAG, SENACSA y juicio de expertos.

Además, en cuanto a los datos de actividad utilizados, se incluyó la especie de mulas y asnos por primera vez y se mejoraron los datos de porcinos y aves, desagregando en *porcinos* (de cría) y *porcinos de carne*; y en *aves de corral* (ponedoras) y *aves de carne*.

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.

5.3.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.3.5.1. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas 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 1990-2017, 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, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.11.

5.3.5.2. 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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

5.3.5.3. 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 las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

5.3.6. Nuevos cálculos de la categoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría para toda la serie temporal 1990-2017. Es la segunda vez que Paraguay declara sus emisiones de GEI en una serie temporal, y en el período de 1990-2015 se recalcularon las emisiones.

Estos nuevos cálculos generaron diferencias que se presentan en toda la serie temporal principalmente debido a las mejoras de los datos de actividad por la desagregación del ganado vacuno por grupo etario, y podría deberse también a los rellenos de vacíos de información mediante técnicas de empalme mencionadas en la Sección 5.2.2.

En la Tabla 5.60 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría *gestión del estiércol* del INGEI anterior y el presente (1990-2017), en la cual se observa un aumento de las emisiones en el periodo de 1990-2010, y luego, en los años siguientes se presenta una disminución de las emisiones, pudiendo ser debido a las modificaciones que se realizaron para los rellenos de vacío de información mencionados, entre otros.

Tabla 5.60

Gestión del estiércol: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	257,59	283,00	292,49	280,33	423,70	484,02		
INGEI actual	275,20	285,09	295,13	285,37	340,62	390,70	385,83	388,42
Diferencia	17,61	2,09	2,64	5,05	-83,08	-93,32		
Diferencia %	6,84%	0,74%	0,90%	1,80%	-19,61%	-19,28%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en resultados del IBA2 (INGEI 1990-2015).

5.3.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

La categoría *gestión del estiércol* no es una de las categorías principales de este INGEI 1990-2017, sin embargo, de igual manera se ve la necesidad de ir mejorando los datos de actividad y en especial los factores de emisión para obtener resultados cada vez más representativos a la realidad nacional.

Durante el proceso de elaboración de este INGEI se desarrolló un juicio de expertos con representantes del sector, en el cual se estimaron parámetros según las condiciones específicas del país, p. ej. para poder obtener valores nacionales de TAM para cada especie animal. Si bien esto consistió en una mejora importante, existen algunos parámetros que no se pudieron estimar debido a la falta de información y por este motivo, en los cálculos de FE, se utilizaron parámetros por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Para que las emisiones se aproximen cada vez más a valores representativos según las condiciones de Paraguay, se debería avanzar en el desarrollo de factores de emisión país específico. Por lo tanto, se alienta a las instituciones públicas y privadas del sector a implementar las investigaciones correspondientes para generar estas informaciones.

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 ve la necesidad de 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 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 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, la temperatura y el cultivar del arroz

En el caso nacional, 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.

Esta categoría no ha sido identificada como categoría principal según la evaluación de nivel y de tendencia del INGEI 1990-2015 reportado en el IBA2. En 2017, las emisiones resultantes de *cultivo de arroz* representaron 2,07 % del total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería. En este último año de la serie temporal las emisiones se han incrementado 1007,1 % con respecto al año base y han disminuido 2,57 % con respecto a 2015.

En la serie temporal 1990-2017, las emisiones de CH₄ presentaron una tendencia ascendente con algunos descensos, siendo el más pronunciado el período 2005-2007 debido a las precipitaciones intensas que afectaron directamente a los cultivos, ya que estos demandan alto requerimiento de luz solar (IBA2, 2008). Así también, la crisis económica a fines de 2007 e inicios del 2008 en Brasil repercutió en el bajo precio del arroz lo que desestimuló la producción ya que el principal mercado de exportación es el brasilero. Consecutivamente, la tendencia de las emisiones resultantes presenta un ascenso muy pronunciado de las emisiones de GEI hasta el año 2017. Este aumento importante de emisiones 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 baja en emisiones que se observa entre los años 1991 y 1992 pudo haber sido causado por el descenso del precio internacional de *commodities* alimenticios (IBA2, 2008).

A nivel de subcategorías, la que mayor aporta al total de emisiones de GEI de esta categoría es *irrigadas* con 99,53 %, y por consiguiente *alimentadas a lluvia* con 0,47 %. En la Tabla 5.61 y en Figura 5.8 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 5.61

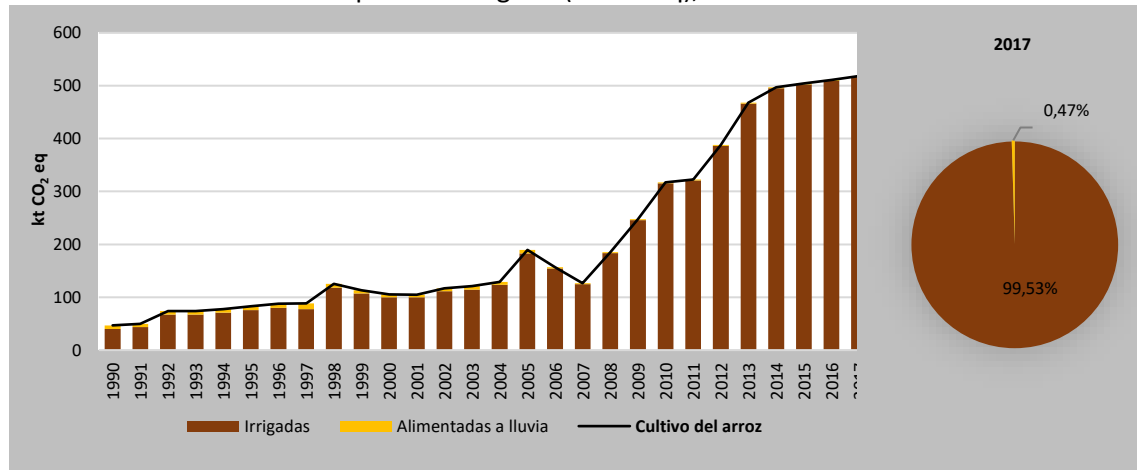
Cultivo de arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
Irrigadas	40,04	75,61	99,90	182,53	315,66	502,58	509,18	516,46
Alimentadas a lluvia	6,78	7,06	5,27	6,87	1,83	1,92	1,92	1,92
Total	46,82	82,67	105,16	189,40	317,49	504,51	511,11	518,38

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.8

Cultivo de arroz: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.



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 por defecto. En la Tabla 5.62 se presenta un resumen de las metodologías aplicadas y factores de emisión aplicados por subcategoría.

Tabla 5.62

Cultivo de Arroz: 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.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 5.7 donde se multiplican los factores de emisión diarios por período de cultivo de arroz y por superficies de cosecha anual.

Ecuación 5.7

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 realiza en el país. Según la clasificación de las *Directrices del IPCC de 2006*, para este INGEI se consideran los sistemas de producción: *irrigada* 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 1990-2017 (Tabla 5.63, Figura 5.9); 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 5.63

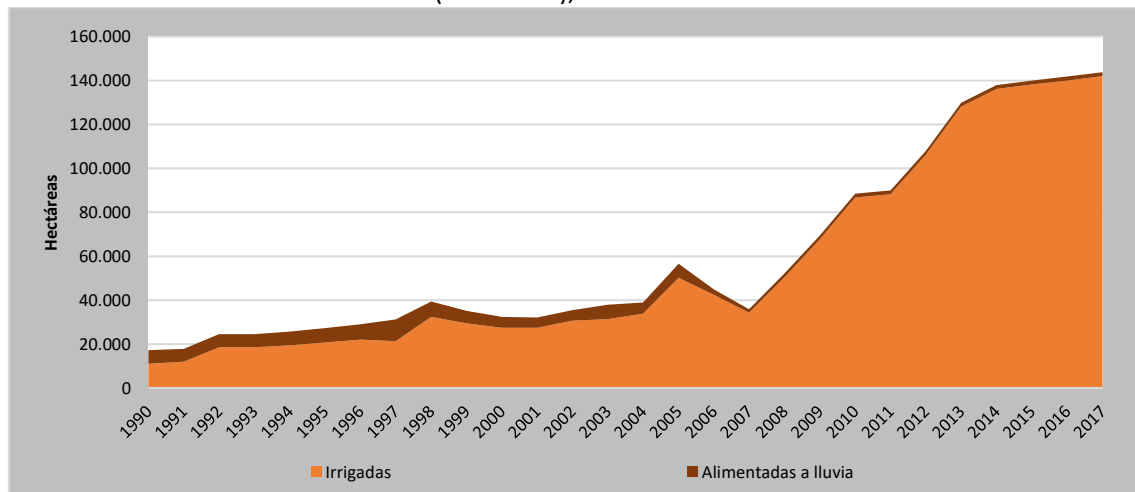
Cultivo de arroz: datos de actividad (hectáreas) por subcategorías, serie 1990-2017.

Años	Irrigadas (ha)	Alimentadas a lluvia (ha)
1990	11.010,00	6.283,00
1995	20.790,00	6.543,00
2000	27.467,00	4.880,00
2005	50.188,00	6.363,50
2010	86.790,51	1.699,00
2015	138.185,00	1.783,00
2016	140.000,41	1.783,00
2017	142.000,00	1.783,00

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos del MAG.

Figura 5.9

Cultivo de arroz: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017.



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 valores de factor 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. Cabe resaltar que no se utilizan abonos orgánicos en los cultivos de arroz, por lo tanto, este factor de ajuste (SF_o) no se considera. En la Tabla 5.64 se presenta un resumen de los factores de emisión utilizados por subcategorías y en la Tabla 5.65 se encuentran las definiciones de cada factor de ajuste.

Tabla 5.64

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	

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las *Directrices del IPCC 2006* (Vol. 4 Cap. 5).

Tabla 5.65

Cultivo de arroz: definiciones de los factores de ajuste.

	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
SF _{s,r}	factor de ajuste para tipo de suelo, cultivar del arroz, etc., si está disponible

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las *Directrices del IPCC 2006* (Vol. 4 Cap. 5).

5.4.3. Incertidumbre específica de la categoría

Para el análisis de la incertidumbre de la categoría *cultivo de arroz* se aplicó la metodología propuesta en las *Directrices del IPCC de 2006* para el Método 2: simulación de Monte Carlo, el cual consiste en la obtención de la Función de Distribución de Probabilidad mediante simulaciones. Para ello se utilizó el Software SPSS Statistics 26.0 y se realizaron las simulaciones a través del programa Excel. El procedimiento del cálculo de las incertidumbres, tanto para los datos de actividad, factores de emisión, conjunto y los de tendencia, corresponde al de los percentiles, para el mismo se ha utilizado la siguiente fórmula: para valores negativos ((valor medio – percentil 2,5) /valor medio) * 100 y para valores positivos ((percentil 97,5 - valor medio) /valor medio) * 100. Se ha utilizado este procedimiento y no el de intervalos de confianza pues los mismos son muy sensibles al tamaño de las simulaciones.

El balance de emisiones de GEI de esta categoría, para el año 2017 presenta una incertidumbre combinada para CH₄ de -386,00 % y +436,34 % (Tabla 5.66). En términos generales, la incertidumbre de la categoría se encuentra dominada por la incertidumbre de los datos de actividad, de igual forma que la categoría de *fermentación entérica*. Esto podría deberse, como ya se mencionó en la Sección 5.2.3, al error de muestreo aleatorio estadístico en los datos de actividad, por los diferentes criterios de obtención de datos que poseen cada fuente de información, y por las estimaciones que se realizaron para el relleno de vacíos de información de los datos de actividad para los años 1990-2005 en las subcategorías animales.

Tabla 5.66

Cultivo de arroz: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
3.C. CULTIVO DE ARROZ	CH₄	370,76	371,32	54,61	61,48	386,00	436,34

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Por cuestiones de tiempo, el técnico estadístico no pudo calcular las incertidumbres desagregadas por subcategorías *irrigadas* y *alimentadas a lluvia*.

5.4.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Con respecto a la consistencia de la serie temporal para la categoría *cultivo de arroz*, específicamente en cuanto a los datos de actividad utilizados, se solicitaron a varias fuentes de información tomando nuevamente los datos del MAG, como en el INGEI anterior, ya que son informaciones oficiales que cuentan con mayor exhaustividad.

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.

5.4.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.4.5.1. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas 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 1990-2017, 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, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.11.

5.4.5.2. 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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

5.4.5.3. 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 las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

5.4.6. Nuevos cálculos de la categoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría de *cultivo de arroz* para toda la serie temporal 1990-2017. Es la segunda vez que Paraguay declara sus emisiones de GEI en una serie temporal, en el período de 1990-2015 se recalcularon las emisiones.

Estos nuevos cálculos generaron diferencias que se presentan en toda la serie temporal principalmente debido a las mejoras de los datos de actividad, específicamente del período de cultivo.

En la Tabla 5.67 se presenta una comparación entre las emisiones de GEI de la categoría *cultivo de arroz* del INGEI anterior y el presente (1990-2017), en la cual se observa una tendencia ascendente con algunas disminuciones de las emisiones de GEI, prácticamente desde 2000 en adelante se mantiene el aumento de las emisiones por año.

Tabla 5.67

Cultivo de arroz: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	81,77	82,59	107,64	135,33	233,54	500,68		
INGEI actual	46,82	82,67	105,16	189,40	317,49	504,51	511,11	518,38
Diferencia	-34,95	0,08	-2,47	54,07	83,95	3,83		
Diferencia %	-42,74%	0,10%	-2,30%	39,95%	35,95%	0,76%		

: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en el IBA2 (INGEI 1990-2015).

5.4.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

La categoría *cultivo de arroz* es una de las categorías principales de este INGEI 1990-2017, a medida que se van realizando los cálculos a través de la serie temporal va presentando mayores emisiones de GEI debido a la creciente expansión de las superficies de cultivo de arroz en el país. Por este motivo, se ve la necesidad de ir mejorando los datos de actividad y en especial los factores de emisión para obtener resultados cada vez más representativos a la realidad nacional.

Durante el proceso de elaboración de este INGEI se desarrolló un juicio de expertos nacionales en actividades ganaderas con representantes del sector, en el cual se estimaron parámetros

según las condiciones específicas del país. Se ve la necesidad de realizar otro juicio de expertos sobre cultivo de arroz con el fin de estimar los factores de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el periodo de cultivo y la temporada previa al cultivo, de tal manera a poder generar factores de emisión país específico.

Además, se alienta a las instituciones públicas y privadas del sector a implementar las investigaciones correspondientes para generar estas informaciones.

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 N_2O producidas por agregados de N inducidos 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 N_2O son aquellas producidas por el incremento del N disponible, que aumenta las tasas de nitrificación y desnitrificación. Las emisiones indirectas de N_2O se producen a través de dos vías indirectas: (i) a partir de la volatilización de NH_3 y NO_x de suelos gestionados y (ii) después de la lixiviación y el escurrimiento del N, principalmente como NO_3 , de suelos gestionados.

En el caso nacional, las fuentes de N consideradas para estimar las emisiones directas de N_2O de suelos gestionados para la serie 1990-2017 son las siguientes:

- Fertilizantes de N sintético (F_{SN});
- N orgánico aplicado como fertilizante (p. ej., estiércol animal, compost, lodos cloacales, desechos) (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}).

Esta categoría ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de tendencia del INGEI 1990-2015. En 2017, las emisiones resultantes de los suelos agrícolas representaron el 35,01 % del total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 75,42 % con respecto al año base y han aumentado 0,29 % con respecto al año 2015. El principal motivo del aumento desde 1990 es debido al incremento del hato de ganado vacuno en el país aportando mayor depósito de N en los suelos por los animales en pastoreo, y la disminución de emisiones por la baja de la población del ganado vacuno ocurrido desde 2015 ha sido compensada principalmente con el aumento del uso de fertilizantes inorgánicos.

Esta categoría es la segunda que representa una eminente contribución al total de emisiones de GEI del sector Agricultura y Ganadería, siendo *emisiones directas de N_2O de suelos agrícolas* la que aporta mayor contribución al total de emisiones de la categoría. En 2017, esta subcategoría presentó el 81,69 % del total de emisiones de la categoría, teniendo a la fuente de *orina y estiércol depositado por animales de pastoreo* como la principal; y *emisiones indirectas de N_2O*

de suelos agrícolas el 18,31 % (Tabla 5.68, Figura 5.10). En el Anexo 5.5 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 5.68

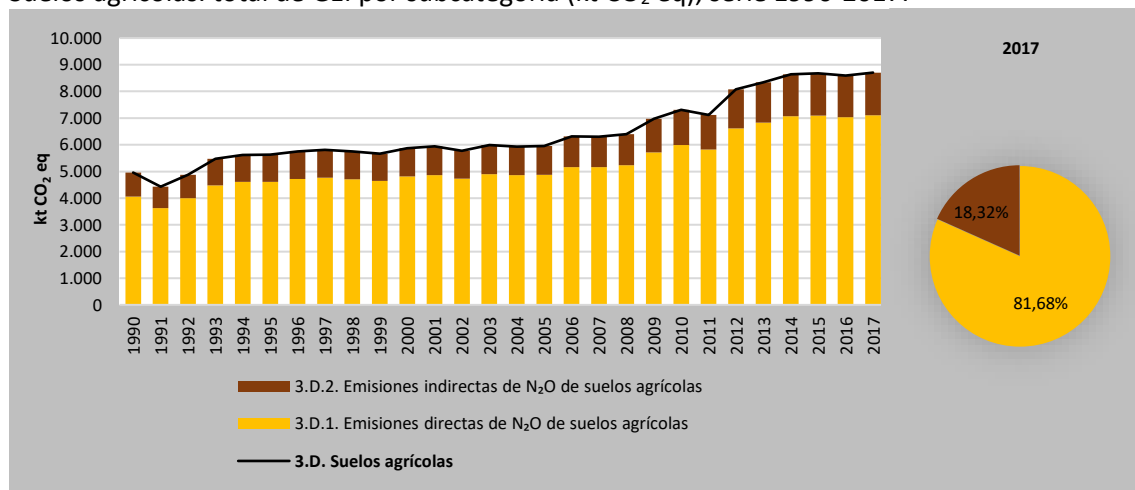
Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
3.D.1. Emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas	4.091,61	4.650,68	4.846,71	4.907,49	6.027,27	7.141,39	7.076,34	7.156,50
3.D.1.a. Fertilizantes inorgánicos	0,01	0,03	10,99	12,24	110,19	292,79	268,40	344,62
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos	20,40	19,09	21,00	22,95	24,53	27,25	27,68	27,87
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	3.596,96	4.070,75	4.111,69	3.930,11	4.799,05	5.509,21	5.426,05	5.411,29
3.D.1.d. Residuos de cosechas	474,24	560,81	703,03	942,19	1.093,50	1.312,13	1.354,21	1.372,70
3.D.2. Emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas	902,75	1.021,74	1.067,28	1.083,30	1.331,95	1.594,09	1.578,56	1.604,40
3.D.2.a. Deposición atmosférica	374,61	421,44	427,23	409,38	505,18	595,73	585,26	591,42
3.D.2.b. Lixiviación y escurrimiento	528,14	600,30	640,05	673,92	826,77	998,36	993,31	1.012,98
Total	4.994,36	5.672,42	5.913,99	5.990,79	7.359,22	8.735,48	8.654,91	8.760,89

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.10

Suelos agrícolas: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.



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 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 por defecto. En la Tabla 5.69 se presenta un resumen de las metodologías aplicadas y factores de emisión aplicados por subcategoría.

Tabla 5.69

Suelos Agrícolas: 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.D.	Suelos agrícolas					T1,NE,NO,NA	D,NE,NO,NA
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas						
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						
3.D.2.a.	Deposición atmosférica					T1	D
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento					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.

En su forma más básica, las emisiones directas de N₂O de suelos gestionados se estimaron empleando la Ecuación 5.8.

Ecuación 5.8

Suelos agrícolas: Emisiones directas de N₂O de suelos agrícolas en suelos gestionados. Nivel 1.

$$N_2O_{Directas} - N = N_2O - N_{N\ aportes} + N_2O - N_{OS} + N_2O - N_{PRP}$$

Donde:

$$N_2O - N_{N\ aportes} = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \times EF_1] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} \times EF_{1FR}]$$

$$N_2O - N_{OS} = [(F_{OS,CG,Temp} \times EF_{2CG,Temp}) + (F_{OS,CG,Trop} \times EF_{2CG,Trop}) + (F_{OS,F,Temp,NR} \times EF_{2F,Temp,NR}) + (F_{OS,F,Temp,NP} \times EF_{2F,Temp,NP}) + (F_{OS,F,Trop} \times EF_{2F,Trop})]$$

$$N_2O - N_{PRP} = [(F_{PRP, CPP} \times EF_{3PRP, CPP}) + (F_{PRP, SO} \times EF_{3PRP, SO})]$$

Fuente: Ecuación 11.1; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

$N_2O_{Directas-N}$ = emisiones directas anuales de N₂O–N producidas a partir de suelos gestionados, kg N₂O– N año⁻¹

$N_2O - N_{N\ aportes}$ = 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 N₂O de aportes de N en plantaciones de arroz inundadas, kg N₂O–N (kg aporte de N)⁻¹

EF_2 = factor de emisión para emisiones de N₂O de suelos orgánicos drenados/gestionados, kg N₂O–N ha⁻¹ año⁻¹

EF_{3PRP} = factor de emisión para emisiones de N₂O del N de la orina y el estiércol depositado en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo, kg N₂O–N (kg aporte de N)⁻¹

Las emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados se estimaron con la Ecuación 5.9

Ecuación 5.9

Suelos agrícolas: N₂O producido por deposición atmosférica de N volatilizado (Nivel 1).

$$N_2O_{(ATD)} - N = [(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM})] \times EF_4$$

Donde:

$N_2O_{(ATD)} - N$ = cantidad anual de N₂O–N producida por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados, kg N₂O–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 NH₃ y NO_x, kg N volatilizado (kg de N aplicado)⁻¹

F_{ON} = cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicada a los suelos, kg N año⁻¹

F_{PRP} = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por 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 NH₃ y NO_x, kg N volatilizado (kg de N aplicado o depositado)⁻¹

EF_4 = factor de emisión correspondiente a las emisiones de N₂O de la deposición atmosférica de N en los suelos y en las superficies del agua [kg N–N₂O/(kg NH₃–N + NO_x–N volatilizado)⁻¹]

Fuente: Ecuación 11.9; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

Las emisiones indirectas de N₂O por lixiviación/escorrimento N se estimaron usando la Ecuación 5.10.

Ecuación 5.10

Suelos agrícolas: N₂O producido por deposición atmosférica de N volatilizado (Nivel 1).

$$N_2O_{(L)} - N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \times Frac_{LIXIVIACION-(H)} \times EF_5$$

Donde:

$N_2O_{(L)} - N$ = cantidad anual de N 2O-N producida por lixiviación y escurrimiento de agregados de N a suelos gestionados, kg N₂O-N año⁻¹

F_{SN} = cantidad anual de N de fertilizantes sintéticos aplicado a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, (kg N año⁻¹)

F_{ON} = cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicada a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N año⁻¹

F_{PRP} = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N año⁻¹

F_{CR} = cantidad de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y de la renovación de forraje/pastura, devuelta a los suelos anualmente en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N año⁻¹

F_{SOM} = cantidad anual de N mineralizado en suelos minerales relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo, como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N año⁻¹

$Frac_{LIXIVIACION-(H)}$ = 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; *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

Para el cálculo de las emisiones directas e indirectas de N₂O debidas a los distintos aportes de N a los suelos gestionados, se tuvieron en cuenta las siguientes fuentes de N:

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 relacionado con el rubro agrícola), y la concentración de cada fertilizante nitrogenado.

Fertilizantes de N orgánico aplicados (estiércol animal) (F_{ON}): se aplicó 0,1 % del ganado vacuno en sistemas de “almacenamiento de sólidos” y 100 % de las aves de corral en sistemas de “estiércol sin hojarasca”, datos proveídos por MAG, SENACSA, y juicio de expertos.

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 proveídos por MAG, SENACSA, y juicio de expertos.

Fertilizantes de N en residuos agrícolas (F_{CR}): dato calculado a partir de los valores de superficie y rendimiento de 28 cultivos, proveído por el MAG.

En la Tabla 5.70 se presenta un resumen de los datos de actividad utilizados en los cálculos y en la Figura 5.11 se presenta la distribución de los datos de actividad en toda la serie temporal. En el Anexo 5.5 se presentan los valores de 1990 a 2017.

Tabla 5.70

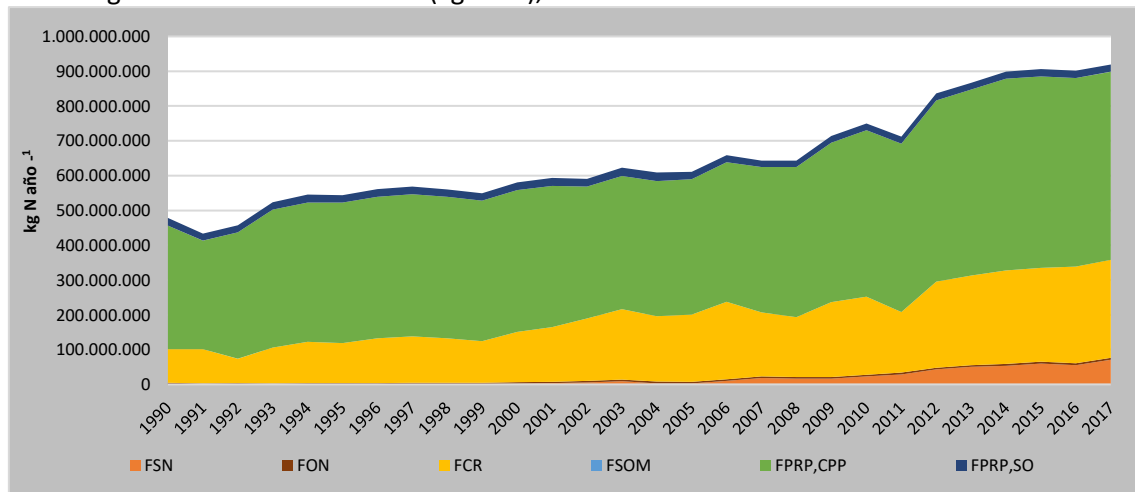
Suelos agrícolas: datos de actividad (kg de N), serie 1990-2017.

Año	F _{SN}	F _{ON}	F _{CR}	F _{PRP,CPP}	F _{PRP,SO}
1990	2.101,98	4.187.343,02	97.351.809,57	355.178.034,31	22.095.191,35
1995	5.572,69	3.918.833,62	115.122.306,25	403.529.512,41	21.500.572,54
2000	2.255.368,82	4.310.430,89	144.317.238,75	407.517.300,13	21.950.507,48
2005	2.513.616,72	4.710.440,06	193.411.025,64	389.168.010,94	21.528.093,55
2010	22.619.528,64	5.036.054,57	224.472.471,85	478.784.827,45	19.080.807,58
2015	60.104.520,08	5.593.737,83	269.353.148,47	550.314.417,21	20.565.349,06
2016	55.096.763,94	5.683.029,72	277.990.149,16	541.665.862,56	20.971.593,13
2017	70.743.959,12	5.722.093,43	281.786.447,35	540.204.939,56	20.931.258,42

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 5.11

Suelos agrícolas datos de actividad (kg de N), serie 1990-2017



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 las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 5.71).

Tabla 5.71

Suelos agrícolas: factores de emisión aplicados.

Subcategoría	FE - N ₂ O	
	Valor	Unidad
Emisiones directas		
EF ₁ Para aportes de N de fertilizantes minerales, abonos orgánicos y residuos agrícolas, y N mineralizado de suelos minerales a causa de pérdida de C del suelo.	0,01	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹
EF _{3 PRP, CPP} Para vacunos, aves de corral y porcinos	0,02	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹
EF _{3 PRP, SO} Para ovinos y otros animales	0,01	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹
Emisiones indirectas		
EF ₄ Volatilización y re-deposición de N	0,01	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹
EF ₅ Lixiviación/escurrimiento	0,0075	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en las Directrices del IPCC 2006 (Vol. 4 Cap. 11).

5.5.3. Incertidumbre específica de la categoría

Para el análisis de la incertidumbre de la categoría *suelos agrícolas* se aplicó la metodología propuesta en las *Directrices del IPCC de 2006* para el Método 2: simulación de Monte Carlo, el cual consiste en la obtención de la Función de Distribución de Probabilidad mediante simulaciones. Para ello se utilizó el Software SPSS Statistics 26.0 y se realizaron las simulaciones a través del programa Excel. El procedimiento del cálculo de las incertidumbres, tanto para los datos de actividad, factores de emisión, conjunto y los de tendencia, corresponde al de los percentiles, para el mismo se ha utilizado la siguiente fórmula: para valores negativos ((valor medio – percentil 2,5) /valor medio) * 100 y para valores positivos ((percentil 97,5 - valor medio) /valor medio) * 100. Se ha utilizado este procedimiento y no el de intervalos de confianza pues los mismos son muy sensibles al tamaño de las simulaciones.

El balance de emisiones de GEI de esta categoría, para el año 2017 presenta una incertidumbre combinada en emisiones directas de N₂O de -237,86 % y +323,38 %, y de emisiones indirectas de N₂O de suelos agrícolas de -242,78 % y +425,60 % (Tabla 5.72). En términos generales, la incertidumbre de la categoría se encuentra dominada por la incertidumbre de los datos de actividad. De manera similar a las categorías presentadas en las secciones anteriores, esto podría deberse al error de muestreo aleatorio estadístico en los datos de actividad, por los diferentes criterios de obtención de datos que poseen cada fuente de información, y por las estimaciones que se realizaron para el relleno de vacíos de información de los datos de actividad.

Tabla 5.72

Suelos agrícolas: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de los suelos agrícolas		215,27	215,77	62,18	61,84	237,86	323,38
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos agrícolas		213,27	213,04	151,88	150,92	242,78	425,60

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*, específicamente en cuanto a 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 (que se encuentre relacionado con el rubro agrícola), y la concentración de cada fertilizante nitrogenado para tratar de obtener un valor más representativo a nivel nacional de los fertilizantes sintéticos. Además, se trabajó en un juicio de expertos, quienes actualizaron 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. Del mismo modo, en los datos de superficie y rendimiento de los 28 cultivos se realizó un control de calidad, consultando inclusive a la institución proveedora de datos sobre algunas dudas e inconsistencias encontradas, que luego gracias a esa intervención pudieron ser corregidos 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 todos los años el mismo método y la misma fuente de DA y FE. La cobertura geográfica es nacional.

5.5.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.5.5.1. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas 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 1990-2017, 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, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.11.

5.5.5.2. 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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

5.5.5.3. 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 las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

5.5.6. Nuevos cálculos de la categoría

Se realizaron nuevos cálculos en la categoría de *suelos agrícolas* para toda la serie temporal 1990-2017. Es la segunda vez que Paraguay declara sus emisiones de GEI en una serie temporal, y es en el período de 1990-2015 donde se recalcularon las emisiones. Estos nuevos cálculos generaron diferencias que se presentan en toda la serie temporal principalmente debido a los ajustes de los datos de actividad para luego estimar los valores de F_{SN} , F_{ON} , F_{CR} , F_{PRP} .

En la Tabla 5.73 se presentan las diferencias de emisiones existentes entre las emisiones de la categoría *suelos agrícolas* del INGEI anterior y el presente (1990-2017), en la cual se observan disminuciones en casi toda la serie temporal.

Tabla 5.73

Suelos agrícolas: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	5.489,10	5.955,08	6.014,81	6.094,92	7.491,46	8.908,52		
INGEI actual	4.959,20	5.630,47	5.872,16	5.949,87	7.308,94	8.677,89	8.598,38	8.704,77
Diferencia	529,90	1.111,10	1.111,10	1.111,10	1.111,10	1.111,10		
Diferencia %	9,65%	-18,66%	-18,47%	-18,23%	-14,83%	-12,47%		

: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en el IBA2 (INGEI 1990-2015).

5.5.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Las subcategorías *emisiones directas e indirectas de N₂O de suelos agrícolas* están identificadas como categorías principales por nivel y tendencia en este INGEI 1990-2017. Por este motivo, se

ve la necesidad de mejorar la calidad de los datos de actividad y en especial 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 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. Encalado (FCR 3.G)

5.6.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

Esta categoría abarca las emisiones de CO₂ generadas por la práctica del encalado, que se emplea para reducir la acidez del suelo y mejorar el crecimiento de los cultivos en sistemas gestionados, en particular en tierras agrícolas y bosques gestionados. El agregado de carbonatos a los suelos, en forma de cal (p. ej., piedra caliza cálcica o dolomita conduce a emisiones de CO₂, ya que las cales se disuelven y liberan bicarbonato que se convierte en CO₂ y agua.

En el caso nacional, se utilizaron datos anuales de importación de dolomita en el rubro agrícola ya que no se cuentan con datos acerca de la cantidad anual de cal agrícola que se producen en el país ni 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 según la evaluación de nivel y de tendencia del INGEI 1990-2015. En 2017, las emisiones resultantes de *encalado* representaron el 0,42 % del total de emisiones del sector Agricultura y Ganadería. En este último año de la serie temporal, las emisiones se han incrementado 52.591 % con respecto al año base y han aumentado 31,98 % con respecto al año 2015. 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 5.74 y en Figura 5.12 se observa el resumen de emisiones de GEI de encalado. En el Anexo 3.A.3 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 5.74

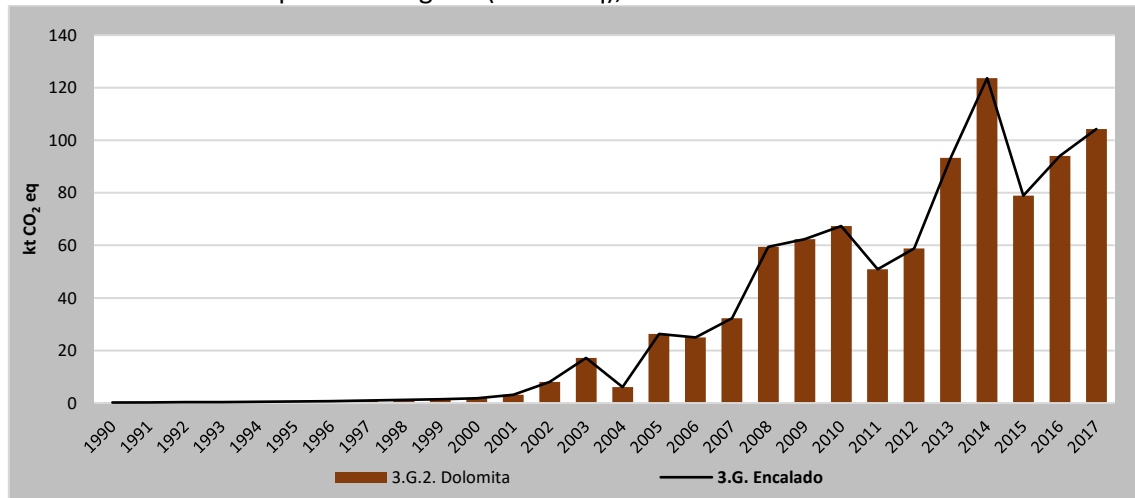
Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
3.G.2. Dolomita	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	94,01	104,22
Total	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	94,01	104,22

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.12

Encalado: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.6.2. 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*. En general se aplicó el método de nivel 1 utilizando datos nacionales y factores de emisión por defecto. En la Tabla 5.75 se presenta un resumen de las metodologías aplicadas y factores de emisión aplicados por subcategoría.

Tabla 5.75

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 5.11

Encalado: Emisiones anuales de CO₂ por encalado. Nivel 1.

$$Emisión\ CO_2 - C = (M_{Caliza} \times FE_{Caliza}) + (M_{Dolomita} \times FE_{Dolomita})$$

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*.

5.6.2.1. 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 2000-2017, proveídos 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 (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 5.76 y en la Figura 5.13, el extenso se encuentra en el Anexo 5.5.

Tabla 5.76

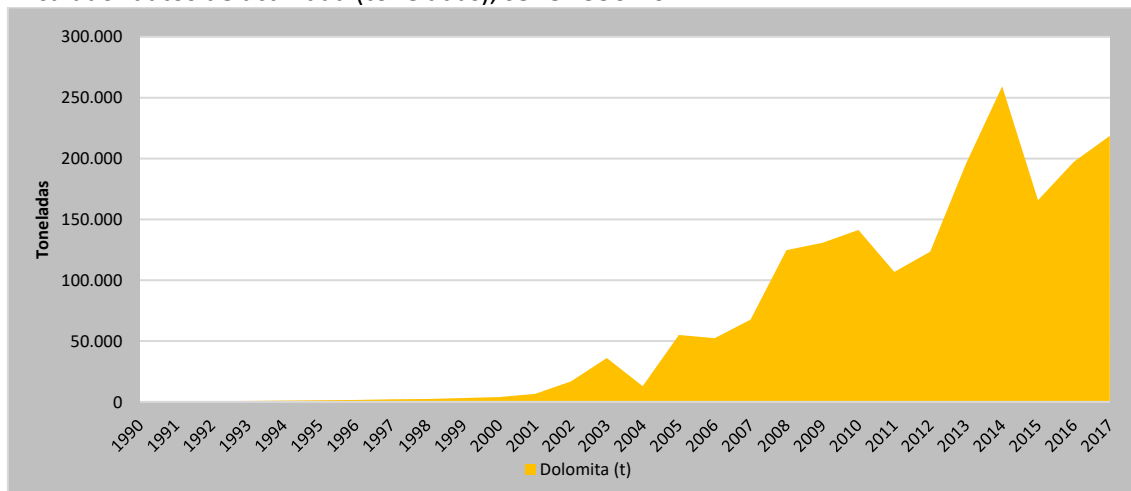
Encalado: datos de actividad (toneladas), serie 1990-2017.

<i>Año</i>	<i>Dolomita importada</i>
1990	417,35
1995	1.275,65
2000	3.899,10
2005	55.076,50
2010	141.213,00
2015	165.670,89
2016	197.219,44
2017	218.652,95

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de DNA (Sistema SOFIA).

Figura 5.13

Encalado: datos de actividad (toneladas), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en datos de DNA (Sistema SOFIA).

5.6.2.2. 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 5.77).

Tabla 5.77

Encalado: factores de emisión aplicados.

Subcategoría/fuente	FE - CO ₂	
	Valor	Unidad
Dolomita	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)

5.6.3. Incertidumbre específica de la categoría

Para el análisis de la incertidumbre de la categoría *encalado* se aplicó la metodología propuesta en las *Directrices del IPCC de 2006* para el Método 2: simulación de Monte Carlo, el cual consiste en la obtención de la Función de Distribución de Probabilidad mediante simulaciones. Para ello se utilizó el Software SPSS Statistics 26.0 y se realizaron las simulaciones a través del programa Excel. El procedimiento del cálculo de las incertidumbres, tanto para los datos de actividad, factores de emisión, conjunto y los de tendencia, corresponde al de los percentiles, para el mismo se ha utilizado la siguiente fórmula: para valores negativos ((valor medio – percentil 2,5) /valor medio) * 100 y para valores positivos ((percentil 97,5 - valor medio) /valor medio) * 100. Se ha utilizado este procedimiento y no el de intervalos de confianza pues los mismos son muy sensibles al tamaño de las simulaciones.

Para el año 2017, las incertidumbres combinadas de la categoría de *encalado* son de -110,58 % y +177,22 % (Tabla 5.78). En términos generales, la incertidumbre de la categoría se encuentra casi en condiciones similares entre la incertidumbre de los datos de actividad y de los factores de emisión. Esto podría demostrar que no existe tanto error de muestreo aleatorio estadístico

en los datos de actividad, aunque se haya realizado el relleno de vacíos de información a través de técnicas de empalme para el período 1990-1999.

Tabla 5.78

Encalado: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Encalado	CO ₂	97,86	98,07	98,84	98,87	110,58	177,22

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.6.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Con respecto a la consistencia de la serie temporal para la categoría *encalado*, específicamente en cuanto a los datos de actividad utilizados, al igual que para la categoría de *suelos agrícolas* se realizó un exhaustivo trabajo con los registros de exportación e importación de la Dirección Nacional de Aduanas (Sistema SOFIA), encontrando datos del periodo 2000-2017. 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).

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.

5.6.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.6.5.1. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas 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 1990-2017, 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, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.11.

5.6.5.2. 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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

5.6.5.3. 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 las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

5.6.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos corresponden a los años 2016 y 2017. Es la segunda vez que Paraguay declara sus emisiones y absorciones de GEI a lo largo de una serie temporal, el recálculo se aplica a los años inventariados en el IBA2 serie temporal 1990-2017. En la Tabla 5.79 se pueden observar diferencias con respecto al INGEI anterior en la serie temporal. Esto se debe a que se realizaron mejoras en los datos de actividad lo cual influyó en la mejor representación del país, coincidiendo con el objetivo de las Directrices del IPCC de 2006 que a medida que se van realizando los inventarios, estos vayan mejorando.

Tabla 5.79

Encalado: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	0,28	5,36	1,89	28,14	68,25	81,25		
INGEI actual	0,20	0,61	1,86	26,25	67,31	78,97	94,01	104,22
Diferencia	0,08	4,75	0,03	1,89	0,93	2,28		
Diferencia %	-29,13%	-88,66%	1,56%	6,71%	1,37%	2,81%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en el IBA2 (INGEI 1990-2015).

5.6.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

La categoría *encalado* no es una de las categorías principales de este INGEI 1990-2017, sin embargo, embargo, aunque la prioridad sea baja, se ve la necesidad de ir mejorando los datos de actividad para obtener resultados cada vez más representativos 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 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 fertilizantes para evitar potenciales sobre o subestimaciones de CO₂.
- Instar a la academia para la generación de factores de emisión específicos del país.

5.7. Aplicación de urea (FCR 3.H)

5.7.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

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. La urea se convierte en amonio, ión hidroxilo y bicarbonato en presencia de agua y de enzimas de ureasa.

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.

Esta categoría no ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de tendencia del INGEI 1990-2015. En 2017, 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 206.588,8 % con respecto a 1990 y han aumentado 15,12 % con respecto al 2015. 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). Se debe tener en cuenta que para el periodo 1990-1999 se realizó un procedimiento para llenar los vacíos de información (Ver Anexo 5), 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 5.80 y en la Figura 5.14 se observa el resumen de emisiones de GEI de aplicación de urea. En el Anexo 5.5 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 5.80

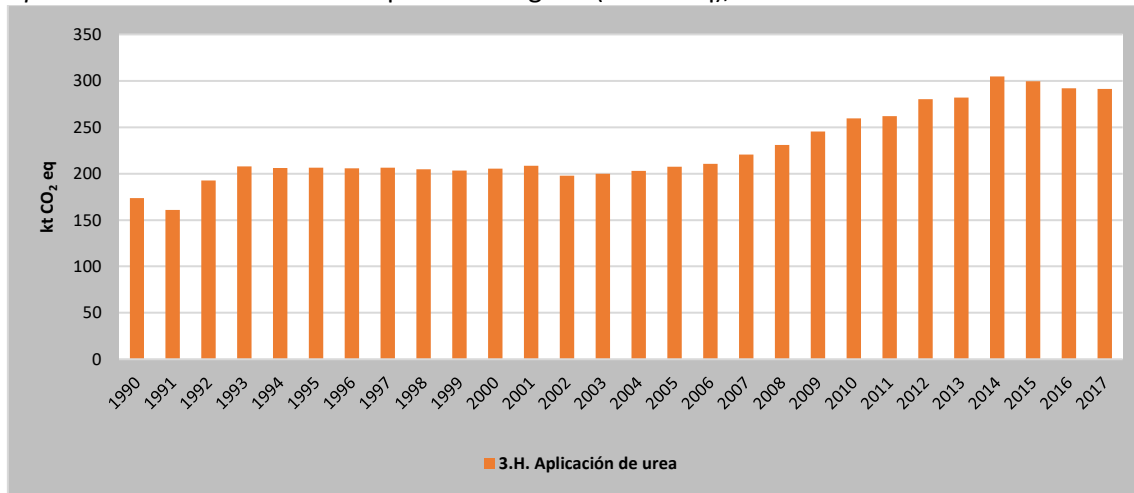
Aplicación de urea: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
Aplicación de urea:	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	27,42	36,23
Total	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	27,42	36,23

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.14

Aplicación de urea: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.7.2. 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*. En general se aplicó el método de nivel 1 utilizando datos nacionales y factores de emisión por defecto. En la Tabla 5.81 se presenta un resumen de las metodologías aplicadas y factores de emisión aplicados por subcategoría.

Tabla 5.81

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 5.12

Encalado: Emisiones anuales de CO₂ por encalado. Nivel 1.

$$CO_2 - C \text{ Emisión} = M \times EF$$

Donde:

$CO_2 - C \text{ Emisión}$ = 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*.

5.7.2.1. 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 dolomita importadas para la serie de tiempo 2000-2017, proveídos por la Dirección Nacional de Aduanas (DNA) a través del Sistema SOFIA. Al igual que para la categoría de y 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 2000-2017 y en el análisis de regresión con los datos de cultivos anuales (proveídos por el MAG) que pudieran explicar la importación de urea (ver Anexo 5).

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 5.82 y en la Figura 5.15, el extenso se encuentra en el Anexo 5.5.

Tabla 5.82

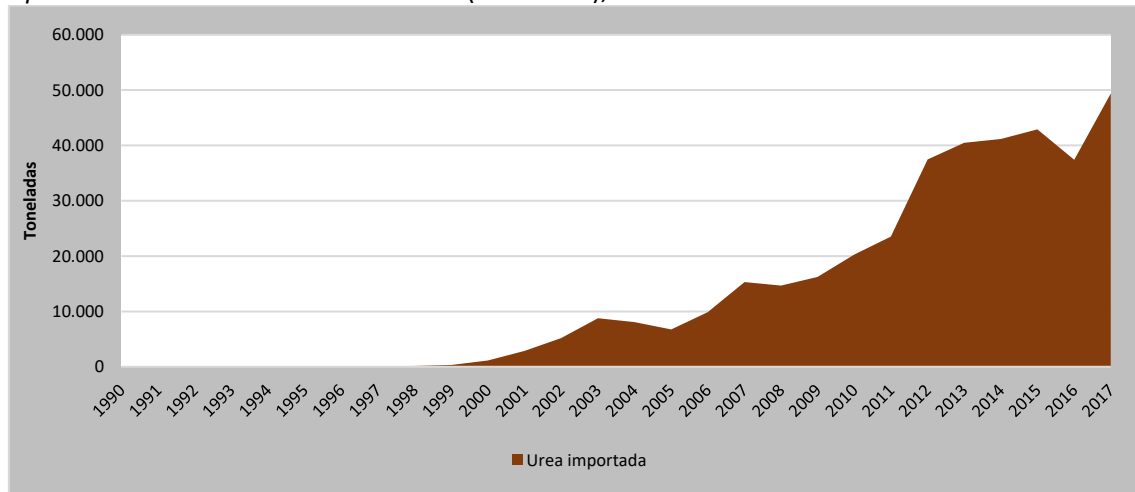
Aplicación de urea: datos de actividad (toneladas), serie 1990-2017.

Año	Urea importada
1990	23,91
1995	71,29
2000	1.137,00
2005	6.746,39
2010	20.291,27
2015	42.919,76
2016	37.393,53
2017	49.409,69

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Figura 5.15

Aplicación de urea: datos de actividad (toneladas), serie 1990-2017.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.7.2.2. 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 5.83).

Tabla 5.83

Aplicación de urea: factores de emisión aplicados.

Subcategoría	FE - CO ₂	
	Valor	Unidad
Aplicación de urea	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).

5.7.3. Incertidumbre específica de la categoría

Para el análisis de la incertidumbre de la categoría *aplicación de urea* se aplicó la metodología propuesta en las *Directrices del IPCC de 2006* para el Método 2: simulación de Monte Carlo, el cual consiste en la obtención de la Función de Distribución de Probabilidad mediante simulaciones. Para ello se utilizó el Software SPSS Statistics 26.0 y se realizaron las simulaciones a través del programa Excel. El procedimiento del cálculo de las incertidumbres, tanto para los datos de actividad, factores de emisión, conjunto y los de tendencia, corresponde al de los percentiles, para el mismo se ha utilizado la siguiente fórmula: para valores negativos ((valor medio – percentil 2,5) /valor medio) * 100 y para valores positivos ((percentil 97,5 - valor medio) /valor medio) * 100. Se ha utilizado este procedimiento y no el de intervalos de confianza pues los mismos son muy sensibles al tamaño de las simulaciones.

Para el año 2017, las incertidumbres combinadas de la categoría de *encalado* son de -109,42 % y +176,20 % (Tabla 5.84). En términos generales, la incertidumbre de la categoría se encuentra casi en condiciones similares entre la incertidumbre de los datos de actividad y de los factores de emisión. Esto podría demostrar que no existe tanto error de muestreo aleatorio estadístico

en los datos de actividad, aunque se haya realizado el llenado de vacíos de información a través de técnicas de empalme para el período 1990-1999.

Tabla 5.84

Aplicación de urea: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Aplicación de urea	CO ₂	97,48	98,44	98,01	98,59	109,42	176,20

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

5.7.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

Con respecto a la consistencia de la serie temporal para la categoría *aplicación de urea*, específicamente en cuanto a los datos de actividad utilizados, al igual que para la categoría 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), encontrando datos del periodo 2000-2017. 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).

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.

5.7.5. Actividades de GCCV de la categoría

5.7.5.1. Control de calidad

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, el control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas 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 1990-2017, 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, las mismas se pueden observar actualizadas en el Anexo 5.11.

5.7.5.2. 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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

5.7.5.3. 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 las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también debido a que no se cuenta con datos completos de otras fuentes con las que pudiera realizarse la comparación.

5.7.6. Nuevos cálculos de la categoría

Los nuevos cálculos corresponden a los años 2016 y 2017. Es la segunda vez que Paraguay declara sus emisiones y absorciones de GEI a lo largo de una serie temporal, el recálculo se aplica a los años inventariados en el IBA2 serie temporal 1990-2017. En la Tabla 5.85 se pueden observar diferencias con respecto al INGEI anterior en la serie temporal. Esto se debe a que se realizaron mejoras en los datos de actividad lo cual influyó en la mejor representación del país, coincidiendo con el objetivo de las Directrices del IPCC de 2006 que a medida que se van realizando los inventarios, estos vayan mejorando.

Tabla 5.85

Aplicación de urea: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	1,84	1,87	1,21	5,04	14,58	32,44		
INGEI actual	0,02	0,05	0,83	4,95	14,88	31,47	27,42	36,23
Diferencia	1,82	1,82	0,38	0,09	0,30	0,97		
Diferencia %	-99,05%	-97,21%	-31,12%	-1,82%	2,09%	-2,99%		

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES con base en el IBA2 (INGEI 1990-2015).

5.7.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

La categoría *aplicación de urea* no es una de las categorías principales de este INGEI 1990-2017, sin embargo, aunque la prioridad sea baja, se ve la necesidad de ir mejorando los datos de actividad para obtener resultados cada vez más representativos 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 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 fertilizantes para evitar potenciales sobre o subestimaciones de CO₂.
- Instar a la academia para la generación de factores de emisión específicos del país.

Capítulo 6. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (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 Invernadero*.²

6.1. Panorama general del sector

6.2.4. 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 suelos). Abarca también emisiones de GEI no CO₂ (CH₄ y N₂O) producidas por incendios en tierras gestionadas, siendo estas, aquellas tierras donde se han aplicado intervenciones y prácticas humanas para realizar funciones productivas, ecológicas o sociales. (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;
- 4.G. Productos de Madera Recolectada.

En el contexto nacional, se asume que todas las tierras son gestionadas. Se incluye la estimación de CO₂ en los depósitos de carbono de biomasa, materia orgánica muerta y suelos; y se asume que todos los suelos son minerales (MADES/PNUD/FMAM.2018). En el presente INGEI, fueron estimadas las categorías de *Tierras Forestales*, *Tierras de Cultivo*, *Otras Tierras* y por primera vez, *Pastizales*, *Humedales* y *Asentamientos*.

En Paraguay, se evidencia la existencia de productos maderables y las existencias de pérdidas por perturbaciones (incendios), sin embargo, debido a la falta de información no pudo ser

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

estimada la totalidad de los depósitos de carbono para cada una de las categorías incluidas en el INGEI, ni la categoría de productos de madera recolectada. Las pérdidas por perturbaciones (incendios) no pudieron ser estimadas por la falta de ajustes metodológicos entre datos de actividad y parámetros debido a la falta de tiempo por la pandemia del COVID-19. En consecuencia, este INGEI (sector UTCUTS) no incluye las emisiones de GEI no CO₂ (CH₄ y N₂O). Estos puntos podrían 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). 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*. 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.

6.2.5. Tendencia de los GEI del sector

La estimación de emisiones y absorciones de GEI del sector UTCUTS en 2017 resultó 14.510,98 kt CO₂ eq y representó el 29,11 % del balance nacional de GEI. Es el segundo 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. El cálculo de gases precursores no fue desarrollado por falta de datos y tiempo, este último debido al COVID-19.

Tabla 6.1

Sector UTCUTS: emisiones y absorciones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2017.

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	14.510,98	NE, NO	NE, NO					NE	NE	NE	
4.A.	Tierras forestales	-13.322,95	NE, NO	NE, NO					NE	NE	NE	
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	-6.074,44	NE	NE					NE	NE	NE	
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	-7.248,51	NE, NO	NE, NO					NE	NE	NE	
4.A.2.a.	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	-7.248,51	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	11.124,31	NE	NE					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-5.601,42	NE	NE					NE	NE	NE	
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	16.725,74	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.2.a.	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	16.725,74	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	15.208,78	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	-1.285,35	NE	NE					NE	NE	NE	
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	16.494,13	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.2.a.	Tierras forestales convertidas en pastizales	16.494,13	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	6,59	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.1.	Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE					NE	NE	NE	
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	6,59	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.D.2.a.	Tierras forestales convertidas en humedales	6,59	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	527,53	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	527,53	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.E.2.a.	Tierras forestales convertidas en asentamientos	527,53	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	966,71	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	966,71	NE	NE					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.F.2.a.	Tierras forestales convertidas en otras tierras	966,71	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 de GEI del sector UTCUTS, para la serie temporal, presenta una tendencia decreciente con algunos picos importantes en los últimos cinco años. En 2017, se observa una disminución de aproximadamente 54,24 % desde 1990 y 65,12 % desde 2015, pudiendo ser la causa principal la implementación de la Ley de Deforestación Cero que prohíbe el desmonte en la región oriental del país, si bien no necesariamente implica que se llevaron a cabo acciones para reducir emisiones.

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 disminuyó en un 8,53 % desde 1990. Por otro lado, la categoría de *tierras de cultivo* disminuyó en un 72,09 % y la categoría de *pastizales*, contribuyendo en mayor medida a las emisiones netas totales, aumentó 165,63 % 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*.

En 2017, las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categorías corresponden a: 36,95 % de *pastizales*, -32,37 % de *tierras forestales*, 27,03 % de *tierras de cultivo*, 2,35 % de *otras tierras*, 1,28 % de *asentamientos* y 0,02 % 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.

Tabla 6.2

Sector UTCUTS: balance de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

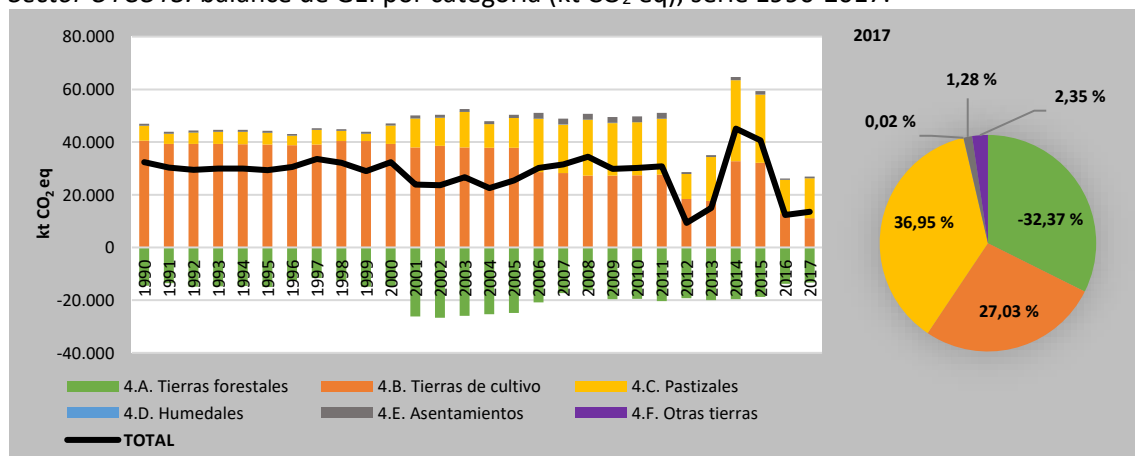
Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.A. Tierras forestales	-14.564,67	-14.965,14	-14.677,46	-24.834,99	-19.541,88	-18.732,39	-13.835,23	-13.322,95
4.B. Tierras de cultivo	40.514,14	39.038,37	39.256,81	37.775,33	27.351,82	32.122,74	12.630,93	11.124,31
4.C. Pastizales	5.725,54	4.534,30	7.109,97	11.392,46	20.192,37	25.899,53	13.008,96	15.208,78
4.D. Humedales	2,15	2,15	2,15	3,32	43,07	NO	6,59	6,59
4.E. Asentamientos	692,06	692,06	692,06	1.120,94	2.172,81	1.315,42	527,53	527,53
4.F. Otras tierras	NO	NO	NO	NO	NO	998,55	966,71	966,71
Total	32.369,22	29.301,74	32.383,54	25.457,07	30.218,19	41.603,85	13.305,50	14.510,98

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 1990-2017.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

Las variaciones observadas en la Figura 6.1, corresponden principalmente al descenso entre 2011 y 2012, y al aumento significativo entre 2013 y 2014, 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 el Anexo 5.5 se presentan los valores para toda la serie temporal 1990 a 2017.

Tabla 6.3

Sector UTCUTS: balance por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
CO ₂	31.709,61	29.301,74	32.382,39	25.457,07	30.218,19	41.603,85	13.305,50	14.510,98
CH ₄	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
N ₂ O	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Total	31.709,61	29.301,74	32.382,39	25.457,07	30.218,19	41.603,85	13.305,50	14.510,98

NE: No Estimado.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

6.2.6. 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 suelos), 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.

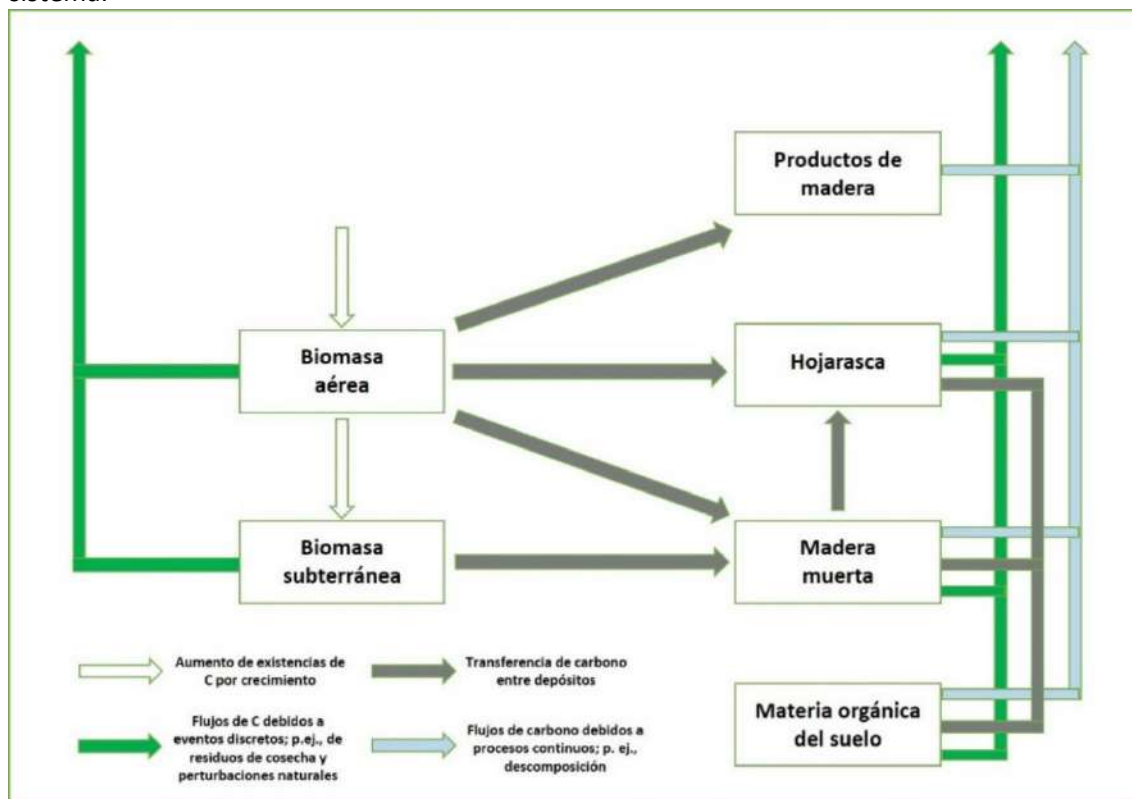
Depósito		Descripción
Biomasa	Biomasa aérea	Toda la biomasa de la vegetación viva, tanto maderera como herbácea, que se halla por encima del suelo, incluidos tallos, cepas, ramas, corteza, semillas y follaje.
	Biomasa subterránea	Toda la biomasa de las raíces vivas. A menudo, las raíces finas, de menos 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*.

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 1990-2017.

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	Biomasa		Materia Orgánica Muerta		Suelo
		Aérea	Subterránea	Madera Muerta	Hojarasca	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 UTCUTS 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 de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC, y en otros 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; y los factores de emisión utilizados, además de los por defecto propuestos por las Directrices del IPCC de 2006, 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 INFONA, MAG, CAPECO, FEPASIDIAS, VMME, 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 FAO, etc. Las categorías de uso de la tierra para este INGEI 1990-2017 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 para este INGEI 1990-2017 son: *tierras forestales que permanecen como tales, tierras forestales convertidas a tierras forestales, tierras de cultivo que permanecen como tales, tierras convertidas a tierras de cultivo, pastizales que permanecen como tales, tierras*

forestales convertidas a pastizales, tierras forestales convertidas a humedales, tierras forestales convertidas a asentamientos, 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. Según las *Directrices del IPCC de 2006*, la tierra gestionada 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. Paraguay utiliza esta definición y abarca a todo el territorio nacional.

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.

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 de todo el territorio nacional en estratos, 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 como, por ejemplo, *tierras forestales* se clasificaron como bosques (desagregados por los estratos mencionados) y plantaciones forestales; y para las *tierras de cultivo* se identificaron: cultivos perennes leñosos, cultivos anuales con sistema de siembra directa (SSD), cultivos anuales con sistema de siembra convencional (SSC).

La subdivisión del territorio nacional en estratos desarrolló el Instituto Forestal Nacional (INFONA) en el año 2018, las definiciones correspondientes a cada uno de ellos se presentan a continuación:

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 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

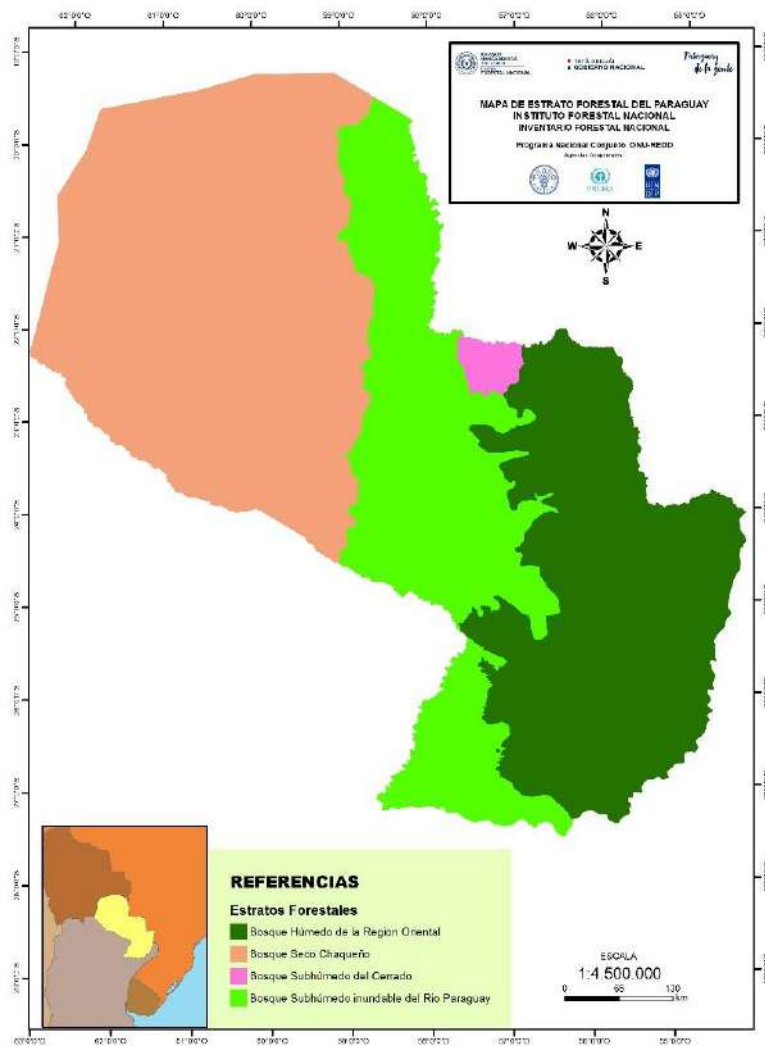
y bajos. Los suelos son predominantemente derivados de sedimentos marinos y sedimentos aluviales, generalmente inundados o mal drenados a imperfectamente drenados.

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 Estratos de Bosque del Inventario Forestal Nacional.

Figura 6.3

Sector UTCUTS: mapa de estrato forestal del Paraguay - INFONA.



Fuente: INFONA.

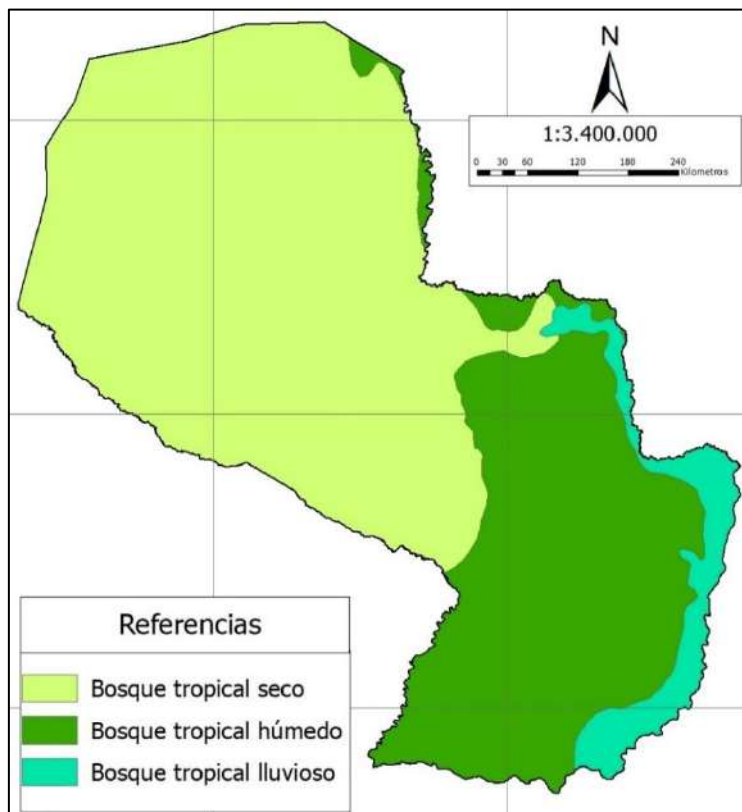
A continuación, se presenta la definición generada por INFONA de bosque palmar, la cual se tuvo en cuenta para el presente INGEI:

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 corresponde a la generada en el INGEI anterior, serie temporal 1990-2015, la cual consistió en la distribución del territorio nacional según el *Mapa de Zonas Ecológicas Globales de la FAO, 2015*; obteniendo como resultado la Figura 6.4.

Figura 6.4

Sector UTCUTS: zonas ecológicas del Paraguay según el Mapa de Zonas Ecológicas Globales de la FAO de 2015.



Fuente: MADES/PNUD/FMAM. 2019.

6.2.1. Categorías de uso de la tierra

A los efectos de este INGEI, Paraguay utilizó las categorías de uso de la tierra establecidas por la *Directrices del IPCC de 2006* y a continuación se presentan las definiciones consensuadas³:

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 nativo⁴ 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 há, con una altura de los árboles igual o mayor a 3 m en la Región Occidental e

³ Según lo establecido en IPCC (2006), MADES (2019), INFONA (2021) y SEAM (2015).

⁴ 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).

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.

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. A partir de los datos geospaciales 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, se obtuvieron las informaciones necesarias para generar la representación de tierras. Estos mapas, se realizaron con base en los mapas de cambios de uso de la tierra elaborados en el marco del PNC ONU REDD+ Py. 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.

<i>Clase</i>	<i>Categoría</i>	<i>Consideraciones</i>
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 1990-2017. En el Anexo 3.4 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.

<i>Categorías</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Fuentes de Información</i>
Tierras forestales	Tierras forestales que permanecen como tales	Huang et al. (2009) * INFONA** VMME* Plantaciones forestales: INFONA*
	Tierras convertidas en tierras forestales	Plantaciones forestales: INFONA* y PAYCO*
Tierras de cultivo	Tierras de cultivo que permanecen como tales	MAG* CAPECO-FEPASIDIAS*
	Tierras convertidas a tierras de cultivo	Huang et al. (2009)* INFONA** MAG*

Categorías	Subcategorías	Fuentes de Información
		CAPECO-FEPASIDIAS*
Pastizales	Pastizales que permanecen como tales	Huang et al. (2009) * INFONA**
	Tierras forestales convertidas a pastizales	Huang et al. (2009) * INFONA **
Humedales	Tierras forestales convertidas a Humedales	Huang et al. (2009) * INFONA**
Asentamientos	Tierras forestales convertidas a Asentamientos	Huang et al. (2009) * INFONA **
Otras tierras	Tierras forestales convertidas a Otras tierras	Huang et al. (2009) * INFONA**

*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. 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 generados por INFONA. Estos mapas definen a *tierras de cultivo* como superficies destinadas a la agricultura y a la ganadería. Por lo tanto, según revisiones bibliográficas (Baumann et al. 2017, Caldas et al 2013, y el Informe de Inventario Nacional INGEI 1990-2015 (IBA2), así como en el análisis de datos publicados en la Plataforma de MapBiomass-Chaco (recurso sugerido por la organización WWF-Paraguay en reunión de dictamen de expertos), se asumió que toda *tierra forestal convertida en tierra de cultivo* para el estrato de Bosque Seco Chaqueño (BSCH), corresponde a habilitación para tierras de pastoreo (pasturas

implantadas). Esto se realizó también para la categoría de *tierras forestales convertidas en pastizales*.

Principales supuestos para pastizales

La categoría de *pastizales* corresponde a una mejora del presente INGEI, ya que es la primera vez que está siendo reportada. 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 a 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.

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 el presente inventario se realizaron a partir de las informaciones resultantes de la evaluación de exactitud temática (EET) de los *Mapas 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 Bosques para el Crecimiento Sostenible (BCS) con el propósito de estimar la confiabilidad o el nivel de incertidumbre de los mapas generados por INFONA. Para los años 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. Paraguay considera toda la superficie de tierras forestales como bosques gestionados.

En el contexto nacional, se estimaron las subcategorías de *tierras forestales que permanecen como tales* y de *tierras convertidas en tierras forestales* para el depósito de biomasa, debido a la disponibilidad de datos. 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 suelos (materia orgánica del suelo). En el caso de esta categoría, solo 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*.

En 2017, el balance de GEI contabilizó -13.322,95 kt CO₂ eq representando el 32,37 % del total de emisiones del sector, manteniendo su condición de sumidero en toda la serie temporal, disminuyendo en un 8,53 % desde 1990 y en un 28,88 % desde 2015. Las absorciones de la subcategoría *tierras forestales que permanecen como tales* han disminuido en un 56 % con respecto al año base y en un 50,89 % con respecto a 2015, 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 854,55 % con respecto al año base y en un 13,90 % con respecto a 2015. El significativo aumento de las absorciones netas fue debido a que el área reforestada ascendió a 94.109,8 ha en 2017 con respecto a los inicios de la serie temporal. Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por subcategoría, el 54,41 % corresponde a *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales*, y el 45,59 % a *tierras forestales que permanecen como tales*. En la Tabla 6.9 y en la Figura 6.5 se observa el resumen del balance de CO₂ de *tierras forestales*. En el Anexo 7 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 6.9

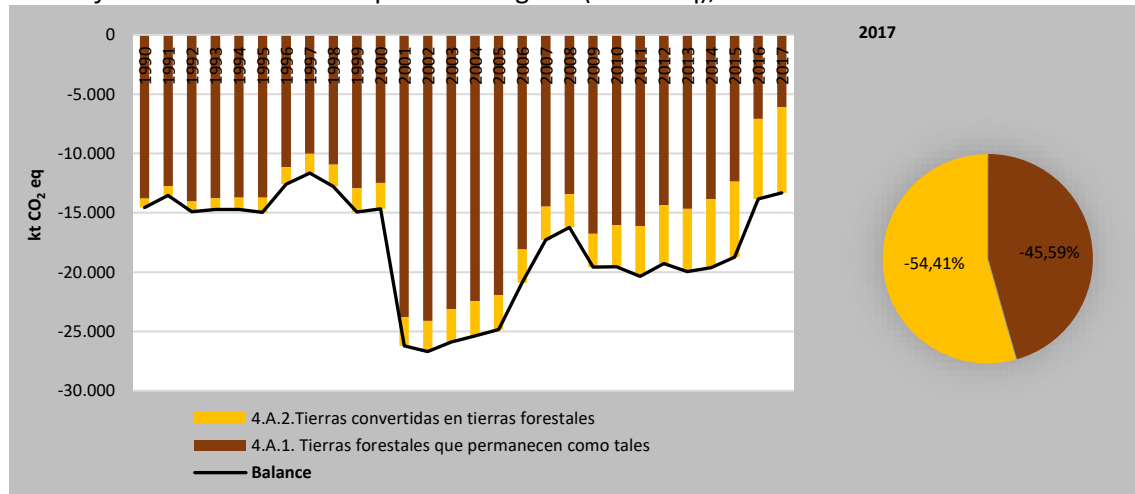
Tierras forestales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂), serie 1990-2017.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	-13.805,31	-13.721,58	-12.481,78	-21.953,61	-16.052,36	-12.368,30	-7.082,32	-6.074,44
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	-759,36	-1.243,56	-2.195,68	-2.881,37	-3.489,52	-6.364,09	-6.752,90	-7.248,51
Total	-14.564,67	-14.965,14	-14.677,46	-24.834,99	-19.541,88	-18.732,39	-13.835,23	-13.322,95

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

Figura 6.5

Tierras forestales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.



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: desde la protección de los bosques, la realización de plantaciones, la promoción de la regeneración natural, la producción comercial de madera, la extracción no-comercial de madera combustible y el abandono de las tierras gestionadas.

Del mismo modo que en el INGEI 1990-2015, el país 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, 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 para la serie temporal 1990-2017.

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 suelos (materia orgánica del suelo).

Para el presente INGEI, solo 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", que establece en sus artículos 4°, 5°, 6° y 7°, la siguiente clasificación de bosques o tierras forestales:

- Bosques o tierras forestales de producción: aquellos cuyo uso principal posibilita la obtención de una renta anual o periódica mediante el aprovechamiento ordenado de los mismos.
- Bosques o tierras forestales protectores: aquellos que por su ubicación cumplan fines de interés para, regularizar el régimen de aguas; proteger el suelo, cultivos agrícolas, explotación ganadera, caminos, orillas de ríos, arroyos, lagos, islas, canales y embalses; prevenir la erosión y acción de a los aludes e inundaciones y evitar los efectos desecantes de los vientos; albergar y proteger especies de flora y fauna cuya existencia se declaran necesarias; proteger la salubridad pública; y asegurar la defensa nacional.
- Bosques especiales: aquellos que, por razones de orden científico, educacional, histórico, experimental o recreativo, deben conservarse como tales.

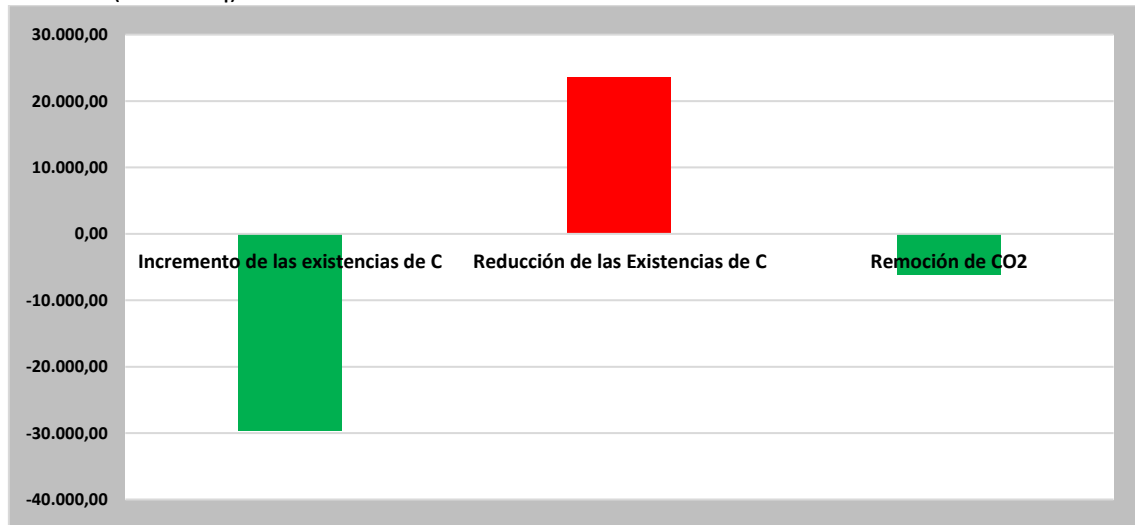
Esta subcategoría, ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de tendencia. En 2017, las absorciones resultantes de las *tierras forestales que permanecen como tales* contabilizaron – 6.074,44 kt CO₂, representando el 45,59 % del balance de la categoría de *tierras forestales*. En este último año de la serie temporal, las absorciones se han disminuido en un 56 % con respecto al año base y en un 50,89 % con respecto a 2015 (Tabla 6.9, 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 2017, el balance de cambios de existencias de carbono corresponde a una remoción de - 6.074,44 kt CO₂, donde se presenta un incremento de las existencias de C de -29.635,59 kt CO₂ asociadas al crecimiento de la biomasa y una reducción de las existencias de C de 23.561,15 kt CO₂ 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 6.6

Tierras forestales que permanecen como tales: balance de cambios de existencias de carbono en 2017 (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* 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.

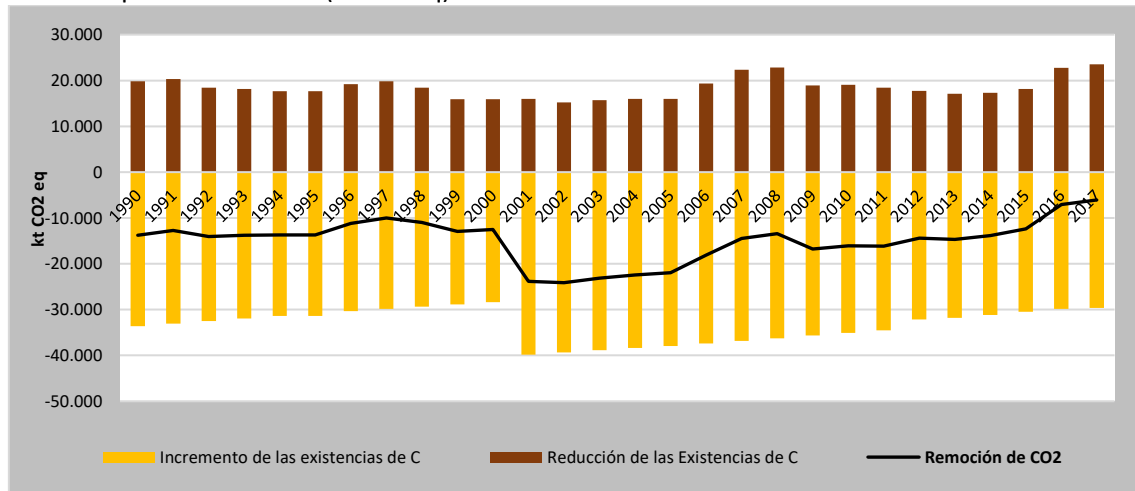
En 2017, el estrato que presenta mayor incremento de existencias de C en biomasa es el de BSCH con 36,26 %, seguido por el estrato de BHRO con 22,34 %, el estrato BSHIRP con 20,02 %, Bosque Palmar con 14,93 %, Plantaciones forestales con 4,83 % y con menor proporción el estrato BSHC con 1,62 %. Estos valores se encuentran directamente relacionados a la superficie de tierras forestales con que cuentan, y como el BSCH es el que presenta mayor superficie, 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 6.7 se presenta el balance de cambios de existencias de carbono para toda la serie temporal 1990-2017.

Figura 6.7

Tierras forestales que permanecen como tales: balance de cambios de existencias de carbono, serie temporal 1990-2017 (kt CO₂ eq).



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

Entre 1990-2001, se observa una disminución en el balance de cambios de existencias de carbono pudiendo deberse a un aumento en la extracción de rollos de madera y madera combustible (MADES, PNUD, FMAM. 2019). Para el periodo 2001-2005, las absorciones presentan un incremento, 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 -24.121,46 kt CO₂. De 2005 a 2008, en general se puede observar 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, en particular en 2007 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 2017 se observa una reducción importante de las existencias de C debida a la remoción de madera combustible.

Finalmente, es importante indicar que para los cálculos de emisiones y absorciones de esta subcategoría no se tuvieron en cuenta la pérdida por perturbaciones por falta de datos y de tiempo, este hecho podría disminuir las absorciones que se presentan en el presente INGEI.

Durante los últimos años, en Paraguay ha habido importantes incendios forestales por una gestión inadecuada del uso del fuego combinado con sequías severas, sin embargo, 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 debido principalmente a la falta de tiempo por la pandemia del COVID-19. Esto genera una subestimación de las emisiones de GEI del sector.

Para el próximo ciclo de inventarios, el país priorizará el levantamiento de esta información con la finalidad de incrementar la exhaustividad de su inventario.

6.4.1.2. Tierras de cultivo 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, por contar con información acerca de la superficie de estas para la serie temporal 1990-2017.

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.

Al igual que en *tierras forestales que permanecen como tales*, en esta subcategoría solo se presentan las absorciones de CO₂ del depósito de biomasa (aérea y subterránea), puesto que por falta de datos acerca de la materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca) y carbono del suelo, así como por falta de tiempo debido al COVID-19, los cambios en las existencias de C de estos depósitos no pudieron ser estimados con valores propios del país ni con valores por defectos propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006*. Con la finalidad de incrementar la exhaustividad del INGEI, para el próximo ciclo de inventarios, el país aunará esfuerzos para el levantamiento de esta información. Teniendo en cuenta que, diferencia de la subcategoría de *tierras forestales que permanecen como tales*, estos depósitos de C no estimados no pueden asumirse en equilibrio bajo ningún método.

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.

Esta subcategoría, ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de tendencia. En 2017, las absorciones resultantes de las *tierras de cultivo convertidas en tierras*

forestales contabilizaron – 7.248,51 kt CO₂, representando el 54,41 % del balance de la categoría de *tierras forestales*. En este último año de la serie temporal, las absorciones se han incrementado en un 854,55 % con respecto al año base y en un 13,90 % con respecto a 2015 (Tabla 6.9, Figura 6.5). Como se menciona en la sección 6.4.1, este significativo incremento de las absorciones netas fue debido a que el área reforestada ascendió a 94.109,76 ha en 2017 con respecto a los inicios de la serie temporal.

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* para las subcategorías de *tierras forestales que permanecen como tales* y *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales*, utilizando valores de biomasa del Inventario Forestal Nacional (IFN) de 2015 y otros valores por defecto. En la Tabla 6.10 se presenta los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y GEI.

Tabla 6.10

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	T2	D, CS	NE	NE	NE	NE
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	T1, 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	T1	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, es la primera vez que se logró realizar 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, principalmente, mediante el desarrollo de los Mapas de Cobertura Forestal y de Usos de la Tierra según categorías del IPCC por parte del Instituto Forestal Nacional (INFONA). Por tanto, los datos de actividad utilizados en la categoría corresponden a datos geoespaciales, así como también a datos tabulares.

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 la empresa Paraguay Agricultural Corporation S.A. (PAYCO). 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 2001-2017 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, las cuales serán analizadas para el posible reporte de estos en el siguiente INGEI a ser reportado por 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 (MADES, PNUD, FMAM. 2019).

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, por lo tanto, sobreestimando las absorciones de las existencias en crecimiento de las tierras forestales gestionadas.

En la Tabla 6.11 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 1990-2017.

Tabla 6.11

Tierras forestales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017.

Año	4.A.1 Tierras forestales que permanecen como tales						4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales
	BSCH	BSHIRP	BSHC	BHRO	Bosque Palmar	Plantaciones forestales	Plantaciones forestales
1990	12.229.332,45	3.529.741,42	168.510,62	4.292.580,52	-	-	10.025,00
1995	11.830.165,70	3.382.604,90	157.516,47	3.576.857,43	-	-	16.417,30
2000	11.430.998,96	3.235.468,38	146.522,33	2.861.134,33	-	4.556,82	28.986,98
2005	13.419.687,60	2.864.485,90	187.058,90	2.766.440,30	3.770.244,50	9.113,64	38.039,36
2010	12.073.305,68	2.571.638,40	182.374,57	2.500.885,55	3.770.244,50	10.025,00	46.068,00
2015	9.114.512,13	2.724.212,10	155.376,50	2.332.978,68	3.166.562,80	13.015,00	82.225,00
2016	9.736.713,02	3.080.158,56	172.439,93	2.390.463,13	2.119.269,60	16.417,30	87.043,70
2017	9.534.252,84	3.037.255,32	171.712,95	2.371.816,26	2.119.269,60	18.908,24	94.109,76

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 6.12 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 1990-2017.

Tabla 6.12

Tierras forestales: datos de actividad (m³/año), serie 1990-2017.

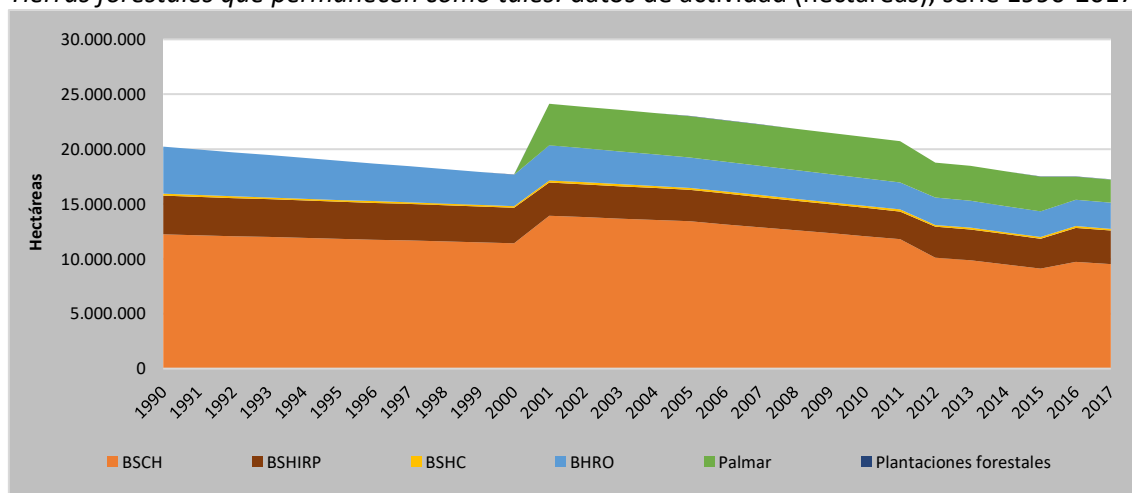
4.A.1 Tierras forestales que permanecen como tales		
Año	Madera	Madera Combustible
1990	2.058.811,96	7.112.483,04
1995	1.177.111,56	7.179.406,24
2000	829.585,42	6.533.837,25
2005	710.896,79	6.680.117,38
2010	347.158,42	8.473.830,59
2015	256.931,59	8.142.647,64
2016	178.166,16	10.352.866,87
2017	184.038,04	10.729.503,56

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES, con base en datos de INFONA y VMME – SIEN.

En la Figura 6.8 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 se ha en 2001, como consecuencia de los intervalos levantados por las matrices.

Figura 6.8

Tierras forestales que permanecen como tales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017

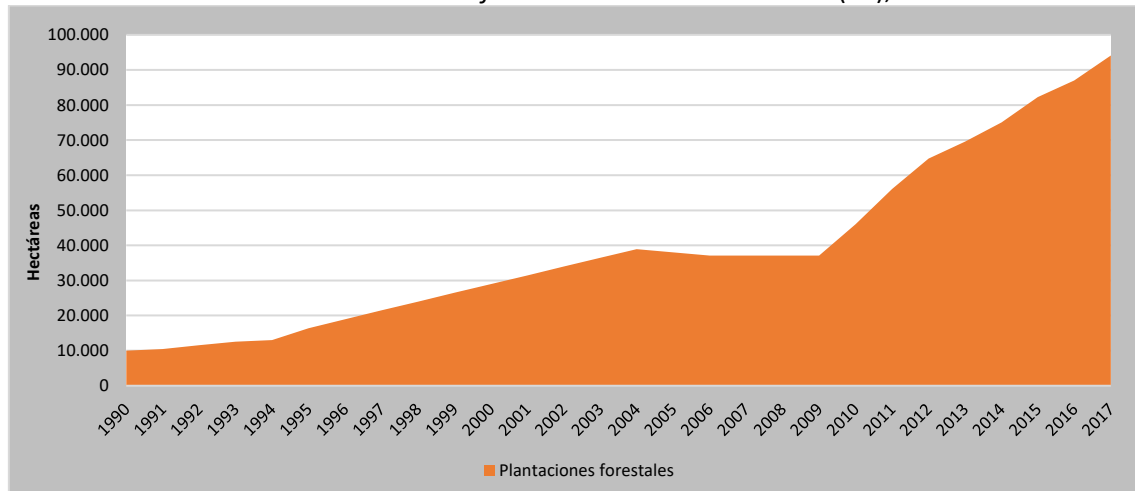


Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.9 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 6.9

Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales: datos de actividad (ha), serie 1990-2017

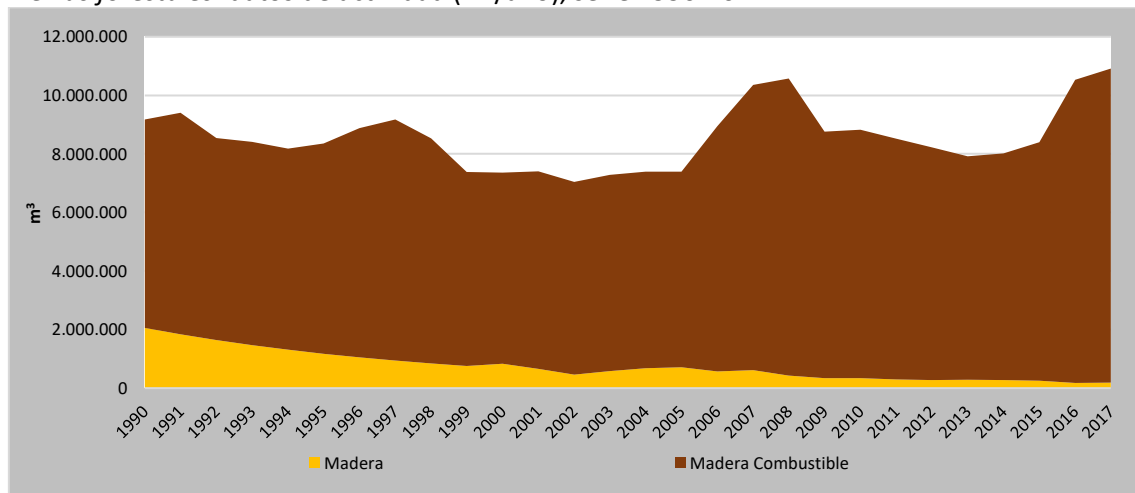


Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.10 se presentan los datos de madera (leña y carbón) y madera combustible a nivel de territorio nacional utilizados en la categoría.

Figura 6.10

Tierras forestales: datos de actividad (m³/año), serie 1990-2017



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*, a 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. 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 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* de simulación de Monte Carlo. En la Tabla 6.12 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.13

Tierras forestales: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Tierras forestales	CO ₂	89,6	89,7	89,2	89,0	530,5	615,8
Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	90,1	90,2	54,6	56,3	1100,8	1329,0
Tierras de cultivo que se convierten en tierras forestales	CO ₂	136,1	136,0	92,5	92,3	359,6	142,4

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 1990-2017, 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 específicas 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 1990-2017, 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 5.11.

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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

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 las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también 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

Para la categoría de *tierras forestales* se realizaron nuevos cálculos debido a que se cuenta con nueva información, que generó importantes cambios con respecto a los inventarios anteriores, específicamente en el balance de cambios de existencias de C del depósito de biomasa.

Las nuevas fuentes de información abarcan mayor detalle que los utilizados previamente, como por ejemplo los valores de volumen de extracción de madera y madera combustible recopilados del SIEN-VMME, los cuales, según consultas a expertos nacionales, presentan mayor exhaustividad a nivel país. Del mismo modo, la actualización de los valores de superficie de tierras forestales consideradas gestionadas, así como otros valores paramétricos que fueron consultados a expertos, obteniendo valores actualizados, como el incremento anual neto

promedio de plantaciones forestales. Para la subcategoría de *tierras de cultivo convertidas en tierras forestales*, se consideraron superficies de plantaciones forestales durante un lapso de 20 años previos al año del inventario, tal como se establece en las *Directrices del IPCC de 2006*; y, por último, la adopción de valores más actualizados para algunos parámetros de cálculo como densidad básica de la madera, relación biomasa subterránea/biomasa aérea y factor de expansión de la biomasa para plantaciones forestales.

Como se aprecia en la Tabla 6.14, 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 6.14

Tierras forestales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI IBA2	-3.106,89	-1.315,19	-4.358,51	-15.497,04	-16.792,63	-23.780,60		
INGEI IBA3	-14.564,67	-14.965,14	-14.677,46	-24.834,99	-19.541,88	-18.732,39	-13.835,23	-13.322,95
Diferencia	11.457,78	13.649,95	10.318,95	9.337,95	2.749,25	-5.048,21		
Diferencia %	-368,79%	-1037,87%	-236,75%	-60,26%	-16,37%	21,23%		

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. Por ejemplo, desagregar los bosques manejados en los diferentes estratos boscosos identificados para el IFN. De esta manera se podrá diferenciar las dos zonas climáticas de la región occidental que por defecto se la considera como bosque seco según la clasificación de zonas ecológicas del Chaco.
- ✓ 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.
- ✓ Refinar los mapas de cobertura y uso de la tierra según categorías del IPCC generador por el INFONA, con el fin de realizar una evaluación de exactitud temática (EET) con mayor cantidad de segmentos de tal manera a obtener un 10 % de error como máximo.

Cabe resaltar que esta subcategoría ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel y de la tendencia del INGEI anterior, 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 suelos (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 suelos minerales, 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 suelos minerales.

Para la estimación de *tierras de cultivo* se tuvo en cuenta los siguientes cultivos anuales: ajo, algodón, arroz con riego, arroz secano, 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 suelos minerales.

En 2017, el balance de GEI contabilizó 11.124,31 kt CO₂ eq representando el 27,03 % del total de emisiones del sector, disminuyendo en un 72,09 % desde 1990 y en un 65,37 % desde 2015.

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. La subcategoría de *tierras de cultivo que permanecen como tales*, incluye el balance de CO₂ en los depósitos de carbono de biomasa con un 0,95 % y de suelos minerales con un 99,05 %. 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 87,40 %, materia orgánica muerta con un 8,17 %, y suelos minerales con un 4,42 %.

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 toda la serie temporal con un 25,09 %, y *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* es la que más contribuye al total de emisiones de la categoría con un 74,91 % de emisiones. En la Tabla 6.15 y en la Figura 6.11 se observa el resumen de emisiones de GEI de *tierras de cultivo*. En el Anexo 5 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 6.15

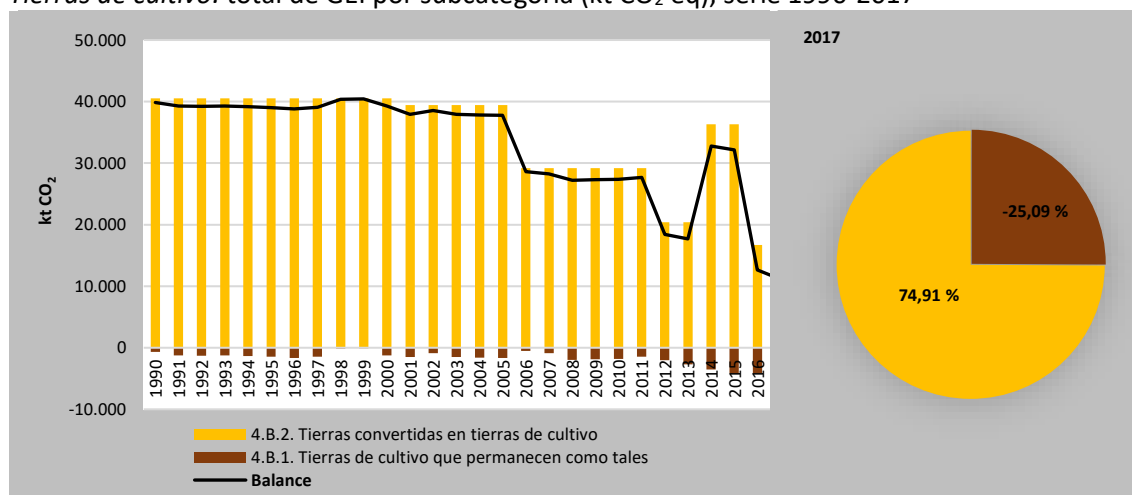
Tierras de cultivo: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	-659,61	1.475,76	1.257,33	1.639,33	1.809,96	4.166,95	4.094,80	5.601,42
4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo	40.514,14	40.514,14	40.514,14	39.414,65	29.161,77	36.289,69	16.725,74	16.725,74
Total	39.854,52	39.038,37	39.256,81	37.775,33	27.351,82	32.122,74	12.630,93	11.124,31

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura 6.11

Tierras de cultivo: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

6.5.1.1. 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 suelos minerales. 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.

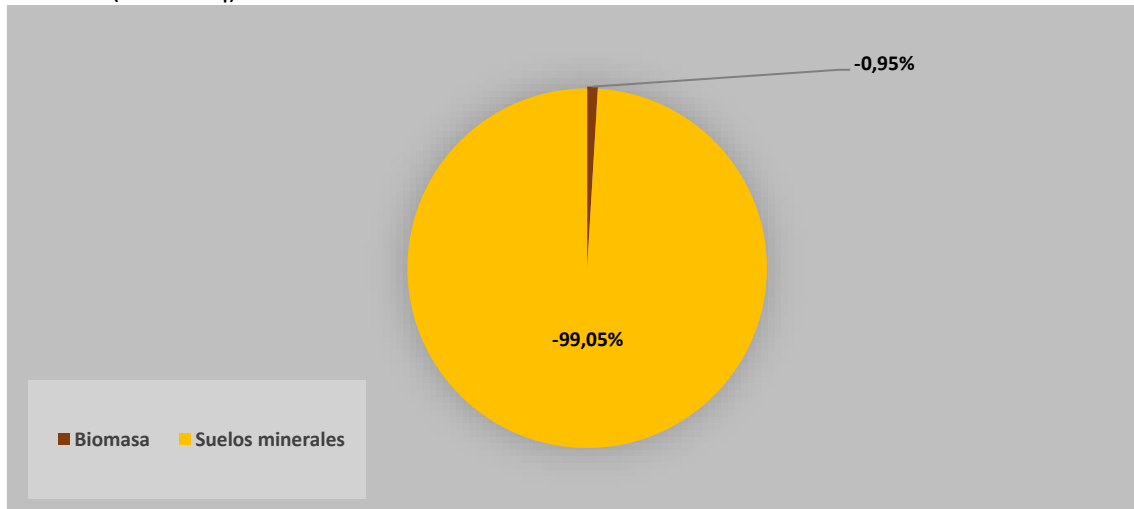
Las clases de gestión de las tierras de cultivo se encuentran estratificadas según las regiones climáticas y los principales tipos de suelos.

Esta subcategoría, ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel de 1990 y 2017, y de tendencia. En 2017, las absorciones resultantes de las *tierras forestales que permanecen como tales* contabilizaron - 5.601,42 kt CO₂, representando el 25,09 % del balance de la categoría de *tierras de cultivos*. En este último año de la serie temporal, las absorciones se han incrementado en un 749,20 % con respecto al año base y en un 34,43 % con respecto a 2015 (Tabla 6.9, Figura 6.5). Como se menciona en la sección 6.5.1, este 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 en los cultivos mencionados, aun presentando disminución de superficie de los cultivos leñosos perennes considerados que acumulan carbono.

En 2017, como se mencionó en el párrafo anterior y en la sección 6.5.1, el balance de cambios de existencias de carbono corresponde a una remoción de -5.601,42 kt CO₂, en el cual se presenta un incremento de las existencias de C de -53,03 kt CO₂ asociadas al crecimiento de la biomasa abarcando el 0,95 % y un incremento de las existencias de C en suelos minerales de - 5.548,39 kt CO₂ conteniendo el 99,05 % de la subcategoría. En la Figura 6.12, se visualiza el balance de cambios de existencias de carbono para el último año inventariado.

Figura 6.12

Tierras de cultivo que permanecen como tales: balance de cambios de existencias de carbono en 2017 (kt CO₂ eq).



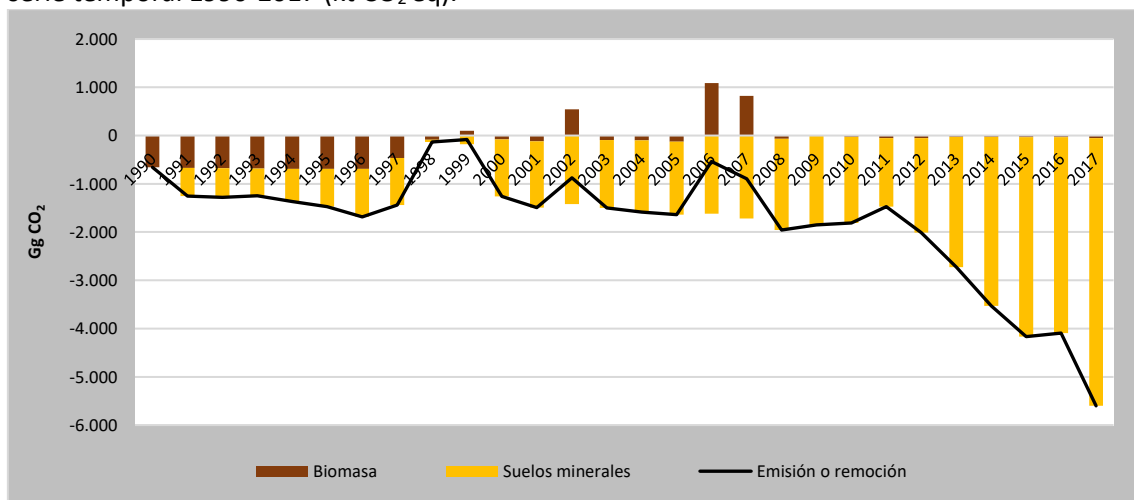
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

El cambio en las existencias de C en 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 los suelos minerales 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*.

En la Figura 6.13 se presenta el balance de cambios de existencias de carbono para toda la serie temporal 1990-2017.

Figura 6.13

Tierras de cultivo que permanecen como tales: balance de cambios de existencias de carbono, serie temporal 1990-2017 (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 suelos minerales, 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 1998-1999, 2002, 2006-2007 y 2011, 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 es 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 la falta de datos y de ajustes metodológicos entre datos de actividad y parámetros debido principalmente a la falta de tiempo por la pandemia del COVID-19. Para el próximo ciclo de inventarios, el país priorizará el levantamiento de esta información con la finalidad de incrementar la exhaustividad de su inventario.

6.5.1.2. 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, NO_x) 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 suelos minerales.

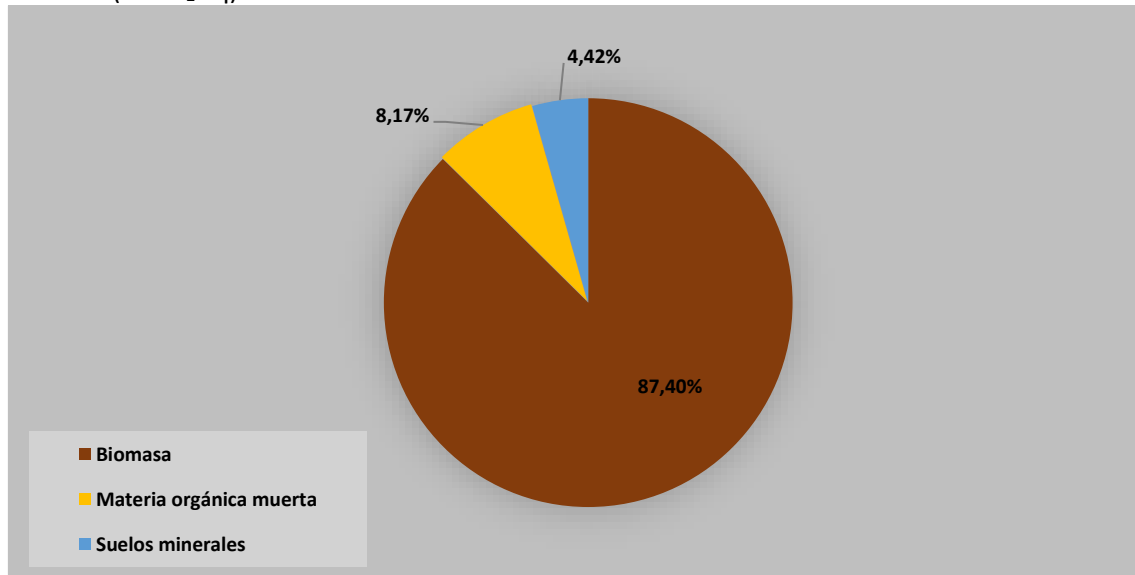
Esta subcategoría, ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel de 2017. En 2017, las emisiones y absorciones resultantes de las *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* contabilizaron 16.725,74 kt CO₂, representando el 74,91 % del balance de la categoría de *tierras de cultivos*. En este último año de la serie temporal, las emisiones han disminuido en un 58,72 % con respecto al año base y en un 53,91 % con respecto a 2015 (Tabla 6.9, Figura 6.5). La

disminución para el año base, además de denotar una diferencia metodológica en la obtención de los datos de actividad de ambos años (ver sección 6.5.2.1.), resulta lo siguiente: una disminución significativa de superficies de *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* del estrato de BHRO, de 129.950,24 ha a 19.550,04 ha; y una disminución relevante de superficies de cultivos anuales con sistema de siembra convencional (SSC) de 158.063,57 ha a 13.679,03 ha. Por lo que también se encuentra relacionado con lo mencionado en la sección 6.5.1, que ocurrió 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. Con respecto a la disminución para el año 2015, se podría suponer que se encuentra relacionado con: una disminución de superficies de *tierras forestales convertidas en tierras de cultivo* del estrato de BHRO, de 66.371,97 ha a 19.550,04 ha; una disminución relevante de superficies de cultivos anuales con sistema de siembra convencional (SSC) de 37.003,32 ha a 13.679,03 ha y una disminución considerable de superficies de cultivos anuales con sistema de siembra directa (SSD) de 101.289,87 ha a 49.387,82 ha.

En 2017, como se mencionó en la sección 6.5.1, el balance de cambios de existencias de carbono corresponde a una emisión de 16.725,74 kt CO₂, el cual, se encuentra distribuido de la siguiente manera: emisión de 14.618,98 kt CO₂ en el cambio anual de existencias de C en la biomasa, abarcando el 87,40 %; emisión de 1.366,80 kt CO₂ en el cambio anual de existencias de C en la materia orgánica muerta, abarcando el 8,17 %; y emisión de 739,96 kt CO₂ en el cambio anual de existencias de C en los suelos minerales, conteniendo el 4,42 % de la subcategoría. En la Figura 6.14, se visualiza el balance de cambios de existencias de carbono para el último año inventariado.

Figura 6.14

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 Remedición del Inventario Forestal Nacional (INFONA, 2019), y factores de emisión por defecto propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006*. Bajo el método de nivel 1, se consideró que la biomasa

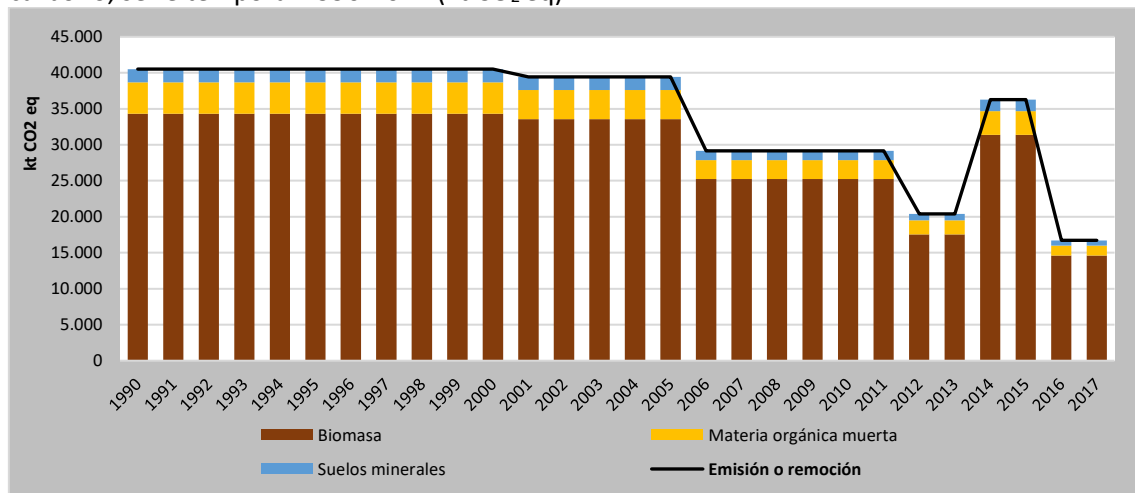
inmediatamente después de la corta tiene un valor de cero, debido a que la tierra se limpia completamente antes de establecer un cultivo.

Los cambios estimados en el depósito de materia orgánica muerta se realizaron con valores de existencias de madera/hojarasca del Inventario Forestal Nacional (INFONA, 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 suelos minerales, 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*.

En la Figura 6.15 se presenta el balance de cambios de existencias de carbono para toda la serie temporal 1990-2017.

Figura 6.15

Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo: balance de cambios de existencias de carbono, serie temporal 1990-2017 (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 suelos minerales presenta una disminución significativa de emisiones con algunos picos en los años 2005-2006, 2011-2012, 2013-2014 y 2015-2016, lo que podría estar relacionado con los períodos de los Mapas de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC.

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*, 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 debido principalmente a la falta de tiempo por la pandemia del COVID-19. 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 de la Remedición del Inventario Forestal Nacional (INFONA, 2019), valores de existencias de madera/hojarasca del Inventario Forestal Nacional (INFONA, 2015 y otros valores por defecto. En la Tabla 6.16 se presenta los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y GEI.

Tabla 6.16

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. De acuerdo con las *Directrices del IPCC 2006*, las hipótesis por defecto de Nivel 1 son: todo el carbono de la biomasa leñosa perenne se emite en el año de la recogida; y los cultivos leñosos perennes acumulan carbono durante un lapso igual al del ciclo nominal de cosecha/madurez. Esta última hipótesis implica que los cultivos leñosos perennes 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. 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.

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*.

6.5.2.1. 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.

En este INGEI, 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**, los datos de actividad se refieren a estimaciones de la superficie de tierra con existencias en crecimiento y tierras cosechadas con cultivos madereros perennes. Como para el depósito de biomasa solo se tiene en cuenta la superficie de cultivos leñosos perennes, los 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 1990-2017. Si bien, la superficie de cultivos perennes leñosos debería incluir a toda aquella vegetación en los que la estructura de la vegetación está por debajo de los umbrales utilizados para la categoría de tierras forestales, sin embargo, como solo se contaron con datos de superficie de cultivos perennes leñosos registrados por MAG para toda la serie temporal considerada, las estimaciones fueron realizadas teniendo en cuenta estos datos. 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 6.17.

Tabla 6.17

Tierras de cultivo: subcategorías de tierras de cultivos perennes presentes en el país.

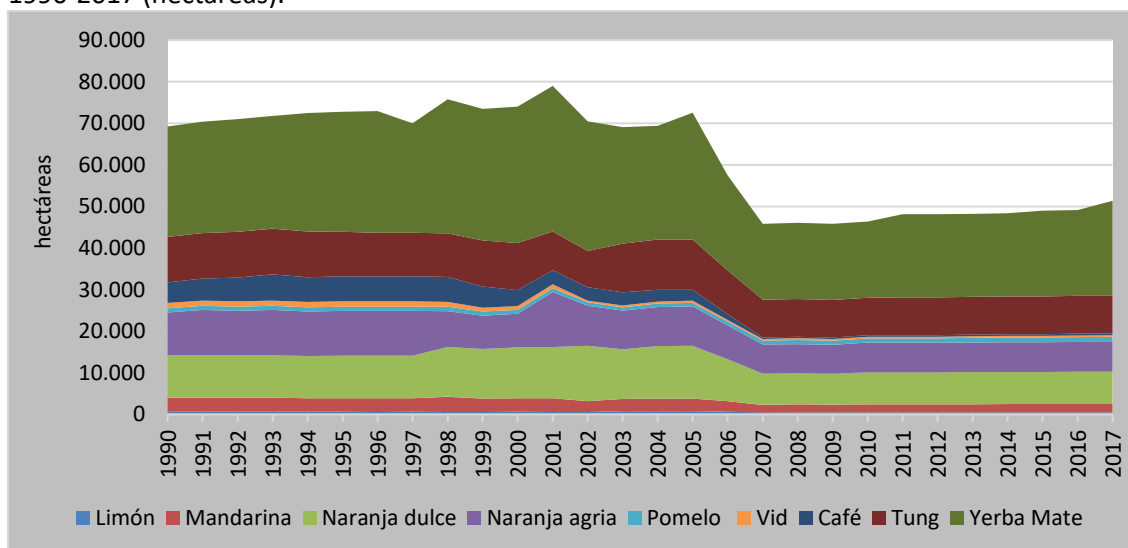
Subcategorías generales	Subcategorías específicas
Huertos Frutales	limón, mandarina, naranja dulce, naranja agria, pomelo, vid.
Cultivos de plantaciones	café, tung, yerba mate.

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.16 se presentan las superficies por tipo de cultivos utilizadas en las estimaciones, en toda la serie temporal.

Figura 6.16

Tierras de cultivo que permanecen como tales: superficies de cultivos perennes, serie temporal 1990-2017 (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. Entonces, en 1998, las 69.190 hectáreas cultivadas en 1990 alcanzan su ciclo de cosecha/madurez (8 años para la región climática tropical húmedo⁵), y de las 69.190 hectáreas que alcanzaron su ciclo de cosecha/madurez, se supone que 2.956,25 hectáreas fueron cosechadas, mientras que las 66.233,75 hectáreas restantes alcanzaron su estado de madurez;
- Las disminuciones en la superficie de cultivos perennes leñosos en los años 1997, 1999, 2002, 2006, 2007, 2009, 2012 son consideradas como superficies cosechadas.

En la Tabla 6.18 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 1990-2017.

Tabla 6.18

Tierras de cultivo que permanecen como tales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017.

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	69.190,00	0,00	0,00	1.734.473,55
1995	72.775,75	0,00	800.607,24	1.434.082,99
2000	8.089,93	0,00	1.512.194,15	1.284.444,46
2005	13.398,93	0,00	2.905.177,81	1.289.753,19
2010	2.843,36	0,00	4.083.111,79	915.655,55
2015	3.333,81	0,00	4.137.911,73	1.511.666,09
2016	3.321,44	0,00	4.284.479,98	1.344.327,67
2017	5.562,69	0,00	4.474.408,35	1.239.284,53

¹ Corresponde a superficies de cultivos perennes leñosos.

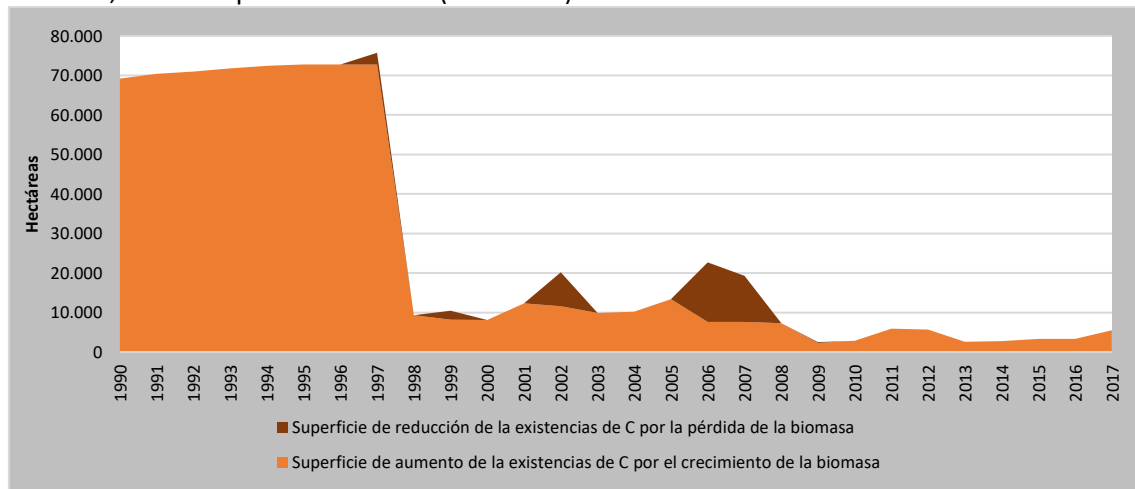
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES, con base en datos de INFONA, PAYCO, Huang et al. 2009 y Mapas de Cobertura de Usos de la Tierra y Cambios de Usos de la Tierra según categorías del IPCC (2021).

⁵ Directrices del IPCC de 2006 (versión en inglés), Volumen 4, Capítulo 5, Página 5.9, Cuadro 5.1.

En la Figura 6.17 se presenta el balance de cambios de existencias de carbono de biomasa, para cultivos perennes leñosos, serie temporal 1990-2017. 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 6.17

Tierras de cultivo que permanecen como tales: superficies de cambios de existencias de C de la biomasa, serie temporal 1990-2017 (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.

De acuerdo con el documento elaborado en el marco del proyecto *Bosques para el Crecimiento Sostenible (2018)*, la investigación de Huang et al. (2009) presenta una diferencia de cobertura de bosque de aproximadamente 2 millones de hectáreas con respecto a las cifras de los *Mapas de cambios de uso de la tierra elaborados en el marco del PNC ONU REDD+ Py* (este trabajo no estableció el estrato palmar, por lo que la diferencia podría ser mayor), siendo estos los que se utilizaron como base para generar los mapas según categorías del IPCC por INFONA (ver sección 6.3). Del mismo modo, el documento menciona las diferencias en límites geográficos encontrados en partes de la región Oriental, zona de médanos del Chaco y Alto Paraguay con respecto a los límites oficiales empleados para la cartografía del PNC. Por lo tanto, la diferencia en emisiones que se da entre ambos periodos (1990-2000 y 2001-2017) no necesariamente

representa la realidad del país, sino podría reflejar las diferencias en las metodologías empleadas para la identificación de las superficies deforestadas.

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 1990-2017.

Tabla 6.19

Tierras forestales convertidas en tierras de cultivos: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017.

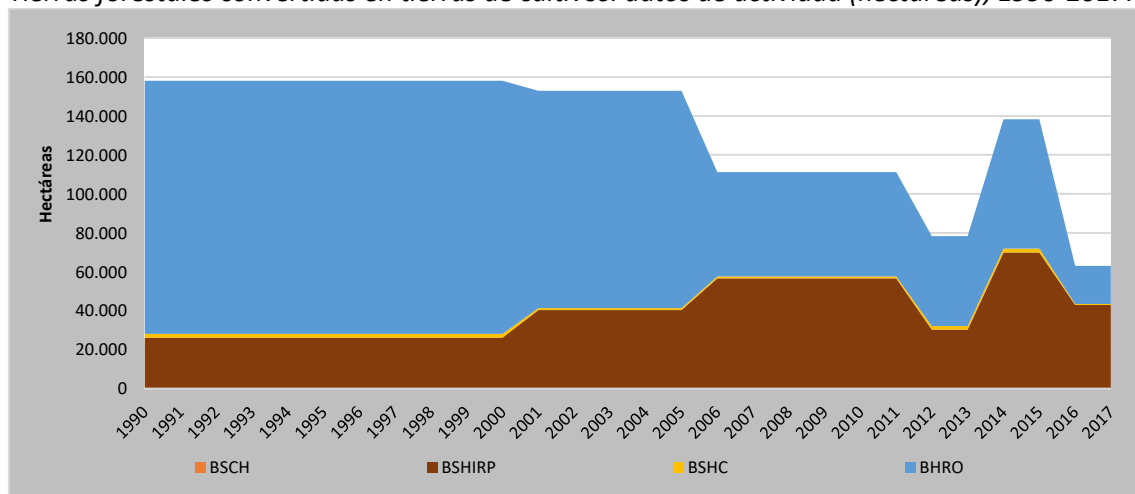
Año	4.B.2.a. Tierras forestales convertidas a tierras de cultivo.					
	BSCH	BSHIRP	BSHC	BHRO	Cultivos anuales	
					Sistema de siembra directa (SSD)	Sistema de siembra convencional (SSC)
1990	0,00	26.153,40	1.959,93	129.950,24	0,00	158.063,57
1995	0,00	26.153,40	1.959,93	129.950,24	56.628,36	101.435,21
2000	0,00	26.153,40	1.959,93	129.950,24	85.467,89	72.595,68
2005	0,00	40.362,14	958,72	111.628,96	105.924,61	47.025,21
2010	0,00	56.685,27	953,33	53.605,70	90.866,98	20.377,32
2015	0,00	69.903,70	2.017,52	66.371,97	101.289,87	37.003,32
2016	0,00	42.902,17	614,65	19.550,04	48.004,60	15.062,25
2017	0,00	42.902,17	614,65	19.550,04	49.387,82	13.679,03

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 6.18 se presenta la tendencia de las superficies utilizadas para las estimaciones de la subcategoría de tierras forestales convertidas en tierras de cultivo.

Figura 6.18

Tierras forestales convertidas en tierras de cultivos: datos de actividad (hectáreas), 1990-2017.



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 descendente con algunos picos interesantes, los cuales coinciden con los inicios y finales de los

períodos de los Mapas 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 con 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 2017, existe una casi paridad de contribución porcentual de los estratos de Bosque Subhúmedo Inundable del Río Paraguay (BSHIRP) y Bosque Húmedo de la Región Oriental (BHRO).

Como se mencionó en secciones anteriores, 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, las cuales serán analizadas para el posible reporte de los mismos en el siguiente INGEI a ser reportado por Paraguay.

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*, 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 datos de actividad como a los factores de emisión seleccionados para cada fuente, empleados en las estimaciones de la categoría.

El método utilizado para el análisis de la incertidumbre corresponde al método 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* de simulación de Monte Carlo. En la Tabla 6.20 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.20

Tierras forestales: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Tierras de cultivo	CO ₂	78,78	78,78	43,46	43,45	442,50	334,17
Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	82,30	82,27	163,37	163,28	836,78	593,09
Tierras forestales que se convierten en tierras de cultivo	CO ₂	83,28	83,36	38,36	38,35	106,98	112,22

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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 1990-2017, 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 1990-2017, sector UTCUTS, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *tierras de cultivo* 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 5.11.

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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

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 las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también 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

Para la categoría de *tierras de cultivo* se realizaron nuevos cálculos debido a que se cuenta con nueva información, los cuales generaron importantes cambios con respecto a los inventarios anteriores.

Las nuevas fuentes de información abarcan diferencias significativas con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que se contó con nuevos datos de actividad, nuevos depósitos estimados, nuevos valores de existencias de carbono, cambios en algunos factores de ajuste, entre otros.

Específicamente, como se menciona en la sección 6.1, en esta categoría se estimó el depósito de suelos minerales 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. Se estimó el depósito de materia orgánica muerta con valores de existencia de C del IFN 2015 y de la Remedición del IFN 2019.

En la Tabla 6.21 se presenta la diferencia con respecto al INGEI anterior, INGEI 1990-2015 reportado en el IBA2, y se observan importantes aumentos y disminuciones de emisiones de GEI (kt CO₂ eq) lo largo de la serie temporal.

Tabla 6.21

Tierras de cultivo: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI IBA3	40.514,14	39.038,37	39.256,81	37.775,33	27.351,82	32.122,74	12.630,93	11.124,31
INGEI IBA2	38.202,10	38.580,96	39.216,46	46.634,76	50.685,91	37.226,36		
Diferencia	-2.312,04	-457,41	-40,35	8.859,43	23.334,09	5.103,62		
Diferencia %	-6,05%	-1,19%	-0,10%	19,00%	46,04%	13,71%		

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES con datos del INGEI 1990-2015.

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. Para lograr esto, sería necesario convocar a una reunión con los principales actores tanto de instituciones públicas como privadas del área agrícola de tal manera de llegar a un acuerdo que refleje de la mejor manera posible la situación del país;
- ✓ 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), zonas climáticas, estratos boscosos y regiones del país.

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 suelos minerales 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 suelos minerales.

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 2017 los pastizales naturales (campos naturales) se encuentran distribuidos en un 42,81 % en el estrato Bosque Subhúmedo Inundable del Río Paraguay (BSHIRP), un 32,53 % en el estrato de Bosque Seco Chaqueño (BSCH), un 22,82 % en el estrato Bosque Húmedo de la Región Oriental (BHRO) y 1,84 % en el estrato Bosque Subhúmedo del Cerrado (BSHC); y las pasturas implantadas

se encuentran en un 70,66 % en la Región Occidental (Chaco) y en un 29,34 % en la Región Oriental. Estos valores se obtuvieron a través de los Mapas de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC generados por INFONA y de datos tabulares del Ministerio de Agricultura y Ganadería (ver sección 6.2).

Según dictamen de expertos realizado en abril de 2021, en Paraguay, las superficies de pastizales se encuentran distribuidas en un 75 % como pastizales mejorados y en un 25 % como pastizales moderadamente degradados. A partir de esta información se desagregaron las superficies de pastizales en la clasificación mencionada, y con cada superficie resultante se aplican factores de emisión por defecto propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006* para el efecto de la práctica de gestión durante 20 años para los 30 primeros centímetros del suelo.

En 2017, el balance de GEI contabilizó 15.208,78 kt CO₂ eq representando el 36,95 % del total de emisiones del sector, aumentando en un 165,63 % desde 1990 y disminuyendo en un 41,28 % desde 2015. 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 29,83 % desde 1991 y en un 79,38 % desde 2015; y en la subcategoría de *tierras forestales convertidas en pastizales*, las emisiones aumentaron en un 188,08 % desde 1990 y disminuyeron en un 48,67 % desde 2015. La subcategoría de *pastizales que permanecen como tales*, incluye el balance de CO₂ del depósito de carbono de suelos minerales, y la subcategoría de *tierras convertidas en pastizales*, específicamente *tierras forestales convertidas en pastizales*, en 2017, incluye las emisiones de CO₂ en los depósitos de biomasa con un 81,69 %, materia orgánica muerta con un 17,32 % y las absorciones de CO₂ en el depósito de suelos minerales con un 0,99 %. 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 7,23 %, y tierras forestales convertidas en pastizales es la que mayor contribuye al total de emisiones de la categoría con un 92,77 % de emisiones.

En la Tabla 6.22 y en la Figura 6.19 se observa el resumen de emisiones de GEI de tierras de cultivo. En el Anexo 5.5 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 6.22

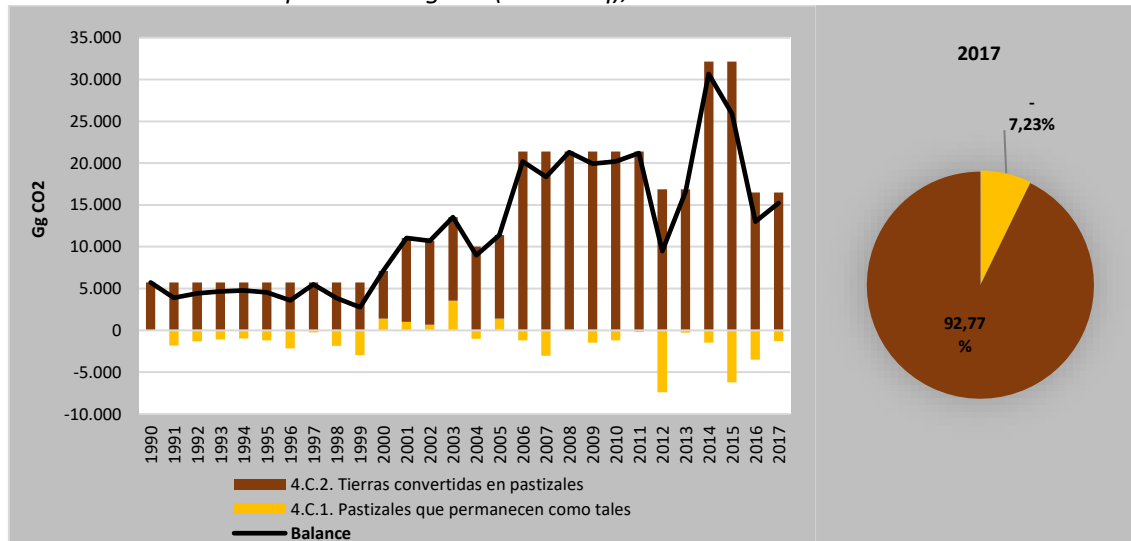
Pastizales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

<i>Subcategoría</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	0,00	-1.191,25	1.384,43	1.389,96	-1.209,33	-6.234,69	-3.485,16	-1.285,35
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	5.725,54	5.725,54	5.725,54	10.002,50	21.401,70	32.134,22	16.494,13	16.494,13
Total	5.725,54	4.534,30	7.109,97	11.392,46	20.192,37	25.899,53	13.008,96	15.208,78

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura 6.19

Pastizales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de 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.

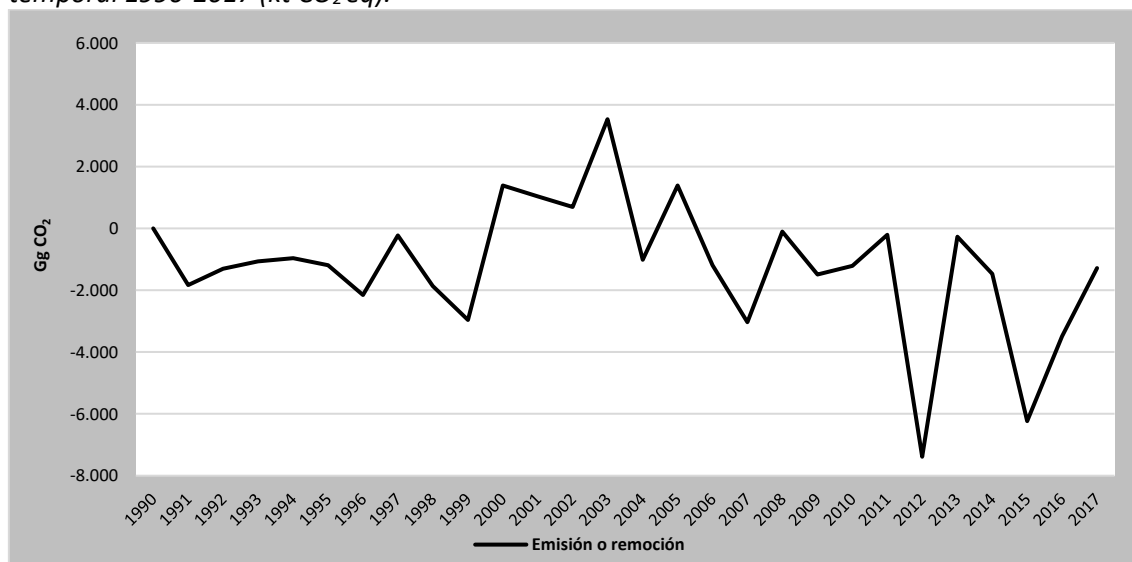
En el contexto nacional, esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de CO₂ que se generan por cambios anuales en las existencias de C en los suelos minerales. Con respecto al depósito de biomasa, se utilizó la suposición del método de Nivel 1, el cual asume que no hay cambios, en los pastizales 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.

Esta subcategoría, ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel de 1990, 2017, y de tendencia. En 2017, las absorciones resultantes de *pastizales que permanecen como tales* contabilizaron -1.285,35 kt CO₂, representando el 7,23 % del balance de la categoría de *pastizales*. En este último año de la serie temporal, las absorciones se incrementaron en un 29,83 % con respecto a 1991 y disminuyeron en un 79,38 % con respecto a 2015 (Tabla 6.22, Figura 6.19). Como se menciona en la sección 6.6.1, este aumento de las absorciones se encuentra relacionado con el aumento de la superficie de cultivos con sistema de gestión de siembra directa que fue expandiéndose en el país, y la disminución con respecto a 2015, se encuentra relacionada principalmente con la rebaja de superficies de pasturas implantadas de ambas regiones (occidental y oriental), específicamente de pasturas de tipo mejorada.

En 2017, como se mencionó en el párrafo anterior y en la sección 6.6.1, el balance de cambios de existencias de carbono en suelos minerales corresponde a una remoción de -1.285,35 kt CO₂. En la Figura 6.20 se presenta el balance de cambios de existencias de carbono para toda la serie temporal 1990-2017.

Figura 6.20

Pastizales que permanecen como tales: balance de cambios de existencias de carbono, serie temporal 1990-2017 (kt CO₂ eq).



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

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 debido principalmente a la falta de tiempo por la pandemia del COVID-19. Para el próximo ciclo de inventarios, el país priorizará el levantamiento de esta información con la finalidad de incrementar la exhaustividad de su inventario.

6.6.1.2. 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 suelos minerales), 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_{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.

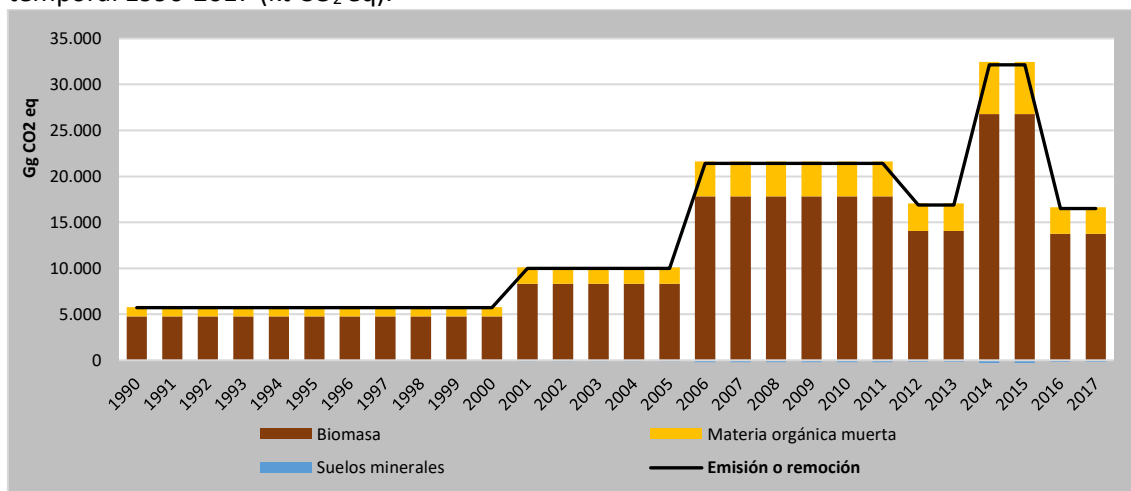
Esta subcategoría, ha sido identificada como principal según la evaluación de nivel de 2017, y de tendencia. En 2017, las emisiones resultantes de *tierras forestales convertidas en pastizales* contabilizaron 16.494,13 kt CO₂, representando el 92,77 % del balance de la categoría de *pastizales*. En este último año de la serie temporal, las emisiones se incrementaron en un 188,08 % con respecto al año base y disminuyeron en un 48,67 % con respecto a 2015 (Tabla 6.22, Figura 6.19). Como se menciona en la sección 6.6.1, este aumento de las emisiones se encuentra relacionado con el aumento de la superficie de *tierras forestales convertidas en pastizales*.

En 2017, como se mencionó en el párrafo anterior y en la sección 6.6.1, el balance de cambios de existencias de carbono corresponde a una emisión de 13.746,57 kt CO₂ en el depósito de biomasa, una emisión de 2.914 kt CO₂ en materia orgánica muerta y una remoción de -167,17 kt CO₂ en el depósito de suelos minerales.

En la Figura 6.21, se presenta el balance de cambios de existencias de carbono para toda la serie temporal 1990-2017, y en la Figura 6.22 se visualiza el balance de cambios de existencias de carbono para el último año inventariado.

Figura 6.21

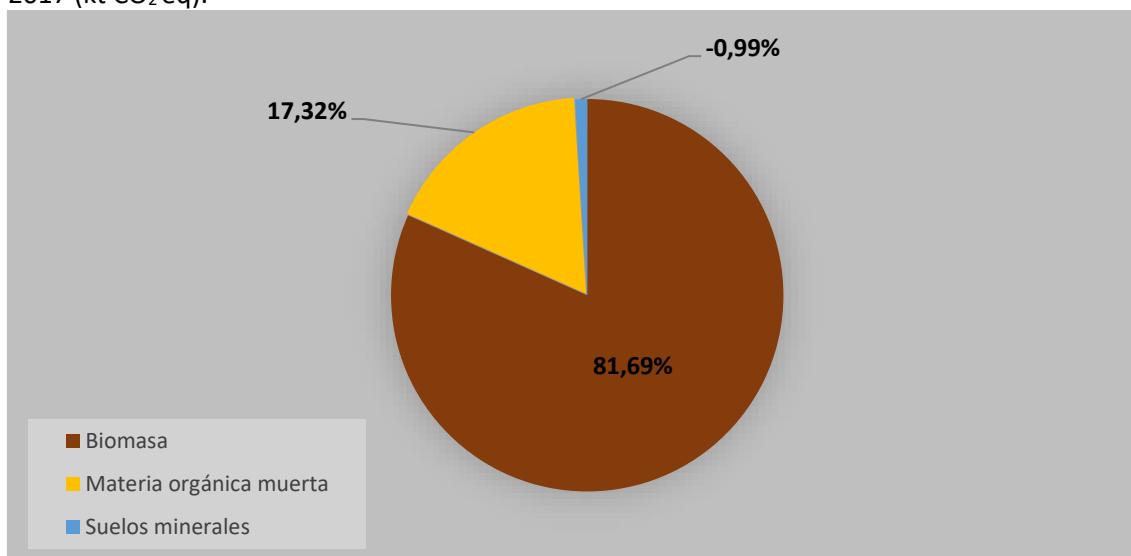
Tierras forestales convertidas en pastizales: balance de cambios de existencias de carbono, serie temporal 1990-2017 (kt CO₂ eq).



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

Figura 6.22

Tierras de cultivo que permanecen como tales: 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 Remedición del Inventario Forestal Nacional (INFONA, 2019), 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*.

En general, el comportamiento del balance de cambios de existencias de C de la subcategoría de *tierras forestales convertidas en pastizales*, a lo largo de la serie temporal, para los depósitos de biomasa, MOM y suelos minerales presenta un incremento de emisiones con algunos picos en los años 2000-2001, 2005-2006, 2013-2014 y 2015-2016, lo que podría estar relacionado con

los períodos de los Mapas de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC.

El impacto de *tierras forestales convertidas a pastizales* se refleja en los depósitos de carbono (Figura 6.22), en el 2017, la pérdida de biomasa alcanza un 81,69 %, seguido por las pérdidas de materia orgánica muerta con un 17,32 %, y los aumentos de carbono del suelo con un 0,99 %.

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 debido principalmente a la falta de tiempo por la pandemia del COVID-19. Para el próximo ciclo de inventarios, el país priorizará el levantamiento de esta información con la finalidad de incrementar la exhaustividad de su inventario.

6.6.2. 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 de biomasa de la Remedición del Inventario Forestal Nacional (IFN) de 2019 y otros valores por defecto. En la Tabla 6.23 se presentan los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y GEI.

Tabla 6.23

Pastizales: 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.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	T2	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/matas 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 reconversión 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.*

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*.

6.6.2.1. 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 de Cobertura y Usos de la Tierra según categorías del IPCC desarrollados por INFONA, 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 1990-2017, 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 1990-2017.

- 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 1990-2017 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 1990-2017. 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*.

La bibliografía mencionada corresponde a: Baumann et al. 2017, Caldas et al 2013, INGEI 1990-2015-IBA2 (MADES, PNUD, FMAM. 2019) y el análisis de datos publicados en la Plataforma de MapBiomass-Chaco (recurso sugerido en la reunión de Juicio de Expertos de Pastizales del Paraguay realizado en abril de 2021), Esto se realizó también para la categoría de tierras forestales convertidas a pastizales.

En la Tabla 6.24 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 1990-2017.

Tabla 6.24

Pastizales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017.

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
	Occidental	Oriental	BSCH	BSHIRP	BSHC	BHRO				
1990	3.303.419,61	7.184.277,81	984.233,17	3.203.551,56	195.987,23	2.090.041,15	69.437,05	15,02	0,00	4,52
1995	3.789.811,85	7.449.463,29	984.233,17	3.203.634,17	195.987,23	2.090.065,99	69.437,05	15,02	0,00	4,52
2000	4.251.702,72	7.679.278,42	984.233,17	3.203.716,78	195.987,23	2.090.090,84	69.437,05	15,02	0,00	4,52
2005	3.414.168,40	3.471.406,12	768.037,20	2.415.185,60	153.674,80	1.639.366,10	121.318,70	23,18	0,00	3,88
2010	4.963.074,63	3.079.133,39	759.791,95	2.306.652,35	153.204,22	1.606.716,85	259.474,00	39,08	0,00	78,63
2015	6.057.755,11	2.749.842,90	2.097.510,30	2.636.209,60	110.908,00	1.344.398,30	389.904,25	0,00	0,00	0,00
2016	6.828.734,84	2.972.783,05	1.794.692,05	2.266.941,39	101.597,57	1.258.727,28	199.533,57	0,00	0,00	344,81
2017	7.065.138,83	2.926.637,74	1.793.535,53	2.255.855,90	101.586,60	1.257.756,36	199.533,57	0,00	0,00	344,81

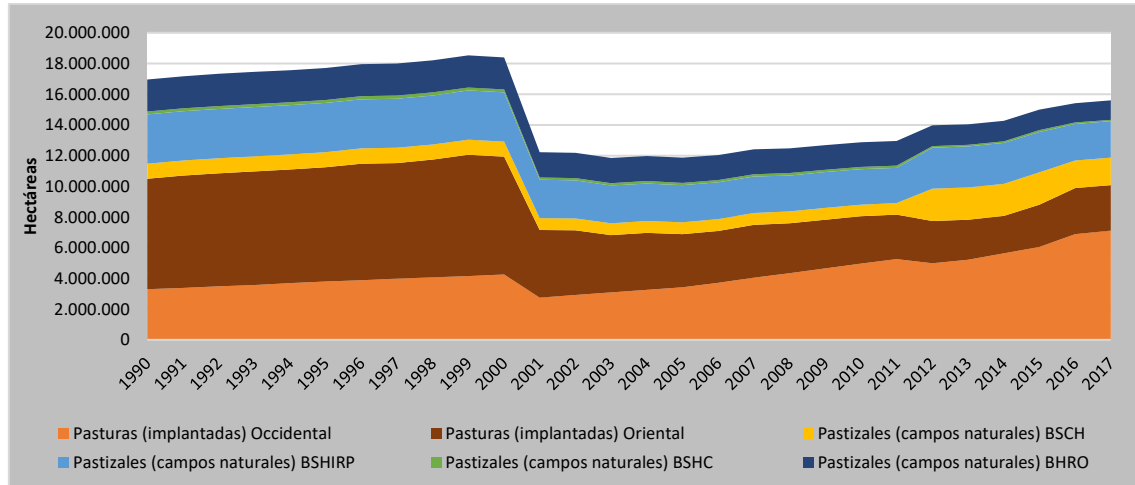
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.23 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 6.23

Pastizales que permanecen como tales: datos de actividad desagregados (hectáreas), serie 1990-2017.

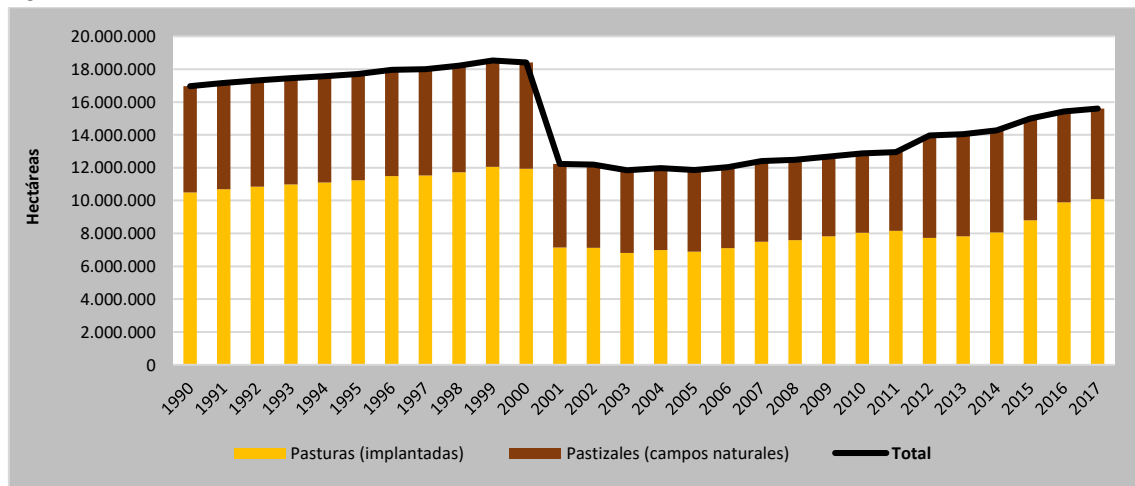


Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.24 se presentan las superficies de pasturas implantadas y pastizales naturales en forma agregadas a nivel nacional, en la serie temporal 1990-2017.

Figura 6.24

Pastizales que permanecen como tales: datos de actividad agregados (hectáreas), serie 1990-2017



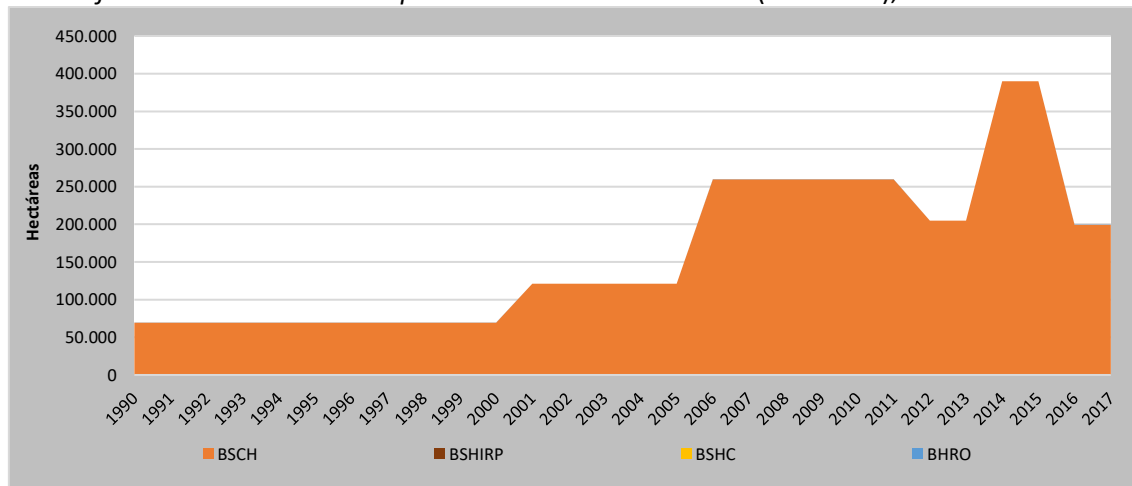
Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

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 (2021) para los períodos 2000-2005-2011, 2011-2013-2015 y 2015-2017-2019 según categorías del IPCC.

En la Figura 6.25 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 6.25

Tierras forestales convertidas en pastizales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017.



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.25 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 serán analizadas 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 a 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 pastizales*), así también al dictamen de expertos generada luego de las reuniones de Juicios de Expertos sobre Pastizales del Paraguay realizadas en abril de 2021. 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 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* de simulación de Monte Carlo. En la Tabla 6.25 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.25

Pastizales: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Pastizales	CO2	39,22	39,15	54,35	54,42	44,85	52,61
Pastizales que permanecen como tales	CO2						
Tierras forestales convertidas en pastizales	CO2	39,22	39,15	54,35	54,42	44,85	52,61

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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 1990-2017), 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 1990-2017, 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 5.11.

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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluídas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

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 a métodos externos o alternativos, debido a las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también 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

Es la primera vez que se reporta la categoría de *pastizales* en el INGEI de Paraguay. Los nuevos cálculos se aplican a los años inventariados para la serie temporal 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 por lo 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 carbono de biomasa.

En el 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 2017, se contabilizó una emisión de 6,59 kt CO₂ eq representando el 0,02 % del total de emisiones del sector, aumentando un 205,95 % con relación al 1990 y alcanzando un pico de 43,07 % entre 2006 y 2011. La tendencia de la categoría es directamente proporcional a los datos de actividad, es por ello, que desde 2012 a 2015 no se registran emisiones, puesto 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 6.26 y en la Figura 6.26 se observa el resumen de emisiones de GEI de humedales. En el Anexo 5.5 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 6.26

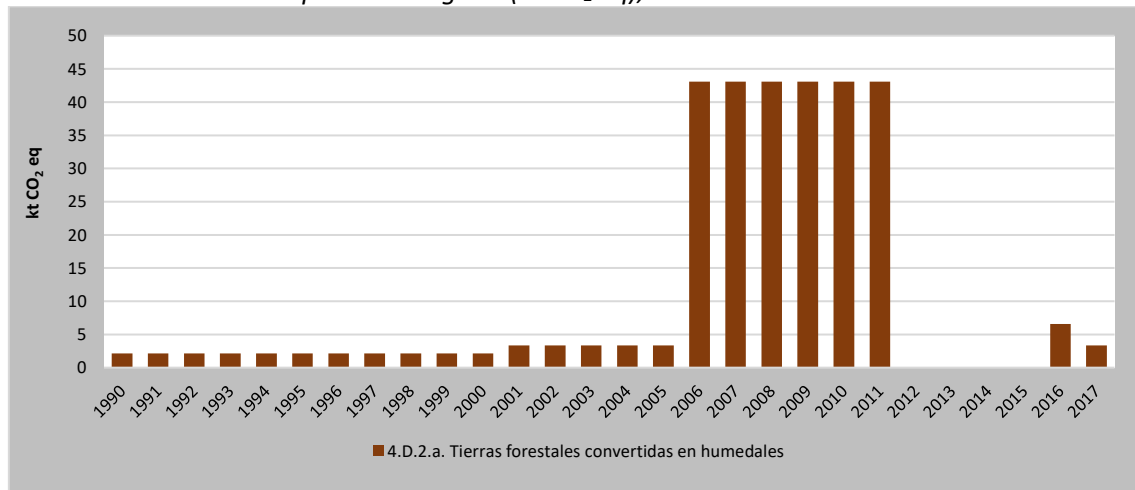
Humedales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.D.1. Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	2,15	2,15	2,15	3,32	43,07	NO	6,59	6,59
Total	2,15	2,15	2,15	3,32	43,07	NO	6,59	6,59

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura 6.26

Humedales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de 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 de biomasa de la Remedición del Inventario Forestal Nacional (IFN) de 2019.

En la Tabla 6.27 se presentan los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y GEI.

Tabla 6.27

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.

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico INGEI con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

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 6.28 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 1990-2017.

Tabla 6.28

Humedales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017.

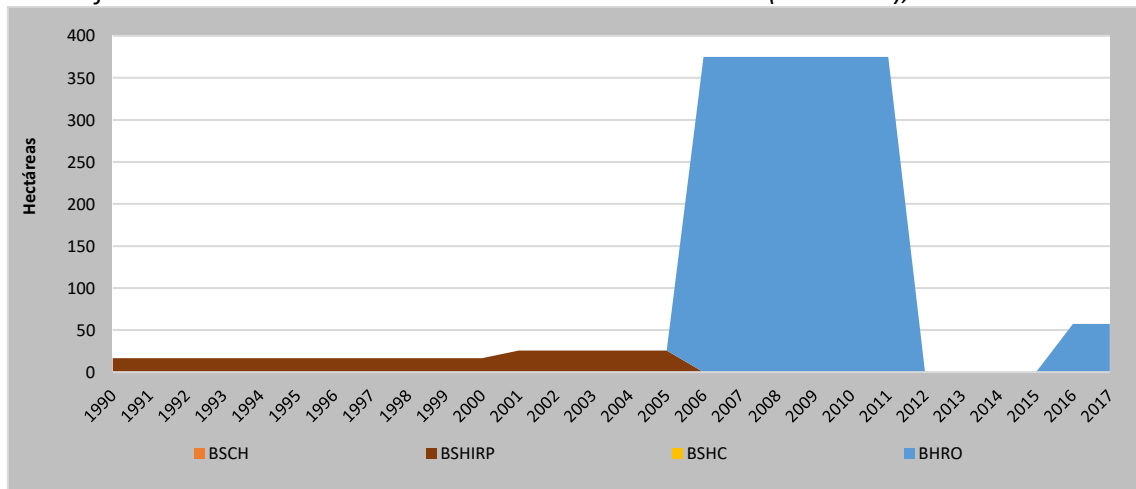
Año	4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales			
	BSCH	BHIRP	BSHC	BHRO
1990	0,00	16,64	0,00	0,00
1995	0,00	16,64	0,00	0,00
2000	0,00	16,64	0,00	0,00
2005	0,00	25,68	0,00	0,00
2010	0,00	0,00	0,00	374,90
2015	0,00	0,00	0,00	0,00
2016	0,00	0,00	0,00	57,34
2017	0,00	0,00	0,00	57,34

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.27 se observa la tendencia de los datos de actividad utilizados para toda la serie temporal.

Figura 6.27

Tierras forestales convertidas en humedales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017



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

El método utilizado para el análisis de la incertidumbre corresponde al método 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* de simulación de Monte Carlo. En la Tabla 6.29 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.29

Humedales: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Humedales	CO2	98,11	97,94	12,81	12,84	98,13	100,39
Humedales que permanecen como tales	CO2	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Tierras forestales convertidas en humedales	CO2	98,11	97,94	12,81	12,84	98,13	100,39

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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 1990-2017), 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 1990-2017, 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 5.11.

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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluídas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

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 a métodos externos o alternativos, debido a las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también 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

Es la primera vez que se reporta la categoría de *humedales* en el INGEI de Paraguay. Los nuevos cálculos se aplican a los años inventariados para la serie temporal 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 2017, se contabilizó una emisión de 527,53 kt CO₂ eq representando el 1,28 % del total de emisiones del sector, presentando una disminución de 23,77 % con relación a 1990, alcanzando niveles más altos entre 2006 y 2011, y disminuyendo desde 2015 un 59,90 %. El principal causante de la tendencia de la categoría son las emisiones debidas a las pérdidas en el depósito de biomasa con un 90,31 % y luego el de materia orgánica muerta con un 9,69 %. La categoría asentamientos se podría estar subestimando ya que también existen cambios de otros usos de la tierra a asentamientos. En la Tabla 6.30 y en la Figura 6.28 se observa el resumen de emisiones de GEI de la categoría de *asentamientos*. En el Anexo 5.5 se presentan los resultados para la serie completa.

Tabla 6.30

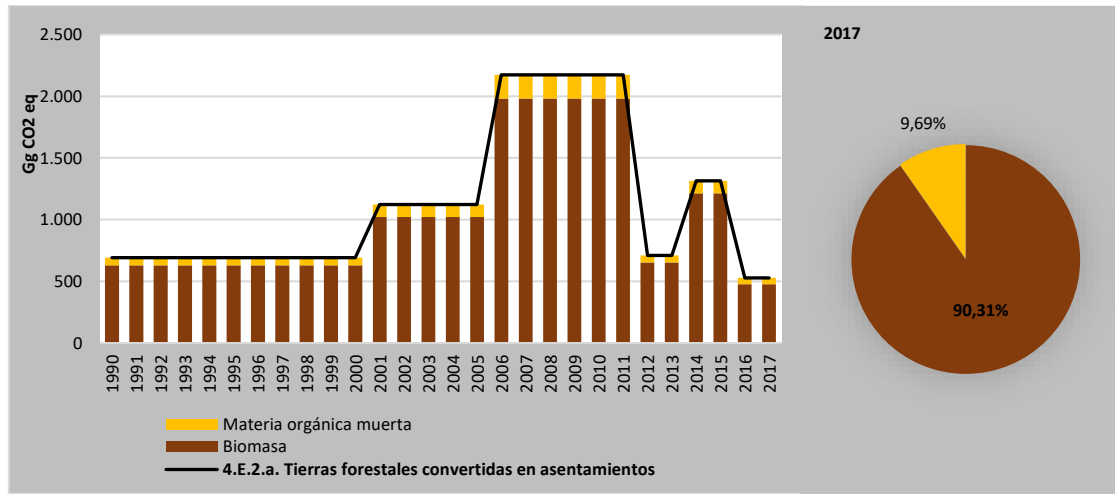
Asentamientos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	692,06	692,06	692,06	1.120,94	2.172,81	1.315,42	527,53	527,53
Total	692,06	692,06	692,06	1.120,94	2.172,81	1.315,42	527,53	527,53

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura 6.28

Asentamientos: total de GEI por subcategoría y depósitos de carbono (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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 de biomasa de la Remedición del Inventario Forestal Nacional (IFN) de 2019.

En la Tabla 6.31 se presentan los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y GEI.

Tabla 6.31

Asentamientos: 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.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 6.32 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 1990-2017.

Tabla 6.32

Asentamientos: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017.

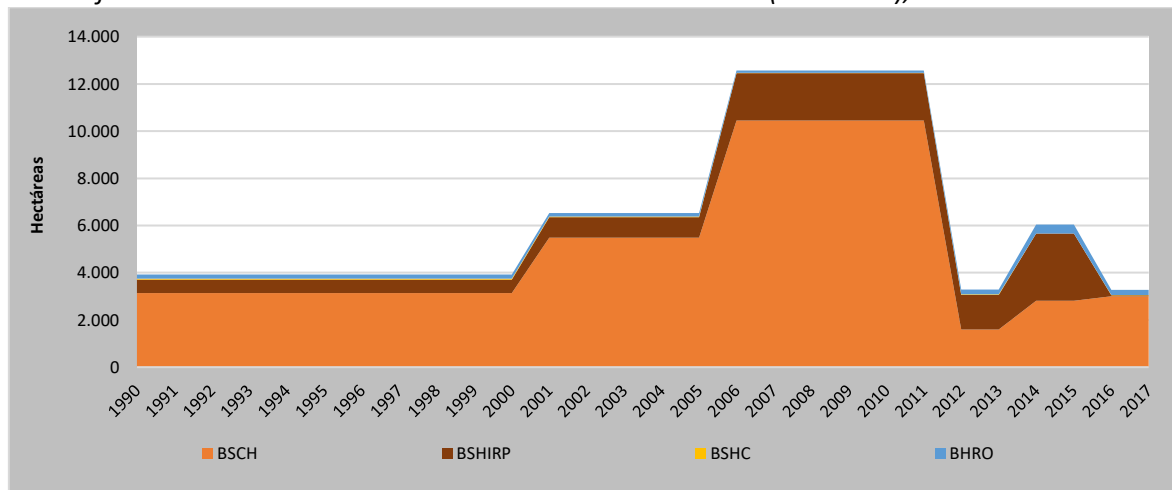
Año	4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales			
	BSCH	BHIRP	BSHC	BHRO
1990	3.138,72	567,04	39,01	176,71
1995	3.138,72	567,04	39,01	176,71
2000	3.138,72	567,04	39,01	176,71
2005	5.483,90	875,10	19,08	151,80
2010	10.449,08	2.005,47	12,28	100,15
2015	2.812,56	2.852,23	1,63	377,34
2016	3.002,68	40,85	12,01	216,65
2017	3.002,68	40,85	12,01	216,65

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.29 se observa la tendencia de los datos de actividad utilizados para toda la serie temporal.

Figura 6.29

Tierras forestales convertidas en humedales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017



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 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 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

El método utilizado para el análisis de la incertidumbre corresponde al método 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* de simulación de Monte Carlo. En la Tabla 6.33 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.33

Asentamientos: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Asentamientos	CO2	90,17	90,02	10,14	10,13	85,54	88,67
Asentamientos que permanecen como tales	CO2	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO2	90,17	90,02	10,14	10,13	85,54	88,67

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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 1990-2017), 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 1990-2017, 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 5.11.

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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

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 a métodos externos o alternativos, debido a las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también 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

Es la primera vez que se reporta la categoría de *asentamientos* en el INGEI de Paraguay. Los nuevos cálculos se aplican a los años inventariados para la serie temporal 1990-2017.

6.8.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Las actividades de plan mejoramiento de la categoría se presentan en el Anexo 5.11.

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 2017, el balance de la subcategoría de *tierras forestales convertidas en otras tierras* contabilizó una emisión de 966,71 kt CO₂ eq representando el 2,35 % del total de emisiones del sector, distribuidos en un 96,44 % por pérdidas de carbono en el depósito de biomasa y un 3,56 % 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 6.34 y en la Figura 6.30 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 6.34

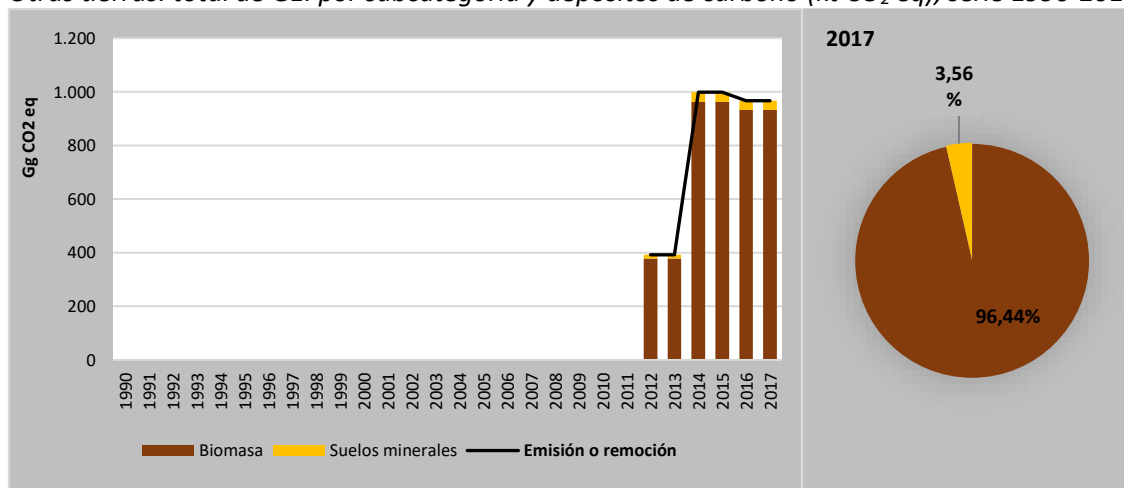
Otras tierras: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017.

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	NO	NO	NO	NO	NO	998,55	966,71	966,71
Total	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO	998,55	966,71	966,71

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Figura 6.30

Otras tierras: total de GEI por subcategoría y depósitos de carbono (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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 de biomasa de la Remedición del Inventario Forestal Nacional (IFN) de 2019.

En la Tabla 6.35 se presentan los métodos y factores de emisión aplicados por subcategoría y GEI.

Tabla 6.35

Otras tierras: 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.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 6.36 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 1990-2017.

Tabla 6.36

Otras tierras: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017.

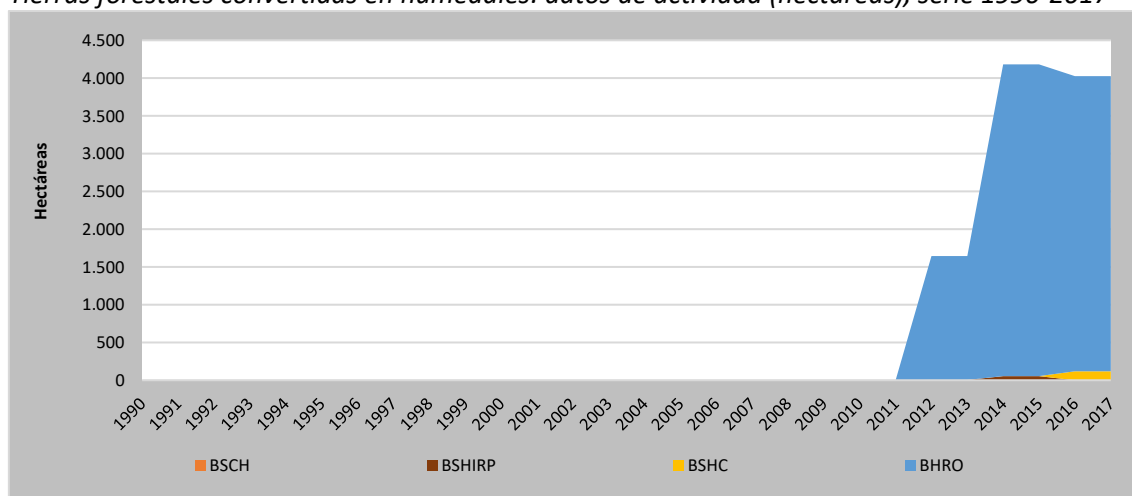
Año	4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales			
	BSCH	BHIRP	BSHC	BHRO
1990	0,00	0,00	0,00	0,00
1995	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,00	0,00	0,00	0,00
2005	0,00	0,00	0,00	0,00
2010	0,00	0,00	0,00	0,00
2015	0,00	53,78	0,00	4.127,35
2016	0,00	0,48	117,80	3.906,48
2017	0,00	0,48	117,80	3.906,48

Fuente: Elaboración propia del equipo técnico INGEI del MADES.

En la Figura 6.31 se observa la tendencia de los datos de actividad utilizados para toda la serie temporal.

Figura 6.31

Tierras forestales convertidas en humedales: datos de actividad (hectáreas), serie 1990-2017



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 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 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

El método utilizado para el análisis de la incertidumbre corresponde al método 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* de simulación de Monte Carlo. En la Tabla 6.37 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre de la categoría.

Tabla 6.37

Otras tierras: incertidumbre combinada.

Subcategoría	GEI	Incertidumbre de datos de actividad		Incertidumbre de Factores de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Otras tierras	CO2						
Otras tierras que permanecen como tales	CO2	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Tierras forestales convertidas en otras tierras	CO2						

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 1990-2017), 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 1990-2017, sector UTCUTS, se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la categoría de *otras tierras* 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 5.11.

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.

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

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 a métodos externos o alternativos, debido a las dificultades presentadas en cuestión de tiempo por el COVID-19 y también 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

Para la categoría de *otras tierras*, al igual que para las categorías de *tierras forestales* y *tierras de cultivo* se realizaron nuevos cálculos debido a que se cuenta con nueva definición. El INGEI 1990-2015 define *otras tierras* como aquellas que incluyen zonas de suelo desnudo, roca, hielo, además de todas las zonas de tierras que no pertenecen a las otras cinco categorías de uso de la tierra establecidas (tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales y asentamientos); y este INGEI considera a todas aquellas zonas de suelo desnudo o rocas, como canteras o cerros sin vegetación.

Las nuevas fuentes de información abarcan diferencias significativas con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que se contó con nuevos datos de actividad teniendo en cuenta la actualización de la definición de la categoría, nuevos valores de existencias de carbono, cambios en algunos factores de ajuste, entre otros.

En la Tabla 6.38 se presenta la diferencia con respecto al INGEI anterior, INGEI 1990-2015 reportado en el IBA2, y se observan importantes aumentos y disminuciones de emisiones de GEI (kt CO₂ eq) lo largo de la serie temporal.

Tabla 6.38

Otras tierras: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017.

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI IBA3	NO	NO	NO	NO	NO	998,55	966,71	966,71
INGEI IBA2	1.388,52	1.388,52	1.388,52	542,49	1.209,15	2.309,29		
Diferencia	-1.388,52	-1.388,52	-1.388,52	-542,49	-1.209,15	-1.310,74		
Diferencia %	-100,00%	-100,00%	-100,00%	-100,00%	-100,00%	-56,76%		

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES con datos del INGEI 1990-2015.

6.9.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Las actividades de plan mejoramiento de la categoría se presentan en el Anexo 5.11.

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 por la pandemia del COVID-19, 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 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 eliminación 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:
 - 5.A.1. Sitios gestionados de eliminación de residuos (CH₄);
 - 5.A.2. Sitios no gestionados de eliminación de residuos (CH₄);
 - 5.A.3. Sitios no categorizados de eliminación de residuos (CH₄);
- 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos:
 - 5.C.1. Incineración de residuos (CO₂ y N₂O);
 - 5.C.2. Incineración abierta de residuos (CO₂, CH₄ y N₂O);
- 5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales:
 - 5.D.1. Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (CH₄ y N₂O);
 - 5.D.2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (CH₄).

El sector de los residuos en Paraguay se caracteriza por una gran debilidad por parte de las instituciones competentes para abocarse a una gestión adecuada. Los responsables de la gestión de los residuos sólidos urbanos corresponden 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 de 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, 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

El sector Residuos es uno de los sectores emisores de GEI en el país, con un total de 1.293,42 kt CO₂ eq en el año 2017, representando el 2,59% del total de emisiones nacionales.

En la Tabla 7.1 se presentan las emisiones correspondientes al año 2017 por categoría y subcategoría de cada uno de los GEI.

Tabla 7. 1

Sector Residuos: emisiones por GEI, categoría y subcategoría (kt) para 2017

Código	Categorías de fuente de gases de efecto invernadero	CO ₂ (kt)	CH ₄ (kt)	N ₂ O (kt)	HF C (kt CO ₂ eq)	PF C (kt CO ₂ eq)	SF 6 (kt CO ₂ eq)	NF 3 (kt CO ₂ eq)	NO _x (kt)	CO (kt)	COVD M (kt)	SO ₂ (kt)
5.	Residuos	79,39	52,85	0,34					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NA, NO
5.A.	Disposición de residuos sólidos	NA	29,76						NE	NE	NE	
5.A.1.	Sitios de disposición de residuos gestionados	NA	8,04						NE	NE	NE	
5.A.2.	Sitios de disposición de residuos no gestionados	NA	2,68						NE	NE	NE	
5.A.3.	Sitios de disposición de residuos no categorizados	NA	19,05						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	79,39	2,25	0,03					NE	NE	NE	NE
5.C.1.	Incineración de residuos	0,68	NE	1,19E-04					NE	NE	NE	NE
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	78,71	2,25	0,03					NE	NE	NE	NE
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales		20,84	0,31					NE	NE	NE	
5.D.1.	Aguas residuales domésticas		15,50	0,31					NE	NE	NE	
5.D.2.	Aguas residuales industriales		5,34	NA					NE	NE	NE	
5.E.	Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

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

Desde 1990 a 2017 las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 133,47 % y de 2015 a 2017 hubo un aumento del 10,84%. La principal causa del incremento en la serie temporal 1990-2017 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 2017, las emisiones correspondientes a la categoría disposición de los residuos sólidos representaron el 48,32 % del total del sector, las de tratamiento y descarga de las aguas residuales un 41,20 % y las de incineración y quema abierta de residuos fueron del 10,49%. Esto se presenta en la Tabla 7.2 y en la Figura 7.1.

En cuanto a las subcategorías más relevantes en el año 2017, se encuentra en primer lugar las aguas residuales domésticas con el 32,53 % de contribución de emisiones, siguiéndole la de sitios de disposición de residuos no categorizados con el 30,92%.

Tabla 7. 2

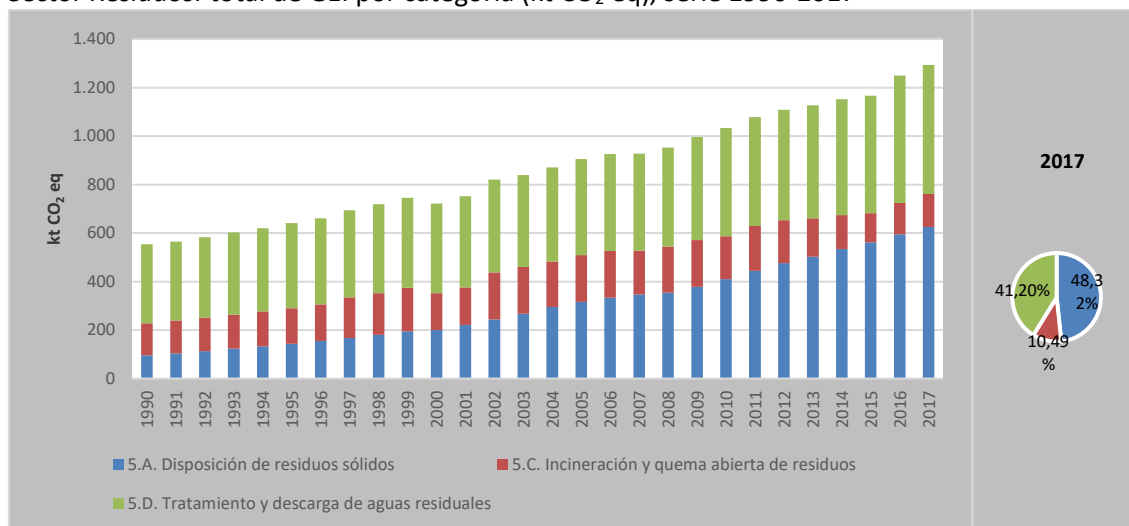
Sector Residuos: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq)

<i>Categoría</i>	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
5.A. Disposición de residuos sólidos	95,23	143,57	200,42	315,97	409,70	561,79	595,30	624,96
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	132,21	146,03	151,56	192,67	177,35	120,56	128,84	135,63
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	326,56	351,60	369,91	395,94	446,42	484,60	526,21	532,84
Total	554,00	641,20	721,90	904,58	1.033,47	1.166,96	1.250,35	1.293,42

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

Figura 7. 1

Sector Residuos: total de GEI por categoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

Tabla 7. 3

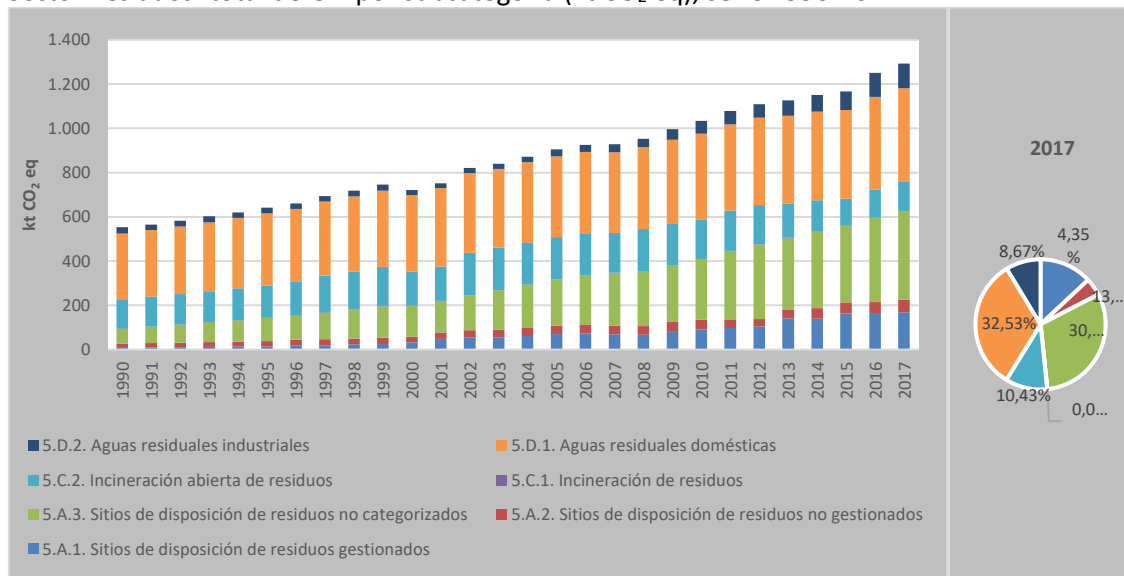
Sector Residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

<i>Subcategoría</i>	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
5.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	7,62	14,36	32,07	69,51	90,13	162,92	160,73	168,74
5.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	19,05	24,41	26,05	37,92	45,07	50,56	53,58	56,25
5.A.3. Sitios de disposición de residuos no categorizados	68,57	104,81	142,30	208,54	274,50	348,31	380,99	399,97
5.C.1. Incineración de residuos	0,07	0,42	0,40	1,02	1,08	0,79	0,82	0,72
5.C.2. Incineración abierta de residuos	132,14	145,61	151,17	191,65	176,28	119,77	128,02	134,91
5.D.1. Aguas residuales domésticas	296,52	325,41	346,33	363,91	388,93	401,08	417,42	420,73
5.D.2. Aguas residuales industriales	30,04	26,19	23,58	32,03	57,48	83,53	108,79	112,11
Total	554,00	641,20	721,90	904,58	1.033,47	1.166,96	1.250,35	1.293,42

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

Figura 7. 2

Sector Residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

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. 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 en año 2009, Ordenanzas Municipales en Asunción en años 2007 y 2014, Ordenanza Municipal en San Lorenzo en año 2011, Ordenanza Municipal en Fernando de la Mora 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 85,81% en el año 2017, siguiendo el N₂O con el 8,05 % y por último el CO₂ con el 6,14%. 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 la disposición de los residuos sólidos y el tratamiento y descarga de aguas residuales.

En cuanto a la variación de emisiones entre el año 2017 y el año base del inventario, el CH₄ tuvo un incremento del 181,81% debido principalmente a las emisiones de los Sitios de Eliminación de Residuos y a las Aguas Residuales. En cuanto al N₂O se tuvo un incremento del 58,04 %, mientras que para el CO₂ se presenta una disminución del 15,78 % 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 2015 fue del 11,84 %, 6,52 % para el CO₂ y 4,11 % para el N₂O.

Tabla 7. 4

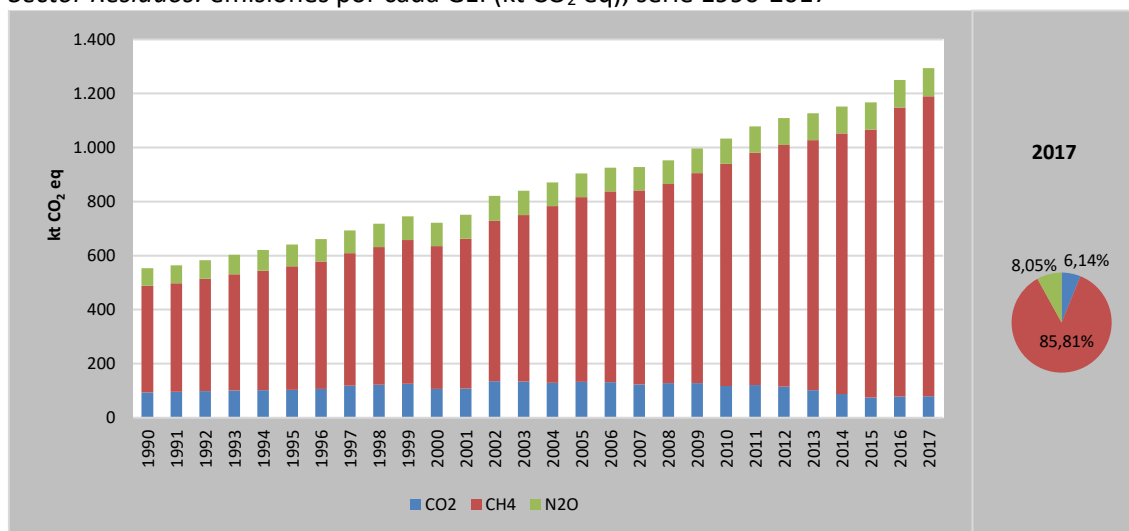
Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq)

GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
CO ₂	94,27	103,77	106,47	132,34	117,24	74,53	77,75	79,39
CH ₄	393,86	456,64	528,71	683,62	822,98	992,44	1.070,54	1.109,94
N ₂ O	65,87	80,78	86,73	88,62	93,24	99,99	102,05	104,10
Total	554,00	641,20	721,90	904,58	1.033,47	1.166,96	1.250,35	1.293,42

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

Figura 7. 3

Sector Residuos: emisiones por cada GEI (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

7.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de las 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 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos, debido a la falta de datos accesibles relacionadas a dichas actividades.

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, NA	D, NA
5.E. Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Referencias: T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T2a = Nivel 2a; D = Por defecto; NA = No aplicable; NE = No estimada; NO = No ocurre

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

En el sector Residuos los datos de actividad están relacionados principalmente con estadísticas públicas por tratarse de datos relacionados con la población (residuos generados, aguas residuales generadas, etc.), los cuales fueron proporcionados por el INE. Además de ello, muchos otros datos debieron ser recopilados de las instituciones sectoriales, tal como en el sector de Agua y Saneamiento. En algunos casos también se recurrió a empresas del sector privado, como es el caso de los datos de los 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 fuente internacional, en este caso de la FAO sobre la producción de sectores industriales utilizados en la estimación de emisiones generadas en el Tratamiento de Aguas Residuales Industriales.

El detalle de los datos de actividad utilizados se podrá encontrar en las secciones correspondientes a cada categoría.

Con respecto a los 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 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., cultivos, 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 48,32% de las emisiones de GEI del sector para el año 2017, alcanzando las emisiones de GEI un total de 624,96 kt CO₂ eq, con un incremento del 556,26% desde 1990 y en un 11,24% respecto al año 2015.

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 7.6 y Figura 7.4, en el año 2017 la de mayor relevancia es Sitios de disposición de residuos no categorizados con un 64,00 % de las emisiones de la categoría, seguida de Sitios de disposición de residuos gestionados con un 27,00 % y por último Sitios de disposición de residuos no gestionados con un 9,00 %.

Tabla 7. 6

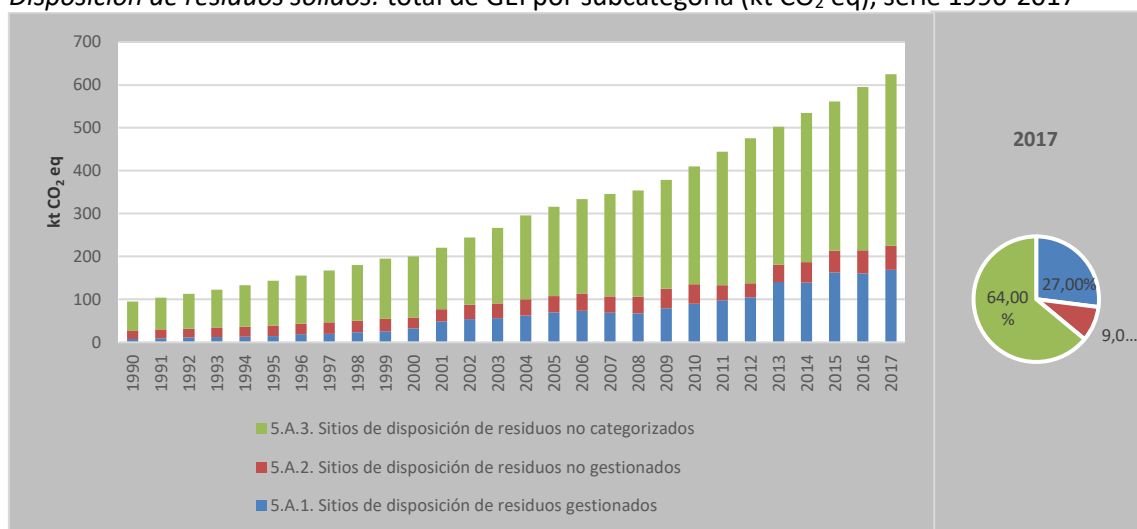
Disposición de residuos sólidos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
5.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	7,62	14,36	32,07	69,51	90,13	162,92	160,73	168,74
5.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	19,05	24,41	26,05	37,92	45,07	50,56	53,58	56,25
5.A.3. Sitios de disposición de residuos no categorizados	68,57	104,81	142,30	208,54	274,50	348,31	380,99	399,97
Total	95,23	143,57	200,42	315,97	409,70	561,79	595,30	624,96

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

Figura 7. 4

Disposición de residuos sólidos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de 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: T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; D = Por defecto; NA = No aplicable

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

Para el cálculo de emisiones de CH₄, se utilizó el método de Nivel 2, considerando que a nivel tendencia es una categoría principal (según IBA2), la aplicación del método FOD del IPCC con algunos parámetros por defecto, pero con datos de la actividad específicos del país, basados en estadísticas nacionales.

La metodología de las Directrices del IPCC de 2006 para estimar las emisiones de CH₄ provenientes de los SERS se basa en el método de descomposición de primer orden (FOD, del inglés, First Order Decay). 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 SERS

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[\sum_x CH_4\ generado_{x,T} - R_T \right] \cdot (1 - OX_T)$$

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 desecho 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 desechos

$$DDOC_m = W \cdot DOC \cdot DOC_f \cdot MCF$$

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 disposición (fracción).

Ecuación 7. 3

Transformación de DDOC_m en L_o

$$L_o = DDOC_m \cdot F \cdot 16 / 12$$

Fuente: Ecuación 3.3; Capítulo 3; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006

L_o = potencial de generación de CH₄, Gg de CH₄

DDOC_m = 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

DDOC_m acumulado en los SERS al término del año T

$$DDOC_{mT} = DDOC_{mdT} + (DDOC_{mT-1} \cdot e^{-k})$$

Fuente: Ecuación 3.4; Capítulo 3; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006

Ecuación 7. 5

DDOC_m acumulado en los SERS al término del año T

$$DDOC_{m\ descompT} = DDOC_{mT-1} \cdot (1 - e^{-k})$$

Fuente: Ecuación 3.5; Capítulo 3; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006

Donde:

T = año del inventario

DDOC_{mT} = DDOC_m acumulado en los SEDS al final del año T, Gg

DDOC_{mT-1} = DDOC_m acumulado en los SEDS al final del año (T-1), Gg

DDOC_{mdT} = DDOC_m depositado en los SEDS durante el año T, Gg

DDOC_{m\ descompT} = DDOC_m descompuesto en los SEDS 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

$$CH_4 \text{ generado}_T = DDOCm \text{ descomp}_T \cdot F \cdot 16/12$$

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 eliminación 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 metano en los sitios de disposición de residuos, por lo cual todo el metano generado se considera emitido a la atmósfera.

7.2.2.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Los datos de la actividad incluyen la generación de residuos en general y por componente de residuos y la fracción de los residuos eliminados en los SEDS. La generación de residuos es el producto del índice de generación de desechos per cápita (toneladas/cápita/año) para cada componente por la población (cápita).

Los métodos FOD requieren datos sobre la eliminación de desechos sólidos (cantidades y composición) que se recopilan por defecto para 50 años, para lo cual se tomó como año base el 1950.

Los datos de actividad recabados se basan en diversas fuentes, entre ellas las estadísticas oficiales proporcionadas por el INE, estudios sectoriales e informaciones proporcionadas por especialista del sector, Ing. Roberto Lima. 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, se tienen:

- Datos de tasa de generación de residuos por habitante, en áreas urbanas y rurales, en periodo de tiempo 1950-2017;
- Datos de tasa de recolección de residuos sólidos municipales, en áreas urbanas y rurales, en periodo de tiempo 1950-2017;
- Datos de fracciones de distribución por sitios de eliminación de residuos sólidos, en periodo de tiempo 1950-2017;
- Datos de distribución por composición de residuos a nivel país, en periodo 1950-2017.

A continuación, se presenta una tabla con el resumen de datos en la serie temporal 1950-2017 y las Figuras que permiten visualizar la evolución temporal.

Tabla 7. 8

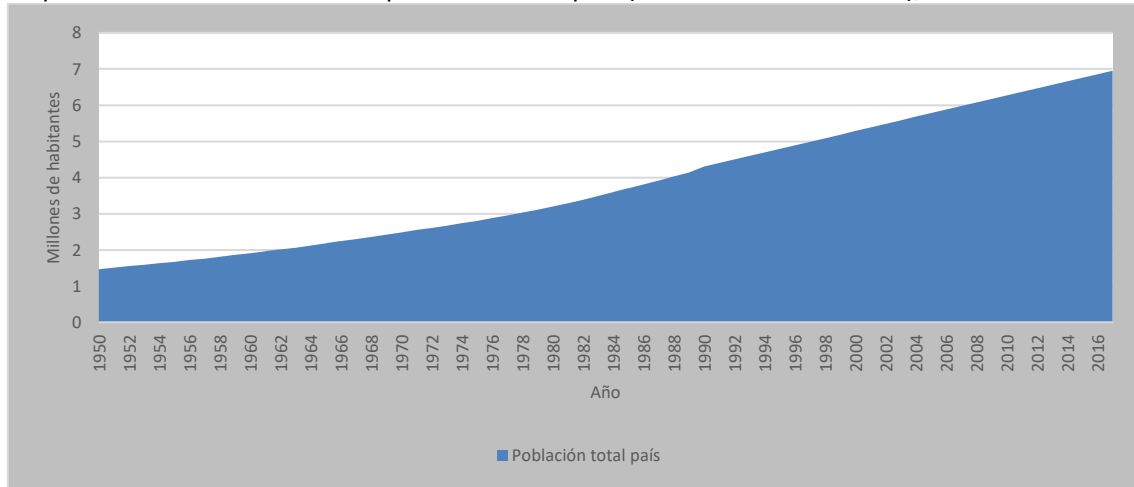
Disposición de residuos sólidos: parámetros de datos de actividad utilizados

Año	Población total país Millones de habitantes	Generación per cápita total país kg/hab/año	Recolección de RSM total país %	Sitios de eliminación de residuos sólidos total país					Composición de los residuos sólidos total país				
				Manejo anaeróbico %	Manejo semi-aeróbico %	No gestionado o profundo %	No gestionado o poco profundo %	No categorizado %	Alimento %	Jardinería y madera %	Papel %	Textil %	Plásticos, otros inertes %
1950	1,47	116,16	4,00%	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	4,00%	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	4,00%	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	6,00%	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	11,00%	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	15,00%	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	20,00%	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	30,00%	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	35,00%	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	42,00%	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	44,00%	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	51,00%	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	58,00%	20,32%	9,24%	0,00%	8,64%	61,80%	25,04%	45,31%	8,55%	0,76%	20,34%
2016	6,85	275,19	58,00%	16,55%	9,55%	0,00%	9,14%	64,76%	24,35%	47,56%	8,30%	0,73%	19,07%
2017	6,95	272,06	59,00%	17,09%	9,81%	0,00%	8,86%	64,24%	23,68%	49,91%	8,06%	0,69%	17,65%

Fuente: INE y Especialista en residuos sólido

Figura 7. 5

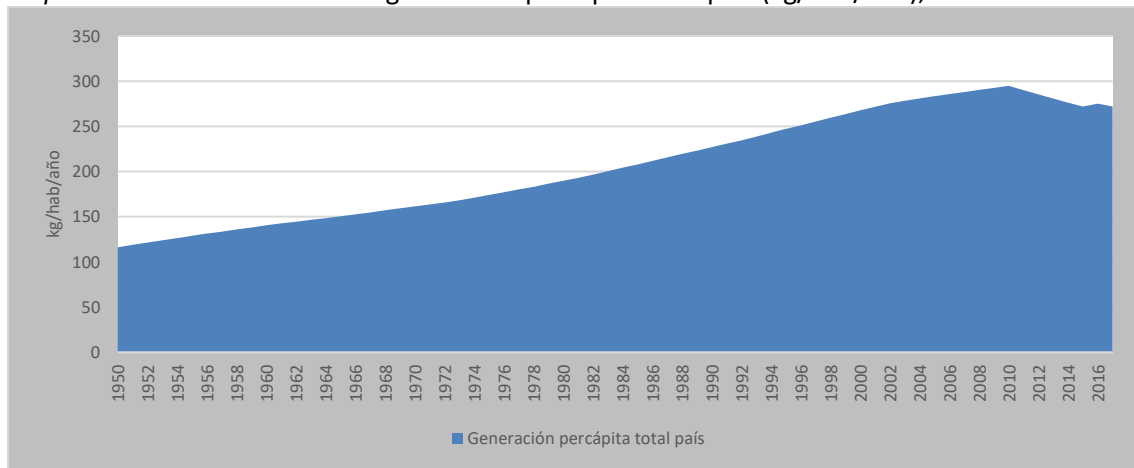
Disposición de residuos sólidos: población total país (millones de habitantes), serie 1950-2017



Fuente: INE.

Figura 7. 6

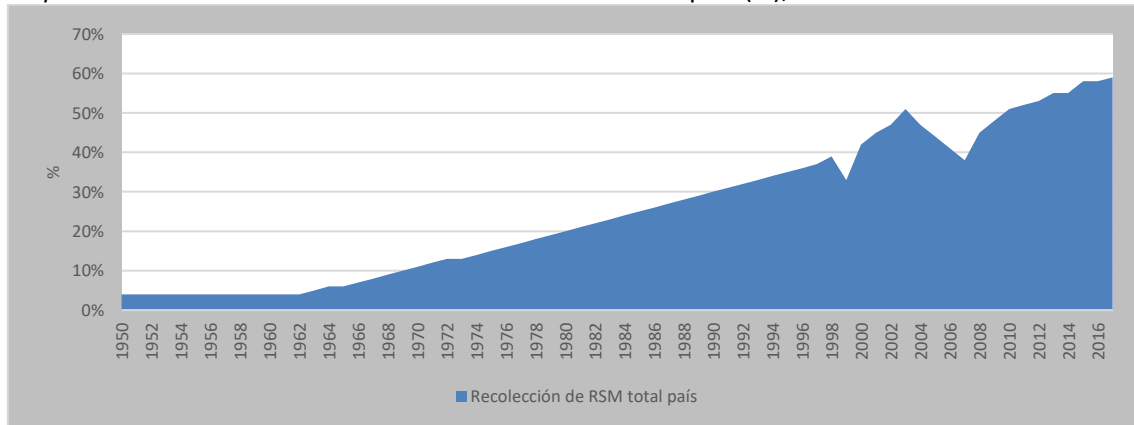
Disposición de residuos sólidos: generación per cápita total país (kg/hab/año), serie 1950-2017



Fuente: Especialista en residuos sólidos.

Figura 7. 7

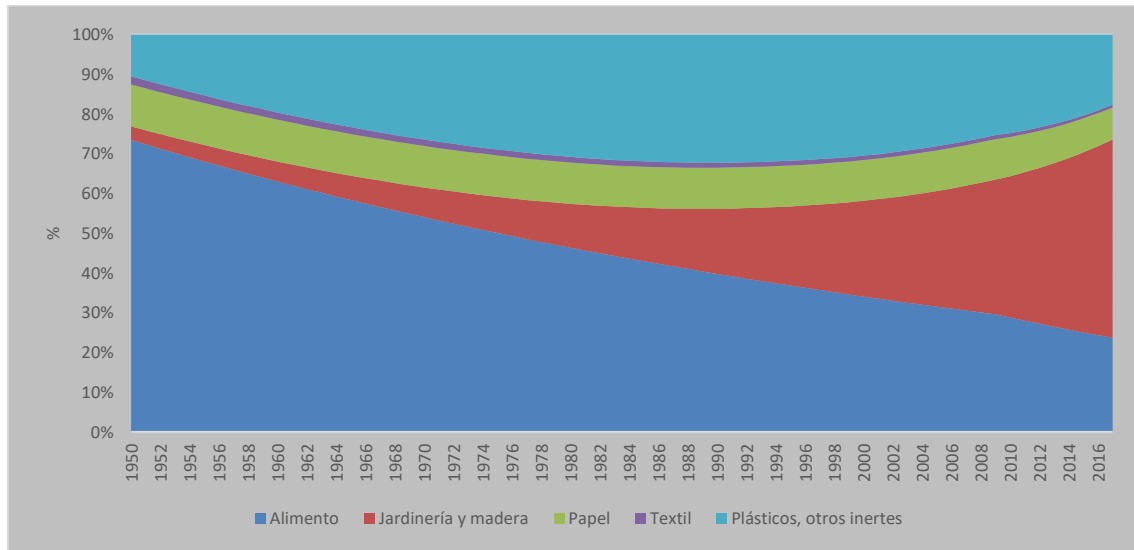
Disposición de residuos sólidos: recolección de RSM total país (%), serie 1950-2017



Fuente: Especialista en residuos sólidos.

Figura 7.8

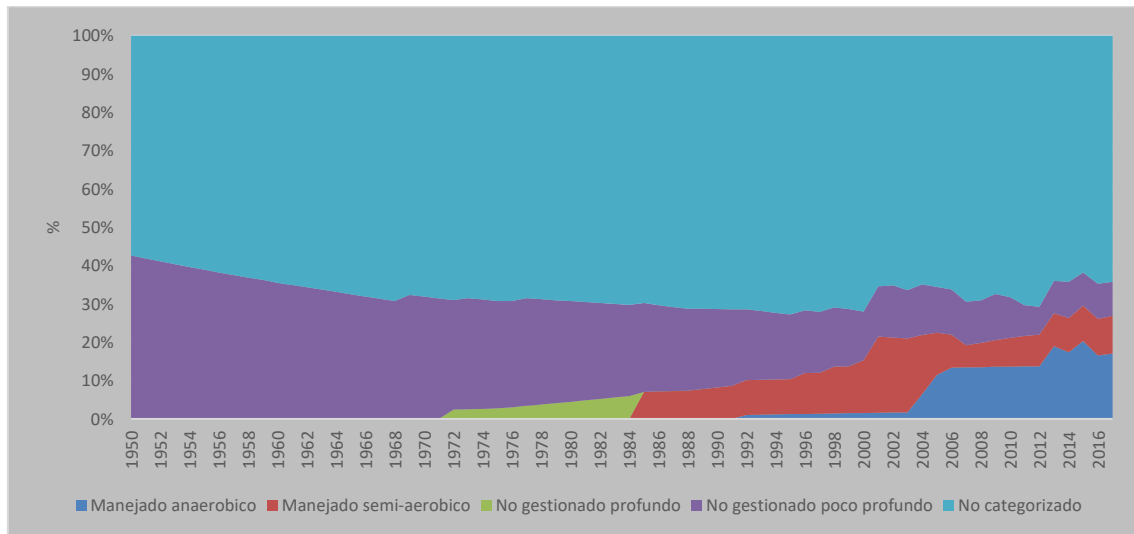
Disposición de residuos sólidos: composición de los residuos sólidos a nivel país (%), serie 1950-2017



Fuente: Especialista en residuos sólidos.

Figura 7.9

Disposición de residuos sólidos: sitios de eliminación de residuos sólidos total país (%), serie 1950-2017



Fuente: Especialista en residuos sólidos

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 refleja en esta ligera disminución del peso de los residuos generados, lo cual se detecta en estudios posteriores y se confirma con último estudio del Proyecto Asunción Sustentable (Municipalidad de Asunción, MADES, PNUD) realizado en el año 2019.

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 desechos 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 en el 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.

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 disponía 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 AMUAM (Asociación de Municipalidades del Área Metropolitana) 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 dichos vehículos.

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. En el 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 área metropolitana de Asunción y a partir de 2013 también de Asunción.

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 3, Sección 2.3.2 y 3.2.3 de las Directrices del IPCC de 2006. Los parámetros considerados, cuyos valores se presentan en la Tabla 7.9, son los siguientes:

- 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
- Tiempo de retardo

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	Fracción
Factor de corrección para el metano (MCF)	Manejo Anaeróbico	1,00	
	Manejo semi-aerobico	0,50	
	No gestionado profundo	0,80	
	No gestionado poco profundo	0,40	
	No categorizado	0,60	
CH ₄ en el gas de vertedero generado (F)		0,50	Fracción
Factor de oxidación (OX) para SERS 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/cartón	0,07	1/año
	Textiles	0,07	
	Desechos de alimentos	0,40	
	Madera	0,04	
	Desechos de jardines y parques	0,17	
	Lodo	0,40	
Contenido de carbono orgánico degradable (DOC) en % de desechos húmedos	Papel/cartón	40,00	%
	Textiles	24,00	
	Desechos de alimentos	15,00	
	Madera	43,00	
	Desechos de jardines y parques	20,00	
	Pañales	24,00	
	Lodo	5,00	

Fuente: Directrices del IPCC de 2006

7.2.3. Incertidumbre específica de la categoría

Las incertidumbres están asociadas tanto a los factores de emisión elegidos para cada fuente, así como a los datos de actividad empleados en las estimaciones.

Para el análisis de incertidumbre de la presente categoría se siguió el método 2 de las Directrices del IPCC de 2006 utilizando el método de simulación de Monte Carlo. En la Tabla 7.10 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre.

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	30,00	30,00	29,00	29,00	41,73	41,73

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

7.2.4. Consistencia de la serie temporal de la categoría

La serie se considera consistente en el tiempo considerando que las estimaciones de emisiones de esta categoría para la serie temporal fueron calculadas utilizando el mismo método para todos los años, con los factores de emisión 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.

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 subcategoría y las actividades propias del Equipo INGEI de Residuos. 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.
- 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 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 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 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

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

7.2.5.3. 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.

7.2.5. Nuevos cálculos de la categoría

Las diferencias identificadas se deben a ajustes de los datos proporcionados por parte del experto en residuos sobre la tasa de generación per-cápita anual con datos afinados del 2011-2015 y valores con ajustes de decimales de la recolección de residuos sólidos municipales total país del 2010-2015, los sitios de eliminación de residuos sólidos del 1950-2015 y la composición de los residuos sólidos del 1950-2015.

Además, se han ajustado los valores de población con información proporcionada por el INE.

Tabla 7. 11

Disposición de residuos sólidos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	96,36	144,63	202,20	315,72	406,35	591,07		
INGEI actual	95,23	143,57	200,42	315,97	409,70	561,79	595,30	624,96
Diferencia	-1,13	-1,05	-1,78	0,25	3,35	-29,28		
Diferencia %	-1,18%	-0,73%	-0,89%	0,08%	0,82%	-5,21%		

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

7.2.6. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Con el objeto de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay en la presente categoría, se presentan las siguientes opciones de mejoría para los futuros INGEI:

- 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).
- Relevar 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 presente categoría.
- Promover líneas de investigación con universidades y/o centros de investigación para realizar estudios sectoriales que generen informaciones correspondientes a datos de actividades.
- Establecer vínculos con las principales industrias.
- Alentar a las entidades proveedoras de información, a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el IGEI.
- Calcular emisiones de gases precursores (CO, NOx, COVDM y SOx).

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

Las emisiones relacionadas a las actividades de compostaje y biogás no fueron estimadas por falta de disponibilidad de informaciones.

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

7.4.1. Descripción y tendencia de los GEI de la categoría

La categoría Incineración e incineración abierta de residuos 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 grandes chimeneas y 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 como en los en desarrollo.

La incineración 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 incineración 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 135,63 kt CO₂ eq en el año 2017, lo que representa un 10,49 % del total del sector, con un incremento del 2,59 % con respecto al año 1990 y del 12,50 % con relación al año 2015. 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 2017 la de mayor relevancia es Incineración abierta de residuos con un 99,47 % de las emisiones de la categoría, mientras que la Incineración de residuos representa el 0,53 %.

Tabla 7. 12

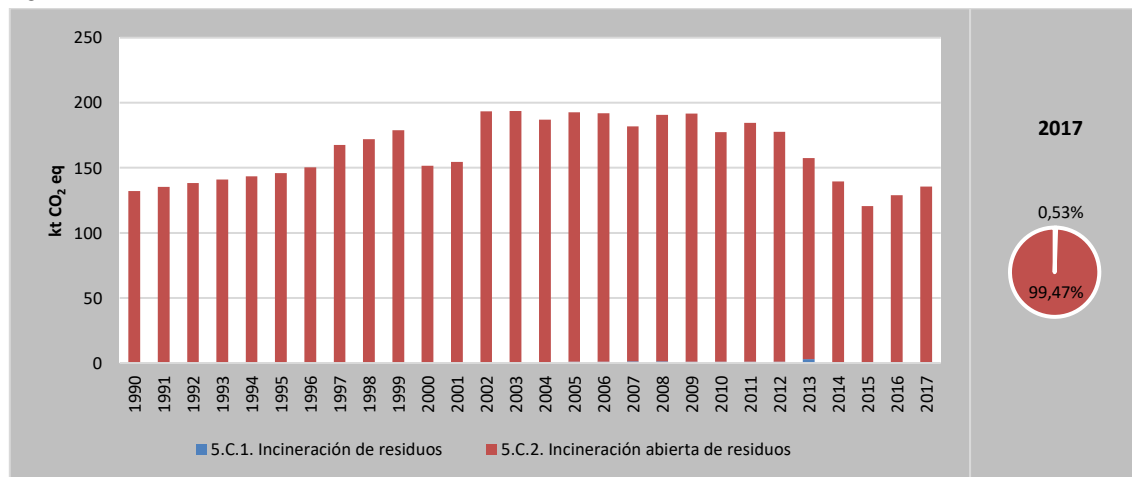
Incineración e incineración abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
5.C.1. Incineración de residuos	0,07	0,42	0,40	1,02	1,08	0,79	0,82	0,72
5.C.2. Incineración abierta de residuos	132,14	145,61	151,17	191,65	176,28	119,77	128,02	134,91
Total	132,21	146,03	151,56	192,67	177,35	120,56	128,84	135,63

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

Figura 7. 10

Incineración y quema abierta de residuos: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

En la serie temporal se observa un comportamiento variable de las emisiones, lo cual se debe principalmente a las actividades de incineración 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 de equipo técnico de INGEI del MADES.

Los métodos para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O provenientes de la incineración e incineración abierta de residuos 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 gases de efecto invernadero provenientes de la incineración e incineración 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 factores de emisión de los gases de efecto invernadero 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 e incineración 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 datos de la actividad son las entradas de residuos en el incinerador o la cantidad de residuos que se quema al aire libre y los factores de emisión 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 desechos.

En el caso de la Incineración, 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:

E_{CO_2} = 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 por incineración abierta, (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 Incineración 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.

Ecuación 7. 8

Estimación de las emisiones de CO₂ basada en la composición de los DSM

$$E_{CO_2} = DSM \cdot \sum_j (WF_j \cdot dm_j \cdot CF_j \cdot FCF_j \cdot OF_j) \cdot 44/12$$

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 desechos sólidos municipales en peso húmedo incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año

WF_j = fracción de tipo/material de desechos del componente j en los DSM (en peso húmedo incinerados o quemados por incineración abierta)

dm_j = contenido de materia seca en el componente j de los DSM incinerados o quemados por incineración abierta, (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: $1 = \sum_j WF_j$

j = componente de los DSM incinerado/sometido a incineración abierta, como papel/cartón, textiles, desecho de alimentos, madera, desecho de jardines y parques, pañales desechables, caucho y cuero, plásticos, metal, vidrio, otros desechos inertes.

Emisiones de CH₄

Las emisiones de CH₄ provenientes de la incineración e incineración 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 incineración 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, por tanto, se reporta como No Ocurre. El cálculo de las emisiones de CH₄ se basa en la cantidad de residuos quemados por incineración abierta y en el factor de emisión 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 por incineración abierta, 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 óxido nitroso 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 por incineración abierta y en un factor de emisión 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

$$Emisiones\ de\ N_2O = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Fuente: Ecuación 5.5; Capítulo 5; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006

Donde:

E_{N_2O} = emisiones de N_2O durante el año del inventario, Gg/año

IW_i = cantidad de residuos de tipo i incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año

EF_i = factor de emisión de N_2O (kg. de N_2O /Gg de desechos) 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:

DSM: 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 incineración abierta de residuos se utilizaron datos provenientes de censos y encuestas nacionales referentes a la cantidad de residuos quemados por incineración abierta, 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.

7.4.6.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Para la Incineración de residuos, se relevaron informaciones de diversas fuentes:

- Datos proporcionados por experto nacional Ing. Roberto Lima sobre procesos de incineración controlada de residuos patológicos en la ciudad de Asunción y área metropolitana desde el año 1998 a través de la empresa La Sudamericana, concesionada por la Municipalidad de Asunción. Así también, datos en periodo 1999-2006 sobre la incineración de residuos en equipos instalados en el predio del Hospital Nacional de Itauguá, bajo la supervisión del SENASA – MSPyBS, y desde el año 2005 operaciones de incineración de la empresa SERMAT S.A., concesionada por la Municipalidad de Asunción y la Dirección de Gestión Ambiental (DIGESA) del MSPyBS.
- Datos cantidades de residuos incinerados proporcionados por la empresa SERMAT S.A. desde el año 2012 al 2017.

De la integración de los datos mencionados se construyó la serie 1990-2017 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 Incineración 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 por el software IPCC de residuos incinerados 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 IPCC y estimar las emisiones de la presente categoría.

Los datos y fuentes utilizados fueron los siguientes:

- Población: se parten de datos de los censos de población proporcionados por la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos (DGEEC).

- Fracción de la población que quema sus residuos: Estos datos fueron proporcionados por la DGEEC (1997/2017) y complementados por el experto nacional Ing. Roberto Lima;
- Tasa de generación per cápita: Estos datos fueron proporcionados por el experto Ing. Roberto Lima.
- Fracción de residuos que se quema sobre el total de residuos tratados: se adoptó por defecto el valor 0,6, valor por defecto mencionado en las Directrices del IPCC 2006 para la quema en vertederos abiertos.
- Composición de residuo: Estos datos fueron proporcionados por el experto Ing. Roberto Lima.

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)

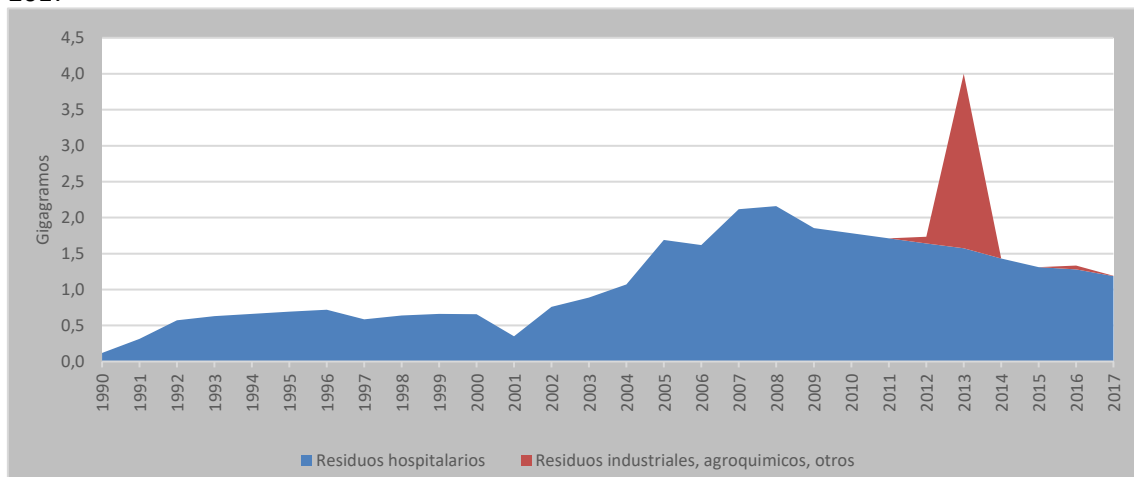
Año	Residuos hospitalarios	Residuos industriales, agroquímicos, otros
1990	0,12	s/d
1995	0,69	s/d
2000	0,66	s/d
2005	1,69	s/d
2010	1,78	s/d
2015	1,31	s/d
2016	1,28	0,06
2017	1,19	3,00 E-03

Referencias: s/d = sin dato

Fuente: Empresa privada, Municipalidad de Asunción, Especialista en residuos sólidos

Figura 7. 11

Incineración de residuos: cantidad de residuos incinerados por tipo (Gigagramos), serie 1990-2017



Fuente: Empresa privada, Municipalidad de Asunción, Especialista en residuos sólidos

Tabla 7. 15

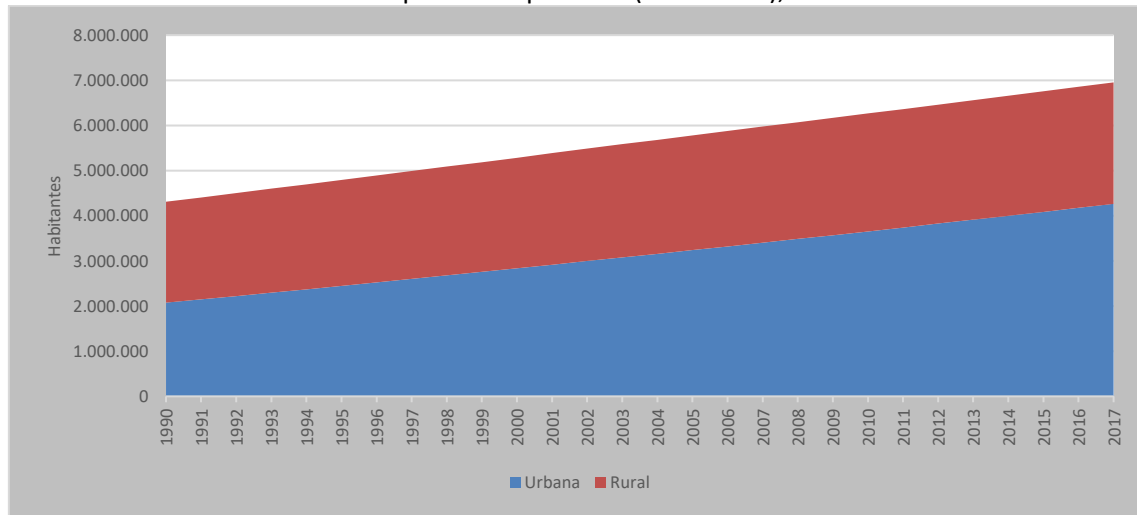
Incineración abierta de residuos: parámetros de datos de actividad utilizados

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	Fracción	Fracción	%	%	%	%	%	
1990	2.074.997,00	2.233.344,00	1,07	0,16	0,34	0,79	39,80%	16,40%	10,30%	1,30%	32,20%	0,60
1995	2.445.425,00	2.348.443,00	1,11	0,17	0,31	0,79	36,80%	19,90%	10,30%	1,20%	31,80%	0,60
2000	2.835.331,00	2.449.149,00	1,15	0,18	0,28	0,78	34,10%	24,10%	10,30%	1,10%	30,50%	0,60
2005	3.237.475,00	2.542.294,00	1,20	0,18	0,33	0,78	31,50%	29,10%	10,20%	1,00%	28,10%	0,60
2010	3.652.713,00	2.613.163,00	1,25	0,19	0,28	0,80	28,80%	35,60%	9,90%	1,00%	24,80%	0,60
2015	4.085.396,00	2.670.360,00	1,13	0,20	0,20	0,71	25,00%	45,30%	8,50%	0,80%	20,30%	0,60
2016	4.174.834,00	2.679.702,00	1,11	0,20	0,22	0,79	24,30%	47,60%	8,30%	0,70%	19,10%	0,60
2017	4.264.473,00	2.689.173,00	1,09	0,20	0,25	0,78	23,70%	49,90%	8,10%	0,70%	17,70%	0,60

Fuente: INE, Especialista en residuos sólidos, *Directrices del IPCC de 2006

Figura 7. 12

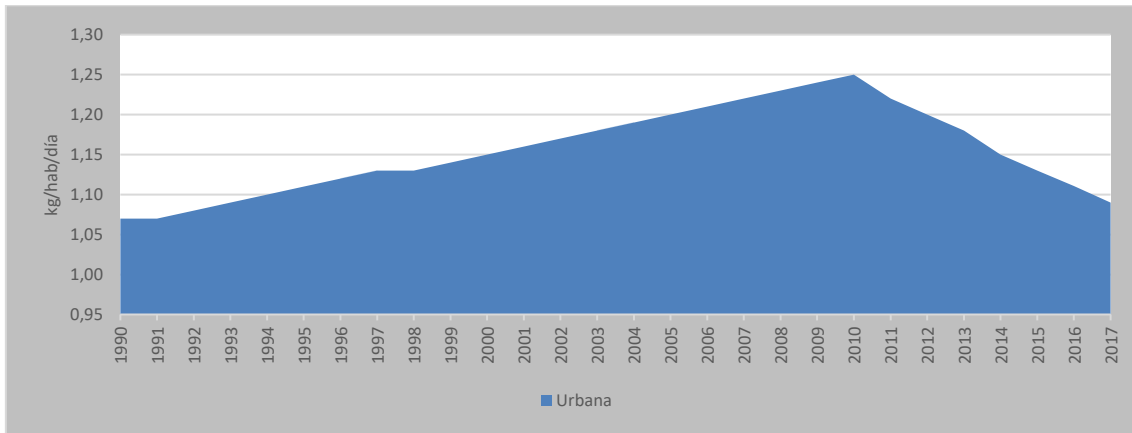
Incineración abierta de residuos: población por área (habitantes), serie 1990-2017



Fuente: INE.

Figura 7. 13

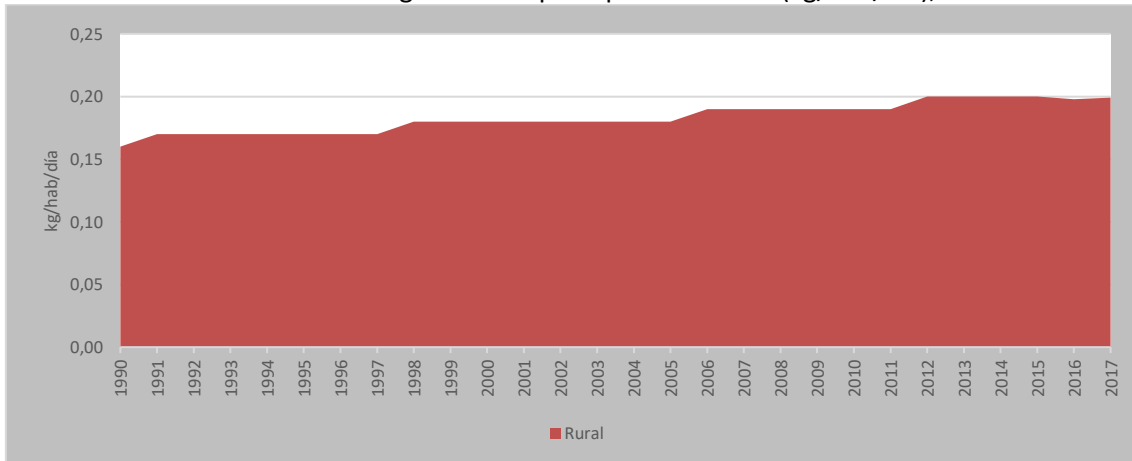
Incineración abierta de residuos: generación percápita área urbana (kg/hab/día), serie 1990-2017



Fuente: Especialista en residuos sólidos

Figura 7. 14

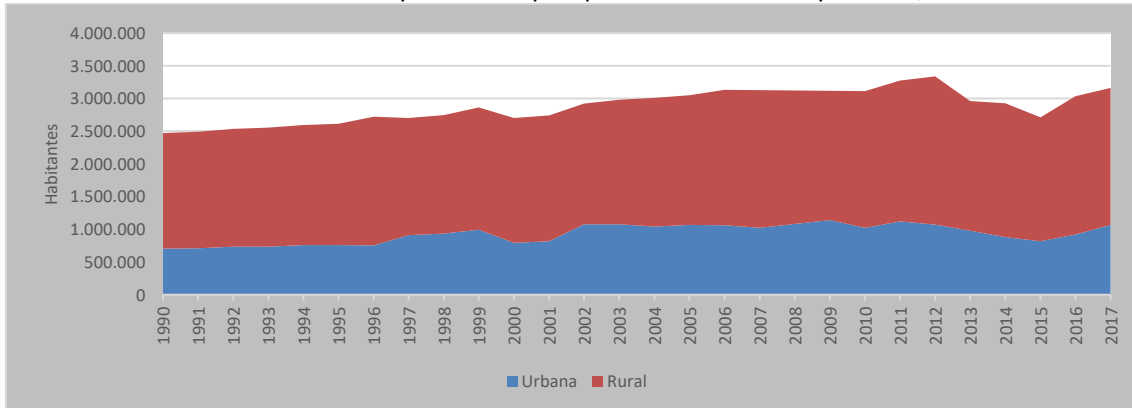
Incineración abierta de residuos: generación percápita área rural (kg/hab/día), serie 1990-2017



Fuente: Especialista en residuos sólidos

Figura 7. 15

Incineración abierta de residuos: población que quema sus residuos por área, serie 1990-2017



Fuente: INE, Especialista en residuos sólidos

7.4.6.2. 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, mientras que el FE utilizado para N₂O se obtuvo del Volumen 5, Capítulo 5, Cuadro 5.6.

Los parámetros considerados son los siguientes, cuyos valores se presentan en la Tabla 7.16:

- Contenido de materia seca en % del peso húmedo
- 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

Tabla 7. 16

Incineración de residuos: parámetros de factor de emisión aplicados por subcategoría

Subcategoría	Parámetros		FE - CO ₂		FE - CH ₄		FE - N ₂ O		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	
5.C.1. Incineración de residuos	Contenido de materia seca en % del peso húmedo	Residuos clínicos	*0,65	Fracción					
		Residuos industriales	**0,50	Fracción					
	Residuos industriales	Contenido de carbono total en % del peso en seco	0,50	Fracción					
		Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total	0,90						
		Factor de oxidación en % de la entrada de carbono	1,00						
	Residuos hospitalarios	Contenido de carbono total en % del peso en seco	0,60						
		Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total	0,40						
		Factor de oxidación en % de la entrada de carbono	1,00						
	Factor de emisión (obs.: industrial y clínico)							100,00	kg N ₂ O/Gg residuos incinerados

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, *Empresa privada, **Especialista en residuos sólidos

En Incineración 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 5, Cuadro 2.4 y 5.2. Para el CH₄ el FE fue tomado de la Sección 5.4.2, mientras que el FE para estimar las emisiones de N₂O fue tomado del Cuadro 5.6.

Los parámetros considerados son los siguientes, cuyos valores se presentan en la Tabla 7.17:

- Contenido de materia seca en % del peso húmedo
- 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

Tabla 7. 17

Incineración abierta de residuos: parámetros de factor de emisión aplicados por subcategoría

Subcategoría	Parámetros		FE - CO ₂		FE - CH ₄		FE - N ₂ O	
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
5.C.2. Incineración abierta de residuos	Contenido de materia seca en % del peso húmedo	Papel	0,90	Fracción				
		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	Fracción				
		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	Fracción				
		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	Fracción				
		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

Las incertidumbres están asociadas tanto a los factores de emisión elegidos para cada fuente, así como a los datos de actividad empleados en las estimaciones.

Para el análisis de incertidumbre de la presente categoría se siguió el método 2 de las Directrices del IPCC de 2006. En la Tabla 7.18 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre.

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	98,17	97,49	41,09	41,45	106,38	304,65
	N ₂ O	98,17	97,49	196,03	195,82	200,49	288,91
4.C.2. Incineración abierta de residuos	CH ₄	58,75	59,12	195,50	196,73	197,13	239,90
	CO ₂	97,91	97,79	39,47	39,58	105,66	303,73
	N ₂ O	97,85	97,82	197,79	196,47	202,09	289,02

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

7.4.4. 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 para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos, considerando una cobertura geográfica a nivel nacional.

7.4.5. Actividades de GCCV de la categoría

7.4.9.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las Directrices del IPCC de 2006 para la subcategoría y las actividades propias del Equipo INGEI de Residuos. 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 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 del 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.

7.4.9.2. Garantía de la calidad

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluirlas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

7.4.9.3. 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.

7.4.6. Nuevos cálculos de la categoría

Las diferencias se deben a ajustes en los datos de la subcategoría 5.C.1. Incineración de residuos sobre Contenido de materia seca en % del peso húmedo indicados por especialistas en el sector.

La subcategoría 5.C.2. Incineración abierta de residuo también tuvo ajustes de datos provistos por el experto en residuos quien proporciona toda la información ya digerida sobre la tasa de generación per cápita por día urbana y rural con datos afinados del 2011-2015 y valores con ajustes de decimales de la composición de los residuos sólidos de 1950-2015.

Además, la DGEEC en conjunto con el experto en residuos ha proporcionado valores ajustados de la fracción de la población urbana y rural que quema sus residuos con ajustes de decimales de 1990-2015, también hubo ajustes de población urbana y rural con información proporcionada por la DGEEC.

En la siguiente tabla se muestran las diferencias de emisiones existentes en los nuevos cálculos comparativos de las emisiones de la categoría Incineración e Incineración abierta de residuos.

Tabla 7. 19

Incineración y quema abierta de residuos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	132,86	148,87	174,49	154,70	135,55	125,64		
INGEI actual	132,21	146,03	151,56	192,67	177,35	120,56	128,84	135,63
Diferencia	-0,64	-2,84	-22,92	37,97	41,80	-5,07		
Diferencia %	-0,49%	-1,95%	-15,12%	19,71%	23,57%	-4,21%		

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

7.4.7. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Con el objeto de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay en la presente categoría, se presentan las siguientes opciones de mejoría para los futuros inventarios:

- 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 las plantas incineradoras de residuos sólidos, correspondiente a proceso de licenciamiento ambiental (Ley 294/93).
- Relevar informaciones para mejorar calidad de los datos de Incineración en cuanto a las características de los residuos incinerados.
- 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 IGEL.
- Calcular emisiones de gases precursores (CO, NO_x, COVDM y SO_x).

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 pueden ser una fuente de CH₄ cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico, pudiendo también ser 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 agua residual industrial 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 zumos, etc.).

La 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 532,84 kt CO₂ eq en el año 2017, lo que representa un 41,20% del total del sector, con un incremento del 63,17% con respecto al año 1990 y del 9,95% con relación al 2015.

Respecto a las subcategorías, como se observa en la Tabla 7.20 y Figura 7.16, en el año 2017 la de mayor relevancia corresponde a las aguas residuales domésticas con un 78,96% de las emisiones de la categoría, mientras que las aguas residuales industriales representan el 21,04%. 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

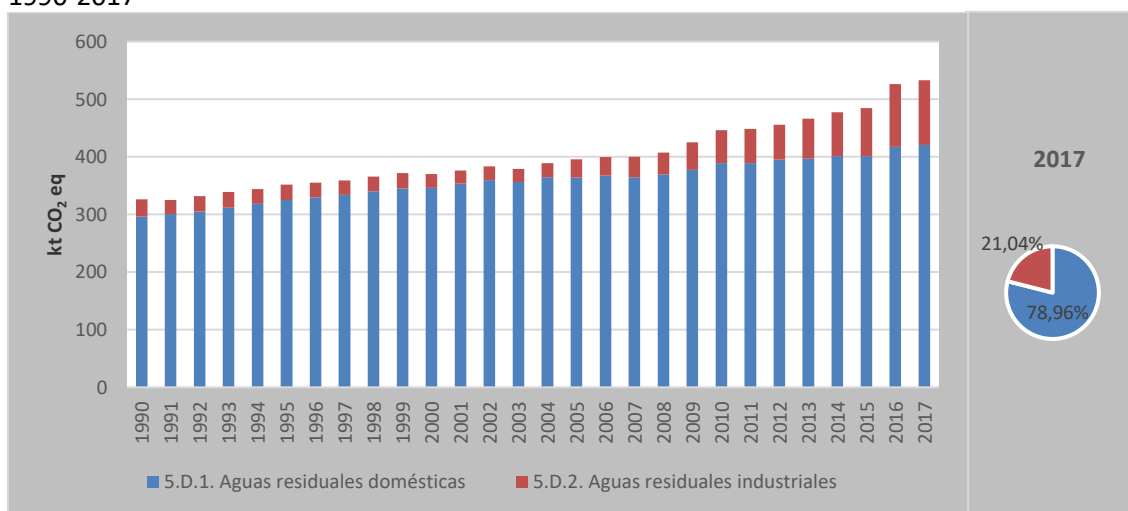
Tratamiento y descarga de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq)

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
5.D.1. Aguas residuales domésticas	296,52	325,41	346,33	363,91	388,93	401,08	417,42	420,73
5.D.2. Aguas residuales industriales	30,04	26,19	23,58	32,03	57,48	83,53	108,79	112,11
Total	326,56	351,60	369,91	395,94	446,42	484,60	526,21	532,84

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

Figura 7. 16

Tratamiento y descarga de aguas residuales: total de GEI por subcategoría (kt CO₂ eq), serie 1990-2017



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

7.5.2. Aspectos metodológicos específicos de la categoría

Para la estimación de CH₄ y N₂O de la presente categoría se aplicaron metodologías de Nivel 1 y valores de FE por defecto, así como se observa en la siguiente tabla resumen:

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, NA	D, NA
5.D.1. Aguas residuales domésticas			T1	D	T1	D
5.D.2. Aguas residuales industriales			T1	D	NA	NA

Referencias: T1 = Nivel 1; D = Por defecto; NA = No aplicable; NE = No estimada

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

Emisiones de CH₄

Las emisiones de CH₄ dependen de la cantidad de residuos orgánicos generados y de un factor de emisión que caracteriza la proporción en la que estos residuos generan CH₄. El método de Nivel 1 aplica valores por defecto para el factor de emisión 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 BOD/año

S= componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg. de BOD/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 BOD

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 las 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 COD/año

i = sector industrial

S_i= componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario, kg. de COD/año

EF_i= factor de emisión para la industria *i*, kg. de CH₄/kg. de COD 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

Emisiones 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

Emisiones de N₂O provenientes de las aguas residuales efluentes

ECUACIÓN 6.7
EMISIONES DE N₂O PROVENIENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES EFLUENTES

$$Emisiones\ de\ N_2O = N_{EFLUENTE} \cdot EF_{EFLUENTE} \cdot 44 / 28$$

Fuente: Ecuación 6.7; Capítulo 6; Volumen 5; Directrices del IPCC de 2006

Donde:

Emisiones 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.

7.5.6.1. Datos de actividad específicos de la categoría

Aguas Residuales Domésticas

Los datos de actividad requeridos para realizar los cálculos y sus respectivas fuentes para Aguas Residuales Domésticas fueron los siguientes:

Fracción de población urbana/rural por tipo de tratamiento y/o eliminación de aguas residuales: Para obtener datos del tipo de tratamiento y/o eliminación de aguas residuales domésticas en el país 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 (Ente Regulador de Servicios Sanitarios) y DAPSAN (Dirección de Saneamiento) del Ministerio de Obras Públicas.

A partir de 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.

Los resultados obtenidos se limitan al periodo de 1997 a 2017, teniendo en cuenta la falta de datos estadísticos de Censos y Encuestas de Hogares en los años previos.

Tabla 7. 22

Aguas residuales domésticas: parámetros de datos de actividad utilizados

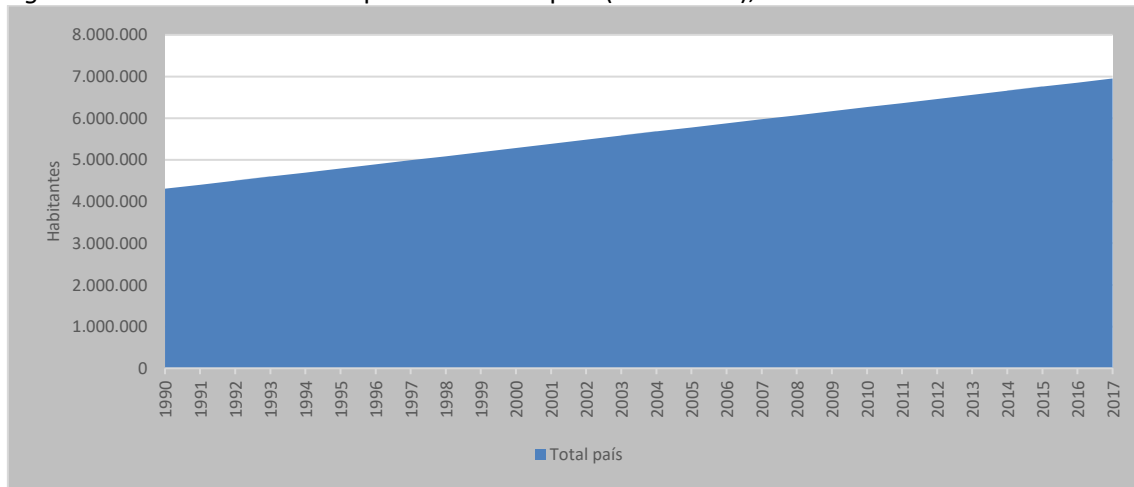
Año	Población			Tipo de tratamiento o descarga de aguas residuales domésticas por área							Suministro medio de proteínas a nivel país kg/hab/año
	Total país	Urbana	Rural	Urbano				Rural			
				Alcantarillado con tratamiento 2% (lagunas anaeróbicas poco profundas)	Alcantarilla do sin tratamiento o 98% (ríos, etc.)	Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	Alcantarilla do sin tratamiento (ríos, etc.)	Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	
Habitantes	Fracción	Fracción	%	%	%	%	%	%	%	%	
1990	4.308.340,54	0,48	0,52	0,26	12,84	52,42	34,48	0,00	15,39	84,60	25,55
1995	4.793.867,92	0,51	0,49	0,28	13,92	60,44	25,35	0,00	21,87	78,12	28,47
2000	5.284.480,00	0,54	0,46	0,30	16,50	64,10	19,10	0,20	24,30	75,50	27,78
2005	5.779.768,79	0,56	0,44	0,30	15,30	68,60	15,80	0,10	35,50	64,40	25,19
2010	6.265.876,70	0,58	0,42	0,30	13,50	75,90	10,30	0,40	40,90	58,70	24,71
2015	6.755.755,99	0,60	0,40	0,40	18,00	76,10	5,60	4,40	55,00	40,60	25,55
2016	6.854.535,75	0,61	0,39	0,30	15,30	78,00	6,30	0,50	55,80	43,70	25,55
2017	6.953.646,03	0,61	0,39	0,30	14,90	79,10	5,80	0,70	64,40	34,90	25,55

Año	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 BOD industrial adicional eliminado en las cloacas
	kg N/kg proteína	Fracción	Fracción	kg BOD per cápita/año	
1990	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
1995	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2000	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2005	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2010	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2015	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2016	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00
2017	0,16	1,10	1,25	14,60	1,00

Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEl 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. 17

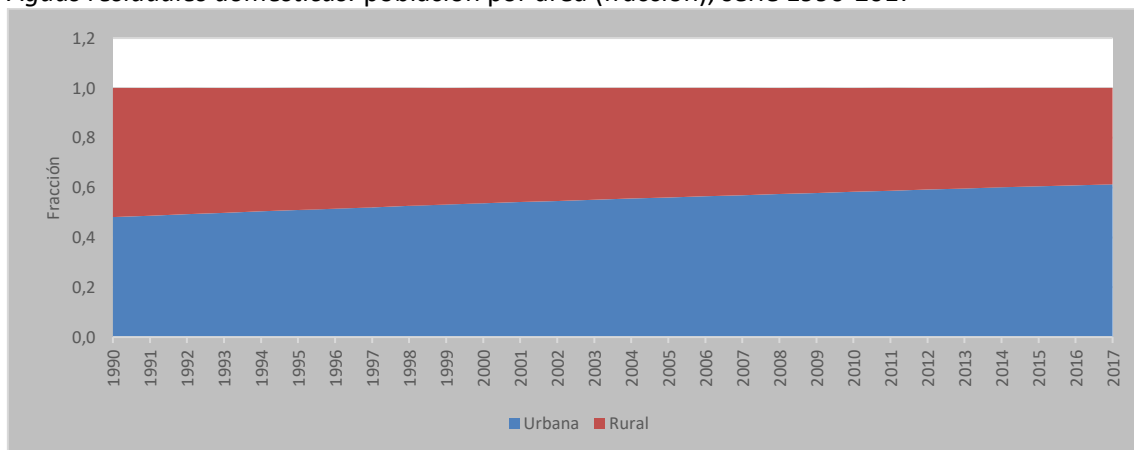
Aguas residuales domésticas: población total país (habitantes), serie 1990-2017



Fuente: INE.

Figura 7. 18

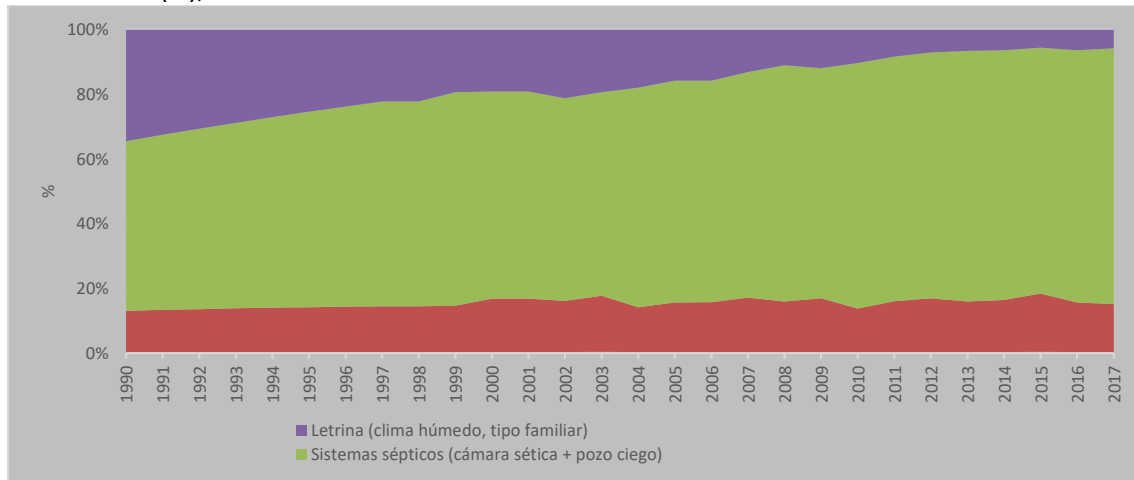
Aguas residuales domésticas: población por área (fracción), serie 1990-2017



Fuente: INE.

Figura 7. 19

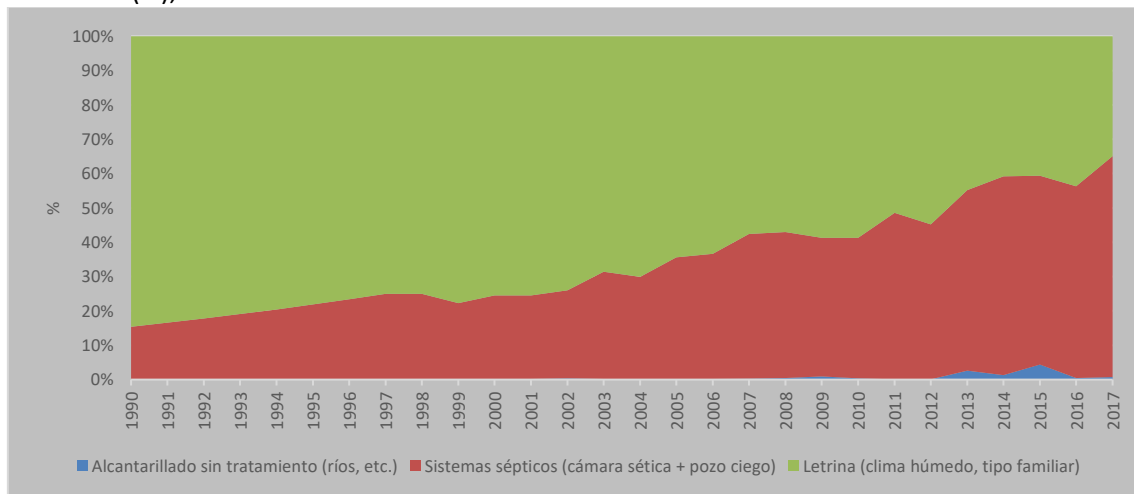
Agua residual doméstica: tipo de tratamiento o descarga de aguas residuales domésticas en área urbana (%), serie 1990-2017



Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES con base en información proporcionada por el INE, ERSSAN y DAPSAN.

Figura 7. 20

Agua residual doméstica: tipo de tratamiento o descarga de aguas residuales domésticas en área rural (%), serie 1990-2017

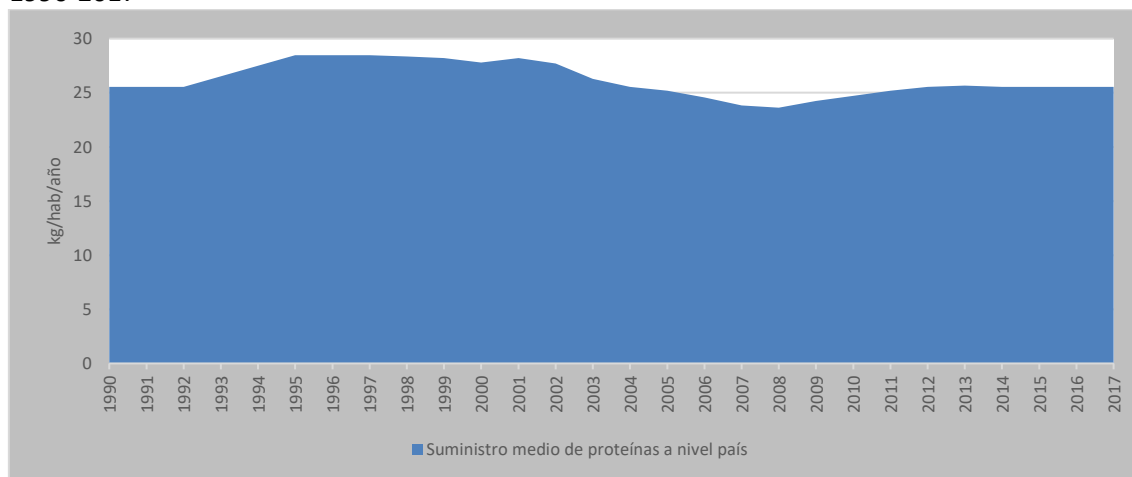


Fuente: Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES con base en la información proporcionada por el INE, ERSSAN y DAPSAN.

Para los cálculos de emisiones de N_2O se utilizaron datos del consumo de proteínas por habitante para Paraguay obtenidos de la Dirección de estadística de la FAO (fuente internacional) donde se presentan datos específicos por país, realizando interpolaciones o extrapolaciones 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. 21

Aguas residuales domésticas: suministro medio de proteínas a nivel país (kg/hab/año), serie 1990-2017



Fuente: FAO.

Aguas Residuales Industriales

Con respecto a 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 oficiales. 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 categoría se han considerado la producción nacional de etanol, azúcar, leche, cerveza, carnes (vacuna, porcina, avícola) y aceites (palma, girasol, colza y soja). A continuación, se presentan Tabla 7.23 y Figura 7.22 con los datos utilizados.

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
	t	t	t	t	t	t
1990	225.790,00	330.908,00	108.000,00	11.157,00	24.083,04	120.000,00
1995	357.873,00	396.523,00	195.000,00	17.536,00	15.932,85	105.000,00
2000	329.800,00	421.115,00	220.000,00	28.064,00	1.909,47	112.000,00
2005	372.380,00	442.879,00	240.000,00	257.679,00	26.898,06	119.000,00
2010	490.350,00	540.000,00	150.000,00	382.002,00	115.074,47	120.000,00
2015	515.000,00	673.832,00	159.804,96	760.110,07	199.200,17	120.000,00
2016	510.000,00	698.657,00	164.945,23	819.771,88	233.557,08	135.000,00
2017	508.000,00	719.243,00	170.250,84	846.140,57	241.768,26	140.000,00

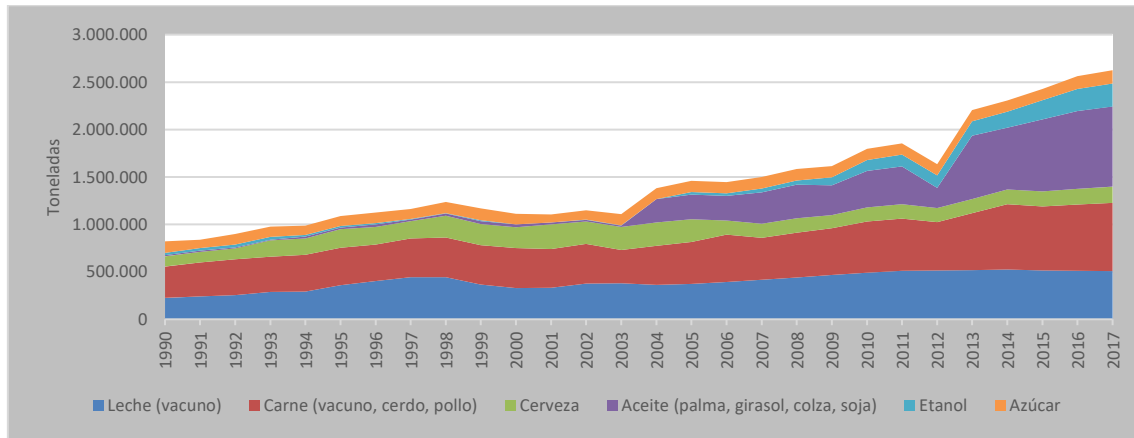
Año	*Promedio de aguas residuales generadas por sector industrial						*COD por sector industrial					
	Carne	Leche	Etanol	Cerveza	Aceite	Azúcar	Carne	Leche	Etanol	Cerveza	Aceite	Azúcar
	m3/t	m3/t	m3/t	m3/t	m3/t	m3/t	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3
1990	13,00	7,00	24,00	6,30	3,10	11,00	4,10	2,70	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
2016	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

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					
	Carn e	Lech e	Etano l	Cervez a	Aceit e	Azúca r	Carn e	Lech e	Cervez a	Aceit e	Carn e	Lech e	Etano l	Cervez a	Aceit e	Azúca r
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
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
2016	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

Fuente: FAO, IICA, BEN, United States Department of Agriculture, llenado de vacíos de información mediante estadística, *Directrices del IPCC de 2006 y **Elaboración propia de equipo técnico de INGEI del MADES.

Figura 7. 22

Aguas residuales industriales: cantidad de producción por sector industrial (toneladas), serie 1990-2017



Fuente: FAO, IICA, BEN, United States Department of Agriculture, Directrices del IPCC de 2006 y el llenado de vacíos de información mediante estadística.

7.5.6.2. 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				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

7.5.7. Incertidumbre específica de la categoría

Las incertidumbres están asociadas tanto a los factores de emisión elegidos para cada fuente, así como a los datos de actividad empleados en las estimaciones. Para el análisis de incertidumbre de la presente categoría se siguió el método 2 de las Directrices del IPCC de 2006. En la Tabla 7.25 se presentan los resultados de la evaluación de incertidumbre.

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	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
		4.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH ₄	3,71	3,69	20,05	19,92
	N ₂ O	9,81	9,80	2451,16	2487,61	2460,64	2487,57
4.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH ₄	28,41	28,40	69,09	69,13	165,02	186,21

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

7.5.8. 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 para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método, aunque en algunos casos se utilizaron diferentes fuentes de datos. 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.

7.5.9. Actividades de GCCV de la categoría

7.5.9.1. Control de la calidad

Se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo INGEI de Residuos. 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 del 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 del 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.

7.5.9.2. Garantía de la calidad

Como resultado del proceso de Garantía de Calidad, se han recibido recomendaciones de revisores expertos externos, las cuales fueron analizadas sobre su factibilidad de ser incluídas; las mismas han sido listadas y su estado de implementación se encuentra en el Anexo 5.11.

7.5.9.3. 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.

7.5.10. Nuevos cálculos de la categoría

La Tabla 7.26 muestra la comparación resultante de los nuevos cálculos aplicados en el presente INGEI con respecto al anterior para la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas e industriales. Dichas diferencias pudieran deberse principalmente al acceso a datos estadísticos más actualizados y precisos, así como a ajustes en ciertos parámetros disponibles en fuentes oficiales y a un mayor desglose de los tipos de tratamientos para el caso de las aguas residuales industriales.

Los detalles de las modificaciones realizadas son las siguientes:

- Para 5.D.1. Aguas residuales domésticas se registran diferencias en los datos de población total país y por área urbana y rural de 1990-2015 según información proporcionada por la DGEEC.
- La DGEEC también ha proporcionado información referente al tipo de tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas la cual fue procesada por equipo técnico según el formato requerido para el cálculo de emisiones de 1997-2015 y proyectada mediante el método estadístico de media geométrica para los años 1990-1996.
- Además, se han incorporado ajustes del consumo de proteína de la dieta de 2000-2015 según información obtenida de FAOSTAT.
- Se ha identificado un ajuste en el uso de valores por defecto de la fracción de la proteína no-consumida de 1990-2015.
- Para 5.D.2. Aguas residuales industriales se ajustaron los datos de producción de azúcar con información descargada de la United States Department of Agriculture de 1990-2015, incorporando además nuevos datos de producción de cerveza de FAOSTAT de 1990-2013 y datos estadísticos de 2014-2015 así como para la producción de aceite de 2014-2015. También se ha incorporado una distribución por Tipo de tratamiento o descarga por sector industrial.
- No se ha incorporado estimación de producción de vino en el inventario actual, debido a que no se considera un sector industrial significativo a nivel nacional y a las limitaciones del software del IPCC para incluir varios tipos de tratamiento para los sectores industriales.

Tabla 7. 26

Tratamiento y descarga de aguas residuales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI anterior	338,68	386,72	411,38	445,17	516,12	586,72		
INGEI actual	326,56	351,60	369,91	395,94	446,42	484,60	526,21	532,84
Diferencia	-12,13	-35,12	-41,47	-49,23	-69,70	-102,12		
Diferencia %	-3,71%	-9,99%	-11,21%	-12,43%	-15,61%	-21,07%		

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

7.5.11. Plan de mejoramiento específico de la categoría

Con el objeto de mejorar la calidad del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Paraguay en la presente categoría, se presentan las siguientes opciones de mejoría para los futuros INGEI:

- 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.
- Promover líneas de investigación con universidades y/o centros de investigación para realizar estudios sectoriales que generen informaciones correspondientes a datos de actividades.
- 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.
- Alentar a las entidades proveedoras de información, a implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos que alimentan el IGEI.
- Calcular emisiones de gases precursores (CO, NO_x, COVDM y SO_x).

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

Se destaca que Paraguay declara por segunda 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 IBA2 serie temporal 1990-2015, 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 IBA2 y el INGEI serie 1990-2017 del IBA3.

Tabla 8.1

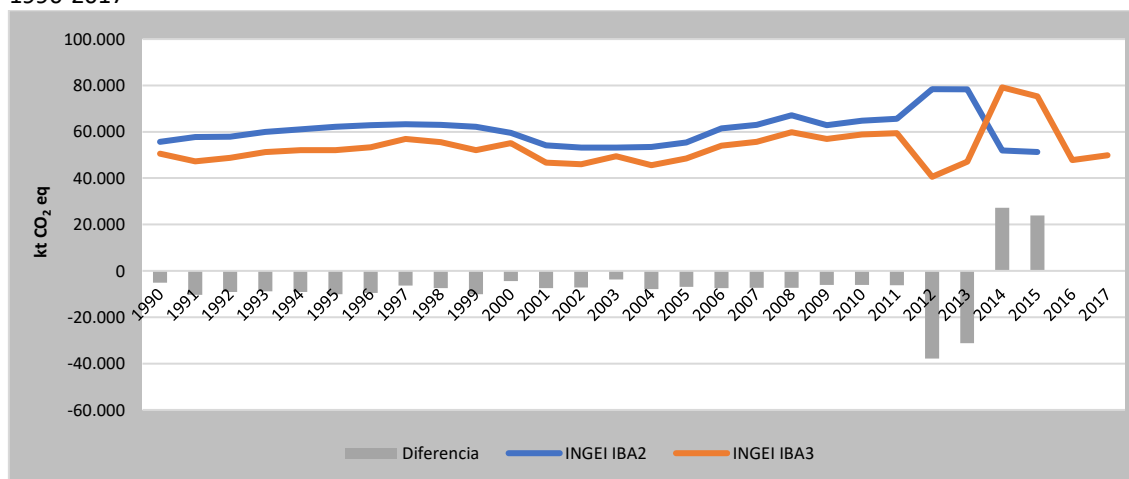
INGEI de Paraguay: comparación entre balance de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017

INGEI	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
INGEI IBA2	55.688,28	62.108,22	59.518,05	55.430,61	64.842,46	51.293,27		
INGEI IBA3	47.312,78	52.022,08	55.111,37	48.493,34	58.814,44	75.228,26	47.789,83	49.855,53
Diferencia	-8.375,50	-10.086,14	-4.406,68	-6.937,27	-6.028,02	23.934,99		
Diferencia %	-15,04 %	-16,24 %	-7,40 %	-12,52 %	-9,30 %	46,66 %		

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 1990-2015 y el inventario 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

8.1. Sector Energía

En la Figura 8.2 se puede observar que existen pequeñas 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:

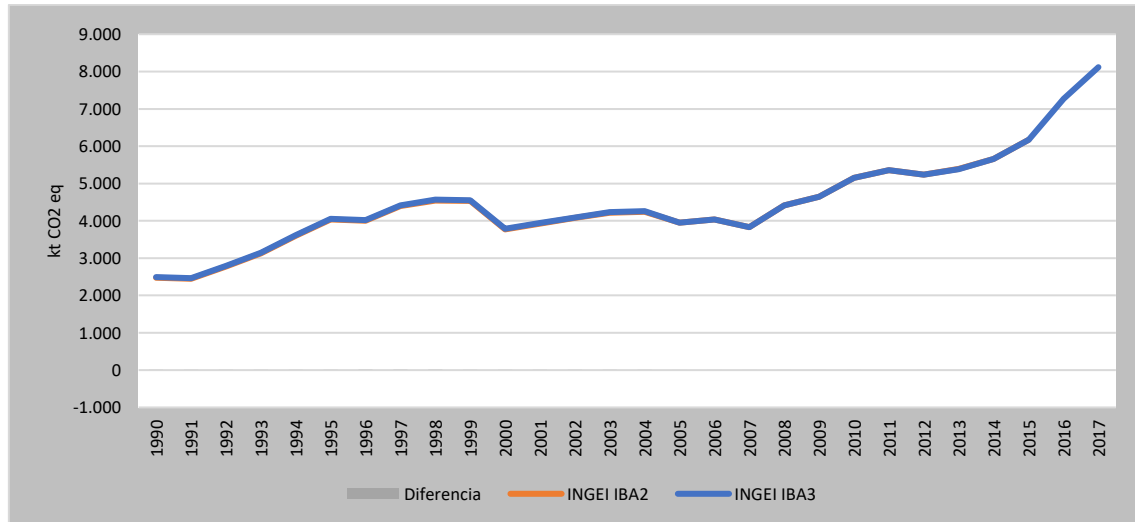
- Llenado de vacíos de información en datos de Diesel oil consumido en las centrales termoeléctricas en los años 1997 y 1998 mediante tratamientos estadísticos.
- Llenado de vacíos de información en datos de varios combustibles consumidos en Industrias manufactureras y de la construcción mediante tratamientos estadísticos, correspondientes a GLP (1990-1991 y 1996-2004), Nafta (1990-2004), Otro queroseno (1990-2004), Otros biocombustibles líquidos (1990-2004); Antracita (1990 y 1992-2003) y principalmente Diesel oil (2000-2010, 2012 y 2014-2015). Además, se incorporaron

datos de consumo de Diesel oil (2011 y 2013) a partir de informaciones del BNEU y se ajustaron datos de consumo de Antracita (2015) a partir de informaciones del VMME.

- Reasignación del consumo de Diesel oil (2000-2015) en la subcategoría Industrias manufactureras y de la construcción, correspondiente anteriormente a la fuente Transporte terrestre, debido a ajustes recomendados por el VMME.
- Llenado de vacíos de información en datos de combustibles Queroseno para motores a reacción (1990-1995) y Gasolina para la aviación (1990-2004) correspondientes a subcategoría Aviación, mediante tratamientos estadísticos.
- Ajustes en la fracción de distribución de GLP, Fuelóleo residual, Otro queroseno y Otros biocombustibles líquidos, en toda la serie temporal de las fuentes Comercial / Institucional y Residencial correspondiente a la subcategoría Otros sectores, en base a informaciones proporcionadas por el VMME.
- Llenado de vacíos de información de Fuelóleo residual y Otros biocombustibles líquidos (1990-2004) de la subcategoría Otros sectores, mediante tratamientos estadísticos.

Figura 8. 2

Sector Energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del ING EI del MADES

Para el plan de mejora se considera lo siguiente:

- Relevar datos de combustible diésel utilizado por la ANDE en sus centrales termoeléctricas recurriendo a los registros de la institución.
- Coordinar con el VMME en el diseño y relevamiento de datos energéticos para el Balance Energético Nacional (BEN) y Balance de Energía Útil (BEU) a fin de ajustar a los requerimientos de los ING EI.
- Coordinar con la Dirección de EvIA del MADES para obtener la declaración de informaciones de empresas y/o actividades en el marco de la obtención de Licencias Ambientales y realización de Auditorías Ambientales.
- Desglosar los consumos de combustible por actividad industrial recurriendo a los registros de las propias empresas del sector industrial.
- Fortalecer relacionamiento con la DINAC para acceder a los registros de consumo de combustibles en sector de aviación segregados entre vuelos nacionales e internacionales.

- Desglosar el consumo de combustible por tipo de transporte (motos, autos, camiones, etc.) a través de vínculos con otras organizaciones (Dirección de Transporte del MOPC, Registro automotor, DNA).
- Obtener datos del contenido de carbono de los combustibles utilizados en el país.
- Releva datos de consumo de combustibles en sector Navegación a través de una estrategia conjunta con otras instituciones (VMME, VMT, MIC, Dirección de Marina Mercante).
- Coordinar con el VMME para desglosar el consumo de energía Comercial y Residencial en datos del BEN.

8.2. Sector IPPU

En la Figura 8.3 se pueden observar las diferencias con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que se realizaron mejoras en los datos de actividad, así como en algunos factores de emisión específicos del país, lo cual influyó en un mejor reflejo de la situación de las emisiones del sector.

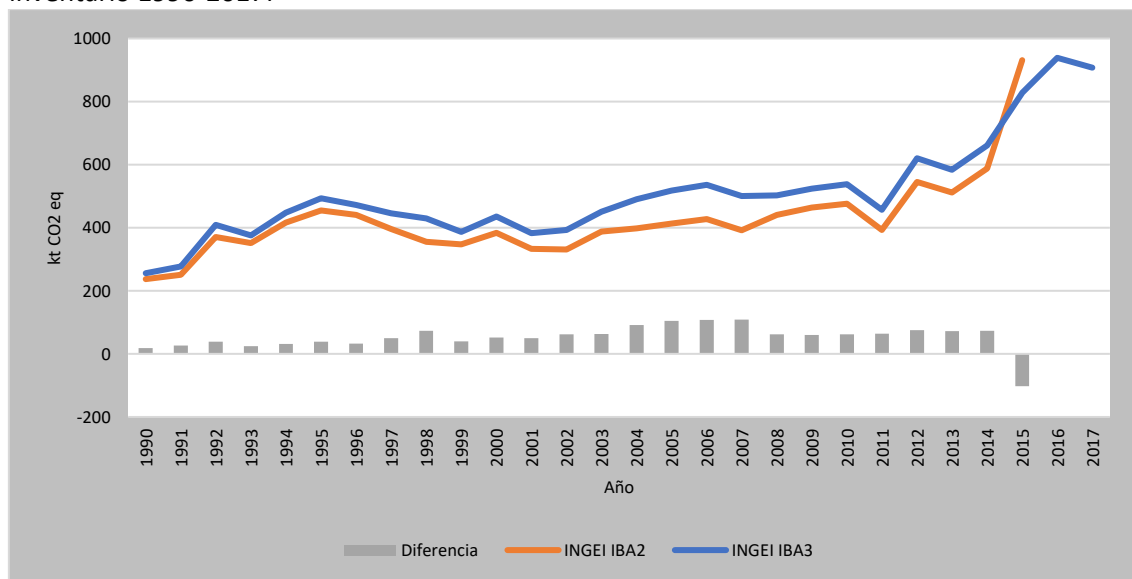
A continuación, se citan las mejoras llevadas a cabo:

- En la categoría de Industria de los minerales, para producción de cemento se han realizado ajustes en los parámetros de cálculo correspondiente al contenido de CaO, pasando de un valor por defecto a valores proporcionados por la empresa (2003-2007) y extrapolados mediante tratamientos estadísticos (2008-2017). Además, una de las industrias cementeras ha indicado que cuenta con filtros de manga, por lo cual se ha ajustado el Factor de corrección del CKD para dicha industria.
- En la producción de cal se han llenado los vacíos de información mediante la utilización de datos de producción de cal viva de un estudio específico (Wiens, 1990-1991) y se han aplicado tratamientos estadísticos basados en datos de la producción de cemento como variable predictiva para completar la serie en el periodo 1992-2007.
- Para producción de vidrio se han llenado los vacíos de información (1990-2005) mediante tratamientos estadísticos basados en datos de ceniza de sosa como variable predictiva y en datos puntuales de producción de vidrio (2001 y 2004). Además, como valor de cullet se han realizado ajustes, considerado constante de 1990-2005 un valor de 0,57 y para el año 2017 un valor de 0,76.
- En el sector cerámica se ha contratado una consultoría de un especialista para generar los datos de producción de materiales cerámicos en toda la serie temporal, así como determinar el % de carbonatos en la composición de la arcilla utilizada en las industrias nacionales. En este caso, los valores obtenidos reflejaron un bajo contenido de carbonatos, lo cual se explica por la predominancia de suelos ácidos en el país. Considerando que en inventarios anteriores se utilizaron valores por defecto más elevados, esta nueva información determinó una diferencia significativa en el aporte de emisiones de esta subcategoría.
- Para Otros usos de la ceniza de sosa se ha llenado vacíos de información (1990-1996 y 1999) mediante tratamientos estadísticos a partir de datos de importaciones del producto.
- En la categoría Industria química se incorpora una nueva industria de producción de carburo.
- Para la categoría Industria de los metales han utilizado datos de producción de hierro del WSA obtenidos por la diferencia entre la producción de arrabio y la producción de acero, mientras que en el anterior inventario se han tomado valores de exportación de hierro (2004-2008, 2010-2012 y 2014-2015).

- Para producción de plomo fueron estimadas las emisiones en los años 2004 y 2006-2008 a partir de datos de exportación proporcionados por la DNA.
- En la categoría Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes se realizaron cambios metodológicos en el tratamiento estadístico de los datos para completar los vacíos de la serie temporal (1990-1998) partiendo de los datos de importaciones de lubricantes y ceras (1999-2017).
- En la categoría Uso de productos sustitutos de las SAO se ha ampliado el cálculo de las emisiones a partir del año 1997, basado en datos de consumo de HFC-134a obtenidos mediante tratamientos estadísticos. También se puede mencionar la consideración realizada en el inventario actual de asignar para dicho gas un uso del 50 % en equipos estacionarios y 50 % para móviles.
- En Manufactura y utilización de otros productos correspondiente al uso de SF6 en equipos eléctrico, se ha efectuado un cambio de metodología de cálculo, adoptándose el método de equilibrio de masas utilizando los datos del consumo anual de SF6 para la recarga de los equipos, pasando de un T1 a T3. Se ha considerado el consumo del 50 % del gas SF6 para las entidades binacionales, además de ampliar las entidades consumidoras de este gas, pasando de una entidad en el INGEI anterior a tres entidades en el presente INGEI.

Figura 8.3

Sector IPPU: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017f



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Para el plan de mejora se considera lo siguiente:

- Coordinar con el MIC una estrategia de relevamiento y registro de datos de actividades industriales.
- Fortalecer vínculos con la DNA para acceso a informaciones de importaciones y exportaciones de mercaderías a fin de realizar análisis de datos de sectores específicos.
- 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.
- Coordinación interna del MADES para obtener datos de actividades en proceso de licenciamiento ambiental (Ley N° 294).

- En Industria de los minerales, para la Producción de cemento depurar datos de parámetros específicos del proceso.
En Producción de cal realizar censo económico para relevamiento del sector a través de la colaboración con el Instituto Nacional de Estadísticas.
En Producción de vidrio realizar trabajo colaborativo con industria del sector para depurar datos de actividades.
- En Industria de los metales, para la Producción de hierro y acero establecer estrategia para acceder a datos históricos de producción de la empresa ACEPAR y sucesivas.
Para la Producción de plomo relevar informaciones de empresas del sector y su producción.
- Producción de carburo relevar datos de producción de misma industria.
- Para los Uso de productos sustitutos de las SAO coordinar con Dpto. Ozono de DGA/MADES para el acceso a datos de consumo de sustitutos de SAO.
- En Manufactura y utilización de otros productos: Equipos eléctrico, coordinar con entidades del sector eléctrico la provisión de datos de consumo de SF6.

8.3. Sector Agricultura

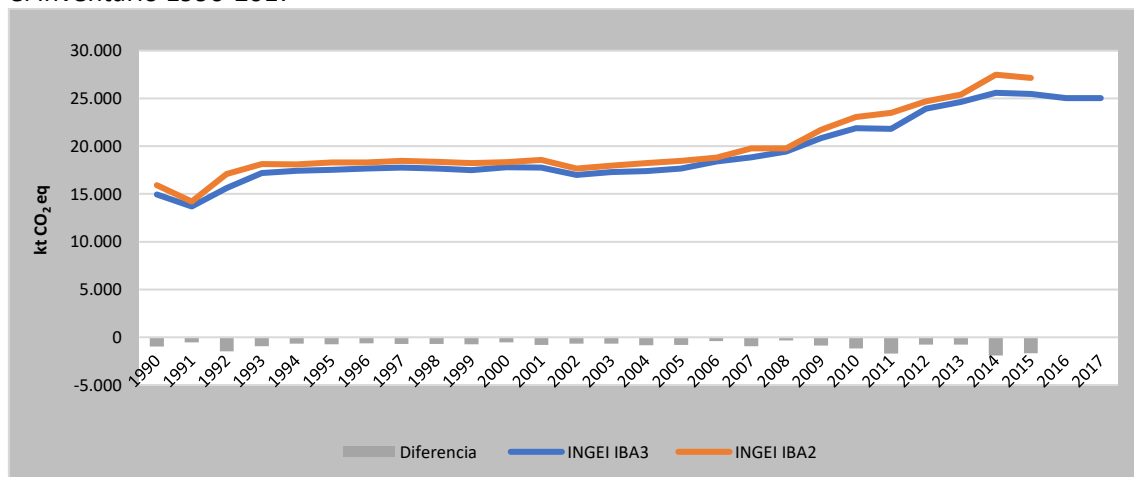
En la Figura 8.4 se observan las diferencias con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que se realizaron mejoras en los datos de actividad, así como en el factor de emisión país específico, lo cual influyó en la mejor representación del país, coincidiendo con el objetivo de las Directrices del IPCC de 2006 que a medida que se van realizando los inventarios, estos vayan mejorando.

A continuación, se citan las mejoras llevadas a cabo:

- Desagregación de la población del ganado vacuno por grupo etario, teniendo en cuenta las siguientes subcategorías de ganado: *vacas lecheras, vacas, vaquillas, toros, novillos, desmamantes machos, desmamantes hembras, terneros y bueyes*.
- Mayor exhaustividad en las poblaciones animales existentes en el país, con la inclusión del número de cabezas de *búfalos* y de *mulas y asnos*.
- Ajuste de los factores de emisión de *ganado vacuno* para la categoría *fermentación entérica*, implementando parámetros basados en el juicio de expertos nacionales y el SENACSA y el ajuste de otros valores por defecto de las Directrices del IPCC 2006.

Figura 8.4

Sector Agricultura: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Para el plan de mejora se considera lo siguiente:

- Refinamiento de los datos de actividad para mejorar los niveles de estimación, con énfasis en las categorías principales.
- Fomentar el 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*.
- Generar 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.

8.4. Sector UTCUTS

Paraguay a través del Instituto Forestal Nacional elaboró nuevos mapas de uso de la tierra teniendo en cuenta las seis categorías de uso presentadas por las Directrices del IPCC de 2006.

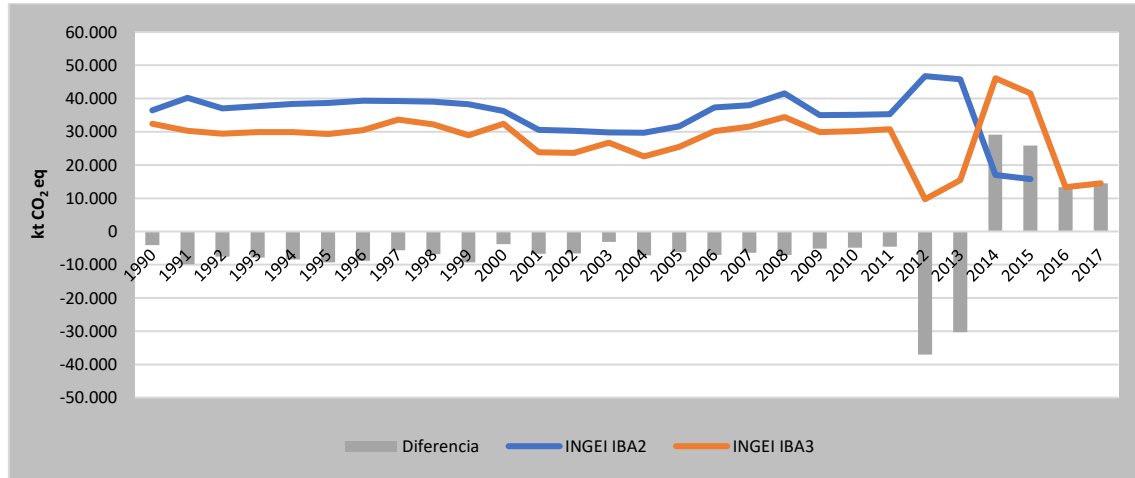
En la Figura 8.5 se observan las diferencias con respecto al INGEI anterior. Esto se debe a que se contó con nuevos datos de actividad, nuevos depósitos estimados, nuevos valores de existencia de carbono, cambios en algunos factores de ajuste y algunas categorías con nuevas definiciones de uso.

A continuación, se citan las mejoras llevadas a cabo:

- Elaboración, por vez primera, de una sección de representación de tierras considerando las seis categorías de uso de la tierra, que permitió la mejor aplicación de datos de actividad de usos y cambios de uso de la tierra incrementando la transparencia del inventario.
- Mayor exhaustividad, con la estimación de las seis categorías de tierras indicadas en las Directrices del IPCC de 2006.
- Estimación del cambio de la existencia de carbono en el depósito de biomasa, con nuevos datos de la remediación del IFN 2019, para las subcategorías que incluyen el cambio por pérdida de superficies de *tierras forestales*.
- *Tierras forestales*, actualización de valores de superficies consideradas gestionadas. Mejor desagregación de los datos de plantaciones forestales teniendo en cuenta el incremento medio anual. Utilización de valores de extracción de madera combustible del Sistema de Información Energética Nacional (VMME).
- *Tierras de cultivo*, se estimó el depósito de suelos minerales 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. Se estimó el depósito de materia orgánica muerta con valores de existencia de C del IFN 2015.
- *Pastizales*, primera vez que se calcula esta categoría. Se estimó el depósito de suelos minerales teniendo en cuenta la desagregación de pastizales según su tipo de gestión, en pastizales mejorados y pastizales moderadamente degradados. Además, se estimó el depósito de materia orgánica muerta con valores de existencia de C del IFN 2015.
- *Humedales*, primera vez que se calcula la categoría.
- *Asentamientos*, primera vez que se calcula la subcategoría de *tierras convertidas en asentamientos*, específicamente la de *tierras forestales convertidas en asentamientos*.
- *Otras tierras*, ajuste en la definición de la categoría cumpliendo con lo estipulado en las *Directrices del IPCC de 2006*. Estimación del depósito de suelos minerales teniendo en cuenta valores por defecto.

Figura 8.5

Sector UTCUTS: comparación entre balances de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Para el plan de mejora se considera lo siguiente:

- Trabajar en una definición oficial de las tierras gestionadas para su uso en los próximos inventarios, involucrando a los principales actores del sector.
- Mejor desagregación de las categorías teniendo en cuenta: los regímenes de gestión, las zonas climáticas, estratos boscosos y regiones del país.
- Refinamiento de los datos de actividad para mejorar los niveles de estimación, con énfasis en las categorías principales, para la mejora de la exhaustividad, coherencia y consistencia de los inventarios.
 - Trabajo conjunto con otras instituciones para la generación o mejor desagregación de datos.
- 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 factores.
 - Mejora en la gestión y recopilación de factores.
 - Realización de dictámenes de expertos.
- Incluir subcategorías no estimadas, por falta de tiempo debido a la pandemia del COVID 19 para la mejora de la exhaustividad.
-

8.5. Sector Residuos

En la Figura 8.6 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:

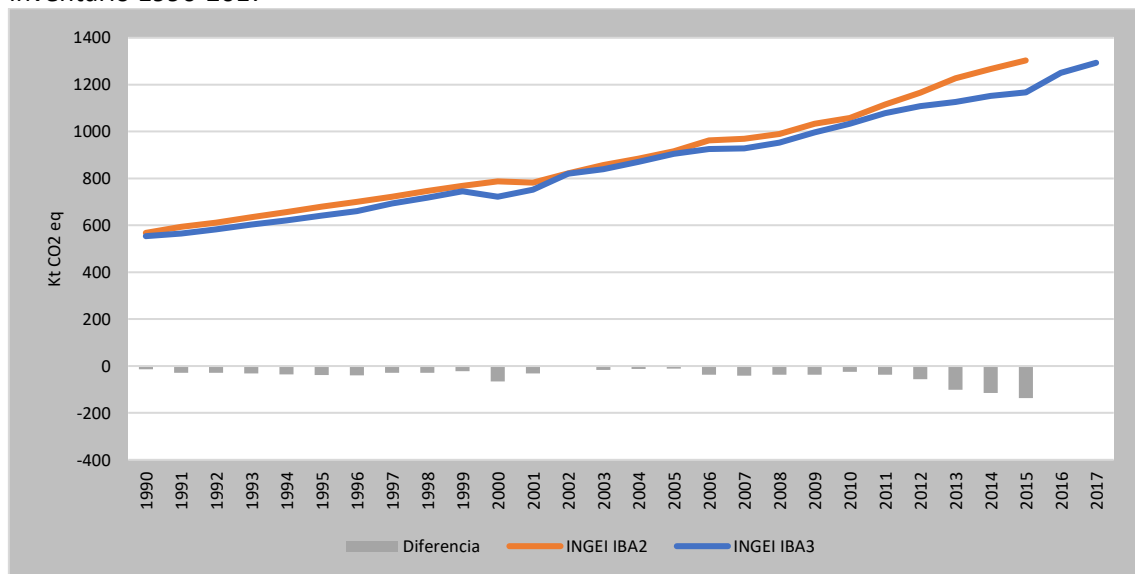
- En la categoría Disposición de residuos sólidos, basado en informaciones proporcionadas por experto nacional, se realizaron ajustes en los datos correspondientes a la Tasa de generación per-cápita anual (2011-2015), a la Tasa de recolección de residuos sólidos municipales total país (2010-2015), a los Sitios de eliminación de residuos sólidos (1950-2015) y la Composición de los residuos sólidos

(1950-2015). Además, se han realizado ajustes en los valores de población en toda la serie temporal, basado en informaciones proporcionadas por la DGEEC.

- En la subcategoría Incineración de residuos se realizaron ajustes en los datos del Contenido de materia seca.
- En la subcategoría Incineración abierta de residuos de realizaron ajustes en los datos sobre la tasa de generación per cápita por día urbana y rural (2011-2015) y sobre la composición de los residuos sólidos (1950-2015), basados en informaciones proporcionadas por experto nacional. Además, se realizaron en ajuste de los datos correspondientes a la fracción de la población urbana y rural que quema sus residuos (1990-2015) basados en informaciones proporcionadas por la GGEEC.
- En la categoría de Tratamiento y descarga de aguas residuales se realizaron ajustes en algunos parámetros a partir del acceso a datos estadísticos sobre el tipo de tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas (1997-2015) proporcionado por la DGEEC y proyectada mediante tratamiento estadístico para los años 1990-1996. Se realizaron ajustes en los datos de población total país y por área urbana y rural (1990-2015) según información proporcionada por la DGEEC. Se han realizado ajustes en datos del parámetro de consumo de proteína de la dieta (2000-2015) según información obtenida de FAOSTAT.
- Para Tratamiento de aguas residuales industriales se realizó un mayor desglose de los tipos de tratamientos, se ajustaron los datos de producción de azúcar en base a datos de la fuente United States Department of Agriculture (1990-2015) y se incorporaron nuevos datos de producción de cerveza a partir de la fuente FAOSTAT (1990-2013).

Figura 8.6

Sector Residuos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO₂ eq) del inventario 1990-2015 y el inventario 1990-2017



Fuente: Elaboración propia del equipo técnico del INGEI del MADES

Para el plan de mejora se considera lo siguiente:

- Promover líneas de investigación con universidades y centros de investigación para realizar estudios sectoriales que generen informaciones a ser utilizadas por el INGEI.
- Regionalizar las emisiones de GEI del sector.
- Coordinación interna del MADES para obtener datos de actividades en proceso de licenciamiento ambiental (Ley N° 294).

- Para Disposición de residuos sólidos, relevar datos sobre la gestión de los residuos sólidos domésticos en municipios de todo el país.
Actualizar información de los vertederos existentes en el país a fin de mejorar la clasificación de los sitios.
- Para Tratamiento biológico de los desechos sólidos, relevar datos de los sistemas de tratamiento biológicos de residuos sólidos.
- Para Incineración e incineración abierta de residuos, mejorar calidad de los datos de Incineración en cuanto a las características de los residuos incinerados.
- Para Tratamiento y descarga de aguas residuales, 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.
Relevar datos sobre la gestión de los lodos de sistemas de tratamiento y el tipo de tratamiento recibido.

Anexos

Anexo 1. Categorías principales

Anexo 1.1. Evaluación de nivel de clasificación 1 de las categorías principales para el año 2017

CATEGORÍAS	Año actual estimación de emisiones (kt CO ₂ eq)	Evaluación del nivel	Porcentaje acumulado
3B2b - Bosques convertidos en tierras de cultivo (Emisiones) - CO ₂	16.726	0,185	19%
3B3b - Bosques convertidos en pastizales (Emisiones) - CO ₂	16.494	0,182	37%
3A1 - Fermentación entérica - CH ₄	15.219	0,168	54%
3B1b - Tierra convertida en bosques (Absorciones) - CO ₂	7.249	0,080	62%
3C4 - Emisiones directas de N ₂ O provenientes de suelos gestionados - N ₂ O	7.158	0,079	70%
1A3b - Actividades de combustión de combustibles - Transporte - Transporte vial - CO ₂	6.978	0,077	77%
3B1a - Bosques que continúan siendo bosques (Absorciones) - CO ₂	6.074	0,067	84%
3B2a - Tierras de cultivo que continúan siendo tierras de cultivos (Absorciones) - CO ₂	5.601	0,062	90%
3C5 - Emisiones indirectas de N ₂ O provenientes de suelos gestionados - N ₂ O	1.606	0,018	92%
3B3a - Pastizales que continúan siendo pastizales (Absorciones) - CO ₂	1.285	0,014	93%
4A - Disposición de desechos sólidos - CH ₄	625	0,007	94%
3B5b - Bosques convertidos en asentamientos (Emisiones) - CO ₂	528	0,006	95%
3C7 - Cultivos de arroz - CH ₄	518	0,006	95%
2F1 - Usos de productos como sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono - Refrigeración y aire acondicionado - HFC-23	490	0,005	96%
3A2 - Gestión del estiércol - CH ₄	348	0,004	96%
4D - Tratamiento y descarga de aguas residuales: Domésticas - CH ₄	326	0,004	96%
1A4 - Actividades de combustión de combustibles - Otros sectores - CH ₄	321	0,004	97%
2A1 - Industria mineral - Producción de cemento - CO ₂	267	0,003	97%
1A4 - Actividades de combustión de combustibles - Otros sectores - CO ₂	211	0,002	97%
1A2 - Actividades de combustión de combustibles - Industrias de manufactura y construcción - CO ₂	191	0,002	98%
1A3b - Actividades de combustión de combustibles - Transporte - Transporte vial - N ₂ O	189	0,002	98%
4D - Tratamiento y descarga de aguas residuales: Industriales - CH ₄	112	0,001	98%
3C2 - Encalado - CO ₂	104	0,001	98%
4D - Tratamiento y descarga de aguas residuales: Domésticas - N ₂ O	96	0,001	98%
4C - Incineración y quema al aire libre de desechos - CO ₂	79	0,001	98%
1A2 - Actividades de combustión de combustibles - Industrias de manufactura y construcción - N ₂ O	71	0,001	98%
1A4 - Actividades de combustión de combustibles - Otros sectores - N ₂ O	59	0,001	98%
2C1 - Industria metalúrgica -Producción de hierro y acero - CO ₂	54	0,001	98%
4C - Incineración y quema al aire libre de desechos - CH ₄	47	0,001	98%
2A2 - Industria mineral - Producción de cal - CO ₂	43	0,000	99%
3A2 - Gestión del estiércol - N ₂ O	40	0,000	99%
1A2 - Actividades de combustión de combustibles - Industrias de manufactura y construcción - CH ₄	38	0,000	99%
3C3 - Aplicación de urea - CO ₂	36	0,000	99%
3C6 - Emisiones indirectas de N ₂ O provenientes de gestión del estiércol - N ₂ O	34	0,000	99%
1A3b - Actividades de combustión de combustibles - Transporte - Transporte vial - CH ₄	29	0,000	99%
1A3a - Actividades de combustión de combustibles - Transporte - Aviación civil nacional - CO ₂	28	0,000	99%
2G - Fabricación y uso de otros productos - No especificado, CO ₂ e	20	0,000	99%
2D - Productos no energéticos provenientes de combustibles y uso de solventes - CO ₂	19	0,000	99%

CATEGORÍAS	Año actual estimación de emisiones (kt CO ₂ eq)	Evaluación del nivel	Porcentaje acumulado
4C - Incineración y quema al aire libre de desechos - N ₂ O	9	0,000	99%
3B4b - Bosques convertidos en Humedales (Emisiones) - CO ₂	7	0,000	99%
2B5 - Industria química - Producción de carburo - CO ₂	5	0,000	99%
2A4 - Industria mineral - Otros usos de procesos de carbonatos - CO ₂	4	0,000	99%
2F3 - Usos de Productos como sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono - Protección contra incendios - HFC-143a	3	0,000	99%
2A3 - Industria mineral - Producción de vidrio - CO ₂	2	0,000	99%
1A1 - Actividades de combustión de combustibles - Industrias de energía (combustible líquido) - CO ₂	1	0,000	99%
2B5 - Industria química - Producción de carburo - CH ₄	0	0,000	99%
2C5 - Industria metalúrgica -Producción de plomo - CO ₂	0	0,000	99%

Anexo 2. Evaluación 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 1990-2017 de Paraguay, se desarrolló el Método 2: simulación de Monte Carlo, el cual consiste en la obtención de la Función de Distribución de Probabilidad mediante simulaciones. Para ello se utilizó el Software SPSS Statistics 26.0 y se realizaron las simulaciones a través del programa Excel.

CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO 2							
Categorías	Gas	Incertidumbre de los datos de la actividad		Incertidumbre del parámetro de factor de emisión/estimación (combinado si se usa más de un parámetro de estimación)		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
		1 - Energía		19,39	19,31	2,87	2,90
Líquido	CO ₂	34,16	34,26	1,33	1,33	34,59	34,74
	CH ₄	34,16	34,26	51,66	51,25	114,13	138,61
	N ₂ O	34,16	34,26	90,88	91,50	104,27	124,19
Sólido	CO ₂	19,51	19,63	3,18	3,19	19,73	20,04
	CH ₄	19,51	19,63	132,04	132,14	131,54	137,91
	N ₂ O	19,51	19,63	146,24	147,85	146,30	152,89
Biomasa	CO ₂	20,39	20,21	6,71	6,78	22,10	23,27
	CH ₄	20,39	20,21	67,93	68,36	102,32	124,65
	N ₂ O	20,39	20,21	96,56	96,57	79,56	87,28
1.A - Actividades de quema de combustible							
Líquido	CO ₂	34,71	34,64	1,47	3,44	34,75	34,68
	CH ₄	38,84	38,57	114,90	116,48	114,27	138,88
	N ₂ O	37,58	37,51	104,20	104,26	103,65	126,36
Sólido	CO ₂	19,51	19,63	3,18	3,19	19,73	20,04
	CH ₄	19,51	19,63	132,04	132,14	131,54	137,91
	N ₂ O	19,51	19,63	146,24	147,85	146,30	152,89
Biomasa	CO ₂	20,97	20,95	8,58	8,63	21,89	23,53
	CH ₄	38,47	38,46	102,76	102,79	102,13	125,15
	N ₂ O	23,34	23,35	77,66	77,76	77,35	89,83
1.A.1 - Industria de la energía							
Líquido	CO ₂	19,61	19,42	1,47	1,45	19,60	19,57
	CH ₄	19,61	19,42	147,24	146,92	146,86	152,70
	N ₂ O	19,61	19,42	147,51	147,84	147,38	152,32
1.A.1.a.i - Generación de electricidad							
Líquido	CO ₂	19,61	19,42	1,47	1,45	19,60	19,57
	CH ₄	19,61	19,42	147,24	146,92	146,86	152,70
	N ₂ O	19,61	19,42	147,51	147,84	147,38	152,32
Diesel	CO ₂	19,61	19,42	1,47	1,45	19,60	19,57
	CH ₄	19,61	19,42	147,24	146,92	146,86	152,70
	N ₂ O	19,61	19,42	147,51	147,84	147,38	152,32
1.A.1.b - Refinación del petróleo							

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO 2							
Categorías	Gas	Incertidumbre de los datos de la actividad		Incertidumbre del parámetro de factor de emisión/estimación (combinado si se usa más de un parámetro de estimación)		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Líquido	CO ₂						
	CH ₄						
	N ₂ O						
GLP	CO ₂						
	CH ₄						
	N ₂ O						
Gasolina	CO ₂						
	CH ₄						
	N ₂ O						
Kerosene	CO ₂						
	CH ₄						
	N ₂ O						
Diesel oil	CO ₂						
	CH ₄						
	N ₂ O						
Fuel oil	CO ₂						
	CH ₄						
	N ₂ O						
1.A.2 - Industrias manufactureras y de la construcción	CO ₂	13,46	13,41	3,86	3,85	17,19	18,31
	CH ₄	13,46	13,41	92,87	91,99	98,59	100,33
	N ₂ O	13,46	13,41	69,62	69,27	117,55	119,46
Sólido	CO ₂	19,51	19,63	3,18	3,19	19,73	20,04
	CH ₄	19,51	19,63	132,04	132,14	131,54	137,91
	N ₂ O	19,51	19,63	146,24	147,85	146,30	152,89
Carbón mineral	CO ₂	19,51	19,63	3,18	3,19	19,73	20,04
	CH ₄	19,51	19,63	132,04	132,14	131,54	137,91
	N ₂ O	19,51	19,63	146,24	147,85	146,30	152,89
Líquido	CO ₂	16,15	16,12	3,55	3,54	20,80	22,64
	CH ₄	16,15	16,12	73,45	73,22	121,83	127,01
	N ₂ O	16,15	16,12	75,01	75,51	122,80	127,90
Fuel oil	CO ₂	19,62	19,66	2,09	2,09	19,67	19,77
	CH ₄	19,62	19,66	147,71	146,93	147,32	152,07
	N ₂ O	19,62	19,66	146,37	147,26	146,52	152,74
Coque de petróleo	CO ₂	19,64	19,60	16,01	147,38	0,00	0,00
	CH ₄	19,64	19,60	146,07	147,38	0,00	0,00
	N ₂ O	19,64	19,60	147,65	147,38	0,00	0,00
Diesel Oil (industrial + autoprodutores insumos)	CO ₂	19,50	19,54	1,45	1,46	19,50	19,59
	CH ₄	19,50	19,54	148,84	146,72	148,26	152,24
	N ₂ O	19,50	19,54	147,03	146,78	147,07	151,79
GLP	CO ₂	19,56	19,64	3,09	3,12	19,72	19,97
	CH ₄	19,56	19,64	132,23	132,20	132,11	138,34
	N ₂ O	19,56	19,64	133,22	132,87	133,20	138,70
Gasolina	CO ₂	19,66	19,52	1,46	1,48	19,70	19,58
	CH ₄	19,66	19,52	147,11	147,38	146,94	152,34

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO 2							
Categorías	Gas	Incertidumbre de los datos de la actividad		Incertidumbre del parámetro de factor de emisión/estimación (combinado si se usa más de un parámetro de estimación)		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
	N ₂ O	19,66	19,52	146,88	145,86	146,78	151,40
kerosene	CO ₂	19,64	19,56	1,98	1,97	19,71	19,70
	CH ₄	19,64	19,56	147,60	146,32	146,99	151,68
	N ₂ O	19,64	19,56	147,04	146,82	146,86	152,80
Biomasa	CO ₂	13,95	13,89	8,25	8,24	17,69	18,84
	CH ₄	13,95	13,89	101,92	101,13	99,03	100,69
	N ₂ O	13,95	13,89	91,92	91,25	118,23	120,13
Carbón vegetal	CO ₂	19,41	19,56	16,21	16,19	24,05	26,56
	CH ₄	19,41	19,56	129,96	129,33	129,86	134,86
	N ₂ O	19,41	19,56	165,56	166,36	165,21	171,13
Leña (industrial+autoprodutores)	CO ₂	19,64	19,49	16,18	16,22	24,32	26,44
	CH ₄	19,64	19,49	146,23	146,12	146,12	152,32
	N ₂ O	19,64	19,49	166,26	165,05	165,97	171,38
Otra biomasa (industrial+autoprodutores)	CO ₂	19,56	19,64	15,87	15,86	24,01	26,47
	CH ₄	19,56	19,64	148,92	147,87	148,57	153,51
	N ₂ O	19,56	19,64	166,33	166,47	166,33	171,99
Etanol	CO ₂	19,66	19,60	17,25	17,39	24,76	27,48
	CH ₄	19,66	19,60	147,03	147,62	147,20	152,40
	N ₂ O	19,66	19,60	147,87	147,71	147,95	152,67
1.A.3 - Transporte							
Líquido	CO ₂	36,00	36,07	1,24	1,25	36,53	36,61
	CH ₄	36,00	36,07	78,74	78,02	116,14	141,08
	N ₂ O	36,00	36,07	65,85	66,24	104,67	124,70
Biomasa	CO ₂	49,04	49,08	17,37	17,40	49,95	54,24
	CH ₄	49,04	49,08	193,93	194,51	194,23	224,12
	N ₂ O	49,04	49,08	131,52	131,92	130,79	159,88
1.A.3.a - Aviación civil							
Líquido	CO ₂	41,98	42,02	1,96	1,96	41,93	42,27
	CH ₄	41,98	42,02	56,52	56,50	84,64	106,95
	N ₂ O	41,98	42,02	84,85	85,34	125,74	149,88
1.A.3.a.i - Aviación internacional							
Líquido	CO ₂	49,00	49,38	3,14	3,16	49,05	49,48
	CH ₄	49,00	49,38	98,31	97,69	98,55	125,91
	N ₂ O	49,00	49,38	148,06	147,81	146,99	175,73
Jet kerosene (90% consumo intrnacional del BEN / SIEN y Estadística según datos proporcionados por PETROBRAS)	CO ₂	49,00	49,38	3,14	3,16	49,05	49,48
	CH ₄	49,00	49,38	98,31	97,69	98,55	125,91
	N ₂ O	49,00	49,38	148,06	147,81	146,99	175,73
1.A.3.a.ii - Aviación de cabotaje	CO ₂	35,35	35,62	2,49	2,48	35,48	35,75
Líquido	CH ₄	35,35	35,62	69,28	69,00	73,86	88,71
	N ₂ O	35,35	35,62	104,04	103,52	108,29	124,02
Jet kerosene (10% del SIEN y estadística según datos proporcionados por PETROBRAS)	CO ₂	48,80	48,97	3,15	3,16	48,92	49,27
	CH ₄	48,80	48,97	97,65	97,59	97,89	126,58
	N ₂ O	48,80	48,97	146,76	147,53	145,81	176,05

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO 2								
Categorías	Gas	Incertidumbre de los datos de la actividad		Incertidumbre del parámetro de factor de emisión/estimación (combinado si se usa más de un parámetro de estimación)		Incertidumbre combinada		
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	
Aeronafta	CO ₂	49,27	49,11	3,87	3,86	49,33	49,35	
	CH ₄	49,27	49,11	97,46	97,43	97,79	125,87	
	N ₂ O	49,27	49,11	146,43	147,41	146,29	175,63	
1.A.3.b - Transporte terrestre	CO ₂	34,88	34,93	1,51	1,52	37,48	37,63	
Líquido	CH ₄	34,88	34,93	79,96	79,21	116,27	141,28	
	N ₂ O	34,88	34,93	98,52	98,93	106,25	126,58	
Diesel 100% del SIEN el cual tiene incluido el diesel de industria a partir del 2000 según Daniel Puentes	CO ₂	49,28	49,22	1,46	1,46	49,32	49,27	
	CH ₄	49,28	49,22	99,01	99,54	99,12	127,75	
	N ₂ O	49,28	49,22	133,94	134,21	133,30	163,18	
GLP	CO ₂	48,78	49,10	1,71	1,70	48,75	49,21	
	CH ₄	48,78	49,10	98,08	98,29	98,28	125,68	
	N ₂ O	48,78	49,10	97,80	98,55	98,10	125,93	
Gasolina (100% del SIEN menos datos de aeronafta)	CO ₂	49,05	48,69	4,00	4,02	49,19	48,84	
	CH ₄	49,05	48,69	147,74	149,82	146,91	178,20	
	N ₂ O	49,05	48,69	154,19	153,03	152,94	182,17	
Biomasa Etanol	CO ₂	49,04	49,08	17,37	17,40	49,95	54,24	
	CH ₄	49,04	49,08	193,93	194,51	194,23	224,12	
	N ₂ O	49,04	49,08	131,52	131,92	130,79	159,88	
1.A.3.c - Ferrocarriles								
Biomasa	CO ₂							
	CH ₄							
	N ₂ O							
Leña	CO ₂							
	CH ₄							
	N ₂ O							
1.A.4 - Otros sectores								
Líquido	CO ₂	45,76	45,70	1,03	1,03	45,71	45,69	
	CH ₄	45,76	45,70	53,27	53,02	121,35	148,54	
	N ₂ O	45,76	45,70	76,88	77,24	119,42	146,68	
Biomasa	CO ₂	41,43	41,11	6,76	6,81	42,21	44,99	
	CH ₄	41,43	41,11	64,99	65,65	114,83	140,20	
	N ₂ O	41,43	41,11	85,64	85,96	155,66	183,49	
1.A.4.a - Comercial / Institucional	CO ₂	31,20	31,36	6,61	6,61	34,12	36,18	
	CH ₄	31,20	31,36	89,53	89,24	110,02	133,85	
	N ₂ O	31,20	31,36	109,68	108,66	152,12	180,00	
Líquido	CO ₂	48,84	49,10	1,80	1,81	48,84	49,25	
	CH ₄	48,84	49,10	49,99	49,64	131,42	160,96	
	N ₂ O	48,84	49,10	127,74	128,01	131,76	160,83	
GLP (6,6%)	CO ₂	48,84	49,11	3,11	3,11	48,84	49,25	
	CH ₄	48,84	49,11	132,20	131,79	131,43	160,97	
	N ₂ O	48,84	49,11	132,47	132,43	131,79	160,89	
Fuel Oil (0,4%)	CO ₂	49,15	48,94	2,08	2,10	49,13	48,97	
	CH ₄	49,15	48,94	34,70	34,45	54,77	65,62	
	N ₂ O	49,15	48,94	147,19	148,14	146,04	176,62	

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO 2							
Categorías	Gas	Incertidumbre de los datos de la actividad		Incertidumbre del parámetro de factor de emisión/estimación (combinado si se usa más de un parámetro de estimación)		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Biomasa	CO ₂	39,48	39,30	9,59	9,63	40,38	43,11
	CH ₄	39,48	39,30	92,08	91,85	110,89	134,91
	N ₂ O	39,48	39,30	121,82	121,41	153,97	182,36
Leña (0,4% + Sector público)	CO ₂	48,90	48,71	16,27	16,22	49,83	53,67
	CH ₄	48,90	48,71	130,70	130,06	129,57	159,21
	N ₂ O	48,90	48,71	165,80	166,53	165,14	195,49
Carbón vegetal (1,3%)	CO ₂	49,29	48,95	16,19	16,25	50,21	53,27
	CH ₄	49,29	48,95	130,14	129,70	129,11	158,16
	N ₂ O	49,29	48,95	132,32	131,75	131,21	159,11
Etanol (6,9%)	CO ₂	49,17	49,29	17,29	17,38	50,27	54,20
	CH ₄	49,17	49,29	132,11	132,37	130,97	159,79
	N ₂ O	49,17	49,29	147,02	146,48	146,00	175,19
1.A.4.b - Residencial	CO ₂	39,54	39,21	5,67	5,74	41,30	43,94
	CH ₄	39,54	39,21	87,99	88,18	115,88	141,42
	N ₂ O	39,54	39,21	99,81	100,44	156,90	184,88
Líquido	CO ₂	48,91	48,72	1,22	1,22	48,81	48,88
	CH ₄	48,91	48,72	79,88	79,00	129,45	158,32
	N ₂ O	48,91	48,72	96,98	95,93	127,27	156,88
GLP (93,4%)	CO ₂	49,17	48,95	2,34	2,33	49,12	49,15
	CH ₄	49,17	48,95	131,73	132,37	130,73	159,81
	N ₂ O	49,17	48,95	132,18	132,54	131,01	161,46
kerosene (100%)	CO ₂	48,97	48,72	1,97	1,99	48,91	48,77
	CH ₄	48,97	48,72	132,36	131,94	131,51	159,68
	N ₂ O	48,97	48,72	146,54	146,33	145,74	174,63
Fuel Oil (99,6%)	CO ₂	48,85	48,86	2,08	2,07	48,80	48,93
	CH ₄	48,85	48,86	132,76	133,15	131,52	161,51
	N ₂ O	48,85	48,86	147,22	146,91	146,26	175,35
Biomasa	CO ₂	41,83	41,53	9,62	9,71	42,65	45,45
	CH ₄	41,83	41,53	92,28	92,37	116,00	141,54
	N ₂ O	41,83	41,53	121,31	121,65	157,18	185,17
Leña en sector residencial (99,6%)	CO ₂	49,22	49,21	16,20	16,35	50,15	53,78
	CH ₄	49,22	49,21	130,92	130,98	130,11	159,68
	N ₂ O	49,22	49,21	165,53	166,18	164,79	194,20
Carbón vegetal (98,7%)	CO ₂	49,39	48,84	16,14	16,23	50,58	53,65
	CH ₄	49,39	48,84	129,66	128,85	128,59	157,69
	N ₂ O	49,39	48,84	133,05	132,19	132,68	162,00
Etanol (93,1%)	CO ₂	48,78	48,92	17,33	17,40	49,92	54,68
	CH ₄	48,78	48,92	131,96	132,39	130,98	160,84
	N ₂ O	48,78	48,92	147,36	146,60	146,26	174,71
1.B - Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles							
Líquido	CH ₄						
Petróleo crudo	CH ₄						
2 - Procesos Industriales y Uso de Productos IPPU		10,41	10,34	5,86	5,89	39,11	47,66

CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO 2							
Categorías	Gas	Incertidumbre de los datos de la actividad		Incertidumbre del parámetro de factor de emisión/estimación (combinado si se usa más de un parámetro de estimación)		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
2A - Industria de los minerales	CO ₂	30,40	30,23	19,22	19,31	42,05	50,71
2.A.1 - Producción de cemento	CO ₂	40,58	40,86	23,92	23,97	48,90	59,20
2.A.2 - Producción de cal	CO ₂	29,50	29,33	3,92	3,90	29,64	29,81
2.A.3 - Producción de vidrio	CO ₂	9,77	9,77	116,94	117,29	116,92	118,34
2.A.4 - Otros usos de carbonatos en los procesos	CO ₂	11,17	11,09	14,84	14,96	11,90	12,48
2.A.4.a - Cerámica	CO ₂	11,20	11,12	9,85	9,81	14,48	15,34
2.A.4.b - Otros usos de la ceniza de sosa	CO ₂	11,14	11,19	9,80	9,79	14,42	15,28
2.B.5 - Producción de carburo	CO ₂						
Exportación de carburo de silicio	CO ₂	9,83	9,82	19,56	19,63	21,43	22,54
	CO ₂	9,83	9,82	19,58	19,38	21,40	22,45
2.C - Industria de los metales	CO ₂	13,80	13,84	13,12	13,09	19,54	21,22
2.C.1 - Producción de hierro y acero	CO ₂	14,38	14,34	13,85	13,85	19,66	21,36
Producción de acero	CO ₂	19,65	19,54	19,65	19,70	26,48	29,23
Producción de hierro	CO ₂	19,55	19,67	19,61	19,55	26,37	29,07
2.C.5 - Producción de plomo	CO ₂	29,34	29,51	29,39	29,67	38,52	45,04
2.D - Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	CO ₂	39,07	38,85	1,68	1,68	96,92	116,34
2.D.1 - Uso de lubricantes	CO ₂	39,49	39,29	2,39	2,40	97,99	117,49
2.D.2 - Uso de cera de parafina	CO ₂	39,11	39,18	2,39	2,39	97,53	118,21
2.F - Product Uses as Substitutes for Ozone Depleting Substances							
2.F.1.a - Refrigeración y aire acondicionado estacionario		56,75	57,10	57,17	56,98	63,98	102,70
	CHF3	97,56	97,57	97,62	98,14	109,65	176,52
	CH2F2	97,91	98,18	97,09	98,14	109,20	175,32
	CHF2CF3	97,99	98,39	98,31	97,77	110,30	177,33
	CH2FCF3	97,28	98,10	98,48	98,30	109,99	176,22
	CH3CF3	98,08	98,41	98,12	97,94	109,84	176,88
	CH3CHF2	97,97	97,37	98,45	98,36	109,94	178,22
2.F.1.b - Aire acondicionado móvil	CH2FCF3	98,67	98,16	97,80	98,67	110,51	177,00
2.F.3 - Protección contra incendios	CF3CH2CF3	98,69	98,08	97,91	97,88	110,47	176,50
2.G - Manufactura y utilización de otros productos	SF ₆	98,24	98,07			109,92	176,23
3 - Agricultura y Ganadería		321,65	337,08	7,25	7,46	220,60	302,56
3.A. - Fermentación entérica	CH ₄	61,15	61,68	1,88	1,89	75,97	76,59
3.A.1. Vacunos	CH ₄	72,58	73,37	1,78	1,77	77,21	77,85
3.A.1.a. Vacas lecheras	CH ₄	37,88	161,79	3,67	3,68	37,68	162,03
3.A.1.b. Otros vacunos	CH ₄	75,03	75,87	1,86	1,86	83,34	83,89
3.A.2. Ovinos	CH ₄	58,58	58,77	19,76	19,59	59,58	65,00
3.A.3. Porcinos	CH ₄	50,71	51,05	13,80	13,85	51,65	56,56
3.A.4.a. Búfalos	CH ₄	64,57	263,46	19,47	19,58	64,55	269,53
3.A.4.d. Caprinos	CH ₄	58,05	58,30	13,82	13,72	59,14	63,95
3.A.4.e. Equinos	CH ₄	58,26	58,09	13,82	13,94	59,23	64,28
3.A.4.f. Mulas y asnos	CH ₄	58,53	58,55	19,62	19,57	65,07	65,07
3.B. Gestión del estiércol	CH ₄	18,37	18,34	4,23	4,19	59,36	61,62
3.B.1. Vacunos	CH ₄	75,5	75,4	9,8	9,8	76,3	79,3
3.B.1.a. Vacas lecheras	CH ₄	168,7	168	29,4	29,4	168,2	180,4

CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO 2							
Categorías	Gas	Incertidumbre de los datos de la actividad		Incertidumbre del parámetro de factor de emisión/estimación (combinado si se usa más de un parámetro de estimación)		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
3.B.1.b. Otros vacunos	CH ₄	78,4	78,2	10,4	10,4	79,1	82,1
3.B.2. Ovinos	CH ₄	19,6	19,7	29,2	29,3	33,4	37,4
3.B.3. Porcinos	CH ₄	17	16,9	20,8	20,9	29,1	32,4
3.B.4.a. Búfalos	CH ₄	273,1	273,6	29,2	29,4	273,2	286,5
3.B.4.d. Caprinos	CH ₄	19,6	19,7	29,4	29,7	33,7	37,5
3.B.4.e. Equinos	CH ₄	19,5	19,7	29,5	29,4	33,5	37,4
3.B.4.f. Mulas y asnos	CH ₄	19,5	19,5	29,5	29,4	33,5	37,2
3.B.4.g. Aves de corral	CH ₄	15	15	20,8	20,9	26	28,6
3.B. Gestión del estiércol	N ₂ O	27	27,03	23,67	23,59	85,03	169,32
3.B.1. Vacunos	N ₂ O	75,5	75,3	24,5	24,5	100,6	180,1
3.B.1.a. Vacas lecheras	N ₂ O	168,8	168,6	73,7	73,2	173,5	386,1
3.B.1.b.i Vaca	N ₂ O	167,7	166,9	74	73,8	171,8	382,9
3.B.1.b.ii Vaquilla	N ₂ O	165,9	166,3	73,7	73,3	168,8	382,3
3.B.1.b.iii Novillo	N ₂ O	201,4	201,1	73,6	73,2	210,8	426,4
3.B.1.b.iv Toro	N ₂ O	194,9	195,2	73,3	73,5	204,8	420,8
3.B.1.b.v Desm. Macho	N ₂ O	155,9	156,4	73,6	73,8	156,5	368,6
3.B.1.b.vi Desm. Hembra	N ₂ O	176,3	176,2	73,6	73,7	182,3	394,3
3.B.1.b.vii Ternero	N ₂ O	183,7	183,4	73,6	74,1	190,2	400,9
3.B.1.b.viii Buey	N ₂ O	157	156	73,4	73,7	160,8	367
3.B.4.g. Aves de corral	N ₂ O	19,5	19,5	72,9	73,2	109,8	247,8
3.B.4.g.i Aves de carne	N ₂ O	19,6	19,5	73,6	73,6	109,5	247,6
3.B.2 Gestión de estiércol emisiones indirectas de N2O	N ₂ O	28,82	28,80	4,24	4,21	203,08	354,48
3.C. Cultivo de arroz	CH ₄	370,7 6	371,3 2	54,61	61,48	386,00	436,34
3.D. Suelos agrícolas emisiones directas de N2O	N ₂ O	213,2 7	213,0 4	151,88	150,92	242,78	425,60
3.D. Suelos agrícolas emisiones indirectas de N2O	N ₂ O	28,82	28,80	4,24	4,21	203,08	354,48
3.G. Encalado	CO ₂	97,86	98,07	98,84	98,87	110,58	177,22
3.H. Fertilización con urea	CO ₂	97,48	98,44	98,01	98,59	109,42	176,20
4. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura		71,30	71,31	21,13	21,22	572,41	609,13
4.A. Tierras forestales	CO ₂	89,60	89,68	89,19	88,99	530,51	615,76
Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	90,10	90,17	54,57	56,29	1.100,8 5	1.328,9 6
Tierras de cultivo que se convierten en tierras forestales	CO ₂	136,0 7	135,9 9	92,52	92,28	359,56	142,36
4.B. Tierras de cultivo	CO ₂	78,78	78,78	43,46	43,45	442,50	334,17
Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	82,30	82,27	163,37	163,28	836,78	593,09
Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	CO ₂	83,28	83,36	38,36	38,35	106,98	112,22
4.C. Pastizales	CO ₂	39,22	39,15	54,35	54,42	44,85	52,61
Pastizales que permanecen como tales	CO ₂						
Tierras forestales convertidas en pastizales	CO ₂	39,22	39,15	54,35	54,42	44,85	52,61
4.D. Humedales	CO ₂						
Tierras forestales convertidas en humedales	CO ₂	98,11	97,94	12,81	12,84	98,13	100,39
4.E. Asentamientos	CO ₂						
Tierras forestales convertidas en asentamientos	CO ₂	90,17	90,02	10,14	10,13	85,54	88,67

CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO 2							
Categorías	Gas	Incertidumbre de los datos de la actividad		Incertidumbre del parámetro de emisión/estimación (combinado si se usa más de un parámetro de estimación)		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
4.F. Otras tierras	CO ₂						
Tierras forestales convertidas en otras tierras	CO ₂						
5 - Residuos		17,78	17,87	185,33	186,16	185,72	188,73
	CO ₂	71,19	71,42	18,94	18,97	104,91	300,67
	CH ₄	19,24	19,32	195,27	196,44	46,32	57,16
	N ₂ O	9,81	9,80	115,74	116,71	2.250,8 ₅	2.274,5 ₇
5.A - Disposición de residuos sólidos	CH ₄	58,70	58,77	56,91	56,59	70,82	94,23
5.C - Incineración y quema abierta de residuos	CO ₂	71,19	71,42	18,94	18,97	104,91	300,67
	CH ₄	58,75	59,12	195,50	196,73	197,13	239,90
	N ₂ O	97,93	97,25	138,51	139,22	199,96	288,05
5.C.1 - Incineración de residuos	CO ₂	97,93	97,25	29,16	29,34	106,02	303,58
	N ₂ O	97,93	97,25	138,51	139,22	199,96	288,05
Residuos clínicos	CO ₂	98,17	97,49	41,08	41,45	106,38	304,65
	N ₂ O	98,17	97,49	196,03	195,81	200,49	288,91
Residuos industriales	CO ₂	98,14	98,71	41,13	40,87	107,02	299,68
	N ₂ O	98,14	98,71	196,35	196,26	201,42	290,98
5.C.2 - Incineración abierta de residuos	CH ₄	58,75	59,12	195,50	196,73	197,13	239,90
	CO ₂	58,75	59,12	39,76	39,87	106,45	305,98
Papel	CO ₂	98,36	97,38	46,80	46,96	106,54	304,27
Textil	CO ₂	97,54	97,67	43,27	42,95	105,69	302,05
Plásticos, otros inertes	CO ₂	98,63	98,52	39,76	39,87	106,45	305,98
Total de residuos sólido municipal calculado por software	N ₂ O	97,85	97,82	197,79	196,47	202,09	289,02
5.D - Tratamiento y descarga de aguas residuales	CH ₄	3,74	3,74	40,40	40,55	50,62	52,99
	N ₂ O	9,81	9,80	2.451,1 ₆	2.487,6 ₁	2.460,6 ₄	2.487,5 ₇
5.D.1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	CH ₄	3,71	3,69	20,05	19,92	37,67	38,77
	N ₂ O	9,81	9,80	2.451,1 ₆	2.487,6 ₁	2.460,6 ₄	2.487,5 ₇
Urbano							
Alcantarillado con tratamiento 2% (lagunas anaeróbicas poco profundas)	CH ₄	9,81	9,80	48,02	47,46	80,59	111,41
Alcantarillado sin tratamiento 98% (ríos, etc.)	CH ₄	9,80	9,76	51,97	52,30	98,65	136,17
Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	CH ₄	9,77	9,85	32,01	32,29	58,97	60,93
Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	CH ₄	9,83	9,81	29,29	29,43	59,95	67,01
Rural							
Alcantarillado sin tratamiento (ríos, etc.)	CH ₄	9,80	9,83	52,50	52,25	98,68	136,66
Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	CH ₄	9,73	9,82	31,98	32,00	58,80	60,59
Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	CH ₄	9,75	9,81	29,46	29,44	60,15	67,27
5.D.2 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH ₄	14,12	14,18	53,81	53,91	165,48	178,24
Etanol							
anaeróbico	CH ₄	49,11	49,05	45,93	46,39	83,08	134,98
río	CH ₄	49,13	48,75	50,37	50,23	98,78	159,63
Cerveza							
anaeróbico	CH ₄	49,30	49,02	326,96	325,38	799,71	865,07
aeróbico	CH ₄	49,19	48,99	50,42	50,28	99,59	159,08
río	CH ₄	49,00	48,90	50,31	50,73	98,94	161,10

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO 2							
Categorías	Gas	Incertidumbre de los datos de la actividad		Incertidumbre del parámetro de factor de emisión/estimación (combinado si se usa más de un parámetro de estimación)		Incertidumbre combinada	
		(-) %	(+) %	(-) %	(+) %	(-) %	(+) %
Leche							
anaeróbico	CH ₄	49,26	48,92	328,20	326,12	795,51	861,33
aeróbico	CH ₄	48,79	49,05	50,13	50,22	98,72	159,12
río	CH ₄	48,98	48,98	50,87	50,15	99,32	159,77
Carne							
anaeróbico	CH ₄	48,94	49,29	331,21	331,23	817,85	880,17
aeróbico	CH ₄	49,28	49,00	50,40	50,41	98,90	158,97
río	CH ₄	48,74	49,04	50,07	50,23	99,13	158,68
Azucar							
anaeróbico	CH ₄	49,02	49,16	329,88	328,47	813,84	886,26
río	CH ₄	49,00	48,88	50,76	50,93	98,97	160,18
Aceite							
anaeróbico	CH ₄	48,69	48,96	330,34	327,96	814,23	877,09
aeróbico	CH ₄	49,07	48,52	50,56	50,24	98,56	158,64
río	CH ₄	48,85	48,80	50,77	50,71	98,87	159,97

Anexo 3. Descripción detallada de las metodologías

Anexo 3.1. Sector Energía

Anexo 3.1.1. Sector Energía: Datos de actividad utilizados

Categoría	Fuente	Datos	Unidad	Valor																											
				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
1.A.1.a.i. Generación de electricidad	BEN, Método estadístico promedio de proporción	Die sel 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	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	15,86	19,15
1.A.1.b. Refinación del petróleo	BEN	Otro que se n	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	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	
	BEN	Die sel 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	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	0,00	
	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	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	
	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	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	
	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	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	BEN, Método estadístico que se n	Otro que se n	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	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	6,62	6,62

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
de la construcción	enciclopedia al punto																														
	BEN, BNE U (2011 y 2013), VM ME (en el BEN 2000-2017 el día de industrias incluido en transporte), Método estadístico de tendencia al punto	Die sel Oil	Terajulios	55,23	746,01	797,05	114,65	804,59	1.413,78	286,60	261,09	261,09	261,09	393,85	374,62	355,39	336,16	316,93	297,70	278,47	259,24	240,01	220,78	201,56	154,49	163,10	166,63	124,64	105,41	86,18	66,95
	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	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	1.990,91	198,43
	BEN, Método estadístico de tend	GLP	Terajulios	11,33	13,26	5,02	6,00	4,18	4,18	22,92	24,85	26,78	28,71	30,64	32,58	34,51	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	42,40	42,91

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Detalle	Unidad	Valor																											
				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
	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	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	24.562,67	23.334,48
	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	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	901,60	633,11
	BEN, Método estadístico de tendencia lineal al punto	Eta nol	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	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	19,49	19,49
1.A.3.a.i. Aviación internacional (Tanques internacionales)	BEN, Método estadístico de media geométrica de imputaciones, Petroleros (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	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	1.654,07	2.194,43
1.A.3.a.ii. Aviación de cabotaje	DIN AC, VM ME (el 100% de	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	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	143,34	151,94

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Datos	Unidad	Valor																											
				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
	la aeronáutica se encuentra incluida en transporte en el BEN), Método estadístico de media geométrica																														
	BEN, Método estadístico de media geométrica de imputaciones, Petrol (10% del BEN)	Jet quero se n	Ter aju lio s	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	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	183,79	243,83
1.A.3.b. Transporte	BEN, BNE U, VM ME (100	Ga sol na	Ter aju lio s	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	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	24.535,29	29.908,57

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Datos	Unidad	Valor																											
				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
terrestre	% del BEN menos datos de DINAC proyectado con Método estadístico de media geométrica)																														
	BEN, VM ME (el 100 % de días el de transporte del BEN menos datos de días el de industria del BEN, BNE U y VM ME quien mención a	Die sel Oil	Ter aju lios	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	30.342,96	32.780,75	35.376,99	37.772,61	38.554,02	34.051,48	35.819,62	33.697,27	39.943,70	40.525,50	44.128,96	45.445,27	41.706,02	45.638,28	47.446,08	51.208,74	59.686,78	65.909,25

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Datos	Unidad	Valor																											
				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
1.A.4 .b. Residencial	BEN, VM ME (6,9 % del BEN basado en BNE U), Método estadístico de tendencia lineal al punto	Eta	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	1,42	1,42	1,48	1,46	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
	BEN, VM ME (100 % del BEN basado en BNE U)	Otro	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	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	13,28	13,42
	BEN, VM ME (99,6 % del BEN basado en BNE U), Método estadístico de tendencia lineal	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	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	2,92	1,45

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Datos	Unidad	Valor																											
				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
	encial al punto																														
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	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	0,00	

Referencias: C = Información confidencial; D = Por defecto; Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos

Anexo 3.1.2. Sector Energía: Factores de emisión utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1.A.1.a.i. Generación de electricidad	D	FE de Diesel Oil	Kg/TJ	74.100,00	3,00	0,60
1.A.1.b. Refinación del petróleo	D	FE de GLP	Kg/TJ	63.100,00	1,00	0,10
	D	FE de Gasolina/Nafta	Kg/TJ	73.300,00	3,00	0,60
	D	FE de Otro querosen	Kg/TJ	71.900,00	3,00	0,60
	D	FE de Diesel Oil	Kg/TJ	74.100,00	3,00	0,60
	D	Factores de Fuel Oil	Kg/TJ	77.400,00	3,00	0,60
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	D	FE de Fuel Oil	Kg/TJ	77.400,00	3,00	0,60
	D	FE de Carbón mineral/Antracita	Kg/TJ	98.300,00	10,00	1,50
	D	FE de GLP	Kg/TJ	63.100,00	1,00	0,10
	D	FE de Gasolina/Nafta	Kg/TJ	73.300,00	3,00	0,60
	D	FE de Otro querosen	Kg/TJ	71.900,00	3,00	0,60
	D	FE de Coque de petróleo	Kg/TJ	97.500,00	3,00	0,60
	D	FE de Carbón vegetal	Kg/TJ	112.000,00	200,00	4,00
	D	FE de Etanol/Otros biocombustibles líquidos	Kg/TJ	79.600,00	3,00	0,60
	D	FE de Diesel Oil	Kg/TJ	74.100,00	3,00	0,60
	D	FE de Leña/madera/desechos de madera	Kg/TJ	112.000,00	30,00	4,00
D	FE de Otra biomasa	Kg/TJ	100.000,00	30,00	4,00	
1.A.3.a.i. Aviación internacional (tanque internacional)	D	FE de Jet querosen	Kg/TJ	71.500,00	0,50	2,00
1.A.3.a.ii. Aviación de cabotaje	D	FE de Aeronafta	Kg/TJ	70.000,00	0,50	2,00
	D	FE de Jet querosen	Kg/TJ	71.500,00	0,50	2,00
1.A.3.b. Transporte terrestre	D	FE de Diesel Oil	Kg/TJ	74.100,00	3,90	3,90
	D	FE de GLP	Kg/TJ	63.100,00	62,00	0,20
	D	FE de Etanol/Otros biocombustibles líquidos	Kg/TJ	79.600,00	18,00	41,00
	D	FE de Gasolina	Kg/TJ	69.300,00	33,00	3,20
1.A.3.c. Ferrocarriles	D	FE de Leña/madera/desechos de madera	Kg/TJ	112.000,00	300,00	4,00
1.A.4.a. Comercial	D	FE de Leña/madera/desechos de madera	Kg/TJ	112.000,00	300,00	4,00
	D	FE de Carbón vegetal	Kg/TJ	112.000,00	200,00	1,00
	D	FE de GLP	Kg/TJ	63.100,00	5,00	0,10
	D	FE de Fuel Oil	Kg/TJ	77.400,00	10,00	0,60
	D	FE de Etanol/Otros biocombustibles líquidos	Kg/TJ	79.600,00	10,00	0,60
1.A.4.b. Residencial	D	FE de Leña en sector residencial/comercial	Kg/TJ	112.000,00	300,00	4,00
	D	FE de Carbón vegetal	Kg/TJ	112.000,00	200,00	1,00
	D	FE de GLP	Kg/TJ	63.100,00	5,00	0,10
	D	FE de Fuel Oil	Kg/TJ	77.400,00	10,00	0,60
	D	FE de Otros querosen	Kg/TJ	71.900,00	10,00	0,60
	D	FE de Etanol/Otros biocombustibles líquidos	Kg/TJ	79.600,00	10,00	0,60
1.B.2.a.iii.4. Refinación	D	FE de insumo en refinerías: Petróleo crudo	Gg CH ₄ /Unidad de DA		2,18,E-05	

Referencias: C = Información confidencial; D = Por defecto; CS = País específico; PS = Planta específica; FE = Factor de emisión; Valores resaltados en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos

Anexo 3.1.3. Sector Energía: Comparación de método sectorial y de referencia

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
Sectorial	1.978,4 0	1.935,7 3	2.303,7 4	2.649,8 9	3.117,5 2	3.526,7 0	3.480,4 7	3.850,3 3	4.040,8 4	4.040,9 8	3.296,7 7	3.427,4 9	3.602,7 8	3.734,7 2	3.778,7 6	3.478,9 4	3.604,3 0	3.391,3 8	3.951,5 4	4.151,7 7	4.636,2 2	4.846,7 7	4.735,7 1	4.911,1 5	5.160,2 6	5.656,0 5	6.589,1 6	7.409,8 4
Referencia	1.922,4 4	1.866,4 1	2.211,1 0	2.558,7 7	3.017,1 9	3.422,7 0	3.456,2 3	3.795,9 6	4.023,8 1	4.023,8 6	3.298,2 1	3.411,1 8	3.584,8 3	3.715,2 3	3.767,3 0	3.478,0 7	3.602,6 1	3.389,7 9	3.949,7 4	4.149,9 2	4.634,2 3	4.844,7 2	4.733,7 3	4.909,1 1	5.158,1 4	5.655,7 0	6.586,6 5	7.407,2 1
Diferencia	55,95	69,33	92,65	91,12	100,33	103,99	24,24	54,37	17,03	17,12	-1,44	16,31	17,95	19,49	11,47	0,87	1,69	1,59	1,80	1,85	1,99	2,05	1,98	2,05	2,12	0,36	2,52	2,63
Diferencia %	2,83%	3,58%	4,02%	3,44%	3,22%	2,95%	0,70%	1,41%	0,42%	0,42%	-0,04%	0,48%	0,50%	0,52%	0,30%	0,03%	0,05%	0,05%	0,05%	0,04%	0,04%	0,04%	0,04%	0,04%	0,04%	0,01%	0,04%	0,04%

Anexo 3.2. Sector Procesos Industriales y Uso de Productos

Anexo 3.2.1. Sector IPPU: Datos de actividad utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
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	527.952,46	525.650,16	475.308,30	459.951,82	466.321,24	384.566,20	357.431,79	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	497.912,22	672.491,50	748.845,50	514.016,37
2.A.2. Producción de cal	C, Wiens, Método estadístico con variable predictiva: producción de cemento	Producción de cal viva	Toneladas	33.355,00	35.204,00	41.643,17	41.643,17	52.028,50	43.484,00	43.484,00	43.484,00	53.183,67	40.099,33	52.028,50	41.643,17	41.643,17	41.643,17	41.643,17	52.028,50	41.643,17	52.028,50	40.099,33	43.484,00	49.428,67	41.643,17	52.028,50	53.183,67	46.611,00	43.902,33	47.422,00	57.732,67
2.A.3. Producción de vidrio	C, Método estadístico con variable predictiva:	Producción de vidrio recipiente (flint)	Toneladas	15.602,70	16.189,20	16.775,80	17.362,30	17.948,90	18.535,40	19.122,00	19.708,50	20.295,00	20.881,60	21.468,10	22.054,70	22.641,20	23.227,80	23.814,30	24.400,80	25.513,00	26.593,00	26.091,00	27.094,00	24.935,91	27.245,34	29.100,00	29.910,43	27.802,28	35.872,00	32.181,00	36.160,00

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Data	Unidad	Valor																												
				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	
2.A. 4.a. Cerámicas	cenizas																															
	C, Equipo técnico	Culter	Fracción	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	
	Arcillo, Proyección estadiónica	Producción de materiales 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	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	2.796.389,00	2.943.845,00	
2.A. 4.a. Cerámicas	Arcillo	Carbón contenido en arcilla	Fracción	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	1,55E-03	
	D	Arcilla canteada 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	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	1,10	1,10	
2.A. 4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	DN A, Método estadiónico de la ceniza de sosa	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	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	5.027,65	5.421,10	

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Data	Unidad	Valor																												
				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	
2.B.5 Producción de carburo	DN A	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	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	1.722,74
2.C.1 Producción de hierro y acero	WS A	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	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	35.000,00	24.000,00	
		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	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	15.000,00	14.000,00	
2.C.5 Producción de plomo	DN A	Producción de plomo con tratamiento de materias primas secundarias	Toneladas													175,23		51,55	133,41	2.422,73	221,82	518,15	246,75	292,91	669,98	1.370,35	2.209,10	456,94	1.634,63			
2.D.1. Uso	DN A, Mé	Importación de	Toneladas	309,79	326,74	344,62	363,48	383,37	404,35	426,48	449,82	474,44	500,40	704,52	745,98	657,34	812,12	815,82	812,18	782,16	845,64	1.009,43	905,53	1.066,03	1.107,30	1.025,15	1.133,66	1.169,56	1.201,04	1.216,71	1.305,68	

INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
de lubricantes	todo est adístico media geométrica	lubrificante																													
2.D. Uso de la cera de parafina	DN A, Método est adístico media geométrica	Importación de ceras	Terajulios	0,49	0,55	0,62	0,70	0,79	0,89	1,01	1,14	1,29	1,46	3,62	6,01	8,08	9,02	11,80	13,31	6,56	6,95	7,78	7,05	8,92	11,14	9,39	11,55	22,31	14,52	10,33	13,15
2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionario	MADES (Dpto. de Ozone de la DG A)	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	MADES (Dpto. de Ozone de la DG A)	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	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	40,24	71,09
	MADES (Dpto. de Ozone de la DG A)	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,03	4,54	6,18	3,75	13,23	6,89	18,63	87,32	112,49	114,58

INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017

Categoría	Fuente	Data	Unidad	Valor																											
				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
	la DG A)																														
	MADDES (Dpto. de Ozoneo de la DG A)	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,12	5,33	6,63	3,43	9,86	7,55	9,59	30,48	51,35	28,71
	MADDES (Dpto. de Ozoneo de la DG A)	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	0,00	0,00	0,00	0,00	2,90	4,06	4,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	
	MADDES (Dpto. de Ozoneo de la DG A), DG EEC / Método estadístico de media geométrica	HFC 134a (50% del total)	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,74	16,31	18,04	19,97	22,09	24,45	27,05	29,93	33,12	36,65	40,55	44,87	48,94	43,10	47,39	98,00	110,63	117,50	177,30	169,50	174,91

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
2.F.1.b. Aire acondicionado móvil	MADDES (Dpto. de Ozone de la DG A), DG EEC, Método estadístico de medición	HFC 134a (50% del total)	Toneladas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,74	16,31	18,04	19,97	22,09	24,45	27,05	29,93	33,12	36,65	40,55	44,87	48,94	43,10	47,39	98,00	110,63	117,50	177,30	169,50	174,91
2.F.3. Protección contra incendios	MADDES (Dpto. de Ozone de la DG A)	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	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	0,00	4,00
2.G.1.b. Uso de equipos eléctricos	C	SF ₆ consumido o recargado en equipos (para las binacionales fueron consideradas)	Toneladas	0,40	0,63	1,08	0,72	0,69	1,00	0,70	0,91	1,50	0,49	0,39	0,55	0,47	0,34	0,97	0,70	1,17	0,82	0,67	0,67	0,25	1,01	0,62	0,67	1,12	0,50	0,52	0,83

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
		dos 50% de los consumos proporcionados) aplicando el método de equilibrio de masas																													

Referencias: C = Información confidencial; D = Por defecto; Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos

Anexo 3.2.2. Sector IPPU: Factores de emisión utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor										CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆		
				CO ₂															
				Contenido de CaO en clínker		Proporción CaO en CaCO ₃		Requerimiento CaCO ₃ por tonelada de clínker		Factor de Emisión de CO ₂ de carbonato de calcio, Calcita o Aragonita (FEclc)		Factor de emisión para el clínker local						Factor corrector de emisiones para el polvo de horno de cemento (CFckd)	
ton CaO/ton clínker	ton CaO/ton CaCO ₃	ton CaCO ₃ /ton clínker	ton CO ₂ /ton CaCO ₃	ton CO ₂ /ton clínker	Adimensional	Equipo técnico (calculdo según Requerimiento CaCO ₃ por tonelada de clínker * Factor de Emisión de CO ₂ de carbonato de calcio, Calcita o Aragonita)		D Con pérdida	D Sin pérdida										
Año	C, Método estadístico proporcional media geométrica	Equipo técnico (calculado según estequiometria)	Equipo técnico (calculdo según contenido de CaO en clínker/Proporción CaO en CaCO ₃)	D															
2.A.1. Producción de cemento	PS	Parámetros para FE de clínker	1990	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			1991	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			1992	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			1993	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			1994	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			1995	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			1996	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			1997	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			1998	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			1999	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			2000	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			2001	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			2005	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			2006	0,62	0,00	0,56	1,11	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			2007	0,63	0,00	0,56	1,12	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			2008	0,63	0,00	0,56	1,12	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			2009	0,63	0,00	0,56	1,12	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
				0,63	0,00	0,56	1,12	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
				0,63	0,00	0,56	1,12	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
			2010	0,63	0,00	0,56	1,13	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00						
2011	0,63	0,00	0,56	1,12	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00									
2012	0,63	0,00	0,56	1,12	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00									
2013	0,63	0,00	0,56	1,12	0,00	0,44	0,49	0,00	1,02	0,00									
2014	0,63	0,66	0,56	1,13	1,17	0,44	0,50	0,51	1,02	1,00									
2015	0,64	0,66	0,56	1,14	1,17	0,44	0,50	0,52	1,02	1,00									
2016	0,63	0,67	0,56	1,12	1,19	0,44	0,49	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									
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 recipiente flint	kg CO ₂ /kg vidrio								0,21								
2.A.4.a. Cerámicas	D	FE para calcita o aragonita (CaCO ₃)	ton CO ₂ /ton carbonato								0,44								
2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa	D	FE para carbonato de sodio o ceniza de sosa	ton CO ₂ /ton carbonato								0,41								
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.C.1. Producción de hierro y acero	D	FE para 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								

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor				
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	SF ₆
2.C.5. Producción de plomo	D	FE para producción de plomo por tratamiento de materias primas secundarias	ton CO ₂ /ton producto	0,20				
2.D.1. Uso de lubricantes	D	Contenido de carbono de grasas y aceites	ton C/TJ	20,00				
	D	Factor ODU	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	Adimensional	0,20				
2.F.1.a. Refrigeración y aire acondicionado estacionado (HFC 23, HFC 32, HFC 125, HFC 134a, HFC 143a, HFC 152a)	D	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 (%)				15,00	
	D	Gas destruido al fin de la vida útil	Porcentaje (%)				0,00	
2.F.1.b. Aire acondicionado móvil (HFC 134a)	D	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)	D	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	

Referencias: C = Información confidencial; D = Por defecto; CS = País específico; PS = Planta específica; FE = Factor de emisión; Valores resaltados en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos

Anexo 3.3. Sector Agricultura y Ganadería

Anexo 3.3.1. Sector Agricultura y Ganadería: datos de actividad utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																	
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agricultura y ganadería																					
3.A.1.a. Vacas lecheras ¹	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganad o	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	462.942,00	462.942,00	455.164,00	452.504,00	469.419,00
3.A.1.b. Otros vacunos ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vaca	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganad o	Cabezas / año	2.732.192,27	2.519.860,69	3.089.291,33	3.301.982,68	3.240.391,09	3.228.351,80	3.217.319,86	3.227.190,26	3.197.821,84	3.175.561,59	3.206.153,93	3.314.545,85	3.148.425,86	3.195.918,44	3.325.686,97	3.346.108,00	3.520.503,00	3.520.503,00
Vaquilla	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganad o	Cabezas / año	1.067.165,05	984.230,60	1.206.644,12	1.289.719,08	1.265.662,07	1.260.959,65	1.256.650,69	1.260.505,96	1.249.034,97	1.240.340,36	1.252.289,40	1.294.626,12	1.229.741,43	1.248.291,52	1.298.977,72	1.407.522,00	1.426.473,00	1.426.473,00
Novillo	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganad o	Cabezas / año	942.127,01	868.909,87	1.065.263,55	1.138.604,75	1.117.366,45	1.113.215,01	1.109.410,93	1.112.814,48	1.102.687,53	1.095.011,65	1.105.560,64	1.142.936,84	1.085.654,58	1.102.031,19	1.146.778,57	1.568.988,00	1.641.612,00	1.641.612,00
Toro	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganad o	Cabezas / año	439.702,33	405.530,98	497.171,67	531.400,91	521.488,74	519.551,21	517.775,80	519.364,28	514.637,91	511.055,48	515.978,82	533.422,75	506.688,42	514.331,58	535.215,74	301.410,00	317.531,00	317.531,00
Desm. Macho	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganad o	Cabezas / año	606.889,38	559.725,13	686.210,16	733.454,32	719.773,26	717.099,03	714.648,55	716.841,02	710.317,55	705.372,98	712.168,31	736.244,92	699.345,44	709.894,75	738.719,64	684.971,00	676.319,00	676.319,00
Desm. Hembra	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganad o	Cabezas / año	487.656,95	449.758,82	551.393,99	589.356,33	578.363,12	576.214,28	574.245,24	576.006,96	570.765,12	566.791,99	572.252,28	591.598,68	561.948,65	570.425,39	593.587,20	536.281,00	511.671,00	511.671,00
Ternero	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganad o	Cabezas / año	1.390.716,59	1.282.637,43	1.572.484,04	1.680.746,32	1.649.395,51	1.643.267,38	1.637.652,00	1.642.676,14	1.627.727,29	1.616.396,57	1.631.968,41	1.687.141,12	1.602.584,18	1.626.758,43	1.692.812,07	1.612.687,00	1.834.256,00	1.834.256,00
Buey	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganad o	Cabezas / año	36.277,57	33.458,27	41.019,07	43.843,15	43.025,35	42.865,49	42.719,01	42.850,07	42.460,12	42.164,55	42.570,75	44.009,96	41.804,25	42.434,85	44.157,89	68.085,00	62.163,00	62.163,00
3.A.2. Ovinos	MAG -DCEA	Cabezas de ganad o	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	442.984,00	524.524,00	450.500,00	420.000,00	364.514,00
3.A.3.a. Porcinos	MAG -DCEA	Cabezas de ganad o	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	1.473.975,00	1.506.833,00	1.067.346,00	1.069.054,00	1.072.655,00

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																	
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
3.A.3.b. Porcinos (carne)	MAG/SENAC SA	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	46.013,42	36.831,95	50.412,33	81.329,92	52.334,14
3.A.4.a. Búfalos	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganado	Cabezas / año	5.502,86	5.075,20	6.222,08	6.650,46	6.526,41	6.502,16	6.479,94	6.499,82	6.440,67	6.395,84	6.457,45	6.675,76	6.341,18	6.436,84	6.538,83	6.698,20	4.376,00	4.054,00
3.A.4.d. Caprinos ¹	MAG -DCEA	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	135.502,00	159.469,00	129.440,00	129.630,00	129.898,00
3.A.4.e. Equinos ¹	MAG -DCEA	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	390.403,00	366.344,00	324.540,00	310.420,00	283.804,00
3.A.4.f. Mulas 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	49.550,00	49.550,00	49.600,00	49.650,00	49.700,00
3.B.1.a. Vacas lecheras	MAG/SENAC SA	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	462.942,00	462.942,00	455.164,00	452.504,00	469.419,00
3.B.1.b. Otros vacunos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vaca	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganado	Cabezas / año	2.732.192,27	2.519.860,69	3.089.291,33	3.301.982,68	3.240.391,09	3.228.351,80	3.217.319,86	3.227.190,26	3.197.821,84	3.175.561,59	3.206.153,93	3.314.545,85	3.148.425,86	3.195.918,44	3.325.686,97	3.346.108,00	3.520.503,00	3.520.503,00
Vaquilla	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganado	Cabezas / año	1.067.165,05	984.230,60	1.206.644,12	1.289.719,08	1.265.662,07	1.260.959,65	1.256.650,69	1.260.505,96	1.249.034,97	1.240.340,36	1.252.289,40	1.294.626,12	1.229.741,43	1.248.291,52	1.298.977,72	1.407.522,00	1.426.473,00	1.426.473,00
Novillo	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganado	Cabezas / año	942.127,01	868.909,87	1.065.263,55	1.138.604,75	1.117.366,45	1.113.215,01	1.109.410,93	1.112.814,48	1.102.687,53	1.095.011,65	1.105.560,64	1.142.936,84	1.085.654,58	1.102.031,19	1.146.778,57	1.568.988,00	1.641.612,00	1.641.612,00
Toro	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganado	Cabezas / año	439.702,33	405.530,98	497.171,67	531.400,91	521.488,74	519.551,21	517.775,80	519.364,28	514.637,91	511.055,48	515.978,82	533.422,75	506.688,42	514.331,58	535.215,74	301.410,00	317.531,00	317.531,00
Desm. Macho	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganado	Cabezas / año	606.889,38	559.725,13	686.210,16	733.454,32	719.773,26	717.099,03	714.648,55	716.841,02	710.317,55	705.372,98	712.168,31	736.244,92	699.345,44	709.894,75	721.143,68	738.719,64	684.971,00	676.319,00
Desm. Hembra	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganado	Cabezas / año	487.656,95	449.758,82	551.393,99	589.356,33	578.363,12	576.214,28	574.245,24	576.006,96	570.765,12	566.791,99	572.252,28	591.598,68	561.948,65	570.425,39	579.464,30	593.587,20	536.281,00	511.671,00
Ternero	MAG/SENAC SA	Cabezas de ganado	Cabezas / año	1.390.716,59	1.282.637,43	1.572.484,04	1.680.746,32	1.649.395,51	1.643.267,38	1.637.652,00	1.642.676,14	1.627.727,29	1.616.396,57	1.631.968,41	1.687.141,12	1.602.584,18	1.626.758,43	1.652.535,90	1.692.812,07	1.612.687,00	1.834.256,00
Buey	MAG/SENAC SA	Cabezas de	Cabezas /	36.277,57	33.458,27	41.019,07	43.843,15	43.025,35	42.865,49	42.719,01	42.850,07	42.460,12	42.164,55	42.570,75	44.009,96	41.804,25	42.434,85	43.107,26	44.157,89	68.085,00	62.163,00

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
		ganado	año																	

Datos estimados
¹ Por dictamen de expertos el 1% del ganado corresponde a la cría en compartimientos y el 99% a la cría en pasturas.

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Agricultura y ganadería													
3.A.1.a. Vacas lecheras ¹	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	477.759,00	483.773,00	497.461,00	513.389,00	531.690,00	571.291,00	632.208,00	621.312,00	584.408,00	530.217,00
3.A.1.b. Otros vacunos ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vaca	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	4.704.500,00	4.751.967,00
Vaquilla	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.840.881,00	1.829.244,00
Novillo	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.150.689,00	1.102.298,00
Toro	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.100.983,00	1.132.441,00
Desm. Macho	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.020.704,00	1.028.517,00
Desm. Hembra	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	894.596,00	920.365,00
Ternero	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	2.499.919,00	2.471.073,00
Buey	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	62.554,00	61.413,00	61.215,00	53.464,00	54.728,00	50.171,00	59.003,00	55.644,00	50.630,00	43.822,00
3.A.2. Ovinos	MAG-DCEA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	364.514,00	377.824,00	392.649,00	409.195,00	427.710,00	448.489,00	471.892,00	498.357,00	528.419,00	534.289,00
3.A.3.a. Porcinos	MAG-DCEA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.300.064,00	1.418.440,00
3.A.3.b. Porcinos (carne)	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	86.257,48	92.338,03	96.845,92	115.921,48	124.862,30	146.677,32	156.623,18	172.884,33	219.718,36	244.362,58
3.A.4.a. Búfalos	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	4.244,00	5.441,00	6.047,00	10.716,00	11.524,00	12.477,00	11.711,00	11.316,00	11.274,00	11.582,00
3.A.4.d. Caprinos ¹	MAG-DCEA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	129.898,00	131.656,00	133.237,00	135.187,00	137.537,00	140.341,00	143.657,00	147.561,00	152.143,00	144.482,00
3.A.4.e. Equinos ¹	MAG-DCEA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	283.804,00	283.119,00	281.621,00	280.245,00	278.987,00	277.847,61	276.825,45	275.922,05	275.371,40	275.166,00
3.A.4.f. Mulass y asnos	FAOSTAT	Cabezas de ganado	Cabezas/año	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.673,00	45.782,00	45.677,00
3.B.1.a. Vacas lecheras	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	477.759,00	483.773,00	497.461,00	513.389,00	531.690,00	571.291,00	632.208,00	621.312,00	584.408,00	530.217,00
3.B.1.b. Otros vacunos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vaca	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	4.704.500,00	4.751.967,00
Vaquilla	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.840.881,00	1.829.244,00
Novillo	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.150.689,00	1.102.298,00
Toro	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.100.983,00	1.132.441,00

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Desm. Macho	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.020.704,00	1.028.517,00
Desm. Hembra	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	894.596,00	920.365,00
Ternero	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	2.499.919,00	2.471.073,00
Buey	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	62.554,00	61.413,00	61.215,00	53.464,00	54.728,00	50.171,00	59.003,00	55.644,00	50.630,00	43.822,00

Datos estimados
¹ Por dictamen de expertos el 1% del ganado corresponde a la cría en compartimientos y el 99% a la cría en pasturas.

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																	
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agricultura y ganadería																					
3.B.2. Ovinos	MAG -DCEA	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	442.984,00	524.524,00	450.500,00	420.000,00	364.514,00
3.B.3.a. Porcinos	MAG -DCEA	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	1.473.975,00	1.506.833,00	1.067.346,00	1.069.054,00	1.072.655,00
3.B.3.b. Porcinos (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	46.013,42	36.831,95	50.412,33	81.329,92	52.334,14
3.B.4.a. Búfalos	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	5.502,86	5.075,20	6.222,08	6.650,46	6.526,41	6.502,16	6.479,94	6.499,82	6.440,67	6.395,84	6.457,45	6.675,76	6.341,18	6.436,84	6.538,83	6.698,20	4.376,00	4.054,00
3.B.4.d. Caprinos	MAG -DCEA	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	135.502,00	159.469,00	129.440,00	129.630,00	129.898,00
3.B.4.e. Equinos	MAG -DCEA	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	390.403,00	366.344,00	324.540,00	310.420,00	283.804,00
3.B.4.f. Mulas 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	49.550,00	49.550,00	49.600,00	49.650,00	49.700,00
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	16.744.126,00	17.857.483,00	16.850.525,00	16.230.200,00	16.055.854,00
3.B.4.g.i.i. Aves de corral (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	1.902.895,91	2.160.074,09	2.415.121,18	2.736.501,89	2.989.993,77
3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vaca	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	2.732.192,27	2.519.860,69	3.089.291,33	3.301.982,68	3.240.391,09	3.228.351,80	3.217.319,86	3.227.190,26	3.197.821,84	3.175.561,59	3.206.153,93	3.314.545,85	3.148.425,86	3.195.918,44	3.246.560,67	3.325.686,97	3.346.108,00	3.520.503,00
Vaquilla	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.067.165,05	984.230,60	1.206.644,12	1.289.719,08	1.265.662,07	1.260.959,65	1.256.650,69	1.260.505,96	1.249.034,97	1.240.340,36	1.252.289,40	1.294.626,12	1.229.741,43	1.248.291,52	1.268.071,84	1.298.977,72	1.407.522,00	1.426.473,00

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																	
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Novillo	MAG/SENA CSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	942.127,01	868.909,87	1.065.263,55	1.138.604,75	1.117.366,45	1.113.215,01	1.109.410,93	1.112.814,48	1.102.687,53	1.095.011,65	1.105.560,64	1.142.936,84	1.085.654,58	1.102.031,19	1.119.493,88	1.146.778,57	1.568.988,00	1.641.612,00
Toro	MAG/SENA CSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	439.702,33	405.530,98	497.171,67	531.400,91	521.488,74	519.551,21	517.775,80	519.364,28	514.637,91	511.055,48	515.978,82	533.422,75	506.688,42	514.331,58	522.481,64	535.215,74	301.410,00	317.531,00
Desm. Macho	MAG/SENA CSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	606.889,38	559.725,13	686.210,16	733.454,32	719.773,26	717.099,03	714.648,55	716.841,02	710.317,55	705.372,98	712.168,31	736.244,92	699.345,44	709.894,75	721.143,68	738.719,64	684.971,00	676.319,00
Desm. Hembra	MAG/SENA CSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	487.656,95	449.758,82	551.393,99	589.356,33	578.363,12	576.214,28	574.245,24	576.006,96	570.765,12	566.791,99	572.252,28	591.598,68	561.948,65	570.425,39	579.464,30	593.587,20	536.281,00	511.671,00
Ternero	MAG/SENA CSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	1.390.716,59	1.282.637,43	1.572.484,04	1.680.746,32	1.649.395,51	1.643.267,38	1.637.652,00	1.642.676,14	1.627.727,29	1.616.396,57	1.631.968,41	1.687.141,12	1.602.584,18	1.626.758,43	1.652.535,90	1.692.812,07	1.612.687,00	1.834.256,00
Buey	MAG/SENA CSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	36.277,57	33.458,27	41.019,07	43.843,15	43.025,35	42.865,49	42.719,01	42.850,07	42.460,12	42.164,55	42.570,75	44.009,96	41.804,25	42.434,85	43.107,26	44.157,89	68.085,00	62.163,00
Aves de corral	MAG/SENA CSA	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	16.744.126,00	17.857.483,00	16.850.525,00	16.230.200,00	16.055.854,00
Aves de corral (carne)	MAG/SENA CSA	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	1.902.895,91	2.160.074,09	2.415.121,18	2.736.501,89	2.989.993,77
3.C. Cultivo del arroz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.C.1. Irrigadas	MAG -DCEA	Superficie de cultivo	Hectáreas/año	11.010,00	11.930,00	18.525,00	18.534,00	19.480,00	20.790,00	22.025,00	21.320,00	32.408,00	29.503,00	27.467,00	27.429,00	30.706,00	31.403,00	33.903,00	50.188,00	42.403,00	34.268,00
3.C.2. Alimentadas a lluvia	MAG -DCEA	Superficie de cultivo	Hectáreas/año	6.283,00	5.853,00	6.007,00	6.019,00	6.196,00	6.543,00	6.998,00	9.873,00	6.980,50	5.587,50	4.880,00	4.714,75	4.674,75	6.451,00	5.041,00	6.363,50	2.568,81	1.634,00

 Datos estimados

¹ Por dictamen de expertos el 1% del ganado corresponde a la cría en compartimientos y el 99% a la cría en pasturas.

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Agricultura y ganadería													
3.B.2. Ovinos	MAG -DCEA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	364.514,00	377.824,00	392.649,00	409.195,00	427.710,00	448.489,00	471.892,00	498.357,00	528.419,00	534.289,00
3.B.3.a. Porcinos	MAG -DCEA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.300.064,00	1.418.440,00
3.B.3.b. Porcinos (carne)	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	86.257,48	92.338,03	96.845,92	115.921,48	124.862,30	146.677,32	156.623,18	172.884,33	219.718,36	244.362,58
3.B.4.a. Búfalos	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	4.244,00	5.441,00	6.047,00	10.716,00	11.524,00	12.477,00	11.711,00	11.316,00	11.274,00	11.582,00
3.B.4.d. Caprinos	MAG -DCEA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	129.898,00	131.656,00	133.237,00	135.187,00	137.537,00	140.341,00	143.657,00	147.561,00	152.143,00	144.482,00
3.B.4.e. Equinos	MAG -DCEA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	283.804,00	283.119,00	281.621,00	280.245,00	278.987,00	277.847,61	276.825,45	275.922,05	275.371,40	275.166,00
3.B.4.f. Mulas y asnos	FAOSTAT	Cabezas de ganado	Cabezas/año	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.700,00	45.782,00	45.677,00
3.B.4.g.i. Aves de corral	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	17.499.417,00	17.555.020,00
3.B.4.g.i.i. Aves de corral (carne)	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	6.866.605,31	7.039.979,54
3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vaca	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	4.704.500,00	4.751.967,00
Vaquilla	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.840.881,00	1.829.244,00
Novillo	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.150.689,00	1.102.298,00
Toro	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.100.983,00	1.132.441,00
Desm. Macho	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	1.020.704,00	1.028.517,00
Desm. Hembra	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	894.596,00	920.365,00
Ternero	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	2.499.919,00	2.471.073,00
Buey	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	62.554,00	61.413,00	61.215,00	53.464,00	54.728,00	50.171,00	59.003,00	55.644,00	50.630,00	43.822,00
Aves de corral	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	17.499.417,00	17.555.020,00
Aves de corral (carne)	MAG/SENACSA	Cabezas de ganado	Cabezas/año	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	6.866.605,31	7.039.979,54
3.C. Cultivo del arroz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.C.1. Irrigadas	MAG -DCEA	Superficie de cultivo	Hectáreas/año	50.399,00	67.660,63	86.790,51	88.185,00	106.184,00	128.185,00	136.185,00	138.185,00	140.000,41	142.000,00
3.C.2. Alimentadas a lluvia	MAG -DCEA	Superficie de cultivo	Hectáreas/año	1.742,00	1.688,00	1.699,00	1.725,00	1.701,00	1.690,00	1.791,00	1.783,00	1.783,00	1.783,00
 Datos estimados ¹ Por dictamen de expertos el 1% del ganado corresponde a la cría en compartimientos y el 99% a la cría en pasturas.													

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																	
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agricultura y ganadería																					
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.D.1.a. 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	9.590.341,77	3.066.469,71	2.513.616,72	10.517.371,21	18.426.613,86
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos	MAG/SENA CSA	N de estiércol animal utilizado como compost	kg N/año	4.187.343,02	3.002.029,78	3.223.284,96	3.186.699,82	3.611.783,39	3.918.833,62	3.896.258,81	4.131.658,97	4.176.312,04	4.245.945,07	4.310.430,89	4.236.366,34	4.556.370,28	4.593.758,50	4.908.632,13	4.710.440,06	4.618.756,81	4.627.956,91
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo CPP	MAG/SENA CSA/FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas	Kg N/año	358.071.502,12	314.594.339,45	366.244.802,96	400.164.861,66	404.139.344,21	406.997.657,87	410.700.401,97	412.430.588,47	409.435.504,25	407.261.331,90	410.973.628,76	409.304.684,28	382.338.206,14	386.098.852,78	391.577.956,69	392.552.774,20	404.834.438,65	420.662.250,18
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo SO	MAG/SENA CSA/FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas	kg N/año	22.235.392,64	19.783.269,73	20.413.269,32	21.115.552,93	22.513.979,06	21.642.875,38	21.936.195,68	21.818.449,59	21.929.909,80	21.885.992,05	22.094.556,09	22.327.452,06	22.641.139,05	24.279.839,20	24.658.113,01	21.662.287,85	20.634.783,57	18.899.614,26
3.D.1.d. Residuos de cosechas	MAG - DCEA	N en residuos de cosechas	Kg N/año	97.351.809,57	98.439.269,24	70.709.536,21	102.852.096,23	118.545.856,88	115.122.306,25	128.183.737,62	133.520.242,56	128.639.928,40	119.174.588,49	144.317.238,75	157.361.782,25	179.271.806,48	201.664.731,67	188.247.101,05	193.411.025,64	222.174.533,72	184.298.842,66
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.D.2.a. Deposición atmosférica	DNA	N de fertilizantes sintéticos ²	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	9.590.341,77	3.066.469,71	2.513.616,72	10.517.371,21	18.426.613,86
	MAG/SENA CSA	N de estiércol animal utilizado como compost ²	kg N/año	4.187.343,02	3.002.029,78	3.223.284,96	3.186.699,82	3.611.783,39	3.918.833,62	3.896.258,81	4.131.658,97	4.176.312,04	4.245.945,07	4.310.430,89	4.236.366,34	4.556.370,28	4.593.758,50	4.908.632,13	4.710.440,06	4.618.756,81	4.627.956,91
	MAG/SENA CSA/FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas ²	Kg N/año	358.071.502,12	314.594.339,45	366.244.802,96	400.164.861,66	404.139.344,21	406.997.657,87	410.700.401,97	412.430.588,47	409.435.504,25	407.261.331,90	410.973.628,76	409.304.684,28	382.338.206,14	386.098.852,78	391.577.956,69	392.552.774,20	404.834.438,65	420.662.250,18
	MAG/SENA CSA/FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas ²	Kg N/año	22.235.392,64	19.783.269,73	20.413.269,32	21.115.552,93	22.513.979,06	21.642.875,38	21.936.195,68	21.818.449,59	21.929.909,80	21.885.992,05	22.094.556,09	22.327.452,06	22.641.139,05	24.279.839,20	24.658.113,01	21.662.287,85	20.634.783,57	18.899.614,26

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																	
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
		dos en pasturas ²																			
3.D.2.b. Lixiviación y escurrimiento	MAG - DCEA	N en residuos de cosechas	Kg N/año	97.351.809,57	98.439.269,24	70.709.536,21	102.852.096,23	118.545.856,88	115.122.306,25	128.183.737,62	133.520.242,56	128.639.928,40	119.174.588,49	144.317.238,75	157.361.782,25	179.271.806,48	201.664.731,67	188.247.101,05	193.411.025,64	222.174.533,72	184.298.842,66
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	36.101,60	12.768,00	55.076,50	52.466,20	67.680,00
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	8.754,67	8.061,77	6.746,39	9.877,56	15.281,81

■ Datos estimados

¹ Por dictamen de expertos el 1% del ganado corresponde a la cría en compartimientos y el 99% a la cría en pasturas.

² También calculados para 3.D.2.b.

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																	
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017								
Agricultura y ganadería				Agricultura y ganadería																	
3.D.1. Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.1.a. Fertilizantes inorgánicos	DNA	N de fertilizantes sintéticos	kg N/año	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	55.096.763,94	70.743.959,12								
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos	MAG/SENACSA	N de estiércol animal utilizado como compost	kg N/año	4.756.939,40	4.834.096,73	5.036.054,57	5.142.263,71	5.188.469,39	5.248.047,76	5.465.113,66	5.593.737,83	5.683.029,72	5.722.093,43								
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo CPP	MAG/SENACSA/FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas	kg N/año	435.637.635,87	462.277.407,80	482.970.643,66	488.150.585,47	526.129.443,96	539.203.527,35	556.047.482,00	555.119.243,48	546.380.489,94	544.886.523,67								
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo SO	MAG/SENACSA/FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas	kg N/año	18.820.739,22	19.032.020,76	19.200.079,05	19.579.448,51	19.821.700,66	20.108.998,96	20.363.730,05	20.684.504,89	21.091.169,55	21.049.726,64								
3.D.1.d. Residuos de cosechas	MAG - DCEA	N en residuos de cosechas	kg N/año	171.999.569,17	215.695.386,87	224.472.471,85	174.254.332,68	246.839.735,86	257.042.454,83	268.415.766,18	269.353.148,47	277.990.149,16	281.786.447,35								
3.D.2. Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
3.D.2.a. Deposition atmosférica	DNA	N de fertilizantes sintéticos ²	kg N/año	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	55.096.763,94	70.743.959,12								
	MAG/SENACSA	N de estiércol animal utilizado como compost ²	kg N/año	4.756.939,40	4.834.096,73	5.036.054,57	5.142.263,71	5.188.469,39	5.248.047,76	5.465.113,66	5.593.737,83	5.683.029,72	5.722.093,43								
	MAG/SENACSA/FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas ²	kg N/año	435.637.635,87	462.277.407,80	482.970.643,66	488.150.585,47	526.129.443,96	539.203.527,35	556.047.482,00	555.119.243,48	546.380.489,94	544.886.523,67								
	MAG/SENACSA/FAOSTAT	N de orina y estiércol depositados en pasturas ²	kg N/año	18.820.739,22	19.032.020,76	19.200.079,05	19.579.448,51	19.821.700,66	20.108.998,96	20.363.730,05	20.684.504,89	21.091.169,55	21.049.726,64								
3.D.2.b. Lixiviación y escurrimiento	MAG - DCEA	N en residuos de cosechas	kg N/año	171.999.569,17	215.695.386,87	224.472.471,85	174.254.332,68	246.839.735,86	257.042.454,83	268.415.766,18	269.353.148,47	277.990.149,16	281.786.447,35								
3.G. Encalado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor									
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
3.G.2. Dolomita	DNA	Dolomita importada	t/año	124.660,00	130.787,00	141.213,00	106.864,00	123.369,00	195.739,00	259.339,00	165.670,89	197.219,44	218.652,95
3.H. Aplicación de urea	DNA	Urea importada	t/año	14.677,05	16.222,82	20.291,27	23.552,34	37.483,01	40.461,67	41.185,92	42.919,76	37.393,53	49.409,69
<p> Datos estimados</p> <p>¹ Por dictamen de expertos el 1% del ganado corresponde a la cría en compartimientos y el 99% a la cría en pasturas.</p> <p>² También calculados para 3.D.2.b.</p>													

Anexo 3.3.2. Sector Agricultura y Ganadería: factores de emisión utilizados

Categoría	Fuente	Dato		Unidad	Valor			
					CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Agricultura y ganadería								
3.A.1.a. Vacas lecheras	D, CS	FE de las cabezas de ganado	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		127,54		
	D, CS	FE de las cabezas de ganado	Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		118,20		
3.A.1.b. Otros vacunos		-	-	-	-	-	-	
Vaca	D, CS	FE de las cabezas de ganado	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		60,57		
			Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		53,10		
	Vaquilla	D, CS	FE de las cabezas de ganado	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		55,83	
				Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		49,48	
	Novillo	D, CS	FE de las cabezas de ganado	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		68,05	
				Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		60,20	
	Toro	D, CS	FE de las cabezas de ganado	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		60,00	
				Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		51,28	
	Desm. Macho	D, CS	FE de las cabezas de ganado	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		30,93	
				Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		27,45	
	Desm. Hembra	D, CS	FE de las cabezas de ganado	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		29,38	
				Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		26,20	
	Ternero	D, CS	FE de las cabezas de ganado	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		20,48	
				Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		18,17	
	Buey	D, CS	FE de las cabezas de ganado	Pastura	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		102,30	
				Compartimiento	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		92,04	
	3.A.2. Ovinos	D	FE de las cabezas de ganado		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		5,00	
	3.A.3.a. Porcinos	D	FE de las cabezas de ganado		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00	
3.A.3.b. Porcinos (carne)	D	FE de las cabezas de ganado		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00		
3.A.4.a. Búfalos	D	FE de las cabezas de ganado		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		55,00		
3.A.4.d. Caprinos	D	FE de las cabezas de ganado		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		5,00		
3.A.4.e. Equinos	D	FE de las cabezas de ganado		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		18,00		
3.A.4.f. Mulass y asnos	D	FE de las cabezas de ganado		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		10,00		
3.B.1.a. Vacas lecheras	D	FE de las cabezas de ganado		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00		
	D	Tasa de excreción de N		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,48	
	Dictamen de expertos	Masa animal típica por categoría de ganado		kg			485,00	
	Dictamen de expertos	Fración de la excreción total anual de N	Almacenamiento de sólidos				0,00	
	D	FE de las cabezas de ganado	Almacenamiento de sólidos		kg N ₂ O-N (kg N en MMS) ⁻¹			0,01
3.B.1.b. Otros vacunos	Dictamen de expertos	Fración de la excreción total anual de N	Almacenamiento de sólidos				0,001	
	D	FE de las cabezas de ganado	Almacenamiento de sólidos		kg N ₂ O-N (kg N en MMS) ⁻¹		0,01	
Vaca	D	FE de las cabezas de ganado		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00		
			Tasa de excreción de N		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹		0,36	
			SENA CSA	Masa animal típica por categoría de ganado		kg		360,13
	Vaquilla	D	FE de las cabezas de ganado		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00	
				Tasa de excreción de N		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹		0,36
				Dictamen de expertos	Masa animal típica por categoría de ganado		kg	
Novillo	D	FE de las cabezas de ganado		Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00		
			SENA CSA	Tasa de excreción de N		kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹		0,36

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Toro	Dictamen de expertos	Masa animal típica por categoría de ganado	kg			384,57
	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00	
	D	Tasa de excreción de N	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36
	SENACSA	Masa animal típica por categoría de ganado	kg			442,54
Desm. Macho	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00	
	D	Tasa de excreción de N	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36
	Dictamen de expertos	Masa animal típica por categoría de ganado	kg			130,00

C = por defecto
CS = país específico
D. EXP. = dictamen de expertos

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Agricultura y ganadería						
Desm. Hembra	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00	
	D	Tasa de excreción de N	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36
	Dictamen de expertos	Masa animal típica por categoría de ganado	kg			115,00
Ternero	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00	
	D	Tasa de excreción de N	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36
	Dictamen de expertos	Masa animal típica por categoría de ganado	kg			75,00
Buey	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00	
	D	Tasa de excreción de N	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,36
	Dictamen de expertos	Masa animal típica por categoría de ganado	kg			550,00
3.B.2. Ovinos	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,15	
3.B.3.a. Porcinos	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00	
3.B.3.b. Porcinos (carne)	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00	
3.B.4.a. Búfalos	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,00	
3.B.4.d. Caprinos	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,17	
3.B.4.e. Equinos	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		1,64	
3.B.4.f. Mulas y asnos	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,90	
3.B.4.g.i. Aves de corral	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,02	
	D	Tasa de excreción de N	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			0,82
	D	Masa animal típica por categoría de ganado	kg			1,80
	Dictamen de expertos	Fración de la excreción total anual de N	Almacenamiento de sólidos			1,00
	D	FE de las cabezas de ganado	Almacenamiento de sólidos	kg N ₂ O-N (kg N en MMS) ⁻¹		0,00
3.B.4.g.i.i. Aves de corral (carne)	D	FE de las cabezas de ganado	Kg CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹		0,02	
	D	Tasa de excreción de N	kg N (1000 kg animal) ⁻¹ día ⁻¹			1,10
	D	Masa animal típica por categoría de ganado	kg			0,90
	Dictamen de expertos	Fración de la excreción total anual de N	Almacenamiento de sólidos			1,00
	D	FE de las cabezas de ganado	Almacenamiento de sólidos	kg N ₂ O-N (kg N en MMS) ⁻¹		0,00
3.B.5. Emisiones indirectas de N ₂ O	D	FE para emisiones de N ₂ O resultantes de la deposición atmosférica de N	[kg N ₂ O-N (kg NH ₃ -N + NO _x -N volatilizado) ⁻¹]			0,01
Vacas lecheras	D	Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Almacenamiento de sólidos			0,30
Vaca	D	Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Almacenamiento de sólidos			0,45
Vaquilla	D	Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Almacenamiento de sólidos			0,45
Novillo	D	Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Almacenamiento de sólidos			0,45

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Toro	D	Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Almacenamiento de sólidos			0,45
Desm. Macho	D	Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Almacenamiento de sólidos			0,45
Desm. Hembra	D	Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Almacenamiento de sólidos			0,45
Ternero	D	Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Almacenamiento de sólidos			0,45
Buey	D	Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Almacenamiento de sólidos			0,45
Aves de corral	D	Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Estiércol sin hojarasca			0,55
Aves de corral (carne)	D	Fración de N del estiércol gestionado que se volatiliza	Estiércol sin hojarasca			0,55
3.C. Cultivo del arroz	-	-	-	-	-	-
3.C.1. Irrigadas	FAO	Periodo de cultivo	Días		140,00	
	D	Factor de emisión básico para cultivos con inundación permanente, sin abonos orgánicos	(kg CH ₄ ha ⁻¹ día ⁻¹)		1,30	
	D	Factor de ajuste para regímenes hídricos durante el periodo de cultivo			0,78	
	D	Factor de ajuste para regímenes hídricos previos al periodo de cultivo			1,22	
3.C.2. Alimentadas a lluvia	FAO	Periodo de cultivo	Días		120,00	
	D	Factor de emisión básico para cultivos con inundación permanente, sin abonos orgánicos	(kg CH ₄ ha ⁻¹ día ⁻¹)		1,30	
	D	Factor de ajuste para regímenes hídricos durante el periodo de cultivo			0,27	
	D	Factor de ajuste para regímenes hídricos previos al periodo de cultivo			1,22	

C = por defecto
CS = país específico
D. EXP. = dictamen de expertos

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Agricultura y ganadería						
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
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O de aportes de N	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹			0,01
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O de aportes de N	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹			0,02
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O de aportes de N	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹			0,01
	D	Factor de emisión para emisiones de N ₂ O de aportes de N	kg N ₂ O-N (kg N) ⁻¹			0,01
	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			0,02
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			0,01
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. Deposition atmosférica	D	Fración de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza	(kg NH ₃ -N + NO _x -N) (kg de N aplicado) ⁻¹			0,10
	D	Fración 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			0,20
	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) ⁻¹			0,01
3.D.2.b. Lixiviación y escurrimiento	D	Fración de N agregado en suelos gestionados donde se produce lixiviación/escurrimiento	[kg N (kg de agregados de N) ⁻¹]			0,30
	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]			0,0075
3.G. Encalado	D	Factor de emisión para emisiones por aplicación de dolomita	[t de C (t de dolomita) ⁻¹]	0,1		
3.H. Aplicación de urea	D	Factor de emisión para emisiones por aplicación de urea	[t de C (t de urea) ⁻¹]	0,2		

C = por defecto
CS = país específico
D. EXP. = dictamen de expertos

Anexo 3.3.2.1. Sector Agricultura y Ganadería: Factores de emisión ajustados de la categoría fermentación entérica para el ganado vacuno

Tabla 1.8.1. se presentan los Factores de emisión utilizados para las subcategorías de ganado vacuno en el cálculo de las emisiones de la categoría de fermentación entérica.

Tabla 1.8.1

Fermentación entérica: factores de emisión ajustados para cada subcategoría de ganado vacuno

Subcategoría/fuente	FE - CH ₄			
	Valor		Unidad	Observación
	Pasturas	Compartimiento		
Vacunos lecheros	127,54	118,20	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Valores ajustados del país
Vacas	60,57	53,10	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Valores ajustados del país
Vaquillas	55,83	49,48	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Valores ajustados del país
Novillos	68,05	60,20	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Valores ajustados del país
Toros	60,00	51,28	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Valores ajustados del país
Desm. machos	30,93	27,45	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Valores ajustados del país
Desm. hembras	29,38	26,20	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Valores ajustados del país
Terneros	20,48	18,17	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Valores ajustados del país
Buey	102,30	92,04	CH ₄ cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Valores ajustados del país

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

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.

Para ello, se utilizaron las ecuaciones estipuladas en el capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices del IPCC del 2006, las cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1.8.2

Fermentación entérica: ecuaciones utilizadas para el cálculo de los factores de emisión para cada subcategoría de ganado vacuno

Ecuaciones*	Ganado vacuno									
	Vacas lecheras	Vacas	Vaquillas	Novillos	Toros	D. Macho	D. Hembra	Terneros	Buey	
Ecuación 10.3	Mantenimiento NE _m	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ecuación 10.4	Actividad NE _a	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ecuación 10.6	Crecimiento NE _g			X	X		X	X	X	X
Ecuación 10.8	Lactancia NE _l	X	X							
Ecuación 10.11	Trabajo NE _{trabajo}									X
Ecuación 10.13	Preñez NE _p	X	X							
Ecuación 10.14	REM	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ecuación 10.15	REG	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ecuación 10.16	Energía bruta GE	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ecuación 10.21	Factor de Emisión	X	X	X	X	X	X	X	X	X

*Numeraciones según Directrices del IPCC del 2006.

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

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

C_f= 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.

Ecuación 10.4

$$NE_a = C_a \times NE_m$$

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) en la energía necesaria para ganar peso.

Ecuación 10.6

$$NE_g = 22,02 \times \left(\frac{BW}{C \times MW} \right)^{0,75} \times WG^{1,097}$$

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.

Ecuación 10.8

$$NE_l = Leche \times (1,47 + 0,40 \times Grasa)$$

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.

Ecuación 10.11

$$NE_{trabajo} = 0,10 \times NE_m \times Horas$$

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.

$$\text{Ecuación 10.15}$$

$$REG = \left[1,164 - (5,160 \times 10^{-3} \times DE\%) + [1,308 \times 10^{-5} \times (DE\%)^2] - \left(\frac{37,4}{DE\%} \right) \right]$$

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.

$$\text{Ecuación 10.16}$$

$$GE = \left[\frac{\left(\frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_{trabajo} + NE_p}{REM} \right) + \left(\frac{NE_g}{REG} \right)}{\frac{DE\%}{100}} \right]$$

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.

$$\text{Ecuación 10.21}$$

$$FE = \left[\left(\frac{GE \times \left(\frac{Y_m}{100} \right) \times 365}{55,65} \right) \right]$$

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

Teniendo en cuenta los requerimientos de las ecuaciones citadas anteriormente y las características de cada grupo etario vacuno, se procedió a la recopilación de los datos necesarios. Los datos utilizados fueron del Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA), dictamen de expertos y los valores presentados en el Anexo 10A.1, del capítulo 10 del volumen 4 de las Directrices del IPCC del 2006. En la tabla siguiente se especifican los datos y sus fuentes respectivas.

Tabla 1.8.3.

Fermentación entérica: valores utilizados para el ajuste de los factores de emisión

Subcategoría	Peso vivo del animal para la categoría ¹⁻²	Coeficiente para el cálculo de energía de mantenimiento ³	Coeficiente de actividad según situación alimentaria ³		Cantidad de leche producida ²	Contenido graso de la leche ²	Coeficiente de preñez ³	Coeficiente para ecuación 10.6 ³	Aumento de peso diario para jóvenes ²	Tiempo trabajado por día ²	Digestibilidad de alimentos ³	Factor de conversión de CH ₄ para vacunos ³	
			Pastura	Compartimiento									
			C _f	C _a									
			Peso Kg	C _f MJ d ⁻¹ kg ⁻¹									C _a -
Vacunos lecheros	Alta producción	485,0 ^{0 2}	0,37	0,17	0,00	18,50	3,87	0,10				60,00	6,50
	Baja producción	485,0 ^{0 2}	0,37	0,17	0,00	8,16	3,87	0,10				60,00	6,50
Vacas	360,1 ^{3 1}	0,37	0,17	0,00	1,10	3,87	0,10				60,00	6,50	
Vaquillas	290,0 ^{0 2}	0,37	0,17	0,00				0,80	0,25		60,00	6,50	
Novillos	284,5 ^{7 1}	0,37	0,17	0,00				1,00	0,27		60,00	6,50	
Toros	442,5 ^{4 1}	0,37	0,17	0,00							60,00	6,50	
Desm. machos	130,0 ^{0 2}	0,37	0,17	0,00				1,00	0,30		60,00	6,50	
Desm. hembras	115,0 ^{0 2}	0,37	0,17	0,00				0,80	0,30		60,00	6,50	
Terneros	75,0 ^{0 2}	0,37	0,17	0,00				1,00	0,30		60,00	6,50	
Buey	550,0 ^{0 2}	0,37	0,17	0,00				1,00	0,25	2,50	60,00	6,50	

Fuente:

¹ SENACSA -DPE

² Dictamen de expertos

³ Directrices del IPCC 2006

Anexo 3.4. Sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura

Anexo 3.4.1. Sector UTCUTS: datos de actividad utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor															
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
UTCUTS																			
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	INFO NA/Huang et al. 2009	Superficie de bosques nativos 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	24.127.546,16	23.847.638,92	23.567.731,68	23.287.824,44	23.007.917,20
	INFO NA	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	7.290,91	8.202,27	9.113,64
	INFO NA	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	659.585,42	659.079,93	465.471,92	582.434,07	684.775,52	710.896,79
	VMM E	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	6.701.235,80	6.704.968,99	6.680.117,38
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	INFO NA/PAYCO	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	36.459,79	38.950,73	38.039,36
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	MAG-DCEA	Superficie de cultivos leñosos perennes con ganancia de C por biomasa	ha	69.190,00	70.379,90	70.995,00	71.755,00	72.441,55	72.775,75	72.775,75	72.775,75	9.361,93	8.172,03	8.089,93	12.309,18	11.622,43	9.903,07	10.224,93	13.398,93
	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	2.956,25	0,00	2.270,18	0,00	0,00	8.536,00	0,00	0,00	0,00
	MAG-DCEA/CAP ECO-FEPA SIDIAS	Superficie de cultivos anuales con sistema de siembra directa	ha	0,00	464.301,08	481.210,12	449.156,47	539.096,93	621.514,15	788.075,08	772.624,32	806.063,29	951.003,82	938.771,15	1.098,51	1.128,52	1.118,36	1.187,11	1.198,00
	MAG-DCEA/CAP ECO-FEPA SIDIAS	Superficie de cultivos anuales con sistema de siembra convencional	ha	1.734.173,55	1.269.872,47	1.252.963,43	1.285.017,08	1.195.076,62	1.112.659,40	946.098,47	961.549,22	928.110,25	783.169,72	795.402,39	642.915,03	605.185,02	615.980,19	551.066,44	536.164,82
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	INFO NA/Huang et al. 2009	Superficie de tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	ha	158.063,57	158.063,57	158.063,57	158.063,57	158.063,57	158.063,57	158.063,57	158.063,57	158.063,57	158.063,57	158.063,57	152.949,82	152.949,82	152.949,82	152.949,82	152.949,82
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	INFO NA/Huang et al. 2009	Superficie de pastizales implantados ⁶	ha	10.487.697,43	10.693.741,49	10.848.062,40	10.975.329,31	11.096.362,47	11.239.275,14	11.481.041,85	11.522.245,83	11.733.520,35	12.057.124,00	11.930.981,14	7.149.840,21	7.132.395,19	6.820.389,45	6.977.979,91	6.885.574,53
	INFO NA/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	5.025.591,26	5.000.927,48	4.976.263,70
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	INFO NA/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	121.345,76	121.345,76	121.345,76	121.345,76	121.345,76
4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en	INFO NA/Huang et	Superficie de tierras forestales convertidas	ha	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	16,64	25,68	25,68	25,68	25,68	25,68

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																	
				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005		
UTCUTS																					
humedales	al.2009	en humedales																			
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	INFO NA/Huang et al.2009	Superficie de tierras forestales convertidas en asentamientos	ha	3.921,48	3.921,48	3.921,48	3.921,48	3.921,48	3.921,48	3.921,48	3.921,48	3.921,48	3.921,48	3.921,48	3.921,48	3.921,48	6.529,88	6.529,88	6.529,88	6.529,88	6.529,88
4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	INFO NA/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	0,00	0,00	0,00	0,00
<p>³ Corresponde a superficies de cuatro estratos, Bosque seco chaqueño, Bosque subhúmedo inundable del Río Paraguay, Bosque subhúmedo del cerrado, Bosque, Bosque subhúmedo de la Región Oriental, y Bosque Palmer a partir del 2001.</p> <p>⁴ Como se contaron con datos de superficie con plantaciones forestales a partir del período 1975-1085 (los mismos fueron anualizados), las plantaciones forestales fueron consideradas tanto en la categoría de tierras convertidas en tierras forestales, y luego de 20 años, estas fueron consideradas en la categoría de tierras forestales que permanecen como tales. Es así que la superficie de 1975, se transfiere a la categoría de tierras forestales que permanecen como tales en 1996, y así sucesivamente.</p> <p>⁵ Se cuenta con datos de plantaciones forestales de PAYCO (con un valor de IMA mayor al promedio) a partir del año 2012.</p> <p>⁶ Inferencia teniendo en cuenta los valores de superficie de cultivos de MAG-DCEA.</p>																					

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor											
				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
UTCUTS															
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	INFONA/Huang et al. 2009	Superficie de bosques nativos ³	ha	22.626.023,50	22.244.129,80	21.862.236,10	21.480.342,40	21.098.448,70	20.716.555,00	18.757.628,46	18.466.288,24	17.979.965,23	17.493.642,21	17.303.503,33	17.039.301,17
	INFONA	Superficie de plantaciones forestales ⁴	ha	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	16.417,30	18.908,24
	INFONA	Remoción anual de madera	(m ³ año ⁻¹)	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	178.166,16	184.038,04
	VMME	Remoción anual de madera combustible (leña y carbón)	(m ³ año ⁻¹)	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	10.352.866,87	10.729.503,56
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	INFONA/PAYCO	Superficie de plantaciones forestales ³⁻⁵	ha	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	87.043,70	94.109,76
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	MAG-DCEA	Superficie de cultivos leñosos perennes con ganancia de C por biomasa	ha	7.622,75	7.622,75	7.281,72	2.302,47	2.843,36	5.967,52	5.645,66	2.621,67	2.741,86	3.333,81	3.321,44	5.562,69
	MAG-DCEA	Superficie de cultivos leñosos perennes con pérdida de C por biomasa	ha	15.050,50	11.657,97	0,00	223,69	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	MAG-DCEA/CAPECO-FEPASIDIAS	Superficie de cultivos anuales con sistema de siembra directa	ha	1.289.156,24	1.367.877,63	1.500.279,80	1.465.105,12	1.416.528,52	1.391.497,40	1.397.736,57	1.399.316,49	1.538.566,97	1.636.143,95	1.706.872,88	1.921.476,61
	MAG-DCEA/CAPECO-FEPASIDIAS	Superficie de cultivos anuales con sistema de siembra convencional	ha	445.017,31	366.295,92	233.893,75	269.068,42	317.645,03	386.901,76	476.589,36	597.999,21	587.978,24	597.742,27	535.504,31	529.948,28
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	111.244,30	111.244,30	111.244,30	111.244,30	111.244,30	111.244,30	78.242,38	78.242,38	138.293,19	138.293,19	63.066,86	63.066,86
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	INFONA/Huang et al. 2009	Superficie de pastizales implantados ⁶	ha	7.094.279,34	7.495.716,54	7.591.763,06	7.831.856,65	8.042.208,02	8.147.823,98	7.732.423,95	7.817.248,13	8.065.293,70	8.807.598,01	9.892.726,92	10.082.767,67
	INFONA/Huang et al. 2009	Superficie de pastizales naturales	ha	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	5.526.271,78	5.512.716,18
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	INFONA/Huang et al. 2009	Superficie de tierras forestales convertidas en pastizales	ha	259.591,72	259.591,72	259.591,72	259.591,72	259.591,72	259.591,72	204.750,15	204.750,15	389.904,25	389.904,25	199.878,38	199.878,38
4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales	INFONA/Huang et al. 2009	Superficie de tierras forestales convertidas en humedales	ha	374,90	374,90	374,90	374,90	374,90	374,90	0,00	0,00	0,00	0,00	57,34	57,34
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	INFONA/Huang et al. 2009	Superficie de tierras forestales convertidas en asentamientos	ha	12.566,98	12.566,98	12.566,98	12.566,98	12.566,98	12.566,98	3.288,53	3.288,53	6.043,75	6.043,75	3.272,18	3.272,18
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	1644,59	1644,59	4181,13	4181,13	4024,76	4024,76
³ Corresponde a superficies de cuatro estratos, Bosque seco chaqueño, Bosque subhúmedo inundable del Río Paraguay, Bosque subhúmedo del cerrado, Bosque subhúmedo de la Región Oriental, y Bosque Palmar a partir del 2001. ⁴ Como se contaron con datos de superficie con plantaciones forestales a partir del período 1975-1085 (los mismos fueron anualizados), las plantaciones forestales fueron consideradas tanto en la categoría de tierras convertidas en tierras forestales, y luego de 20 años, estas fueron consideradas en la categoría de tierras forestales que permanecen como tales. Es así que la superficie de 1975, se transfiere a la categoría de tierras forestales que permanecen como tales en 1996, y así sucesivamente. ⁵ Se cuenta con datos de plantaciones forestales de PAYCO (con un valor de IMA mayor al promedio) a partir del año 2012. ⁶ Inferencia teniendo en cuenta los valores de superficie de cultivos de MAG-DCEA.															

Anexo 3.4.2. Sector UTCUTS: factores de emisión utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor	
				CO ₂	
UTCUTS					
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	VMME	Biomasa	Incremento anual neto promedio (BSCH)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	0,5
	VMME		Incremento anual neto promedio (BSHIRP)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	1
	VMME		Incremento anual neto promedio (BSHC - BHRO)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	1,5
	VMME		Incremento anual neto promedio (PF)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	28,5
	D, IPCC 2003		Factor de expansión de la biomasa (bosque nativo)	(-)	1,5
	IFN 2015		Factor de expansión de la biomasa (PF)	(-)	2,1
	Sato et al. 2015		Densidad básica de la madera (BSCH)	[ton secado en horno (humedad m ³)]	0,68119494
	Sato et al. 2015		Densidad básica de la madera (BSHIRP)	[ton secado en horno (humedad m ³)]	0,6309189
	Sato et al. 2015		Densidad básica de la madera (BSHC - BHRO)	[ton secado en horno (humedad m ³)]	0,58064286
	D		Incremento anual neto promedio (PF)	[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 (BSHIRP)	[ton d.m. bs (tonelada d.m. ba) ⁻¹]	0,28
	D		Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea (BSHC-BHRO)	[ton d.m. bs (tonelada d.m. ba) ⁻¹]	0,24
	D		Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea (PF)	[ton d.m. bs (tonelada d.m. ba) ⁻¹]	0,44
D	Fracción de carbono de materia seca	[ton C (ton d.m.) ⁻¹]	0,47		
4.A.2.a. Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	VMME	Biomasa	Incremento anual neto promedio (PF tipo 1)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	28,5
	PAYCO		Incremento anual neto promedio (PF tipo 2)	(m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)	34,9
	IFN 2015		Factor de expansión de la biomasa	(-)	2,1
	D		Incremento anual neto promedio	[ton secado en horno (humedad m ³)]	0,51
	D		Relación biomasa subterránea/ biomasa aérea	[ton d.m. bs (tonelada d.m. ba) ⁻¹]	0,44
	D		Fracción de carbono de materia seca	[ton C (ton d.m.) ⁻¹]	0,47
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	D	Biomasa	Tasa de acumulación de biomasa	(ton C ha ⁻¹ año ⁻¹)	2,6
	D		Pérdida de carbono de la biomasa	(ton C ha ⁻¹ año ⁻¹)	21
	D	Suelos	Referenciade existencias de C	(ton C ha ⁻¹)	65
	D		Tiempo de permanencia de cambio en el depósito	años	20
	D		Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra	(-)	0,48
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión de laboreo reducido ⁽¹⁾	(-)	1,22
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión de laboreo total	(-)	1
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica	(-)	1
4.B.2.a. Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	Remediación IFN 2019	Biomasa	Existencias de biomasa antes de la conversión (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	37,47
	Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	70,58
	Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	79,87

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor	
				CO ₂	
	Remediación IFN 2019	Existencias de biomasa antes de la conversión (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	62,67	
	D	Existencias de C en la biomasa después de un año	(ton C ha ⁻¹)	5	
	IFN 2015	Materia orgánica muerta	Existencias de C en madera muerta (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	1,55
	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 (BHC)	(ton C ha ⁻¹)	4,3
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BHC)	(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	(ton C ha ⁻¹)
	D	Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra		(-)	0,48
	D	Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión de laboreo reducido ⁽¹⁾		(-)	1,22
	D	Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión de laboreo total		(-)	1
	D	Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica		(-)	1
	D	Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra al inicio del periodo del inventario		(-)	1
	D	Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión al inicio del periodo del inventario		(-)	1
	D	Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica al inicio del periodo del inventario		(-)	1

C = por defecto
CS = país específico
D. EXP. = dictamen de expertos

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor	
				CO ₂	
UTCUTS					
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	D	Suelos	Referencia de existencias de C (Región Occidental)	(ton C ha ⁻¹)	38
	D		Referencia de existencias de C (Región Oriental)	(ton C ha ⁻¹)	47
	D		Tiempo de permanencia de cambio en el depósito	años	20
	D		Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra	(-)	1
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión sostenible ⁽²⁾	(-)	1,17
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión con pastoreo excesivo o moderadamente degradado ⁽²⁾	(-)	0,97
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica	(-)	1
4.C.2.a. Tierras forestales convertidas en pastizales	Remediación IFN 2019	Biomasa	Existencias de biomasa antes de la conversión (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	37,47
	Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	70,58
	Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHC)	(ton C ha ⁻¹)	79,87
	Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	62,67

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor CO ₂		
	D	Existencias de C en la biomasa después de la conversión (hierbas)	(ton dm ha ⁻¹)	0		
	D	Existencias de C en la biomasa después de la conversión (leñosos)	(ton dm ha ⁻¹)	0		
	IFN 2015	Materia orgánica muerta	Existencias de C en madera muerta (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	1,55	
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	2,42	
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	3,98	
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	0,95	
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	4,3	
	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	Referenciade existencias de C (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	38	
	D		Referenciade existencias de C (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	65	
	D		Referenciade existencias de C (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	35	
	D		Referenciade existencias de C (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	47	
	D		Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra	(-)	0,48	
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión sostenible ⁽²⁾	(-)	1,22	
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión con pastoreo excesivo o moderadamente degradado ⁽²⁾	(-)	1	
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica	(-)	1	
	D		Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra al inicio del periodo del inventario	(-)	1	
	D		Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión al inicio del periodo del inventario	(-)	1	
	D		Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica al inicio del periodo del inventario	(-)	1	
	4.D.2.a. Tierras forestales convertidas en humedales		Remediación IFN 2019	Biomasa	Existencias de biomasa antes de la conversión (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)
		Remediación IFN 2019	Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHIRP)		(ton C ha ⁻¹)	70,58
Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)		79,87	
Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)		62,67	
D		Fracción de materia seca	(ton C (ton dm) ⁻¹)		0,5	
4.E.2.a. Tierras forestales convertidas en asentamientos	Remediación IFN 2019	Biomasa	Existencias de biomasa antes de la conversión (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	37,47	
	Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	70,58	
	Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	79,87	
	Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	62,67	
	IFN 2015	Materia orgánica muerta	Existencias de C en madera muerta (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	1,55	
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	2,42	
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	3,98	
	IFN 2015		Existencias de C en hojarasca (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	0,95	
	IFN 2015		Existencias de C en madera muerta (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	4,3	
	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	
	4.F.2.a. Tierras forestales convertidas en otras tierras	Remediación IFN 2019	Biomasa	Existencias de biomasa antes de la conversión (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	37,47
Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHIRP)		(ton C ha ⁻¹)	70,58	
Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BSHC)		(ton C ha ⁻¹)	79,87	
Remediación IFN 2019		Existencias de biomasa antes de la conversión (BHRO)		(ton C ha ⁻¹)	62,67	
D		Suelos	Referenciade existencias de C (BSCH)	(ton C ha ⁻¹)	38	
D			Referenciade existencias de C (BSHIRP)	(ton C ha ⁻¹)	65	
D			Referenciade existencias de C (BSHC)	(ton C ha ⁻¹)	35	
D			Referenciade existencias de C (BHRO)	(ton C ha ⁻¹)	47	
D			Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra	(-)	0	
D			Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión	(-)	0	
D			Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica	(-)	0	
D			Factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra al inicio del periodo del inventario	(-)	1	
D			Factor de cambio de existencias para el régimen de gestión al inicio del periodo del inventario	(-)	1	
D			Factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica al inicio del periodo del inventario	(-)	1	

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor CO ₂
C = por defecto CS = país específico D. EXP. = dictamen de expertos				

Anexo 3.4.3. Sector UTCUTS: matrices de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra

Existen varios métodos para obtener los datos, que incluyen censos anuales, sondeos periódicos y detección remota. Cada uno de estos métodos de recopilación de datos proporciona diferentes tipos de información, con diferentes frecuencias de declaración y con distintos atributos.

En este caso, las matrices de cambios presentados a continuación 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 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.

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 de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra, periodo 2000-2011

2000	Tierras forestales						Tierras de cultivo				Pastizales				Humedales				Asentamientos humanos				Otras tierras				SUMAFINAL
	BSC H	BS HIR P	BS HC	BH RO	Pal mar	PF	BS CH	BS HIR P	B S H C	BH RO	BS CH	BS HIR P	BS HC	BH RO	B SC H	BS HIR P	B S H C	BH RO	BS CH	BS HIR P	B S H C	BH RO	B SC H	BS HIR P	B S H C	BH RO	
2011	BS CH	11.799 .13 2					4.8 98																				11.8 04.0 29
	BS HIR P		2.5 11. 71 9					1.0 24							32 6												2.51 3.06 9
	BS HC			18 1. 20 7					2 3 1																		181. 438
	BH RO				2.4 38. 22 9					9.1 89								35 7									2.44 7.77 5
	Pal mar					3.7 70. 24 5																					3.77 0.24 5
	PF						1 8. 9 7 2																				18.9 72
	BS CH	2.1 63. 438					1.6 46. 71 2			16 .6 94								3									3.82 6.84 5

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

2000	Tierras forestales						Tierras de cultivo				Pastizales				Humedales				Asentamientos humanos				Otras tierras				SUMA FINAL	
	BSC H	BS HIR P	BS HC	BH RO	Pal mar	PF	BS CH	BS HIR P	B S H C	BH RO	BS CH	BS HIR P	BS HC	BH RO	B SC H	BS HIR P	B S H C	BH RO	BS CH	BS HIR P	B S H C	BH RO	B SC H	BS HIR P	B S H C	BH RO		
2011	BS HIR P	54 1.9 22						1.5 12. 78 7				20 1.2 32															2.25 5.94 2	
	BS HC		10 .5 14						7 8. 1 1 8				1. 22 1														89.8 52	
	BH RO			87 9.7 79						6.4 23. 26 9				23. 85 9													7.32 6.90 7	
Pastizales	BS CH									75 8. 14 3																	758. 143	
	BS HIR P	35 0									2.2 84. 59 5																2.28 4.94 6	
	BS HC											15 3. 11 0															153. 110	
	BH RO			49 1									1.5 99. 69 6														1.60 0.18 7	
Humedales	BS CH													2 7. 5 7 0													27.5 70	
	BS HIR P	12 8									30. 76 6				23 7. 28 5				22 9								268. 409	
	BS HC															6 0 6											606	
	BH RO				2.2 49								21. 14 2					21 7. 22 2				10 6					240. 719	
Asentamientos	BS CH	90. 114								20 1									10 0. 64 4								190. 959	
	BS HIR P		16. 40 8					17 2			5.7 28				1. 75 7					29 .2 57							53.3 22	
	BS HC			16 9																	9 3 8						1.10 7	
	BH RO				1.3 60					2.2 37			75 6									15 4. 85 6					159. 210	
Otras tierras	BS CH																							3 6. 5 8 1			36.5 81	
	BS HIR P																								46		46	
	BS HC																										0	
	BH RO																										0	
SUMA INICIAL	14. 052 3	3.0 70. 8	19 1. 9	3.3 22. 8	3.7 70. 5	8. 70. 2	1 9	1.6 51. 0	1.5 13. 3	8. 34. 9	6.4 34. 5	77 5.	2.5 22. 8	15 4. 1	1.6 45. 0	7. 5 3	23 9. 2	6	21 7. 4	10 0. 4	29 .4 86	9 3 8	15 4. 2	3 6. 5 8 1	46	0	0	0

Los valores son expresados sin decimales por cuestiones de formato.

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).

Matriz 2

Sector UTCUTS: matriz de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra, periodo 2011-2015

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

2015		Tierras forestales						Tierras de cultivo				Pastizales				Humedales				Asentamientos				Otras tierras				SU MA FIN AL
		BSC H	BS HI RP	BS HC	BH RO	Pal mar	PF	BS CH	BS HI RP	BS HC	BH RO	BS CH	BS HI RP	BS HC	BH RO	B S C H	BS HI RP	B S H C	B H R O	BS CH	BS HI RP	B S H C	B H R O	B S C H	BS HI RP	B S H C	B H R O	
Tierra s forest ales	BSC H	9.1 12. 320					2.1 93																					9.11 4.51 2
	BS HI RP		2.7 24. 00 3					21 0																				2.72 4.21 2
	BS HC			15 5. 37 7																								155. 377
	BH RO				2.3 16. 49 7					16. 39 7																	8 5	2.33 2.97 9
	Pa lm ar					3.1 66. 56 3																						3.16 6.56 3
	PF						6 6. 8 2 1																					66.8 21
Tierra s de culti vo	BSC H	1.1 91. 457					3.7 17. 18 4			10. 71 9																		4.91 9.36 1
	BS HI RP		12 7.2 74					1.6 15. 21 3			52. 00 6																	1.79 4.49 2
	BS HC			7. 63 8					13 1. 74 4																			139. 382
	BH RO				22 0.8 17				7.4 50. 37 1				1.6 18															7.67 2.80 5
Pastiz ales	BSC H									2.0 97. 51 0																		2.09 7.51 0
	BS HI RP										2.6 36. 21 0																	2.63 6.21 0
	BS HC											11 0. 90 8																110. 908
	BH RO												1.3 44. 39 8															1.34 4.39 8
Hume dales	BSC H														3 8. 6 1 0													38.6 10
	BS HI RP															25 2. 39 1												252. 391
	BS HC																9 2 9											929
	BH RO																	21 0. 34 5										210. 345
Asent amie ntos	BSC H	8.8 35																	15 6. 60 3									165. 438
	BS HI RP		5,6 33					25 7			54 0										29 .3 77							35.8 06
	BS HC				71																	9 8 3						1.07 6

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

2011	Tierras forestales							Tierras de cultivo				Pastizales				Humedales				Asentamientos				Otras tierras				SUMA FINAL				
	BSC H	BS HI RP	BS HC	BH RO	Palmar	PF	BS CH	BS HI RP	BS HC	BH RO	BS CH	BS HI RP	BS HC	BH RO	B S C H	BS HI RP	B S H C	B H R O	BS CH	BS HI RP	B S H C	B H R O	B S C H	BS HI RP	B S H C	B H R O	B S C H		BS HI RP	B S H C	B H R O	
2015	BH RO			1.141									985				19														159.167	161.311
Otras tierras	BSC H																													48.250	48.250	
	BS HI RP		60												21																87	87
	BSC H																														0	0
	BH RO				11.284																										3.486	14.770
SUMA INICIAL	10.312.612	2.856.970	163.086	2.549.738	3.166.563	6.831	3.719.7	1.667.9	131.766	7.475.2	2.108.9	2.688.6	11.035.8	1.346.5	8.610	25.391	9.229	21.345	15.603	29.387	9.833	15.917	4.825							3.557.0	0	

Los valores son expresados sin decimales por cuestiones de formato.

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).

Matriz 3

Sector UTCUTS: matriz de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra, periodo 2011-2015

2015	Tierras forestales							Tierras de cultivo				Pastizales				Humedales				Asentamientos humanos				Otras tierras				SUMA FINAL				
	BSC H	BS HI RP	BS HC	BH RO	Palmar	PF	BS CH	BS HI RP	BS HC	BH RO	BS CH	BS HI RP	BS HC	BH RO	B S C H	BS HI RP	B S H C	B H R O	BS CH	BS HI RP	B S H C	B H R O	B S C H	BS HI RP	B S H C	B H R O	B S C H		BS HI RP	B S H C	B H R O	
Tierras forestales	BSC H	9.142.081					17.945																								9.160.027	9.160.027
	BS HI RP		2.791.356								250																				2.791.606	2.791.606
	BSC H			171.189								1.082																			172.271	172.271
	BH RO				2.302.319									22.970				2.227												2.797	2.329.781.3	2.329.781.3
	Palmar					2.119.270																									2.119.270	2.119.270
	PF						24.4050																								24.4050	244.050
Tierras de cultivo	BSC H	78.6457					4.651.657				4.844																				5.442.958	5.442.958
	BS HI RP		13.5223								3.094.832					49.809					130										3.279.994	3.279.994
	BSC H			1.693								14.519.6																			146.890	146.890
	BH RO				87.398								7.385.150					3.305													7.475.853	7.475.853
Pastizales	BSC H									1.791																					1.791.005	1.791.005

Anexo 3.5. Sector Residuos

Anexo 3.5.1. Sector Residuos: Datos de actividad utilizados

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
5.A - Eliminación de residuos sólidos	DGEEC	Población total país	Miliones 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	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	6,85	6,95
	Lima	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	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	275,19	272,06
	Lima	Recepción 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 %	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 %	58,12 %	59,09 %
	Lima	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 %	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 %	16,55 %	17,09 %
	Lima	SERS : Manejo semi-aeróbico	%	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 %	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 %	9,55 %	9,81 %
	Lima	SERS : No gestionado prof	%	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 %

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
		undo																													
	Lima	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 %	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%	9,14%	8,86%
	Lima	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 %	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 %	64,76%	64,24 %
	Lima	Composición de los residuos: 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 %	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 %	24,35%	23,68 %
	Lima	Composición de los residuos: Jardinería	%	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 %	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 %	47,56%	49,91 %
	Lima	Composición de los residuos: 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 %	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%	8,30%	8,06%
	Lima	Composición de los residuos: Textiles	%	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%	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%	0,73%	0,69%

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
	Lima	Composición de los residuos: 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 %	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 %	19,07%	17,65 %
5.C. 1 - Incineración de residuos	Lima, Municipalidad de Asunción, C	Residuos clínicos	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	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	1,28	1,19
	Lima, C	Residuos industriales	Gigagramos																						0,09	2,43			0,06	3,12E-03	
5.C. 2 - Incineración abierta de residuos	DGE EC	Población urbana	Habitantes	2.074.996,75	2.147.305,94	2.220.558,20	2.294.696,78	2.369.668,81	2.445.425,23	2.521.920,60	2.599.113,17	2.676.964,81	2.755.441,13	2.835.331,00	2.916.547,35	2.997.281,32	3.077.617,97	3.157.685,74	3.237.474,97	3.320.704,00	3.403.819,05	3.486.807,43	3.569.718,10	3.652.713,41	3.738.905,23	3.825.310,78	3.911.850,02	3.998.523,95	4.085.395,99	4.174.833,86	4.264.472,73
	DGE EC	Población rural	Habitantes	2.233.343,79	2.257.589,01	2.281.215,88	2.304.230,03	2.326.637,09	2.348.442,69	2.369.652,44	2.390.271,99	2.410.306,95	2.429.762,95	2.449.149,00	2.468.454,46	2.487.328,74	2.505.865,73	2.524.186,26	2.542.293,82	2.556.618,99	2.570.846,86	2.584.973,52	2.599.039,38	2.613.163,28	2.624.371,26	2.635.730,09	2.647.177,12	2.658.708,06	2.670.360,00	2.679.701,89	2.689.173,30
	DGE EC, Lima	Población urbana que quemasus residuos	Fracción	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	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	0,22	0,25
	DGE EC, Lima	Población rural que quemasus residuos	Fracción	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	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	0,79	0,78

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
	Lima	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	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	1,11	1,09
	Lima	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	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
	D	Fracción de residuos que se quema sobre el total de residuos tratados	Fracción	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	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	0,60	
	Lima	Composición de los residuos: 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 %	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 %	24,35 %	23,68 %
	Lima	Composición de los residuos: Jardinería	%	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 %	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 %	47,56 %	49,91 %

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
	Lima	Composición de los residuos: 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 %	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%	8,30%	8,06%
	Lima	Composición de los residuos: 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%	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%	0,73%	0,69%
	Lima	Composición de los residuos: 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 %	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 %	19,07%	17,65 %
5.D. 1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	DGE EC	Población total	Habitantes	4.308.340,54	4.404.894,95	4.501.774,08	4.598.926,81	4.696.305,91	4.793.867,91	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	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	6.854.535,75	6.953.646,03
	DGE EC	Fración de la población en área urbana	Fración	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	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	0,61	0,61
	DGE EC	Fración de la población en área rural	Fración	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	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	0,39	0,39
	FAO, FAO STAT, Mét	Consumo per cápita de	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	26,28	25,55	25,19	24,56	23,83	23,62	24,24	24,71	25,19	25,55	25,66	25,55	25,55	25,55	25,55

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
	Interpolación	proteína de la dieta																													
D		Fración 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	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		Fración de proteína no consumida	Fración	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	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		Fración de protección de descarga industrial y comercial	Fración	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	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	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 por capita/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	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		

INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017

Categoría	Fuente	Datos	Unidad	Valor																											
				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
	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	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	1,00	
	Equipo técnico basado en datos de DGE EC y Método estadístico de media geométrica	Urbano: Alcantarillado con tratamiento (lagunas anaeróbicas poco profundas)	%	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,34	0,34	0,32	0,35	0,28	0,31	0,32	0,34	0,32	0,34	0,28	0,32	0,34	0,32	0,33	0,37	0,31	0,30
	Equipo técnico basado en datos de DGE EC y Método estadístico de	Urbano: Alcantarillado sin tratamiento (ríos, etc.)	%	12,84	13,09	13,33	13,54	13,74	13,92	14,08	14,23	14,23	14,36	16,47	16,47	15,86	17,33	13,90	15,30	15,44	16,85	15,63	16,57	13,48	15,69	16,56	15,64	16,10	17,96	15,31	14,88

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Fecha	Unidad	Valor																											
				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
	medida geométrica																														
	Equipo técnico basado en datos de DGE EC y Método estadístico de medida geométrica	Urbano: Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	%	52,42	54,11	55,77	57,37	58,93	60,44	61,90	63,30	63,30	66,04	64,07	64,07	62,65	63,06	67,93	68,55	68,48	69,67	73,10	71,14	75,93	75,65	76,12	77,55	77,28	76,11	78,04	79,06
	Equipo técnico basado en datos de DGE EC y Método estadístico de medida geométrica	Urbano: Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	%	34,48	32,53	30,64	28,81	27,05	25,35	23,73	22,18	22,18	19,30	19,12	19,12	21,16	19,25	17,89	15,84	15,76	13,14	10,95	11,95	10,32	8,34	6,98	6,49	6,30	5,57	6,33	5,76
	Equipo técnico basado en	Rural: Alcantarillado sin tratar	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,20	0,20	0,36	0,21	0,14	0,11	0,23	0,31	0,49	0,87	0,40	0,06	0,05	2,57	1,27	4,42	0,48	0,68

INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
	datos de DGE EC y Método estadístico de medición geográfica	mientro (ríos, etc.)																													
	Equipo técnico basado en datos de DGE EC y Método estadístico de medición geográfica	Rural: Sistemas sépticos (cámara séptica + pozo ciego)	%	15,39	16,55	17,77	19,07	20,43	21,87	23,38	24,96	24,96	22,28	24,30	24,30	25,55	31,25	29,77	35,46	36,43	42,06	42,53	40,42	40,87	48,49	45,14	52,60	57,93	54,98	55,78	64,37
	Equipo técnico basado en datos de DGE EC y Método estadístico de medición geográfica	Rural: Letrina (clima húmedo, tipo familiar)	%	84,60	83,45	82,22	80,92	79,56	78,12	76,61	75,04	75,04	77,70	75,50	75,50	74,08	68,54	70,09	64,42	63,35	57,63	56,99	58,71	58,72	51,45	54,81	44,84	40,80	40,61	43,75	34,94

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Data	Unidad	Valor																											
				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
	métrica																														
5.D. - 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	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	233.557,08	241.768,26
	FAO STAT	Producción de leche	Toneladas	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	365.605,00	329.800,00	331.000,00	375.127,00	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	510.000,00	508.000,00
	FAO STAT	Producción de carne	Toneladas	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	421.115,00	409.924,00	420.332,00	349.960,00	412.800,00	442.879,00	500.500,00	441.586,00	472.371,00	492.202,00	540.000,00	550.000,00	508.899,00	600.378,00	686.979,00	673.832,00	698.657,00	719.243,00
	FAO STAT, Método estadístico de media geométrica con la proporción de crecimiento del PIB	Producción de cerveza	Toneladas	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	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	150.000,00	154.824,88	159.804,96	164.945,23	170.250,84
	FAO, IICA, Método estadístico de media	Producción de aceite	Toneladas	11.157,00	11.015,00	11.018,00	9.177,00	18.393,00	17.536,00	27.528,00	17.666,00	21.810,00	28.509,00	28.064,00	19.200,00	16.832,00	15.471,00	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	651.577,27	760.110,07	819.771,88	846.140,57

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																										
				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
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 %	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 %
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 %	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 %	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 %	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 %	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 %	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 %
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 %	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	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 %	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 %
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 %	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 %	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 %	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 %	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 %	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 %
D	Agua residual generada: 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	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	Agua residual generada:	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	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	

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																										
				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
		Leche																												
D		Agua residual generada: 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	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		Agua residual generada: 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	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		Agua residual generada: Aceite	m³/t	4,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	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		Agua residual generada: Azúcar	m³/t	2,70	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	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	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	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	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:	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	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	

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Categoría	Fuente	Dato	Unidad	Valor																											
				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
		Cerveza																													
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	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/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	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	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	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; Sombreado en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos

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	
5.A. Eliminación de residuos sólidos	D	Carbono orgánico degradable que se descompone (DOCf)	Fracción		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	Fracción de CH ₄ en el gas de vertedero generado (F)	%		50,00				
	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 generacion de metano (K) - Zona tropical	Papel/carton	%		0,07			
	D		Textiles	%		0,07			
	D		Desechos de alimentos	%		0,40			
	D		Madera	%		0,04			
	D	Contenido de carbono orgánico degradable (DOC) en % de desechos	Desechos de jardines y parques	%		0,17			
	D		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				
5.C.1. Incineración de residuos	D	Residuos industriales	Contenido de carbono total en % del peso en seco	Fracción	0,50				
	D		Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total	Fracción	0,90				
	D		Factor de oxidación en % de la entrada de carbono	Fracción	1,00				
	D	Residuos clínicos	Contenido de carbono total en % del peso en seco	Fracción	0,60				
	D		Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total	Fracción	0,40				
	D		Factor de oxidación en % de la entrada de carbono	Fracción	1,00				
	D, C	Contenido de materia seca en % del peso húmedo	Residuos clínicos	Fracción	0,65				
D, Lima	Residuos industriales		Fracción	0,50					
D	FE para clínico e industrial		Kg N ₂ O/Gg residuos			100,00			
5.C.2. Incineración abierta de residuos					Papel	Textil	Alimento	Jardín	Plásticos, otros inertes
	D	Contenido de materia seca en % del peso húmedo	Fracción	0,90	0,80	0,40	0,40	1,00	
	D	Contenido de carbono total en % del peso en seco	Fracción	0,46	0,50	0,38	0,49	0,75	
	D	Fracción de carbono fósil en % del contenido de carbono total	Fracción	0,01	0,16	0,00	0,00	0,80	
	D	Factor de oxidación en % de la entrada de carbono	Fracción	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	
	D	FE		kg CH ₄ /Gg residuos húmedo					6500,00
	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			5,00,E-03		
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; Valores resaltados en amarillo = datos estimados por métodos estadísticos

Anexo 4. Balance nacional de energía del año 2017

TJ---2017																								
Actividad	Carbón mineral	Total no renovables	Hidroenergía	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
Producción	0	0	253636,99	103672,99	35561,91	23334,48	416206,37	416206,37	214762,14	214762,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12823,3	6329,85	19153,15	233915,29	416206,37
Importación	39,91	39,91	0	0	0	0	0	39,91	0	0	3864,95	27549,63	27549,63	2458,29	63580,8	222,73	1635,86	2183,52	101495,78	0	0	0	101495,78	101535,69
Exportación	0	0	0	0	0	0	0	0	157008,27	157008,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3018,89	0	3018,89	160027,16	160027,16
Electricidad cedida a Argentina	0	0	0	0	0	0	0	0	33022,6	33022,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33022,6	33022,6
Electricidad cedida a Brasil	0	0	0	0	0	0	0	0	123732,03	123732,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123732,03	123732,03
Otras exportaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3018,89	0	3018,89	3018,89	3018,89
Electricidad exportada por ANDE	0	0	0	0	0	0	0	0	253,64	253,64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	253,64	253,64
Variación de inventarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-153,44	2569,84	2569,84	0	2414,56	-22,84	0	0	4808,11	0	0	0	4808,11	4808,11
No aprovechado	0	0	19396,64	0	0	0	19396,64	19396,64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19396,64
OFERTA TOTAL	39,91	39,91	234240,35	103672,99	35561,91	23334,48	396809,73	396849,65	57753,87	57753,87	3711,51	30119,46	30119,46	2458,29	65995,35	199,89	1635,86	2183,52	106303,89	9804,4	6329,85	16134,25	180192,01	343126,37
Centrales eléctricas	0	0	-234240,35	0	0	0	234240,35	234240,35	214762,14	214762,14	0	0	0	0	-19,15	0	0	0	0	0	0	0	214762,14	19497,36
Centrales hidráulicas	0	0	-234240,35	0	0	0	234240,35	234240,35	214756,71	214756,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214756,71	19483,64
--Insumos	0	0	234240,35	0	0	0	234240,35	234240,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234240,35
--Productos	0	0	0	0	0	0	0	0	214756,71	214756,71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214756,71	214756,71
Centrales térmicas	0	0	0	0	0	0	0	0	5,43	5,43	0	0	0	0	-19,15	0	0	0	0	0	0	0	5,43	-13,72
--Insumos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,15	0	0	0	19,15	0	0	0	19,15	19,15
--Productos	0	0	0	0	0	0	0	0	5,43	5,43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,43	5,43
Carboneras	0	0	0	26063,53	0	0	-26063,53	26063,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12823,3	0	12823,3	12823,3	13240,23
Insumos	0	0	0	26063,53	0	0	26063,53	26063,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26063,53
Productos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12823,3	0	12823,3	12823,3	12823,3
Destilerías de etanol	0	0	0	0	35561,91	0	-35561,91	35561,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6329,85	6329,85	29232,06
Insumos	0	0	0	0	35561,91	0	35561,91	35561,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35561,91
Productos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6329,85	6329,85	6329,85	6329,85
TOTAL TRANSFORMACION	0	0	-234240,35	26063,53	35561,91	0	295865,78	295865,78	0	0	0	0	0	0	-19,15	0	0	0	-19,15	0	0	0	-19,15	61969,65
Sector residencial y comercial	0	0	0	44526,11	0	0	44526,11	44526,11	25275,19	25275,19	3324,53	0	0	13,42	0	1,46	0	0	3339,41	9171,29	19,99	9191,29	37805,89	82332
Residencial	0	0	0	0	0	0	0	0	17704,35	17704,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17704,35	17704,35

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

TJ---2017																									
Actividad	Carbón mineral	Total no renovables	Hidroenergía	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	
Comercial	0	0	0	0	0	0	0	0	7570,84	7570,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7570,84	7570,84
Residencial + comercial	0	0	0	44526,11	0	0	44526,11	44526,11	0	0	3324,53	0	0	13,42	0	1,46	0	0	3339,41	9171,29	19,99	9191,29	12530,7	57056,81	
Sector transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	344,08	30060,51	30060,51	2438,25	65976,2	0	0	0	98819,04	0	6290,37	6290,37	105109,4	105109,4	
Sector industrial	39,91	39,91	0	32851,7	0	23334,48	56186,18	56226,09	8448,45	8448,45	42,91	58,96	58,96	6,62	0	198,43	1635,86	0	1942,77	633,11	19,49	652,6	11043,82	67269,91	
Sector público y otros	0	0	0	231,66	0	0	231,66	231,66	7853,59	7853,59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7853,59	8085,25
General	0	0	0	0	0	0	0	0	3636,74	3636,74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3636,74	3636,74
Gubernamental	0	0	0	0	0	0	0	0	2429,5	2429,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2429,5	2429,5
Alumbrado público	0	0	0	0	0	0	0	0	1787,35	1787,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1787,35	1787,35
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	0	231,66
CONSUMO ENERGETICO	39,91	39,91	0	77609,47	0	23334,48	100943,95	100983,86	41577,23	41577,23	3711,51	30119,46	30119,46	2458,29	65976,2	199,89	1635,86	0	104101,21	9804,4	6329,85	16134,25	161812,7	262796,56	
Consumo no energético	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2183,52	2183,52	0	0	0	0	2183,52	2183,52
CONSUMO FINAL	39,91	39,91	0	77609,47	0	23334,48	100943,95	100983,86	41577,23	41577,23	3711,51	30119,46	30119,46	2458,29	65976,2	199,89	1635,86	2183,52	106284,73	9804,4	6329,85	16134,25	163996,22	264980,08	
Consumo del sector energético	0	0	0	0	0	0	0	0	1782,6	1782,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1782,6	1782,6
Autoconsumos eléctricos	0	0	0	0	0	0	0	0	1702,08	1702,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1702,08	1702,08
Autoconsumos de la empresa ANDE	0	0	0	0	0	0	0	0	80,53	80,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80,53	80,53
Pérdidas	0	0	0	0	0	0	0	0	14394,04	14394,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14394,04	14394,04
Pérdidas en transporte y distribución	0	0	0	0	0	0	0	0	14394,04	14394,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14394,04	14394,04
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	0

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 tratarán 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 procedimiento 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. La tabla 3.A.5.1.a.

resume los requisitos de cada técnica y sugiere situaciones en las que pueden ser o no adecuadas.

Tabla 5.1.1.


Resumen de técnicas de empalme

Método	Aplicabilidad	Comentarios
Superposición parcial	Para aplicar tanto el método usado anteriormente como el nuevo, deben estar disponibles los datos necesarios de por lo menos un año, aunque con preferencia más.	<ul style="list-style-type: none"> - Más fiable cuando puede evaluarse la superposición parcial entre dos o más conjuntos de estimaciones anuales. - Si las tendencias observadas usando el método anterior y el nuevo fueran incoherentes, este método no es una buena práctica.
Datos sustitutos	Los factores de emisión, los datos de la actividad u otros parámetros de la estimación que se usan en el nuevo método están estrechamente correlacionados con otros datos muy conocidos y datos indicativos fácilmente disponibles.	<ul style="list-style-type: none"> - Deben ensayarse múltiples conjuntos de datos indicativos (en forma individual o combinada) para determinar cuál tiene la correlación más estrecha. - No debe emplearse para periodos prolongados.
Interpolación	Los datos necesarios para volver a calcular usando el nuevo método están disponibles para años intermitentes de la serie temporal.	<ul style="list-style-type: none"> - Las estimaciones pueden ser interpoladas en forma lineal para los periodos en los que no se puede aplicar el método nuevo. - El método no es aplicable en el caso de grandes fluctuaciones anuales.
Extrapolación de tendencias	Los datos del nuevo método no se recopilan anualmente y no están disponibles al comienzo o al final de la serie temporal.	<ul style="list-style-type: none"> - Es más fiable si la tendencia es constante a través del tiempo. - No debe usarse si la tendencia es cambiante (en tal caso, el método de datos sustitutos puede ser más adecuado). - No debe emplearse para periodos prolongados.
Otras técnicas	Las alternativas estándar no son válidas cuando las condiciones técnicas están cambiando a través de la serie temporal (p. ej., debido a la introducción de tecnologías de mitigación).	<ul style="list-style-type: none"> - Documente minuciosamente los métodos personalizados. - Compare los resultados con los de las técnicas convencionales.

Fuente: Directrices del IPCC de 2006.

Anexo 5.2. Dictámenes de expertos

Anexo 5.2.1. Sector Agricultura y ganadería: dictamen de expertos sobre actividades ganaderas en el Paraguay



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 Producción
"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

(Handwritten signatures and stamps)

Federación de Cooperativas de Producción
"FECOPROD" Ltda.



AMBIENTE
Y DESARROLLO SOSTENIBLE

GOBIERNO
NACIONAL

Paraguay
de la gente

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	
Terneros	75	0,3	
Bueyes	550	0,246	

Ganado maduro: 0,246

Ganado joven: 0.3

Novillos: 0,270

[Handwritten signatures and scribbles in blue ink]

Federación de Cooperativas de Producción
"FECOPROD" Ltda.





Ministerio de
AMBIENTE
Y DESARROLLO SOSTENIBLE

GOBIERNO
NACIONAL

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 Sostenible
Firma:	
Nombre:	Hugo Sánchez Aguirre
Institución:	Mesa Paraguaya de Carne Sostenible
Cargo:	Director Ejecutivo
Firma:	
Nombre:	MARCELO PORTALUPPI
Institución:	FECOPROD LTDA
Cargo:	FRONTE TECNOLOGIA PECUARIA
Firma:	
Nombre:	CALIXTO SAOUIER
Institución:	ASOCIACIÓN RURAL del PARAGUAY
Cargo:	COMISION TECNICA - MIEMBRO
Firma:	

Econ. Blas B. Cristaldo M
Gerente General
FECOPROD Ltda.



MPCS
Mesa Paraguaya de Carne Sostenible

Anexo 5.2.2. Sector UTCUTS: dictamen de expertos sobre pastizales.

DocuSign Envelope ID: B08DBF31-CD0C-4CBE-B0A8-D6E993BA2398



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

Dictamen de Expertos - Pastizales

Fechas: Reunión 1 - 20/04/2021; Reunión 2 - 27/04/2021.

Hora: 09:30 hs.

Plataforma: Zoom

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 F_{MG}), propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006*.

Factor de Gestión F_{MG}			
Superficie %	Nivel	Régimen climático	Valor
75%	Pastizal mejorado	Tropical	0,97
25%	Pastizal moderadamente degradado	Tropical	1,17

Fuente: Elaboración propia con base en lo definido por los expertos según las *Directrices del IPCC de 2006* (Volumen 4, Capítulo 6, Cuadro 6.2).

Definición:

Pastizal mejorado: representa al pastizal gestionado sosteniblemente, con pastoreo moderado y que recibe al menos una mejora (por ejemplo, mejora de especies, riego, rotación de cultivos, fertilización, entre otros).

Pastizal moderadamente degradado: representa al pastizal con pastoreo excesivo o moderadamente degradado, con la productividad reducida de algún modo (relativo al pastizal nativo o gestionado nominalmente).

¹ El concepto de pastizal involucra a los ecosistemas de praderas (especies nativas) y pasturas (especies exóticas o introducidas).

DocuSign Envelope ID: B08DBF31-CD0C-4CBE-B0A8-D6E993BA2398



Tema 2. Subcategoría Pastizales que permanecen como tales. Selección de datos de actividad más adecuados para la estimación de la categoría.

Como datos de actividad a ser utilizados para los cálculos de Pastizales, se seleccionaron los siguientes valores:

- **Para los años 1990-2000**, datos resultantes del análisis estadístico de:
 - informaciones contenidas en el artículo científico “*Assesment of Paraguay’s forest cover change using Landsat observations*”, elaborado por Huang et al. (2009);
 - datos de los “Mapas de Cobertura Forestal y Cambio de Uso de la Tierra por categorías del IPCC, para los periodos: 2000-2005-2011, 2011-2013-2015, 2015-2017-2019” desarrollados por el Instituto Forestal Nacional (INFONA);
 - datos tabulares de cultivos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- **Para los años 2001-2017**, datos resultantes del análisis estadístico de:
 - datos de los Mapas elaborados por el INFONA, mencionados en el ítem anterior.
 - datos tabulares de cultivos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

En la Tabla 1 y en el Gráfico 1 se presentan los valores finales utilizados en los cálculos de emisiones y absorciones de la categoría de Pastizales.

DocuSign Envelope ID: B08DBF31-CD0C-4CBE-B0A8-D6E993BA2398



Ministerio del
AMBIENTE
Y DESARROLLO SOSTENIBLE

GOBIERNO
NACIONAL

Paraguay
de la gente

Tabla 1. Superficie de pastizales.

Pastizales (Hectáreas)			
Año	Pasturas (implantadas)	Pastizales (campos naturales)	Total
1990	10.487.697,43	6.473.813,11	16.961.510,54
1991	10.693.741,49	6.473.834,60	17.167.576,09
1992	10.848.062,40	6.473.856,09	17.321.918,49
1993	10.975.329,31	6.473.877,58	17.449.206,89
1994	11.096.362,47	6.473.899,07	17.570.261,54
1995	11.239.275,14	6.473.920,56	17.713.195,70
1996	11.481.041,85	6.473.942,05	17.954.983,91
1997	11.522.245,83	6.473.963,54	17.996.209,37
1998	11.733.520,35	6.473.985,03	18.207.505,39
1999	12.057.124,00	6.474.006,52	18.531.130,52
2000	11.930.981,14	6.474.028,01	18.405.009,15
2001	7.149.840,21	5.074.918,82	12.224.759,03
2002	7.132.395,19	5.050.255,04	12.182.650,23
2003	6.820.389,45	5.025.591,26	11.845.980,71
2004	6.977.979,91	5.000.927,48	11.978.907,39
2005	6.885.574,53	4.976.263,70	11.861.838,23
2006	7.094.279,34	4.946.284,03	12.040.563,37
2007	7.495.716,54	4.916.304,37	12.412.020,91
2008	7.591.763,06	4.886.324,70	12.478.087,76
2009	7.831.856,65	4.856.345,03	12.688.201,68
2010	8.042.208,02	4.826.365,37	12.868.573,39
2011	8.147.823,98	4.796.385,70	12.944.209,68
2012	7.732.423,95	6.240.510,80	13.972.934,74
2013	7.817.248,13	6.227.072,38	14.044.320,51
2014	8.065.293,70	6.208.049,29	14.273.342,99
2015	8.807.598,01	6.189.026,20	14.996.624,21
2016	9.892.726,92	5.526.271,78	15.418.998,69
2017	10.082.767,67	5.512.716,18	15.595.483,85

Fuente: INFONA (2020,2021), Huang et al. (2009).

DocuSign Envelope ID: B08DBF31-CD0C-4CBE-B0A8-D6E993BA2398

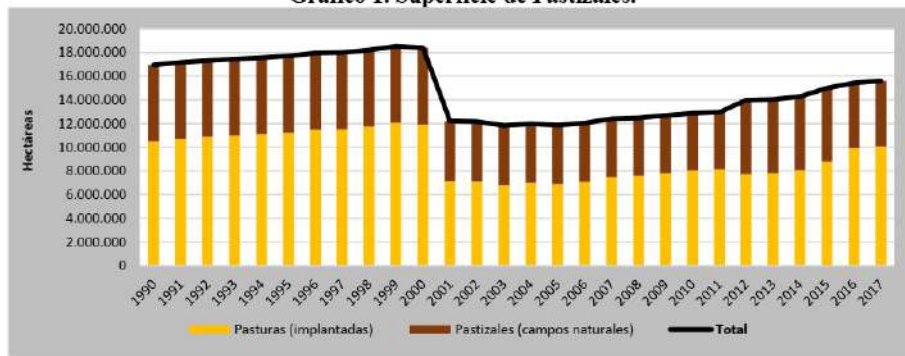


Ministerio del
AMBIENTE
Y DESARROLLO SOSTENIBLE

GOBIERNO
NACIONAL

Paraguay
de la gente

Gráfico 1. Superficie de Pastizales.



Fuente: INFONA (2020,2021), Huang et al. (2009).

DocuSign Envelope ID: B08DBF31-CD0C-4CBE-B0A8-D6E993BA2398



Ministerio del
AMBIENTE
Y DESARROLLO SOSTENIBLE

GOBIERNO
NACIONAL

Paraguay
de la gente

FIRMAS

DocuSigned by:

Cristina Morales

23F0136841974DE...
Cristina Morales

Directora de Proyecto

WWF Paraguay

Cristina Morales

DocuSigned by:

Esteban Vasconcellos

6D5F76E41067419...
Esteban Vasconcellos

Miembro Comision

C.M.A.P.S.

INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017

DocuSign Envelope ID: B08DBF31-CD0C-4CBE-B0A8-D6E993BA2398



Ministerio del
AMBIENTE
Y DESARROLLO SOSTENIBLE

GOBIERNO
NACIONAL

Paraguay
de la gente

DocuSigned by:

Norman Breuer

FE76C0D147434E0...

Norman Breuer

Prof. Inv. Asoc.

Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción

DocuSigned by:

Oscar Palacios

A1F7A1562FD74F2...

Oscar Palacios

Técnico en Producción Sostenible

FECOPROD LTDA

DocuSigned by:

Stefan Isaak

B384D41CE14B4D5...

Stefan Isaak

coordinador unidad de Gestión Ambiental

Cooperativa Multiactiva NeuLand Ltda.

Anexo 5.3. Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt), año 1990

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	34.028,66	508,99	16,90	NA, NO	NA, NO	9,56	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
1.	Energía	1.978,40	17,23	0,49					NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
1.A.	Actividades de quema de combustible	1.978,40	17,22	0,49					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.1.	Industrias de la energía	30,39	0,00	0,00					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	4,28	1,73,E-04	3,46,E-05					NE	NE	NE	NE
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	26,11	1,01,E-03	2,03,E-04					NE	NE	NE	NE
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	160,59	1,58	0,18					NE	NE	NE	NE
1.A.2.a.	Hierro y acero	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.b.	Metales no ferrosos	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.c.	Sustancias químicas	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.g.	Otros (especificar)	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.3.	Transporte	1.643,03	0,39	0,11					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.3.a.	Aviación civil	7,86	0,00	0,00					NE	NE	NE	NE
1.A.3.b.	Transporte terrestre	1.635,17	0,29	0,11					NE	NE	NE	NE
1.A.3.c.	Ferrocarriles	IE	0,10	1,30,E-03					NE	NE	NE	NE
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.4.	Otros sectores	144,39	15,25	0,20					NE	NE	NE	NE
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	7,80	0,11	0,00					NE	NE	NE	NE
1.A.4.b.	Residencial	136,59	15,14	0,20					NE	NE	NE	NE
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / Pesca	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.5.	Otros (especificar)	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)
1.A.5.a.	Estacionaria	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.5.b.	Móvil	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	NA, NO	0,01	NA, NO					NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NO	NE, NA, NO
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NA, NO
1.B.1.a.	Minería y manejo del carbón	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
1.B.1.b.	Transformación de combustibles sólidos	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.1.c.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NA, NO	0,01	NA, NO					NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NO	NE, NO
1.B.2.a.	Petróleo	NA	0,01	NA					NE	NE	NE	NE
1.B.2.b.	Gas natural	NO	NO								NO	NO
1.B.2.c.	Venteo y quemado	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.d.	Otros (especificar)	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	246,17	NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	9,56	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.A.	Industria de los minerales	163,44							NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.A.1.	Producción de cemento	136,47										NE
2.A.2.	Producción de cal	25,02										
2.A.3.	Producción de vidrio	1,41										
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	NA, NO	NA, NO	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	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

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)
2.B.5.	Producción de carburo	NO	NO						NO	NO	NO	NO
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	NO	NO						NO	NO	NO	NO
2.B.9.	Producción fluoroquímica				NO	NO	NO	NO				
2.B.10.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
2.C.	Industria de los metales	78,18	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NO
2.C.1.	Producción de hierro y acero	78,18	NA						NE	NE	NE	NE
2.C.2.	Producción de ferroleaciones	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	4,55	NA	NA					NA	NA	NE, NA	NA
2.D.1.	Uso de lubricantes	4,54	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					NA	NA	NA	NA
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	NO	NO				
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado				NO	NO	NO	NO				
2.F.2.	Agentes espumantes				NO	NO	NO	NO				
2.F.3.	Protección contra incendios				NO	NO	NO	NO				

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)
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				
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NA, NO	NA, NO	9,56	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.G.1.	Equipos eléctricos				NA	NA	9,56	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	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NE
3.	Agricultura y ganadería	0,22	473,00	16,21					NE	NE	NE, NO	
3.A.	Fermentación entérica		459,07									
3.A.1.	Vacunos		446,83									
3.A.2.	Ovinos		2,28									
3.A.3.	Porcinos		2,46									
3.A.4.	Otro ganado		7,51									
3.B.	Gestión del estiércol		11,70	0,10							NE	
3.B.1.	Vacunos		8,22	0,00								
3.B.2.	Ovinos		0,07	NE								
3.B.3.	Porcinos		2,46	NE								
3.B.4.	Otro ganado		0,95	0,01								
3.B.5.	Emisiones indirectas de N ₂ O			0,08								
3.C.	Cultivo del arroz		2,23								NE, NO	
3.C.1.	Irrigadas		1,91									
3.C.2.	Alimentadas a lluvia		0,32									
3.C.3.	Aguas profundas		NO									
3.C.4.	Otros (especificar)		NO									
3.D.	Suelos agrícolas			16,11							NE	
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas			13,20								

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas			2,91								
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								
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	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)	NA	NA	NA					NA	NA	NA	
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	31.709,61	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.A.	Tierras forestales	-14.564,67	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	-13.805,31	NE	NE								
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	-759,36	NE, NO	NE, NO								
4.B.	Tierras de cultivo	39.854,52	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-659,61	NE	NE								
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	40.514,14	NE, NO	NE, NO								
4.C.	Pastizales	5.725,54	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	-	NE	NE								
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	5.725,54	NE, NO	NE, NO								
4.D.	Humedales	2,15	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.D.1.	Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE								
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	2,15	NE, NO	NE, NO								
4.E.	Asentamientos	692,06	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)
4.E.1.	Asentamientos que permanecen como tales	-	NE	NE								
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	692,06	NE, NO	NE, NO								
4.F.	Otras tierras	NO	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.F.1.	Otras tierras que permanecen como tales	NO	NE	NE								
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	NO	NE, NO	NE, NO								
4.G.	Productos de madera recolectada	NE										
4.H.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
5.	Residuos	94,27	18,76	0,21					NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NO
5.A.	Disposición de residuos sólidos	NA	4,53						NE	NE	NE	
5.A.1.	Sitios de disposición de residuos gestionados	NA	0,36						NE	NE	NE	
5.A.2.	Sitios de disposición de residuos no gestionados	NA	0,91						NE	NE	NE	
5.A.3.	Sitios de disposición de residuos no categorizados	NA	3,27						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	0,00					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		12,74	0,19					NE	NE	NE	
5.D.1.	Aguas residuales domésticas		11,31	0,19					NE	NE	NE	
5.D.2.	Aguas residuales industriales		1,43	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	4,74,E-04	1,90,E-03					NE	NE	NE	NE
	Aviación internacional	67,78	4,74,E-04	1,90,E-03					NE	NE	NE	NE
	Navegación internacional	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
	Operaciones multilaterales	IE	IE	IE					NE	NE	NE	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 de INGEI del MADES.

Anexo 5.4. Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt), año 2017

Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	AÑO 2017										
		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)
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	22.535,24	837,33	29,76	492,37	NA, NO	19,84	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
1.	Energía	7.409,84	18,48	1,03					NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
1.A.	Actividades de quema de combustible	7.409,84	18,48	1,03					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.1.	Industrias de la energía	1,42	5,75,E-05	1,15,E-05					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	1,42	5,75,E-05	1,15,E-05					NE	NE	NE	NE
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	191,24	1,82	0,23					NE	NE	NE	NE
1.A.2.a.	Hierro y acero	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.b.	Metales no ferrosos	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.c.	Sustancias químicas	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.2.g.	Otros (especificar)	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.3.	Transporte	7.006,32	1,38	0,61					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NO
1.A.3.a.	Aviación civil	28,07	1,98,E-04	7,92,E-04					NE	NE	NE	NE
1.A.3.b.	Transporte terrestre	6978,25	1,38	0,61					NE	NE	NE	NE
1.A.3.c.	Ferrocarriles	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.4.	Otros sectores	210,86	15,28	0,19					NE	NE	NE	NE
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	13,85	0,15	1,78,E-03					NE	NE	NE	NE
1.A.4.b.	Residencial	197,01	15,13	0,19					NE	NE	NE	NE
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / Pesca	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.5.	Otros (especificar)	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.A.5.a.	Estacionaria	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE

AÑO 2017												
Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)	(kt)
1.A.5.b.	Móvil	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
1.B.	Emissiones fugitivas de combustibles	NO	NO	NA, NO					NA, NO	NA, NO	NO	NA, NO
1.B.1.	Combustibles sólidos	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NA, NO
1.B.1.a.	Minería y manejo del carbón	NO	NO	NO					NO	NO	NO	
1.B.1.b.	Transformación de combustibles sólidos	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.1.c.	Otros (especificar)	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.	Petróleo y gas natural y otras emisiones de la producción de energía	NO	NO	NA, NO					NA, NO	NA, NO	NO	NO
1.B.2.a.	Petróleo	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.	Gas natural	NO	NO								NO	NO
1.B.2.c.	Venteo y quemado	NO	NO	NO					NO	NO	NO	NO
1.B.2.d.	Otros (especificar)	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	394,57	0,02	NE, NA, NO	492,37	NA, NO	19,84	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.A.	Industria de los minerales	316,45							NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
2.A.1.	Producción de cemento	266,88										NE
2.A.2.	Producción de cal	43,30										
2.A.3.	Producción de vidrio	1,81										
2.A.4.	Otros usos de carbonatos en los procesos	4,46							NE	NE	NE	NE
2.A.5.	Otros (especificar)	NO							NO	NO	NO	NO
2.B.	Industria química	4,51	0,02	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO
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	4,51	0,02						NE	NE	NE	NE

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

AÑO 2017												
Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(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	NE
2.C.	Industria de los metales	54,27	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NA, NO	NE, NO
2.C.1.	Producción de hierro y acero	53,94	NA						NE	NE	NE	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	0,33										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	19,34	NA	NA					NE, NA	NE, NA	NE	NE, NA
2.D.1.	Uso de lubricantes	19,15	NA	NA					NA	NA	NE	NA
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	0,19	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				492,37	NA, NO	NA, NO	NA, NO				
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado				489,82	NA	NA	NA				
2.F.2.	Agentes espumantes				NO	NO	NO	NO				
2.F.3.	Protección contra incendios				2,55	NA	NA	NA				
2.F.4.	Aerosoles				NO	NO	NO	NO				

AÑO 2017												
Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(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	19,84	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
2.G.1.	Equipos eléctricos				NA	NA	19,84	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	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE	NE	NE
3.	Agricultura y ganadería	140,46	765,98	28,39					NE	NE	NE, NO	
3.A.	Fermentación entérica		724,72									
3.A.1.	Vacunos		713,61									
3.A.2.	Ovinos		2,67									
3.A.3.	Porcinos		1,66									
3.A.4.	Otro ganado		6,77									
3.B.	Gestión del estiércol		16,57	0,13							NE	
3.B.1.	Vacunos		13,81	0,00							NE	
3.B.2.	Ovinos		0,08	NE							NE	
3.B.3.	Porcinos		1,66	NE							NE	
3.B.4.	Otro ganado		1,02	0,02							NE	
3.B.5.	Emisiones indirectas de N ₂ O			0,11								
3.C.	Cultivo del arroz		24,68								NE, NO	
3.C.1.	Irrigadas		24,59								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			28,26							NE	
3.D.1.	Emisiones directas de N ₂ O de suelos agrícolas			23,09							NE	
3.D.2.	Emisiones indirectas de N ₂ O de suelos agrícolas			5,18							NE	

AÑO 2017												
Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)
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	104,22										
3.G.1.	Caliza	NE										
3.G.2.	Dolomita	104,22										
3.H.	Aplicación de urea	36,23										
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO										
3.J.	Otros (especificar)	NA	NA	NA					NA	NA	NA	
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	14.510,98	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.A.	Tierras forestales	-13.322,95	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	-6.074,44	NE	NE					NE	NE	NE	
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	-7.248,51	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.	Tierras de cultivo	11.124,31	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-5.601,42	NE	NE					NE	NE	NE	
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	16.725,74	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.	Pastizales	15.208,78	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	-1.285,35	NE	NE					NE	NE	NE	
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	16.494,13	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.D.	Humedales	6,59	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	6,59	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.E.	Asentamientos	527,53	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.E.1.	Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	NE					NE	NE	NE	

AÑO 2017												
Código	Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
		(kt)	(kt)	(kt)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt CO ₂ eq)	(kt)	(kt)	(kt)
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	527,53	NE, NO	NE, NO					NE, NO	NE, NO	NE, NO	
4.F.	Otras tierras	966,71	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	966,71	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	79,39	52,85	0,34					NE, NO	NE, NO	NE, NO	NE, NA, NO
5.A.	Disposición de residuos sólidos	NA	29,76						NE	NE	NE	
5.A.1.	Sitios de disposición de residuos gestionados	NA	8,04						NE	NE	NE	
5.A.2.	Sitios de disposición de residuos no gestionados	NA	2,68						NE	NE	NE	
5.A.3.	Sitios de disposición de residuos no categorizados	NA	19,05						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	79,39	2,25	0,03					NE	NE	NE	NE
5.C.1.	Incineración de residuos	0,68	NE	1,19,E-04					NE	NE	NE	NE
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	78,71	2,25	0,03					NE	NE	NE	NE
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales		20,84	0,31					NE	NE	NE	
5.D.1.	Aguas residuales domésticas		15,50	0,31					NE	NE	NE	
5.D.2.	Aguas residuales industriales		5,34	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	156,90	1,10,E-03	4,39,E-03					NE	NE	NE	NE
	Aviación internacional	156,90	1,10,E-03	4,39,E-03					NE	NE	NE	NE
	Navegación internacional	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
	Operaciones multilaterales	IE	IE	IE					NE	NE	NE	NE
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	12.627,66										
	CO ₂ 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 5.5 Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Paraguay (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

Código	Categorías de fuentes y sumideros 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	
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	49.967,32	47.312,78	48.833,80	51.209,19	52.024,81	52.022,08	53.322,81	56.924,09	55.525,85	52.118,13	55.110,22	46.718,78	45.959,21	49.503,62	45.575,47	48.493,34	54.046,81	55.665,42	59.795,37	56.887,26	58.814,44	59.430,30	40.590,11	47.165,56	79.162,21	75.228,26	47.789,83	49.855,53	
1.	Energía	2.490,95	2.463,95	2.792,50	3.147,08	3.617,23	4.051,97	4.018,61	4.415,40	4.564,35	4.547,30	3.785,01	3.938,08	4.090,11	4.234,68	4.256,26	3.950,36	4.036,63	3.834,70	4.415,91	4.643,73	5.151,00	5.355,47	5.235,40	5.384,17	5.655,99	6.169,57	7.072,72	8.116,71	
1.A.	Actividades de quema de combustible	2.490,78	2.463,80	2.792,34	3.146,95	3.617,09	4.051,86	4.018,53	4.415,33	4.564,28	4.547,24	3.784,96	3.938,02	4.090,06	4.234,63	4.256,22	3.950,34	4.036,63	3.834,70	4.415,91	4.643,73	5.151,00	5.355,47	5.235,40	5.384,17	5.655,99	6.169,57	7.072,72	8.116,71	
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.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	249,29	301,05	362,76	250,01	455,81	498,83	435,20	450,45	464,26	423,24	411,86	384,63	378,32	296,39	319,57	349,91	298,71	225,27	220,50	258,28	270,80	247,86	368,42	224,36	248,64	262,22	321,17	300,28	
1.A.3.	Transporte	1.685,25	1.592,20	1.899,48	2.354,91	2.648,90	3.012,80	3.038,57	3.394,53	3.558,85	3.553,08	2.833,48	3.021,26	3.199,47	3.419,77	3.407,48	3.092,69	3.273,78	3.136,83	3.721,18	3.891,95	4.394,73	4.619,77	4.379,53	4.700,54	4.942,88	5.442,58	6.368,74	7.224,85	
1.A.4.	Otros sectores	525,75	542,09	500,87	518,63	508,90	536,19	540,63	566,07	536,76	565,74	536,99	529,64	511,34	517,63	528,33	507,39	463,79	472,34	473,91	493,19	485,12	487,45	485,92	457,68	460,44	463,50	580,93	590,16	
1.A.5.	Otros (especificar)	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
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	0,17	0,15	0,16	0,13	0,14	0,11	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	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	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	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	0,17	0,15	0,16	0,13	0,14	0,11	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO2	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.	Procesos industriales y uso de productos	255,73	277,02	409,03	375,14	447,76	493,69	472,29	445,31	428,95	386,38	435,20	382,53	392,76	450,78	489,95	518,00	535,77	500,46	502,17	524,03	538,50	456,77	620,68	583,82	661,06	828,83	938,76	907,21	
2.A.	Industria de los minerales	163,44	158,65	244,50	234,77	294,56	314,35	298,33	297,29	279,62	262,20	274,43	226,12	212,84	249,97	237,93	261,47	253,53	244,91	255,77	301,58	286,11	235,01	326,95	261,27	292,36	382,78	423,58	316,45	
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	4,93
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	
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	4,55	4,80	5,06	5,34	5,63	5,94	6,27	6,61	6,98	7,36	10,39	11,03	9,76	12,04	12,14	12,11	11,57	12,50	14,92	13,38	15,77	16,40	15,17	16,80	17,48	17,83	18,00	19,34	
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
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	5,75	11,25	16,60	21,89	27,23	32,68	38,33	44,25	50,53	57,24	64,47	78,95	91,22	114,71	121,17	168,39	191,50	223,15	312,00	413,31	492,37	
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	9,56	15,06	25,81	17,21	16,49	23,90	16,73	21,75	35,85	11,71	9,32	13,15	11,23	8,13	23,18	16,73	27,96	19,60	16,01	16,01	5,98	24,14	14,82	16,01	26,77	11,95	12,43	19,84	
2.H.	Otros (especificar)	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
3.	Agricultura y ganadería	14.957,04	13.690,82	15.616,50	17.197,70	17.443,50	17.533,47	17.663,14	17.752,53	17.645,61	17.482,60	17.785,71	17.766,72	16.992,02	17.299,98	17.399,75	17.663,33	18.385,70	18.832,80	19.450,98	20.854,67	21.873,28	21.809,32	23.918,56	24.641,83	25.590,16	25.459,06	25.023,20	25.027,22	
3.A.	Fermentación entérica	9.640,44	8.957,88	10.371,73	11.337,90	11.420,16	11.492,62	11.488,21	11.520,33	11.440,52	11.367,95	11.468,73	11.377,84	10.772,11	10.840,86	10.991,52	11.166,57	11.557,28	12.015,15	12.446,62	13.190,40	13.773,76	13.908,32	14.941,42	15.279,77	15.849,63	15.717,94	15.349,92	15.219,08	
3.B.	Gestión del estiércol	275,20	220,98	257,98	275,55	282,28	285,09	290,46	293,87	292,42	292,08	295,13	298,28	281,44	287,48	293,28	285,37	287,77	296,35	308,58	324,77	340,62	345,29	364,55	367,77	393,57	390,00	385,33	388,42	
3.C.	Cultivo del arroz	46,82	49,71	73,86	73,90	77,54	82,67	87,66	88,20	125,40	113,33	105,16	104,85	116,72	121,17	128,75	189,40	156,99	126,40	185,18	247,90	317,49	322,59	388,03	468,03	497,44	504,51	511,11	518,38	
3.D.	Suelos agrícolas	4.994,36	4.461,99	4.912,59	5.509,73	5.663,00	5.672,42	5.796,00	5.849,11	5.785,99	5.707,52	5.913,99	5.980,45	5.809,95	6.026,84	5.974,20	5.990,79	6.351,41	6.351,44	6.440,42	7.017,86	7.359,22	7.164,91	8.138,46	8.403,28	8.695,90	8.735,48	8.654,91	8.760,89	

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Código	Categorías de fuentes y sumideros 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	
3.E.	Quema prescrita de sabanas	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	
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	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	
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	
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	
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	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.J.	Otros (especificar)	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	
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	31.709,61	30.316,33	29.432,90	29.886,21	29.895,87	29.301,74	30.507,74	33.617,04	32.168,56	28.956,12	32.382,39	23.879,63	23.663,38	26.678,60	22.558,14	25.457,07	30.163,04	31.569,46	34.473,98	29.868,71	30.218,19	30.730,72	9.706,72	15.429,12	46.103,41	41.603,85	13.305,50	14.510,98	
4.A.	Tierras forestales	14.564,67	13.530,60	14.916,17	14.730,14	14.707,43	14.965,14	12.586,38	11.652,26	12.766,20	14.936,27	14.677,46	26.207,51	26.694,50	25.892,33	25.379,38	24.834,99	20.893,09	17.277,19	16.241,72	19.574,89	19.541,88	20.368,34	19.281,85	19.964,33	19.630,43	18.732,39	13.835,23	13.322,95	
4.B.	Tierras de cultivo	39.854,52	39.258,90	39.231,76	39.264,85	39.145,12	39.038,37	38.828,44	39.075,57	40.383,10	40.431,63	39.255,66	37.922,73	38.540,25	37.913,29	37.828,48	37.775,33	28.625,72	28.265,19	27.204,05	27.313,12	27.351,82	27.685,13	18.399,06	17.682,05	32.761,46	32.122,74	12.630,93	11.124,31	
4.C.	Pastizales	5.725,54	3.893,80	4.423,09	4.657,28	4.763,95	4.534,30	3.571,47	5.499,52	3.857,45	2.766,54	7.109,97	11.040,15	10.693,36	13.533,38	8.984,78	11.392,46	20.214,53	18.365,58	21.295,78	19.914,60	20.192,37	21.198,05	9.488,30	16.610,20	30.658,42	25.899,53	13.008,96	15.208,78	
4.D.	Humedales	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	3,32	3,32	3,32	3,32	3,32	43,07	43,07	43,07	43,07	43,07	43,07	NO	NO	NO	NO	6,59	6,59	
4.E.	Asentamientos	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	1.120,94	1.120,94	1.120,94	1.120,94	1.120,94	2.172,81	2.172,81	2.172,81	2.172,81	2.172,81	2.172,81	709,00	709,00	1.315,42	1.315,42	527,53	527,53	
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	392,21	392,21	998,55	998,55	966,71	966,71	
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
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
5.	Residuos	554,00	564,67	582,87	603,06	620,46	641,20	661,02	693,80	718,38	745,74	721,90	751,82	820,95	839,59	871,37	904,58	925,66	928,00	952,33	996,12	1.033,47	1.078,02	1.108,75	1.126,62	1.151,59	1.166,96	1.250,35	1.293,42	
5.A.	Disposición de residuos sólidos	95,23	103,95	112,74	122,92	133,01	143,57	155,24	167,18	180,44	195,03	200,42	220,84	244,07	267,12	295,55	315,97	333,90	346,04	354,42	378,98	409,70	444,63	475,42	502,83	534,64	561,79	595,30	624,96	
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
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	132,21	135,34	138,35	141,07	143,59	146,03	150,33	167,60	172,12	178,93	151,56	154,65	193,54	193,57	187,00	192,67	192,07	181,79	190,63	191,76	177,35	184,59	177,65	157,58	139,63	120,56	128,44	135,63	
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales	326,56	325,38	331,77	339,06	343,86	351,60	355,45	359,02	365,82	371,78	369,91	376,33	383,34	378,90	388,82	395,94	399,69	400,17	407,29	425,39	446,42	448,80	455,68	466,20	477,32	484,60	526,21	532,84	
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
	Partidas informativas																													
	Tanque internacional	68,38	70,90	73,51	76,22	79,03	81,94	84,96	88,00	85,56	44,53	35,10	18,87	51,41	66,81	48,58	49,56	61,86	61,86	66,30	54,97	69,66	69,38	76,04	89,77	104,29	93,13	119,31	158,28	
	Aviación internacional	68,38	70,90	73,51	76,22	79,03	81,94	84,96	88,00	85,56	44,53	35,10	18,87	51,41	66,81	48,58	49,56	61,86	61,86	66,30	54,97	69,66	69,38	76,04	89,77	104,29	93,13	119,31	158,28	
	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
	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
	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	
	CO2 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

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

Código	Categorías de fuentes y sumideros 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	
	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

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.6. Emisiones y absorciones de CO₂ de Paraguay (kt CO₂), serie 1990-2017

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	
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	34.028,66	32.610,80	32.218,84	32.994,94	33.547,35	33.402,67	34.551,27	38.004,88	36.714,14	33.482,95	36.192,31	27.762,78	27.761,69	30.975,59	26.900,54	29.550,29	34.381,20	35.543,90	39.031,01	34.639,11	35.471,65	36.078,13	15.081,42	20.941,12	51.916,63	47.949,76	20.606,87	22.535,24	
1.	Energía	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	5.656,05	6.589,16	7.409,84	
1.A.	Actividades de quema de combustible	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	5.656,05	6.589,16	7.409,84	
1.A.1.	Industrias de la energía	30,39	28,37	29,14	23,32	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.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	295,65	274,12	273,81	192,78	229,22	256,98	204,24	131,18	125,04	164,48	173,70	158,00	276,33	138,03	159,02	171,42	209,20	191,24	
1.A.3.	Transporte	1.643,03	1.550,40	1.852,14	2.298,52	2.590,69	2.950,73	2.978,02	3.327,48	3.489,21	3.483,09	2.778,69	2.963,60	3.141,09	3.357,88	3.345,88	3.028,04	3.206,05	3.065,61	3.638,12	3.791,57	4.274,99	4.492,81	4.254,33	4.561,95	4.793,87	5.273,18	6.170,11	7.006,32	
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	203,52	209,60	203,35	210,19	208,68	210,86	
1.A.5.	Otros	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
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	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	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, 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	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	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	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO2	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.	Procesos industriales y uso de productos	246,17	261,96	383,22	357,93	431,27	469,79	455,56	417,81	381,85	358,07	403,99	342,16	348,85	404,33	422,52	450,74	450,56	416,39	407,20	416,80	417,81	311,47	437,47	376,30	411,14	504,88	513,02	394,57	
2.A.	Industria de los minerales	163,44	158,65	244,50	234,77	294,56	314,35	298,33	297,29	279,62	262,20	274,43	226,12	212,84	249,97	237,93	261,47	253,53	244,91	255,77	301,58	286,10	235,01	326,95	261,27	292,36	382,78	423,58	316,45	
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	4,51
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	
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	4,55	4,80	5,06	5,34	5,63	5,94	6,27	6,61	6,98	7,36	10,39	11,03	9,76	12,04	12,14	12,11	11,57	12,50	14,92	13,38	15,77	16,40	15,17	16,80	17,48	17,83	18,00	19,34	
2.E.	Industria electrónica																													
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO																													
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	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
2.H.	Otros (especificar)	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
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	
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	
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	
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	
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono		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.J.	Otros (especificar)		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	
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura		31.709,61	30.316,33	29.432,90	29.886,21	29.895,87	29.301,74	30.507,74	33.617,04	32.168,56	28.956,12	32.382,39	23.879,63	23.663,38	26.678,60	22.558,14	25.457,07	30.163,04	31.569,46	34.473,98	29.868,71	30.218,19	30.730,72	9.706,72	15.429,12	46.103,41	41.603,85	13.305,50	14.510,98	
4.A.	Tierras forestales		14.564,67	13.530,60	14.916,17	14.730,14	14.707,43	14.965,14	12.586,38	11.652,26	12.766,20	14.936,27	14.677,46	26.207,51	26.694,50	25.892,33	25.379,38	24.834,99	20.893,09	17.277,19	16.241,72	19.574,89	19.541,88	20.368,34	19.281,85	19.964,33	19.630,43	18.732,39	13.835,23	13.322,95	
4.B.	Tierras de cultivo		39.854,52	39.258,90	39.231,76	39.264,85	39.145,12	39.038,37	38.828,44	39.075,57	40.383,10	40.431,63	39.255,66	37.922,73	38.540,25	37.913,29	37.828,48	37.775,33	28.625,72	28.265,19	27.204,05	27.313,12	27.351,82	27.685,13	18.399,06	17.682,05	32.761,46	32.122,74	12.630,93	11.124,31	
4.C.	Pastizales		5.725,54	3.893,80	4.423,09	4.657,28	4.763,95	4.534,30	3.571,47	5.499,52	3.857,45	2.766,54	7.109,97	11.040,15	10.693,36	13.533,38	8.984,78	11.392,46	20.214,53	18.365,58	21.295,78	19.914,60	20.192,37	21.198,05	9.488,30	16.610,20	30.658,42	25.899,53	13.008,96	15.208,78	
4.D.	Humedales		2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	3,32	3,32	3,32	3,32	3,32	43,07	43,07	43,07	43,07	43,07	43,07	NO	NO	NO	NO	6,59	6,59	
4.E.	Asentamientos		692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	692,06	1.120,94	1.120,94	1.120,94	1.120,94	1.120,94	2.172,81	2.172,81	2.172,81	2.172,81	2.172,81	2.172,81	709,00	709,00	1.315,42	1.315,42	527,53	527,53	
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	392,21	392,21	998,55	998,55	966,71	966,71	
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
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
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	
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	
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	
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
	Partidas informativas																														
	Tanque internacional		67,78	70,28	72,87	75,55	78,34	81,22	84,22	87,23	84,81	44,14	34,80	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	156,90	
	Aviación internacional		67,78	70,28	72,87	75,55	78,34	81,22	84,22	87,23	84,81	44,14	34,80	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	156,90	
	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
	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
	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	
	CO2 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
	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

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.7. Emisiones y absorciones de CH4 de Paraguay (kt CH4), serie 1990-2017

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	
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	508,99	475,28	544,36	592,22	596,57	601,63	603,04	606,31	603,42	599,98	604,20	602,15	574,01	579,21	588,18	600,07	616,69	638,35	663,54	705,11	739,27	747,51	802,04	822,06	854,06	849,31	840,78	837,33	
1.	Energía	17,23	17,74	15,97	16,27	15,80	16,42	16,82	17,57	15,83	15,45	15,28	16,20	15,32	15,72	15,17	14,75	13,07	13,42	13,85	14,35	14,54	14,16	13,86	12,35	12,83	12,83	18,05	18,48	
1.A.	Actividades de quema de combustible	17,22	17,74	15,96	16,27	15,80	16,42	16,82	17,57	15,83	15,44	15,28	16,20	15,32	15,72	15,17	14,75	13,07	13,42	13,85	14,35	14,54	14,16	13,86	12,35	12,83	12,83	18,05	18,48	
1.A.1.	Industrias de la energía	1,19,E-03	1,11,E-03	1,14,E-03	9,09,E-04	1,37,E-04	1,61,E-04	1,62,E-04	1,68,E-04	1,75,E-04	2,06,E-04	9,79,E-05	8,99,E-05	3,73,E-05	3,40,E-05	3,40,E-05	1,44,E-05	1,44,E-05	1,08,E-05	1,26,E-05	1,22,E-05	1,41,E-05	1,57,E-05	6,18,E-05	6,40,E-05	1,63,E-04	5,13,E-05	4,76,E-05	5,75,E-05	
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	1,58	1,70	1,99	1,83	2,26	2,47	2,52	2,62	2,66	2,18	2,14	2,03	1,94	1,94	1,74	1,78	1,81	1,82	1,84	1,81	1,87	1,66	1,73	1,49	1,56	1,58	1,90	1,82	
1.A.3.	Transporte	0,39	0,38	0,41	0,49	0,52	0,58	0,58	0,61	0,63	0,59	0,47	0,49	0,40	0,43	0,40	0,40	0,43	0,44	0,52	0,59	0,72	0,79	0,79	0,82	0,88	1,00	1,18	1,38	
1.A.4.	Otros sectores	15,25	15,65	13,56	13,94	13,01	13,37	13,72	14,34	12,54	12,67	12,67	13,67	12,98	13,36	13,03	12,57	10,83	11,17	11,49	11,95	11,95	11,71	11,34	10,04	10,40	10,25	14,98	15,28	
1.A.5.	Otros	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	
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	8,02,E-03	7,03,E-03	7,53,E-03	6,40,E-03	6,53,E-03	5,16,E-03	3,93,E-03	3,33,E-03	3,27,E-03	2,89,E-03	2,77,E-03	2,49,E-03	2,41,E-03	2,09,E-03	1,63,E-03	8,28,E-04	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	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	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	8,02,E-03	7,03,E-03	7,53,E-03	6,40,E-03	6,53,E-03	5,16,E-03	3,93,E-03	3,33,E-03	3,27,E-03	2,89,E-03	2,77,E-03	2,49,E-03	2,41,E-03	2,09,E-03	1,63,E-03	8,28,E-04	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO2																													
2.	Procesos industriales y uso de productos	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	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	NA, NO	NA, NO	0,02
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	0,02
2.C.	Industria de los metales	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	
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	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	
2.E.	Industria electrónica																													
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO																													
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	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	
2.H.	Otros (especificar)	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	
3.	Agricultura y ganadería	473,00	438,45	508,61	555,48	559,74	563,46	563,75	565,39	563,28	559,21	563,75	559,58	530,39	534,15	541,85	552,77	569,97	590,73	614,61	653,74	685,54	692,38	745,58	765,64	795,33	789,22	771,75	765,98	
3.A.	Fermentación entérica	459,07	426,57	493,89	539,90	543,82	547,27	547,06	548,59	544,79	541,33	546,13	541,80	512,96	516,23	523,41	531,74	550,35	572,15	592,70	628,11	655,89	662,30	711,50	727,61	754,74	748,47	730,95	724,72	
3.B.	Gestión del estiércol	11,70	9,51	11,20	12,06	12,23	12,26	12,52	12,61	12,52	12,48	12,61	12,78	11,87	12,15	12,32	12,01	12,15	12,56	13,10	13,82	14,53	14,71	15,61	15,75	16,91	16,73	16,46	16,57	
3.C.	Cultivo del arroz	2,23	2,37	3,52	3,52	3,69	3,94	4,17	4,20	5,97	5,40	5,01	4,99	5,56	5,77	6,13	9,02	7,48	6,02	8,82	11,80	15,12	15,36	18,48	22,29	23,68	24,02	24,34	24,68	
3.D.	Suelos agrícolas																													
3.E.	Quema prescrita de sabanas	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	

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
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	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
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	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	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	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.A.	Tierras forestales	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.B.	Tierras de cultivo	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.C.	Pastizales	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.D.	Humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NO	NO	NO	NO	NE	NE
4.E.	Asentamientos	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.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	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	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.	Residuos	18,76	19,09	19,78	20,47	21,03	21,74	22,47	23,34	24,31	25,32	25,18	26,38	28,30	29,34	31,15	32,55	33,65	34,20	35,07	37,02	39,19	40,97	42,60	44,07	45,90	47,26	50,98	52,85
5.A.	Disposición de residuos sólidos	4,53	4,95	5,37	5,85	6,33	6,84	7,39	7,96	8,59	9,29	9,54	10,52	11,62	12,72	14,07	15,05	15,90	16,48	16,88	18,05	19,51	21,17	22,64	23,94	25,46	26,75	28,35	29,76
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
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
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales	12,74	12,62	12,86	13,03	13,08	13,26	13,37	13,47	13,74	13,97	13,87	14,04	14,38	14,30	14,81	15,14	15,35	15,42	15,74	16,44	17,31	17,28	17,49	17,91	18,39	18,67	20,59	20,84
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
	<i>Partidas informativas</i>																												
	Tanque internacional	4,74,E-04	4,91,E-04	5,10,E-04	5,28,E-04	5,48,E-04	5,68,E-04	5,89,E-04	6,10,E-04	5,93,E-04	3,09,E-04	2,43,E-04	1,31,E-04	3,56,E-04	4,63,E-04	3,37,E-04	3,44,E-04	4,29,E-04	4,29,E-04	4,60,E-04	3,81,E-04	4,83,E-04	4,81,E-04	5,27,E-04	6,22,E-04	7,23,E-04	6,46,E-04	8,27,E-04	1,10,E-03
	Aviación internacional	4,74,E-04	4,91,E-04	5,10,E-04	5,28,E-04	5,48,E-04	5,68,E-04	5,89,E-04	6,10,E-04	5,93,E-04	3,09,E-04	2,43,E-04	1,31,E-04	3,56,E-04	4,63,E-04	3,37,E-04	3,44,E-04	4,29,E-04	4,29,E-04	4,60,E-04	3,81,E-04	4,83,E-04	4,81,E-04	5,27,E-04	6,22,E-04	7,23,E-04	6,46,E-04	8,27,E-04	1,10,E-03
	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
	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
	Emisiones de CO2 de la biomasa																												
	CO2 capturado																												
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos																												

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.8. Emisiones y absorciones de N2O de Paraguay (kt N2O), serie 1990-2017

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
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	508,99	475,28	544,36	592,22	596,57	601,63	603,04	606,31	603,42	599,98	604,20	602,15	574,01	579,21	588,18	600,07	616,69	638,35	663,54	705,11	739,27	747,51	802,04	822,06	854,06	849,31	840,78	837,33
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.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.A.1.	Industrias de la energía	2,37E-04	2,22E-04	2,27E-04	1,82E-04	2,71E-05	3,21E-05	3,20E-05	3,32E-05	3,48E-05	4,11E-05	1,90E-05	1,72E-05	7,46E-06	6,79E-06	6,79E-06	2,89E-06	2,89E-06	2,17E-06	2,53E-06	2,45E-06	2,82E-06	3,13E-06	1,24E-05	1,28E-05	3,26E-05	1,03E-05	9,52E-06	1,15E-05
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
1.A.3.	Transporte	0,11	0,11	0,12	0,15	0,15	0,16	0,16	0,18	0,18	0,19	0,14	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
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
1.A.5.	Otros	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
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	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	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, 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	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	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	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO2																												
2.	Procesos industriales y uso de productos	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA	NE, NA
2.A.	Industria de los minerales																												
2.B.	Industria química	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
2.C.	Industria de los metales	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
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	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
2.E.	Industria electrónica																												
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO																												
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	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
2.H.	Otros (especificar)	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
3.	Agricultura y ganadería	473,00	438,45	508,61	555,48	559,74	563,46	563,75	565,39	563,28	559,21	563,75	559,58	530,39	534,15	541,85	552,77	569,97	590,73	614,61	653,74	685,54	692,38	745,58	765,64	795,33	789,22	771,75	765,98
3.A.	Fermentación entérica	459,07	426,57	493,89	539,90	543,82	547,27	547,06	548,59	544,79	541,33	546,13	541,80	512,96	516,23	523,41	531,74	550,35	572,15	592,70	628,11	655,89	662,30	711,50	727,61	754,74	748,47	730,95	724,72
3.B.	Gestión del estiércol	11,70	9,51	11,20	12,06	12,23	12,26	12,52	12,61	12,52	12,48	12,61	12,78	11,87	12,15	12,32	12,01	12,15	12,56	13,10	13,82	14,53	14,71	15,61	15,75	16,91	16,73	16,46	16,57
3.C.	Cultivo del arroz	2,23	2,37	3,52	3,52	3,69	3,94	4,17	4,20	5,97	5,40	5,01	4,99	5,56	5,77	6,13	9,02	7,48	6,02	8,82	11,80	15,12	15,36	18,48	22,29	23,68	24,02	24,34	24,68
3.D.	Suelos agrícolas																												
3.E.	Quema prescrita de sabanas	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

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
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	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
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	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	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	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.A.	Tierras forestales	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.B.	Tierras de cultivo	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.C.	Pastizales	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.D.	Humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NO	NO	NO	NO	NE	NE
4.E.	Asentamientos	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.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	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	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	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	0,32	0,32	0,32	0,32	0,33	0,34
5.A.	Disposición de residuos sólidos																												
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
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
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	0,26	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31
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
	Partidas informativas																												
	Tanque internacional	1,90,E-03	1,97,E-03	2,04,E-03	2,11,E-03	2,19,E-03	2,27,E-03	2,36,E-03	2,44,E-03	2,37,E-03	1,23,E-03	9,73,E-04	5,23,E-04	1,43,E-03	1,85,E-03	1,35,E-03	1,37,E-03	1,72,E-03	1,72,E-03	1,84,E-03	1,52,E-03	1,93,E-03	1,92,E-03	2,11,E-03	2,49,E-03	2,89,E-03	2,58,E-03	3,31,E-03	4,39,E-03
	Aviación internacional	1,90,E-03	1,97,E-03	2,04,E-03	2,11,E-03	2,19,E-03	2,27,E-03	2,36,E-03	2,44,E-03	2,37,E-03	1,23,E-03	9,73,E-04	5,23,E-04	1,43,E-03	1,85,E-03	1,35,E-03	1,37,E-03	1,72,E-03	1,72,E-03	1,84,E-03	1,52,E-03	1,93,E-03	1,92,E-03	2,11,E-03	2,49,E-03	2,89,E-03	2,58,E-03	3,31,E-03	4,39,E-03
	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
	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
	Emisiones de CO2 de la biomasa																												
	CO2 capturado																												
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos																												

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.9. Emisiones y absorciones de HFC de Paraguay (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

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
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	5,75	11,25	16,60	21,89	27,23	32,68	38,33	44,25	50,53	57,24	64,47	78,95	91,22	114,71	121,17	168,39	191,50	223,15	312,00	413,31	492,37
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																												
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	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	5,75	11,25	16,60	21,89	27,23	32,68	38,33	44,25	50,53	57,24	64,47	78,95	91,22	114,71	121,17	168,39	191,50	223,15	312,00	413,31	492,37
2.A.	Industria de los minerales																												
2.B.	Industria química	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
2.C.	Industria de los metales	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
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
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	5,75	11,25	16,60	21,89	27,23	32,68	38,33	44,25	50,53	57,24	64,47	78,95	91,22	114,71	121,17	168,39	191,50	223,15	312,00	413,31	492,37
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	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
2.H.	Otros (especificar)	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
3.	Agricultura																												
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
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.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura																												
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)																												
	Partidas informativas																												
	Tanque internacional																												
	Aviación internacional																												
	Navegación internacional																												
	Operaciones multilaterales																												
	Emisiones de CO2 de la biomasa																												
	CO2 capturado																												
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos																												
	N2O indirecto																												

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
	CO2 indirecto																												

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.10. Emisiones y absorciones de SF₆ de Paraguay (kt CO₂ eq), serie 1990-2017

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	
	Todas las emisiones y las absorciones nacionales	9,56	15,06	25,81	17,21	16,49	23,90	16,73	21,75	35,85	11,71	9,32	13,15	11,23	8,13	23,18	16,73	27,96	19,60	16,01	16,01	5,98	24,14	14,82	16,01	26,77	11,95	12,43	19,84	
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																													
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	9,56	15,06	25,81	17,21	16,49	23,90	16,73	21,75	35,85	11,71	9,32	13,15	11,23	8,13	23,18	16,73	27,96	19,60	16,01	16,01	5,98	24,14	14,82	16,01	26,77	11,95	12,43	19,84	
2.A.	Industria de los minerales																													
2.B.	Industria química	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
2.C.	Industria de los metales	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
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
2.F.	Uso de productos sustitutos de las SAO	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
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	9,56	15,06	25,81	17,21	16,49	23,90	16,73	21,75	35,85	11,71	9,32	13,15	11,23	8,13	23,18	16,73	27,96	19,60	16,01	16,01	5,98	24,14	14,82	16,01	26,77	11,95	12,43	19,84	
2.H.	Otros (especificar)	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
3.	Agricultura																													
3.A.	Fermentación entérica																													
3.B.	Gestión del estiércol																													

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
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.	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura																												
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)																												
	Partidas informativas																												
	Tanque internacional																												
	Aviación internacional																												

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
	Navegación internacional																												
	Operaciones multilaterales																												
	Emisiones de CO2 de la biomasa																												
	CO2 capturado																												
	Almacenamiento a largo plazo de C en sitios de disposición de residuos																												
	N2O indirecto																												
	CO2 indirecto																												

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.11. Planillas de control de la calidad y garantía de la calidad

Anexo 5.11.1. Lista de procedimientos de control de calidad – Actividades generales 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 INGElS	Lectura de informes previos y de bibliografía disponible, así como documentos respaldatorios sobre metodología, datos utilizados.	Si	CR, SO, MN, AO	May - Jun	Productos de la consultoría
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, SO, CR	Jun - Ago	Se ha elaborado plantillas de DA y FE que detallan los valores con sus respectivas referencias, el resumen de métodos y otras informaciones (p. ej., fecha, fuente de datos o información de contacto obtenida)
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, SO, CR	Ago - Set	Planillas de DA y FE con las referencias de datos bibliográficos.
	· 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	Set - Nov	Planillas de DA y FE con comparaciones de informaciones obtenidas.
	· Utilizar datos electrónicos siempre que sea posible para minimizar los errores de transcripción.	Si	AO, CR	Ago - Set	Para la elaboración de las plantillas de DA y FE se procedieron a cargar mediante enlace de datos de un libro a otro (en caso de ser un documento Excel) o a través de carga manual (en caso de ser un documento Word, Adobe u otros).
	· Comprobar que las funciones de las hojas de cálculo se utilicen para minimizar los errores de entrada/usuario:	Si	MN, AO, CR	Ago - Oct	Hojas de trabajo de los sectores
	o Evitar la programación de factores como fórmulas.	Si	AO, CR	Agot - Oct	Planillas de DA y FE con las unidades de medidas correctas para su conversión.
	o Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.	Si	MN, AO, CR	Set	Productos de la consultoría
	o Usar la protección de celdas para que los datos fijos no sean modificados de manera accidental.	Si	MN, AO, CR	Jul	Productos de la consultoría, hojas de trabajo protegidas con contraseña
	o Realizar controles automáticos, como los controles informáticos para cálculos o controles de rango de los datos de entrada.	Si	AO, CR	Oct	Hojas de trabajo con verificación de ceros, Planilla de DA con verificación cruzada con otras fuentes y planillas de DA.
Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente.	· Reproducir una muestra representativa de los cálculos de las emisiones/remociones.	Si	MN, AO, CR	Oct	Hojas de Trabajo.
	· 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 de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada.	· Verificar que las unidades estén correctamente etiquetadas en las hojas de cálculo.	Si	MN, AO, CR	Set	Se ha elaborado plantillas de DA y FE que detallan los valores con sus respectivas unidades de medidas dispuestos en el formato requerido para ser transportado posteriormente en el software IPCC.

Actividad de control de calidad	Procedimientos	Tare a completada	Nombre	Fecha	Medida correctiva adoptada (Documentos de respaldo)
	· Verificar que las unidades se transporten correctamente desde el principio hasta el final de los cálculos.	Si	MN, AO, CR	Set	Hojas de Trabajo de los sectores. Chequeo de la importación de datos desde la fuente principal a la planilla consolidada de DA y FE a la base de datos del software IPCC.
	· Verificar que los factores de conversión sean correctos.	Si	MN, AO, SO, CR, CG	Ago - Set	Planillas de datos.
	· Verificar que los factores de ajuste temporal y espacial se utilicen correctamente.	Si	MN, AO, SO, CR	Oct	Hojas de Trabajo de los sectores. Durante la recopilación y sistematización de datos se analiza que los datos pertenezcan a un año puntual y representen al total país.
Verificar la integridad de los archivos de base de datos.	· Confirmar que los pasos de procesamiento de datos apropiados estén correctamente representados en la base de datos.	Si	MN, AO, CR	Jun	Planilla de datos
	· Confirmar que las relaciones de datos estén correctamente representadas en la base de datos.	Si	AO, CR	Ago - Oct	Planilla de datos, software IPCC y hojas de trabajo
	· Asegurar que los campos de datos estén correctamente etiquetados y cuenten con las correctas especificaciones de diseño.	Si	MN, AO, CR	Jun	Planilla de datos, software IPCC y hojas de trabajo
	· Asegurar que la documentación adecuada de la operación, la estructura del modelo y la base de datos sean archivados.	Si	MN, CR	Dic	Archivos del proyecto en base de datos
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, SO, CR	Dic	Hojas de Trabajo de los sectores, tablas de factores de conversión.
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	Oct	Hojas de Trabajo de los sectores, software del IPCC, Formato comun de reporte propuesto por la RedINGEI
	· Verificar que los datos de emisiones/remociones se transcriban correctamente en los diferentes productos intermedios.	Si	MN, AO, CR	Oct	Hojas de Trabajo de los sectores, software del IPCC, Formato comun de reporte propuesto por la RedINGEI
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	May	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, SO, CR	Ago	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	May	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	Oct	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, SO, CR, CM	Oct	Informes sectoriales
	· Verificar la coherencia en el método/algorithm utilizado para los cálculos en la serie temporal.	Si	MN, AO, SO, CR, CM	Oct	Utilización del Software del IPCC y hojas de trabajo de las Directrices del IPCC de 2006
	· Reproducir una muestra representativa de los cálculos de emisiones para garantizar su exactitud matemática.	Si	MN, AO, SO, CR	Oct	Productos de la consultoría
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, SO, CR	Oct	Informes sectoriales

Actividad de control de calidad	Procedimientos	Tarea completada	Nombre	Fecha	Medida correctiva adoptada (Documentos de respaldo)
	· Verificar la coherencia en el método/algorithm utilizado para los cálculos en la serie temporal.	Si	MN, AO, SO, CR	Dic	Utilización del Software del IPCC y hojas de trabajo de las Directrices del IPCC de 2006
	· Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.	Si	MN, AO, CR	Dic	Productos de la consultoría, 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, SO, CR	Dic	Informes sectoriales
	· En relación a las subcategorías, confirmar que toda categoría sea cubierta.	Si	MN, AO, SO, CR	Dic	Informes sectoriales
	· Facilitar una definición clara de las categorías de 'Otro' tipo.	Si	MN, AO, SO, CR		No aplica a que no se identifican categorías como "Otro"
	· 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').	No			
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	Oct	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?	No			
	· 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	Oct	Informes sectoriales

Referencias: MN: Mabel Noguera; AO: Aldo Ozuna; CM: Carlos Molinas; CG: Celeste González

Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.11.2. Procedimientos de calidad de categoría específica (Nivel 2)

Actividad de control de calidad	Procedimientos	Tarea completada	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	Ago - Nov	Productos de la consultoría
	· Comparar los factores por defecto con los factores a nivel de planta o de sitio.	Si	MN, AO, CR	feb-21	Planillas de factores de emisión y productos de la consultoría
	· Considerar las opciones para obtener factores específicos del país.	Si	MN, AO, SO, CR, CG	set 20	Participación en reunión realizada en el marco de RedINGEI sobre experiencia de países en el desarrollo de FE específicos.
	· Documentar los resultados de esta evaluación.	Si	MN, CR	Set 20 - Feb 21	Planillas de factores de emisión
Revisar los factores específicos del país.	· Controlar la calidad de los datos utilizados para desarrollar el factor específico del país.	Si	AO, SO, CR	set - oct	Planilla de factores de emisión y cálculos.
	· Evaluar si los estudios secundarios utilizados para desarrollar los factores específicos del país utilizaron (como mínimo) las actividades de CC de Nivel 1.	Si	MN, AO	dic-20	Hojas de trabajo.
	· Comparar los factores específicos del país con los valores por defecto del IPCC; documentar alguna discrepancia significativa.	Si	MN, CR	set 20 - nov 20	Planillas de factores de emisión y productos de la consultoría
	· 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	nov - dic 20	Planilla de comparación de factores de emisión
· Documentar los resultados de esta evaluación.	Si	MN, SO		Informes sectoriales	
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, CR, CG	feb-21	Informes sectoriales
	· 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	feb-21	Planillas de factores de emisión
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, SO	feb-21	Informes sectoriales
	· Comparar los datos de actividad de múltiples referencias si es posible.	Si	MN, AO, SO, CR	dic-20	Productos de la consultoría
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	SO, CR	feb-21	Planilla de datos, 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	CM	dic-20	Productos de la consultoría
	· Revisar los cálculos de incertidumbre.	Si	CM	dic-20	Productos de la consultoría
	· Documentar las hipótesis de incertidumbre y las cualidades de algunos expertos consultados.	Si	CM	dic-20	Productos de la consultoría
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	dic-20	Productos de la consultoría

Referencias: MN: Mabel Noguera; AO: Aldo Ozuna; CM: Carlos Molinas; CG: Celeste González; CR: Cindy Rojas; SO: Sergio
Fuente: elaboración propia del equipo técnico de INGEI del MADES.

Anexo 5.11.3. Lista de verificación de actividades de garantía de calidad y proceso ICA

Nº	Sector	Categoría	Comentario de la revisión	Comentario del país - IBA 3	Estado
Proceso de Consulta y Análisis Internacional (ICA) realizado al IBA3					
1			¿Podría Paraguay aclarar por qué los números de los cuadros 2.5 y 2.6 no suman (probablemente debido a los decimales)? ¿Podría Paraguay proporcionar una hoja de cálculo Excel con estos números?	Efectivamente la diferencia de los números de los cuadros 2.5 y 2.6 al sumar, se debe a los decimales. Paraguay proporciona la hoja de cálculo correspondiente.	Implementado
2	Transversal		Paraguay reportó el GHGI para el año calendario 2017, este es un año calendario cuatro años antes de la fecha de presentación (30 de agosto de 2021). ¿Paraguay está considerando reportar el inventario con una brecha menor a 4 años para presentaciones futuras?	Sí, Paraguay está considerando reportar en el año 2022 el INGEI hasta el año calendario 2019, reduciendo de esta manera la brecha a 3 años.	No Implementado
3	Agricultura y Ganadería		En la tabla del Anexo 1 del BUR (p. 262), hay una clave de notación "PE" en la categoría 3.A que no se describe en la nota a pie de página de la tabla. ¿Podría Paraguay aclarar el significado de "PE"?	En vez de la clave de notación "PE" debería de estar "CS" que significa país específico. Es un error de edición del documento.	Implementado
4	Incertidumbre		¿Paraguay ha utilizado el Método 1 para estimar el nivel de incertidumbre como una forma de comparar con el nivel de incertidumbre generado con el Método 2?	No, Paraguay no consideró el Método 1 para estimar el nivel de incertidumbre como una forma de comparar con el nivel de incertidumbre generado con el Método 2.	Implementado
5	Incertidumbre		¿Podría Paraguay aclarar las funciones de densidad de probabilidad (PDF) utilizadas para cada parámetro y cómo se tomaron en consideración las correlaciones?	Las funciones de densidad de probabilidad (PDF) utilizada por Paraguay para cada parámetro fue la de Gauss o Normal, y debido a los cortos plazos de tiempo no se han tenido en cuenta las correlaciones para el cálculo de incertidumbre.	Implementado
6	UTCUTS		¿Podría Paraguay aclarar cuál es la fuente de los datos de la actividad de deforestación y por qué existe una divergencia entre esto y lo que se informó en el Anexo Técnico de REDD + proporcionado en el BUR2? El anexo técnico de REDD + mostró una deforestación de 451k ha en 2012, mientras que el Anexo 2 del BUR muestra que la deforestación (agregada de todas las subcategorías de 'Forestland to') de 287k ha.	Los datos utilizados por Paraguay para el IBA3 corresponden a nuevos mapas de uso y cambio de uso de la tierra, generados por el Instituto Forestal Nacional (INFONA), los cuales abarcan mejoras metodológicas y ajustes en los periodos tenidos en cuenta para cada año.	Implementado
7			¿Podría Paraguay proporcionar una tabla similar a la Tabla 2.5 para 1990 que permita completar el informe de asistencia técnica?	Sí, Paraguay adjunta dicha tabla.	Implementado
9	UTCUTS		El recálculo de las emisiones de UTCUTS muestra una diferencia muy significativa para los años 2011-2015. ¿Podría Paraguay aclarar las razones de este importante cambio?	La principal razón se encuentra expresado en la respuesta de la QA17. Además, Paraguay abordó nuevas categorías y subcategorías, nuevos ajustes de definiciones de uso de la tierra y nuevos depósitos de carbono.	Implementado
Garantía de la Calidad - Guadalupe Martínez - GENERALIDADES					
1	Lineamientos de la RedINGEI	Sistema nacional	El ERE recomienda fuertemente a Paraguay avanzar en el diseño e implementación de un sistema nacional de inventarios que comprenda todas las disposiciones institucionales, jurídicas y de procedimiento que adopte para estimar sus GEI y para presentar y archivar la información de los inventarios. Adicionalmente, El ERE sugiere a Paraguay considerar las Directrices para los sistemas nacionales de GEI previstos en el párrafo 1 del art. 5 del Protocolo de Kioto (Anexo a la decisión 19/CMP1) para el diseño, implementación y gestión de su sistema nacional de inventarios.	En Abordaje. En el capítulo 2 del IBA 3 de Paraguay se presentan y describen aspectos generales de los arreglos institucionales para la elaboración de los INGEIs. Si bien Paraguay ha avanzado en estos temas (el ERE felicita a Paraguay por estos avances) aún existen oportunidades de mejora, especialmente en la implementación del sistema nacional de inventarios y su sostenibilidad en el tiempo.	Por Implementar
2	Lineamientos de la RedINGEI	Sistema nacional	El ERE recomienda a Paraguay que, junto al diseño e implementación del sistema nacional de inventarios, designe un coordinador y un compilador del inventario, a lo menos, señalando claramente sus roles y responsabilidades. Para este fin, el ERE sugiere a Paraguay que elabore perfiles de cargo específicos para un coordinador del sistema nacional y un compilador del inventario, de esta forma se podría garantizar las competencias necesarias y la sostenibilidad de los cargos en el tiempo.	Resuelto.	Implementado
3	Lineamientos de la RedINGEI	Sistema nacional	El ERE recomienda a Paraguay que, junto al diseño e implementación del sistema nacional de inventarios, diseñe, elabore e implemente un plan de fomento de capacidades que garantice que la compilación de los inventarios nacionales se realice por un equipo técnico con las competencias y cualificaciones necesarias. Adicionalmente, se recomienda a Paraguay que garantice la cantidad de personal necesario, y su asignación de tiempo pertinente, de acuerdo con sus circunstancias nacionales.	No Resuelto. Si bien se han realizado capacitaciones, no se ha desarrollado un plan de capacitación ni una estrategia para asegurar el personal necesario en futuros ciclos de inventario.	No Implementado
4	Lineamientos de la RedINGEI	Planificación del inventario	El ERE recomienda a Paraguay avanzar en el diseño e establecimiento de un plan de trabajo, como parte del sistema nacional de inventarios, para la compilación permanente y sostenible de los inventarios del país. El ERE sugiere a Paraguay que el plan debería contener, como mínimo, el cronograma de trabajo, los roles y responsabilidades, los pasos para generar resultados y lograr los objetivos del inventario, y los recursos necesarios, tanto de personal como financieros.	En Abordaje. Si bien se desarrolló un plan de trabajo para la ejecución del presente inventario, este no contiene elementos para asegurar la compilación permanente y sostenible para los siguientes ciclos de inventarios	Por Implementar
5	Lineamientos de la RedINGEI	Plan de mejoramiento	El ERE recomienda a Paraguay avanzar en el establecimiento de un plan de mejoramiento que incluya, a lo menos, un seguimiento a las acciones de mejoras realizadas, las potenciales mejoras identificadas (tanto por el equipo técnico como aquellas en respuesta a las revisiones por pares), los recursos necesarios para implementar las mejoras potenciales y un cronograma para su implementación.	En Abordaje Paraguay presentó mejoras identificadas tanto por sector como de aspectos transversales pero estos no incluyen una descripción de los recursos necesarios y cronograma de implementación.	Por Implementar
6	Exactitud	Métodos	En general, el ERE recomienda a Paraguay avanzar en la implementación de métodos superiores para las categorías principales identificadas con el fin de incrementar la exactitud de su inventario en línea con las Directrices del IPCC de 2006.	En Abordaje. Paraguay aún estima algunas categorías principales con Nivel 1	Por Implementar
7	Exactitud	Análisis de incertidumbre	El ERE recomienda a Paraguay (1) revisar los cálculos realizados de las incertidumbres en línea con los valores por defecto indicados en las Directrices del IPCC de 2006; (2) avanzar en el desarrollo de incertidumbres específicas para su información nacional; y (3) avanzar en el desarrollo de un análisis cualitativo de incertidumbres. Adicionalmente, teniendo en consideración que el fin último del análisis de incertidumbre es ser una herramienta de gestión de los inventarios, el ERE sugiere a Paraguay incluir este análisis	No Resuelto. Al momento de la revisión, no se presentó el análisis de incertidumbres	No Implementado

Nº	Sector	Categoría	Comentario de la revisión	Comentario del país - IBA 3	Estado
			(cuantitativo y cualitativo) dentro de las variables para la toma de decisión de las potenciales mejoras a ser implementadas en su inventario.		
8	Exactitud	Análisis de categorías principales	El ERE recomienda a Paraguay (1) realizar una identificación de categorías principales incluyendo la incertidumbre de las emisiones y absorciones de GEI; y (2) incluir una identificación de categorías principales excluyendo al sector UTCUTS, en paralelo con la identificación incluyendo al sector UTCUTS, para tener una visión más exacta de sus principales fuentes de emisión de GEI. Adicionalmente, teniendo en consideración que el fin último de la identificación y análisis de las categorías principales es ser una herramienta de gestión de los inventarios para focalizar los recursos y esfuerzos para el incremento de la calidad general, el ERE sugiere a Paraguay incluir este análisis dentro de las variables para la toma de decisión de las potenciales mejoras a ser implementadas en su inventario.	En Abordaje. Se presentó una estimación de incertidumbres y pero no la estimación de categorías principales, con método 2.	Por Implementar
9	Lineamientos de la RedINGEI	GCCV	El ERE recomienda a Paraguay avanzar en la implementación formal de un sistema de GCCV, como parte del sistema nacional de inventarios, para el incremento permanente de la calidad de sus inventarios. Así mismo, se recomienda a Paraguay incrementar y perfeccionar sus procedimientos de control de la calidad para evitar errores e inconsistencias en el IIN.	En Abordaje Si bien existen procedimientos y actividades de GCCV, aún restan incorporarlos en un sistema sostenible de GCCV.	Por Implementar
10	Exhaustividad	Serie de tiempo	El ERE recomienda a Paraguay (1) revisar la información disponible nacional e internacional que pueda ser de utilidad para completar la serie temporal; (2) aplicar los métodos de superación de brechas de la información (empalme de datos) de las Directrices del IPCC de 2006 cuando existan brechas y sea pertinente; y (3) realizar un análisis cruzado de las tendencias y series temporales resultantes de la aplicación de métodos de superación de brechas.	Resuelto.	Implementado
11	Lineamientos de la RedINGEI	Archivo y documentación	El ERE felicita a Paraguay por estar avanzando en la materia, sin embargo, recomienda establecer el sistema de archivo y documentación del inventario a la brevedad y como parte del diseño, implementación y gestión del sistema nacional de inventarios.	En Abordaje. Paraguay cuenta con un diseño de sistema de archivo que será implementado en futuras ediciones	Implementado
Garantía de la Calidad - Guadalupe Martínez - Sector Energía					
1		Quema de combustible - método de referencia - todos los combustibles - CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	El ERE observa que Paraguay incluye en su Informe sectorial preliminar los poderes caloríficos de los combustibles consumidos por el país, así como una comparación con los valores de las Directrices del IPCC de 2006. El ERE felicita Paraguay por este importante avance. Sin embargo, muchas definiciones u homologaciones de combustibles no se encontraban disponibles en su informe y fueron aclaradas durante la conversación con el equipo de Paraguay. El ERE recomienda que, para seguir avanzando en esa misma línea, Paraguay incluya la definición de los combustibles consumidos en el país, especialmente aquellos que tienen denominaciones nacionales, y los homologue con los combustibles definidos en las Directrices del IPCC de 2006 de modo de facilitar la justificación de la elección de los factores de emisión.	Incluir en el IIN la homologación de combustibles, y como se utilizan los factores de conversión.	Implementado
2		Quema de combustible - método de referencia - todos los combustibles - CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	El ERE observa que, en distintas instancias del Informe sectorial preliminar, Paraguay indica la dificultad de conciliar las estadísticas nacionales energéticas debido a cambios metodológicos entre el balance levantado por el STP y el balance levantado por el VMME. El ERE nota que esta diferencia afecta la coherencia de los datos de actividad utilizados. El ERE recomienda a Paraguay realizar los esfuerzos necesarios para mejorar la coherencia entre estas metodologías de modo de a su vez mejorar la coherencia del sector Energía. Si bien el ERE es consciente de la dificultad de modificar la estadística nacional, el inventario si puede realizar mejoras estadísticas de modo a mejorar la coherencia de la información, cuidando siempre de transparentar dichos ajustes. Este tipo de ajustes mejorarían la interpretación de la tendencia de los consumos y por lo tanto de las emisiones del sector.	Incluir en los Anexos del IIN el llenado de vacíos de información por métodos estadísticos del Lic. Carlos Molinas. Seguir trabajando con el VMME a través del CEE para mejorar los balances.	Implementado
3		1.A.1.c. Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía - carbón vegetal - CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	El ERE nota que, si bien en el Balance Nacional de Energía considera la transformación de leña a carbón vegetal, no se reportan emisiones para esta fuente de GEI a pesar de disponerse de metodologías para su estimación en las Directrices del IPCC de 2006. El ERE recomienda a Paraguay realizar los esfuerzos necesarios para incluir en su inventario esta fuente de GEI, considerando además que cuenta con los principales datos de actividad para su estimación.	Analizar metodología.	No Implementado
4		1.A.3.a. Aviación civil - todos los	El ERE observa que Paraguay considera dos fuentes adicionales al BNE para la estimación del consumo de combustible de Aviación civil. Sin embargo, el ERE nota que en el Informe sectorial preliminar no se indica si la definición de nacional e internacional de estas fuentes adicionales, (DINAC y PETROBRAS) son las mismas establecidas por las Directrices del IPCC de 2006. Muchas veces las	Revisar y transparentar la definición de nacional e internacional con la DINAC considerando origen destino de vuelos.	No Implementado

N°	Sector	Categoría	Comentario de la revisión	Comentario del país - IBA 3	Estado
		combustible s- CO2, CH4, N2O	fuentes nacionales consideran a nacional lo consumido por empresas nacionales e internacional lo consumido por empresas extranjeras y no consideran el origen destino de los vuelos para tal asignación. El ERE recomienda a Paraguay revisar y transparentar la definición de nacional e internacional considerada por las partes suministradoras de datos de actividad, y realizar los ajustes pertinentes, de modo de demostrar coherencia con la definición de las Directrices del IPCC de 2006.		
5		1.A.3.a. Aviación civil – Aeronafta- CO2, CH4, N2O	El ERE nota que en la página 46 del documento «Preliminar 2021_IIN_ENERGIA_PY» se indica que el consumo de Aeronafta de Aviación de cabotaje que informa DINAC desde el 2005 es descontado de la gasolina considerada para la categoría Transporte terrestre. Sin embargo, no se reporta consumo de este combustible para años previos al 2005 dada la falta de datos reportados por DINAC. Esto podría conllevar a una sobreestimación de las emisiones en la categoría 1.A.3.b. Transporte terrestre y a una subestimación de las emisiones en la categoría 1.A.3.a. Aviación civil. El ERE recomienda a Paraguay realizar los esfuerzos necesarios para estimar el consumo de aeronafta para Aviación nacional de manera coherente para los años 1990-2004. Para ello, Paraguay podría mantener la tendencia o promedio del porcentaje de participación de Aeronafta del total de la gasolina de los años 2005-2017 para descontarlo de los años previos. Cualquier método utilizado debe considerar la relación entre la gasolina y la aeronafta.	Se llenaron los vacíos de información mediante métodos estadísticos.	Implementado
6		1.A.3.a. Aviación civil – jet kerosene – CO2, CH4, N2O	Para el caso del jet kerosene de acuerdo con el Informe sectorial preliminar, este corresponde al total consumido para aviación nacional e internacional. Sin embargo, el ERE nota que para los años previos a 2005 no es desagregado entre nacional e internacional. Esto conlleva a una sobreestimación de las emisiones estimadas para Aviación internacional y a una subestimación de las emisiones de Aviación nacional y por tanto, a una subestimación del total de las emisiones nacionales. El ERE recomienda a Paraguay realizar los esfuerzos necesarios para desagregar el consumo de jet kerosene para aviación nacional e internacional para los años 1990-2004. Para ello Paraguay podría mantener la tendencia o promedio de la participación de nacional e internacional. Cualquier método utilizado debe ser coherente para toda la serie temporal, además de ser consistente con la definición de nacional e internacional de las Directrices del IPCC de 2006.	Se llenaron los vacíos de información mediante métodos estadísticos.	Implementado
Garantía de la Calidad - Guadalupe Martínez - Sector IPPU					
1		2. General (sector IPPU) – CO2 CH4 N2O HFC PFC	El ERE nota incompatibilidades en el uso de las claves de notación NO y NA, a lo largo del documento sectorial. Se observa por ejemplo, que para la producción de amoníaco Paraguay reporta en su informe preliminar “NO” para CO2 y “NA” para CH4 y N2O. De acuerdo al cuadro 8.1 del Capítulo 1 Volumen 1 de las Directrices del IPCC de 2006 la clave de notación “NO” se utiliza para “Una actividad o proceso que no existen dentro de un país” y la clave “NA” cuando “La actividad o la categoría existen, pero se considera que las emisiones y absorciones pertinentes no ocurren jamás. Durante la revisión, Paraguay aclaró que las siguientes actividades No Ocurren en el país: 2B1 Producción de amoníaco, 2B3 Producción de ácido adipico, 2B4 Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxilico, 2C3 Producción de aluminio, 2D3 Otros, 2G4 Otros. El ERE recomienda a Paraguay a utilizar las claves de notación en línea con los establecido en las Directrices del IPCC de 2006.	Notaciones ajustadas en el IBA3, pendiente revisión en el IIN.	Implementado
2		2. General (sector IPPU)	El ERE nota que Paraguay no reportó el análisis de incertidumbres en el informe sectorial. Durante la revisión, Paraguay confirma que efectivamente aun no han realizado el análisis, pero será incluido en la versión final del reporte. El ERE recomienda a Paraguay que estime y reporte el análisis de incertidumbre en línea con lo establecido en las Directrices del IPCC de 2006 (Vol1).	Realizado por el Lic. Carlos Molinas.	Implementado
3		2. General (sector IPPU) – CO2 CH4 HFC	El ERE nota que en el informe preliminar (p. 9) Tabla: Sector IPPU total de GEI por subcategoría (kt CO2 eq), para la categoría 2B5 producción de Carburo para los años 1990 1995 2000 2005 2010 2015 y 2016, se reportan 0,0 kton CO2-eq. De forma similar para la categoría 2C5 producción de plomo, se reportan 0,0 kton CO2- eq para los años 1990 1995 2000 2005, para 2D2 uso de parafina en el año 1995 y para 2F3 Protección contra incendios en 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010. Durante la revisión, Paraguay aclaró que la categoría 2B5 producción de carburo no ocurrió en el país hasta el año 2016, para 2C5 producción de plomo, la actividad ocurrió durante los años inventariados pero no se dispone de información para estimar dichas emisiones. Por otra parte, para la categoría 2D2 uso de parafina, se producen emisiones, pero las cifras significativas no fueron suficientes para aparecer un valor en la tabla. Para 2F3 protección de incendios se estima que el HFC reportado, ingreso al país en el año 2008. El ERE recomienda a Paraguay a reportar las emisiones como: NO la categoría 2B5 producción de carburo para los años 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2016 y NE la producción plomo para los años 1990 1995 2000 2005. Para las emisiones de categoría 2D2 uso de parafina se recomienda utilizar la cantidad de cifras significativas necesarias para reflejar el valor de emisión en la tabla de reporte. Adicionalmente el ERE recomienda a Paraguay reportar las emisiones 2F3 protección de incendios como NO hasta el año de ingreso del GEI al país.	Notaciones ajustadas en el IBA3, pendiente revisión en el IIN.	Implementado
4		2. General (sector IPPU)	El ERE nota que a lo largo del informe preliminar se utilizan diferentes criterios de formato cifras significativas utilizadas para realizar los reportes de emisiones tanto en las tablas como en el cuerpo del documento. El ERE alienta a Paraguay a homogeneizar el criterios de reporte de valores a lo largo del informe.	El equipo decidió utilizar dos decimales (ej. 0,04) y en caso de ser un número menor que no se visualice en dos decimales utilizar notación científica (0,004 = 4,00E-03), pendiente revisión en el IIN	Implementado

N ^o	Sector	Categoría	Comentario de la revisión	Comentario del país - IBA 3	Estado
5		2. General (sector IPPU)	Paraguay ha implementado una serie de técnicas de empalme y herramientas estadísticas para completar las de forma coherente la serie temporal de diversas categorías del sector IPPU como ser: la producción de cal y cerámicas entre otros. El ERE nota que incluir información más detallada acerca de la metodología utilizada para estas estimaciones podría mejorar de forma significativa la transparencia del informe. El ERE felicita a Paraguay por la utilización de diversas técnicas estadísticas para completar de forma coherente su serie temporal y recomienda incluir mayor información al respecto ya sea en el cuerpo del informe o en un anexo.	Incluir en los Anexos del IIN el llenado de vacíos de información por métodos estadísticos del Lic. Carlos Molinas.	Implementado
6		2. General (sector IPPU)	El ERE nota que en la Tabla Sector IPPU: resumen de métodos aplicados por categoría de la página 11-12 del informe preliminar, inconsistencias en la utilización de las claves de notación, similares a las descritas en I8. Adicionalmente el ERE nota que en el texto del documento no se encuentra claramente explicada el nivel metodológico aplicado y los parámetros utilizados. Este es el caso de la categoría 2A1 producción de cemento y producción de vidrio ambas categorías reportadas como estimadas con nivel 2-3. Por otra parte, en la página 11 Paraguay reporta que métodos de Nivel 2 se aplicaron para las emisiones de CO2 en la categoría Industria de los minerales, Durante la revisión, Paraguay aclaró que para el caso de la producción de cemento se estiman las emisiones utilizando como dato de actividad la producción de clinker, factor de emisión corregido por el contenido de CaO planta específicos y CKD por defecto y para la producción de vidrio, se utilizan el nivel de producción como dato de actividad y el cullet ratio proporcionado por las industrias del sector. El ERE nota que de acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006 (Vol3 Cap 3) el nivel metodológico 3 se alcanza en estas categoría al utilizar como dato de actividad las entradas de carbonato. El ERE recomienda a Paraguay reportar los niveles metodológicos utilizados en línea con los árboles de decisión y orientaciones de las Directrices del IPCC de 2006 (Vol3 Cap3), especificando las mejoras realizadas al Nivel de corresponda y a incluir actividades de CC para disminuir versiones encontradas dentro del informe.	Notaciones ajustadas en el IBA3, pendiente revisión en el IIN. Mejorar descripción y cambios metodológicos.	Implementado
7		2.C.5. Producción de plomo – CO2	Paraguay reporta en su informe preliminar página 38 que 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. Paraguay reporta que, en cuanto a los datos de producción de plomo, no existen datos oficiales y no se obtuvieron datos de las empresas del sector, y se utilizaron datos oficiales de exportación de plomo del periodo 2004, 2006-2017 y técnicas de empalme para completar la serie temporal. El ERE considera que la no consideración de la producción secundaria de plomo para uso nacional, puede causar una potencial subestimación de las emisiones de la categoría. El ERE recomienda a Paraguay realizar los esfuerzos necesarios para determinar si existe producción secundaria de plomo para consumo nacional y en caso que dicha actividad ocurra estimar las emisiones en línea con las recomendaciones de las Directrices del IPCC de 2006.	Contactar con productoras de plomo.	No Implementado
8		2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes – CO2	Considerando que los lubricantes y las ceras de parafina son productos que no se fabrican en el país, Paraguay utilizó datos oficiales de importaciones para la estimación de las emisiones provenientes del uso de lubricantes y cera de parafina. En la página 45 del informe preliminar se presenta un gráfico con la evolución de las importaciones de estos productos expresadas en TJ. Durante la revisión Paraguay aclara que los valores obtenidos de importaciones se obtienen en unidades másicas y luego son convertidas a unidades energéticas mediante un valor de PCI no incluido en el informe. El ERE recomienda el Paraguay incluir de forma desagregado por tipo de producto no energético el valor de PCI utilizado para expresar el dato de actividad en términos energéticos.	Incluir en el IIN PCI de los productos no energéticos y como se utilizan los factores de conversión.	No Implementado
9		2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono – HFC	En el informe sectorial se establece que se ha considerado que antes del año 2008, a excepción del gas R-134a, no ocurrían (NO) emisiones de otros gases sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono debido a que los mismos hicieron su aparición en años posteriores a esa fecha. Sin embargo, el ERE observa que, en el Software de inventario del IPCC, se toman diferentes años de ingreso para el HFC 32 y HFC23. Durante la revisión Paraguay aclara que el año de introducción del HFC 32 fue el 2010 el HFC 23 el 2011 y el resto (salvo HFC 134a) el año 2008. El ERE recomienda a Paraguay a incluir información detallada del año del ingreso de los HFC al país a incrementar los controles de CC para incrementar la calidad del reporte y evitar versiones encontradas	Detallar en el IIN el año de ingreso de los distintos HFCs.	No Implementado
10		2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado – HFC	Paraguay reporta en su informe preliminar (p 54) que se ha adoptado el valor de 14% como tasa de crecimiento de uso de equipos de refrigeración y aire acondicionado. Durante la revisión Paraguay indica que dicho valor esta basado en la información del documento de Plan de Eliminación de HCFC, proporcionado por el Departamento de Ozono del MADES. El ERE nota que la Tabla 2.F. Uso de productos sustitutos de las SAO: consumo de HFCs por subcategoría, fuente y tipo de gas (toneladas) del informe preliminar (p 55), no se refleja el valor de 14 % de tasa de crecimiento anual. Además, Paraguay indica en el informe preliminar que la tabla anterior se realizó con base en la información proporcionada por el Departamento de Ozono del MADES y el llenado de vacíos de información mediante estadística. En el reporte no queda claro el uso de la tasa de crecimiento en la estimación de emisiones ni porqué no se condice con los valores reportados en la tabla antes mencionada. El ERE recomienda a Paraguay incrementar la transparencia de los supuestos realizados para estimar las toneladas anuales de HFC para Refrigeración y aire acondicionado y realizar los esfuerzos necesarios.	Ajustar tasa de crecimiento.	No Implementado

Nº	Sector	Categoría	Comentario de la revisión	Comentario del país - IBA 3	Estado
11		2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado – HFC	Paraguay reporta emisiones de HFC 134a para uso en aire acondicionado y refrigeración y aire acondicionado móvil. Durante la revisión Paraguay explica que se realizó una asignación de las importaciones del 50 % a aire acondicionado móvil, 50 % a aplicaciones estacionarias. Esta estimación fue realizada por Departamento de Ozono del Ministerio de Ambiente. El ERE nota que en el informe sectorial no se incluye las suposiciones ni criterios utilizados para dicha asignación ni se hace referencia al uso de HFC 134a para uso aerosoles. El ERE recomienda a Paraguay realizar los esfuerzos necesarios para justificar la asignación de HFC 134 realizada por aplicación y presentar información que soporte dicha asignación (criterios, suposiciones, proceso de licitación experta) en su próximo inventario.	Justificar asignación de HFC 134a 50% estacionario y 50% móvil.	No Implementado
12		2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono – HFC	Paraguay presenta un apartado con los recálculos realizados con respecto al último inventario realizado, pero no profundiza en cuáles fueron los cambios realizados. El ERE considera que el reporte sectorial podría incrementar su transparencia, si Paraguay incluye información acerca de las causas del recálculo, cómo se realizó y cuales variables o parámetros fueron los afectados. El ERE recomienda a Paraguay a incluir información acerca de los recálculos realizados explicando los motivos y método utilizado y como se aseguró la coherencia de la serie temporal.	Se llenaron los vacíos de información de HFC 134a mediante métodos estadísticos asignando 50% móvil y 50% estacionario.	Implementado
13		2.G.1. Equipos eléctricos – SF6	Paraguay establece en su informe preliminar que utiliza un método de equilibrio de masas para la estimación de emisiones de SF6, sin embargo, presenta un valor de factor de emisión para esta categoría. El ERE nota que esto no es consistente con el método de equilibrio de masas, propuesto en las Directrices del IPCC de 2006 (Cap 8 Vol 3). Durante la revisión Paraguay aclara que utilizó el método de equilibrio de masas utilizando como dato principal la recarga anual de equipos, y no se dispone de información de las emisiones de la eliminación y uso final de los equipos, por lo que se podrían estar subestimando las emisiones de esta categoría. El ERE recomienda a Paraguay a reportar el nivel metodológico utilizado en línea con los establecido en las Directrices del IPCC del 2006 (Cap 8 Vol 3) para el método de equilibrio de masas y realizar los esfuerzos necesarios para estimar las emisiones provenientes de la eliminación de equipos.	Resuelto, se aplicó el método de Nivel 3 de equilibrio de masas con datos de gas recargado en equipos, queda pendiente incluir en próximos inventarios el gas de equipos eliminados.	No Implementado
14		2.G.3. N2O de usos de productos – N2O	Paraguay reporta como NE las emisiones de N2O por usos de productos. Durante la revisión Paraguay aclaró que no se cuenta con información al momento. El ERE recomienda a Paraguay a realizar los esfuerzos necesarios por identificar las actividades que generan emisiones por uso de N2O en el país, y a estimar dichas emisiones en línea con las Directrices del IPCC de 2006	Aclarar en el IIN que se identifica el consumo de N2O en aplicaciones médicas, queda pendiente incluir en próximos inventarios recabando datos y estimaciones.	Pendiente
Garantía de la Calidad - IBA3 1990-2017 Guadalupe Martínez - Sector Agricultura y Ganadería					
1	Coherencia	General	El ERE recomienda a Paraguay revisar la información de la población animal de la DCEAMAG una vez se cuente con los valores del nuevo censo agropecuario y recalcular las emisiones de otros vacunos si es que fuese pertinente. Además, se sugiere a Paraguay revisar las diferencias entre las estadísticas nacionales y las estadísticas de FAOSTAT y, si fuese posible, solicitar la actualización de las cifras a FAOSTAT para tener una consistencia entre ambas fuentes de datos.	En Abordaje. Paraguay ha utilizado datos de actividad para la población animal desde diferentes fuentes de información. Se utilizó información del MAG para la población 1990-2017 de vacunos lecheros, ovinos, caprinos, equinos y porcinos. Para las subcategorías de otros vacunos y para la categoría búfalos se utilizó información del MAG y de la SENACSA. Mientras que para mulas y asnos se usó información de FAOSTAT. Si bien Paraguay ha avanzado en la coherencia de sus datos de actividad, el ERE considera que aún existen brechas de la información que deberían ser abordadas por el país para incrementar la coherencia de los datos.	Por Implementar
2	Exhaustividad	General	El ERE recomienda a Paraguay incluir todas las poblaciones animales existentes en el país, prioritariamente con información de fuentes nacionales oficiales, de no encontrarse dicha información, recurrir a productores o asociaciones nacionales (como la Asociación Paraguaya de Criadores de Búfalos), por último, recurrir a fuentes internacionales como FAOSTAT en donde el ERE ya verificó que existe información de mulas y asnos para la serie 1990-2015, de esta forma evitar potenciales subestimaciones de emisiones de GEL.	Resuelto. Paraguay ha incluido en el documento del capítulo de Agricultura del Informe del Inventario Nacional 1990-2017 la población de búfalos y de mulas y asnos.	Implementado
3	Exactitud	Fermentación entérica	El ERE recomienda a Paraguay avanzar en la aplicación de métodos superiores para estimar las emisiones de CH4 de la fermentación entérica, y desarrollar e implementar factores de emisión país específico para otros vacunos. Para ello, necesitará realizar una caracterización minuciosa de la población de otros vacunos y estimar la energía bruta consumida por los animales.	En Abordaje. Paraguay ha avanzado en la caracterización de la población de vacunos (vacas lecheras y otros vacunos) desagregándola en las subcategorías siguientes: vacunos lecheros, vaca, vaquilla, novillo, toro, desmamantes macho, desmamantes hembra, ternero y buey. Además, ha implementado algunos parámetros para un ajuste de los factores de emisión basado en el juicio de expertos nacionales (p. ej. contenido graso de la leche, coeficiente de preñez, aumento de peso diario, etc.). Sin embargo, el ERE es de la idea que estos valores usados no son lo suficientemente robustos como para determinar factores de emisión país específico, ya que Paraguay no incluye un respaldo de dichos juicios de experto. Por otra parte, algunos de los 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, etc.) son valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 y pueden no ser representativas de las condiciones específicas del país.	Por Implementar
4	Exactitud	Suelos agrícolas	El ERE recomienda a Paraguay avanzar en la aplicación de métodos superiores para estimar las emisiones directas de N2O de la orina y estiércol depositado por animales de pastoreo, en especial para otros vacunos, y desarrollar e implementar factores de emisión para emisiones de N2O del nitrógeno de la orina y el estiércol depositado en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo (EF3PRP) para las condiciones específicas del país.	No Resuelto. Paraguay ha implementado un método de Nivel 1 para la estimación de las emisiones directas de N2O de la categoría orina y estiércol depositado por animales de pastoreo aplicando factores de emisión por defecto de las Directrices del IPCC de 2006.	No Implementado
5	Exhaustividad	Suelos agrícolas	El ERE recomienda a Paraguay avanzar en la identificación de la información necesaria para estimar las emisiones de la mineralización de la materia orgánica del suelo, y de esa forma evitar potenciales subestimaciones de N2O en las emisiones directas de N2O de los suelos agrícolas.	No Resuelto. Paraguay no ha estimado emisiones de N2O de la categoría mineralización de materia orgánica del suelo. Así mismo, Paraguay ha reportado esta categoría como «NE» (no estimada) en el capítulo del sector Agricultura del Informe del Inventario Nacional 1990-2017.	No Implementado

Nº	Sector	Categoría	Comentario de la revisión	Comentario del país - IBA 3	Estado
6	Exhaustividad	Suelos agrícolas	El ERE recomienda a Paraguay avanzar en la identificación de la información necesaria para estimar las emisiones de la lixiviación y escurrimiento, y de esa forma evitar potenciales subestimaciones de N2O en las emisiones indirectas de N2O de los suelos agrícolas.	No Resuelto. Dada la situación descrita en ID# A.5, Paraguay no ha incluido en su inventario 1990-2017 las emisiones indirectas de N2O de la lixiviación y escurrimiento provenientes de la mineralización de la materia orgánica del suelo.	No Implementado
7	Exhaustividad	Encalado	El ERE recomienda a Paraguay avanzar 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.	No Resuelto. Paraguay ha incluido emisiones de CO2 proveniente de la importación de dolomita. Sin embargo, el ERE nota que, según información disponible públicamente de empresas nacionales, en Paraguay se produce caliza con fines agrícolas para el consumo nacional. Por lo tanto, las emisiones de esta categoría seguirían potencialmente subestimándose en el inventario.	No Implementado
8	Comparabilidad	Otros	En línea con las Directrices del IPCC de 2006, el ERE recomienda a Paraguay aplicar la clave de notación «NO» (no ocurre), la cual se aplica a «una actividad o proceso que no existen dentro de un país», la cual, en este caso particular, se acercaría de forma más exacta a las circunstancias nacionales.	No Resuelto. Paraguay ha aplicado la clave de notación «NA» (no aplica) para la categoría 3.J. Otros, ver Tabla 1 del documento del capítulo del sector Agricultura del Informe del Inventario Nacional 1990-2017.	Implementado
Garantía de la Calidad - Guadalupe Martínez - Sector UTCUTS					
1	Exactitud	General	El ERE recomienda a Paraguay determinar los valores de incertidumbre de todos los datos de actividad según fuentes de datos, en el caso de no contar con información de incertidumbres nacionales para sus datos, las Directrices del IPCC de 2006 sugieren incertidumbres por defecto que pueden ser aplicados por Paraguay.	Paraguay reportó valores de incertidumbre en el sector UTCUTS.	Implementado
2	Exhaustividad	General	El ERE recomienda a Paraguay avanzar en la recopilación de la información de incendios en todos los usos de la tierra, estimar sus emisiones y reportarlas como parte de su inventario, de esta forma evitar la subestimación de emisiones de GEI del sector.	Paraguay no reportó emisiones de GEI producto de incendios en las categorías de uso de la tierra	No Implementado
3	Transparencia	Representación de tierras	El ERE recomienda a Paraguay incluir en el IIN una sección de representación de tierras con la aproximación metodológica de las Directrices del IPCC de 2006, e incluir la información de datos de actividad de usos y cambios de uso de la tierra con la finalidad de incrementar la transparencia de su inventario.	Resuelto. Paraguay incluyó una sección específica en el informe del inventario sectorial respecto a los métodos utilizados para la representación de las tierras. Paraguay indica que el procedimiento de estimación de superficies corresponde a la combinación del método 1 y el método 3 de las Directrices del IPCC de 2006. Además, Paraguay incluye las matrices de las categorías de uso de la tierra indicando cada uso y cada cambio de uso de la tierra.	Implementado
4	Exhaustividad	Representación de tierras	El ERE recomienda a Paraguay avanzar en la representación de tierras del país considerando las seis categorías de tierra indicadas en las Directrices del IPCC de 2006 que permitan dar cuenta de una mayor exhaustividad del inventario en el sector UTCUTS. Así mismo, explicitar en el IIN la superficie total del país.	Resuelto. Paraguay incluyó las seis categorías de tierra indicadas en las Directrices del IPCC de 2006. Además, Paraguay incluye la superficie total de la superficie del país, sin embargo, el ERE nota discrepancias en la superficie total.	Implementado
5	Exactitud	Representación de tierras	El ERE recomienda a Paraguay realizar los esfuerzos para que la categoría otras tierras cumpla con la definición de las Directrices del IPCC de 2006, identificar a todas las tierras en los usos que correspondan y excluir de la categoría otras tierras todas las conversiones de usos que no pueden identificar, para no conducir a inexactitudes en las estimaciones de carbono.	Resuelto.	Implementado
6	Exactitud	Tierras forestales	El ERE recomienda a Paraguay delimitar la superficie de bosques que participan en las ASP para establecer con mayor exactitud la superficie de bosques que participa en la contabilidad del inventario.	No resuelto. Si bien Paraguay ha incluido nuevas fuentes de información respecto a la superficie de tierras forestales (Proyecto BCS desarrollado por INFONA) y explicita que la totalidad de las tierras forestales se componen de tierras forestales gestionadas, no se ha incluido explícitamente la superficie de las ASP o un análisis que permita evaluar que no se esté sobreestimando la superficie de bosques bajo gestión.	Pendiente
7	Exhaustividad	Tierras forestales	El ERE recomienda a Paraguay utilizar la información de cortas de los planes de manejo en conjunto con la información de producción de madera en rollos y de madera combustible de FAOSTAT para estimar las pérdidas de cosecha y madera combustible, ya que la información utilizada actualmente por el país estaría subestimando las pérdidas y, en consecuencia, las emisiones de CO2.	En abordaje. Paraguay incluyó datos de leña consumida a nivel nacional del Viceministerio de Minas y Energía (VMME) a través del Sistema de Información Energética Nacional (SIEN) para la estimación de las emisiones de CO2 de la remoción de madera combustible, mismos datos utilizados para estimar las emisiones de CO2 de la quema de biomasa con fines energéticos reportada en el sector Energía. Sin embargo, no ha incluido nuevas fuentes de información para la estimación de emisiones de la cosecha/remoción de madera, ni tampoco ha incluido un análisis respecto a discrepancias existentes con otras fuentes de información internacional, como por ejemplo FAO.	Por Implementar
8	Coherencia	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	El ERE recomienda a Paraguay recalculer el 2010 y 2011 de tierras de cultivo convertidas en tierras forestales incorporando la superficie de plantaciones forestales de esos mismos años.	Resuelto. Paraguay recalculó sus emisiones de CO2 de las tierras de cultivo convertidas en tierras forestales incorporando la superficie de las plantaciones forestales para 2010 y 2011 con datos de INFONA y PAYCO.	Implementado
9	Coherencia	Tierras de cultivo que permanecen como tales	El ERE recomienda a Paraguay revisar la información entre censos para evaluar adecuadamente la tendencia de los datos y generar una serie de tiempo coherente mediante la aplicación de técnicas de empalme de datos en línea con el capítulo 5 del volumen de las Directrices del IPCC de 2006.	Resuelto. Paraguay incorporó datos de actividad correspondiente a la superficie de cultivos perennes leñosos y cultivos anuales desde diversas fuentes, como MAG, CAPECO y FEPASIDIAS.	Implementado
10	Exhaustividad	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo	El ERE recomienda a Paraguay incorporar los depósitos de carbono de materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo en las conversiones de tierras forestales a tierras de cultivo, utilizando un método de Nivel 1 y los valores de referencia que entregan las Directrices del IPCC de 2006, de acuerdo con las regiones climáticas y tipos de bosques que existen en el país.	Resuelto. Paraguay estima y reporta en su actual inventario las emisiones de CO2 de los depósitos de carbono de materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo aplicando una combinación del método de Nivel 1 y el método de Nivel 2 de las Directrices del IPCC de 2006. El ERE felicita a Paraguay por este avance en la exhaustividad de su inventario.	Implementado
11	Transparencia	Tierras forestales convertidas en otras tierras	El ERE recomienda a Paraguay incorporar la justificación del uso de 25 años para el tiempo a considerar en el cambio de materia orgánica del suelo en el país, de lo contrario, si no tienen una explicación metodológica que sustente este período, utilizar el período por defecto de 20 años recomendado en las Directrices del IPCC de 2006.	Resuelto. Paraguay utilizó un período por defecto de 20 años para la dependencia temporal de los factores de cambio de existencias en línea con el método de Nivel 1 para la estimación de del cambio anual de existencias de carbono orgánico en suelos minerales.	Implementado

N ^o	Sector	Categoría	Comentario de la revisión	Comentario del país - IBA 3	Estado
1 2	Exhaustividad	Tierras forestales convertidas en otras tierras	El ERE recomienda a Paraguay incorporar el depósito de carbono de materia orgánica muerta en las conversiones de tierras forestales a otras tierras, utilizando un método de Nivel 1 y los valores de referencia que entregan las Directrices del IPCC de 2006, de acuerdo con las regiones climáticas y tipos de bosque que existen en el país.	No Resuelto. Paraguay no estimó ni reportó las emisiones de CO2 de la materia orgánica muerta para las conversiones de tierras forestales a otras tierras.	No Implementado
Garantía de la Calidad - Guadalupe Martínez - Sector Residuos					
1		5. General (sector Residuos)	El ERE nota que Paraguay realizó recálculos en las categorías 5A disposición de residuos sólidos, 5C incineración y quema abierta de residuos y 5D tratamiento y descarga de aguas residuales. Sin embargo, no se encuentra en el reporte información suficiente para comprender el motivo de los recálculos, la metodología y suposiciones realizadas. El ERE recomienda a Paraguay a incluir información acerca de los recálculos realizados explicando los motivos y método utilizado y como se aseguró la coherencia de la serie temporal.	El IIN tiene identificada las diferencias en datos mas no se cuenta con un justificativo de dichos cambios en decimales por parte de Roberto Lima. El equipo deberá apropiarse de los datos para próximos inventarios.	No Implementado
2		5. General (sector Residuos)	El ERE nota que Paraguay no reportó el análisis de incertidumbres en el informe sectorial. Durante la revisión, Paraguay confirma que efectivamente aun no han realizado el análisis, pero será incluido en la versión final del reporte. El ERE recomienda a Paraguay que estime y reporte el análisis de incertidumbre en línea con lo establecido en las Directrices del IPCC de 2006 (Vol1)	Realizado por el Lic. Carlos Molinas.	Implementado
3		5. General (sector Residuos)	El ERE nota que a lo largo del informe preliminar se utilizan diferentes criterios de formato y cifras significativas utilizadas para realizar los reportes de emisiones tanto en las tablas como en el cuerpo del documento. El ERE alienta a Paraguay a homogeneizar los criterios de reporte de valores a lo largo del informe.	El equipo decidió utilizar dos decimales (ej. 0,04) y en caso de ser un número menor que no se visualice en dos decimales utilizar notación científica (0,004 = 4,00E-03), pendiente revisión en el IIN	Implementado
4		5. General (sector Residuos)	El ERE nota que en las categorías 5A disposición de residuos sólidos, 5C incineración y quema abierta de residuos y 5D tratamiento y descarga de aguas residuales, se realizaron recálculos. En cada categoría, se incluye el mismo texto en el apartado Consistencia de la serie temporal de la categoría reportando que se considera coherente en el tiempo debido a que las estimaciones de emisiones para la serie temporal fueron calculadas utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos a nivel nacional. Sin embargo el ERE nota que se han utilizado diversas fuentes de información para la obtención de datos de actividad del sector. El ERE recomienda a Paraguay incluir información específica para cada categoría del sector, que describa como el país asegura la coherencia de la serie temporal, incluyendo los casos en donde se cuenta con diferentes fuentes de información	Ajustar apartado de Consistencia en el IIN.	Implementado
5		5.A. Disposición de residuos sólidos – CH4	El ERE nota que Paraguay utilizó los parámetros por defecto del método FOD para clima tropical húmedo para todo el país. Sin embargo, Paraguay presenta una zona semiárida en la región del Chaco. Durante la revisión Paraguay aclaró que no se realizó una regionalización de las estimaciones y se utilizaron los parámetros correspondientes a clima tropical húmedo para todo el país. El ERE considera que esto no está en línea con lo establecido en la Directrices del IPCC de 2006 (Vol 5 Cap3) ya que se debe utilizar en las estimaciones de emisiones los parámetros correspondientes a cada región climática. El ERE recomienda a Paraguay a estimar las emisiones de disposición de residuos sólidos de los sitios de disposición final ubicados en la región semiárida del Chaco con los parámetros del modelo FOD de acuerdo a región climática y en línea con la Directrices del IPCC de 2006 (Vol 5 Cap3).	Estimar emisiones de Disposición de residuos sólidos por región en próximos inventarios.	No Implementado
6		5.C.1. Incineración de residuos – CH4	Paraguay considera en su reporte como insignificantes las emisiones de CH4 en los equipos de incineración por haber una combustión casi completa, por tanto, se reporta como No Estimado. El ERE nota que la clave de notación no esta línea con las buenas prácticas de las Directrices del IPCC de 2006, dado que la actividad si ocurre en el país. El ERE recomienda a Paraguay realizar los esfuerzos necesarios para determinar la eficiencia de la combustión en la planta incineradora y estimar las emisiones de CH4 provenientes de la incineración de residuos, de lo contrario reportarlo como NE.	Resuelto.	Implementado
7		5.D.1. Aguas residuales domésticas – CH4	El ERE nota una brusca variación de las emisiones del sector Residuos. De acuerdo a lo reportado en su informe sectorial (p 35), se debe a que a partir de dicho año fueron estimadas las emisiones de CH4 de la subcategoría aguas residuales domésticas. Durante la revisión Paraguay explicó que debido a la falta de disponibilidad de datos del tipo de tratamiento y disposición de dichas aguas residuales para los años anteriores no fue posible realizar dicha estimación para el presente inventario. El ERE recomienda a Paraguay realizar los esfuerzos necesarios para estimar las emisiones de las aguas residuales domesticas para todos los años de inventario manteniendo la coherencia en la serie temporal, ya sea recolectando los datos de actividad necesarios o utilizando alguna de las técnicas de empalme sugeridas en las Directrices del IPCC Vol 1 Cap 5.	Se llenaron los vacíos de información mediante métodos estadísticos.	Implementado
8		5.D.2. Aguas residuales industriales – CH4	Paraguay reporta en la categoría aguas residuales industriales, tratamientos aeróbicos, anaeróbicos poco profundos y descarga a curso de agua en esta categoría. El ERE nota que no se incluyen tratamientos de tipo anaeróbicos (lagunas y reactores) para aguas industriales. Durante la revisión Paraguay expresó que realizará consultas al respecto para un siguiente ciclo. El ERE nota que podría estar ocurriendo una subestimación de emisiones al no incluir los tratamientos anaeróbicos. El ERE recomienda a Paraguay realizar los esfuerzos necesarios para caracterizar de forma completa los tipos de tratamientos utilizados para tratamiento de aguas residuales industriales.	Consulta para próximo inventario.	Implementado
9		5.D.2. Aguas residuales	El ERE observa que Paraguay utiliza para estimar emisiones de aguas residuales industriales los valores propuestos en el cuadro 6.9 del cap. 6 Vol 5 de las Directrices del IPCC de 2006 para generación de aguas residuales y COD. Estos valores se presentan como ejemplos y no constituyen valores por defecto, por lo que su uso debe estar justificado. Durante la revisión Paraguay explica que	Consulta para próximo inventario.	Implementado

**INVENTARIO NACIONAL
DE GASES DE EFECTO
INVERNADERO DEL
PARAGUAY
1990-2017**

N. o	Sector	Categoría	Comentario de la revisión	Comentario del país - IBA 3	Estado
		industriales – CH4	<p>utiliza estos valores dado que no cuenta con información nacional.</p> <p>El ERE recomienda a Paraguay realizar los esfuerzos necesarios para obtener los parámetros de generación de efluente por unidad de producción y carga orgánica de los rubros industriales que ocurren en el país o justificar debidamente que los valores propuestos en el cuadro 6.9 del cap. 6 Vol 5 de las Directrices del IPCC de 2006 representan las circunstancias nacionales</p>		

Referencia Y Bibliografía

ABC Digital. 2017. El hato ganadero en Paraguay va en descenso (en línea). Disponible en: <https://www.ganaderia.com/destacado/El-hato-ganadero-en-paraguay-va-en-descenso>

AIE. 2020. Estadísticas y datos energéticos. Disponible en: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser/?country=WORLD&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2BySector>

BCP. 2017. Indicadores de actividad económica: producto interno bruto a precio de comprador por sectores económicos. Asunción, PY.

Biomass in Forest Ecosystems in Paraguay. Japan Agricultural Research Quarterly: 49(3) 281 - 291. C; Musinsky, J. 2009. Assesment of Paraguay's forest cover change using Landsat observations.

Braun, A; Van Dijk, S; Grulke, M. 2016. Incremento de los sistemas silvopastoriles en América del Sur. edición: Katalin Solymosi. p. cm. — (Monografía del BID; 461).

DGEEC. 2016. Principales indicadores de empleo: encuesta permanente de hogares. Asunción, PY. Dubie, N; Duré, E; Ramirez, J; Vera, M. 2015. Development of Allometric Equations for Tree FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra / Michel Robert; Roma.

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>

Global and Planetary Change (67):1-12. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Eggleston, H(eds.); Buendia, L(eds.); Miwa Huang, C; Kim, S; Song, K; Townshend, J; David, P; Altstatt, A; Rodas, O; Yanosky, A; Clay, R; Tucker, Huang, C; Kim, S; Song, K; Townshend, J; David, P; Altstatt, A; Rodas, O; Yanosky, A; Clay, R; Tucker, C; Musinsky, J. 2009. Assesment of Paraguay's forest cover change using Landsat observations. Global and Planetary Change (67):1-12.

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>

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>

INFONA-BCS (Instituto Forestal Nacional – Proyecto Bosques para el Crecimiento Sostenible), Paraguay. 2020-2021. Mapas de Cobertura forestal y cambios de acuerdo a las Categorías del

IPCC para los periodos: 2000-2005-2011; 2011-2013-2015; 2016- 2017-2019.

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Suiza). 2006. 2006 IPCC IPCC. 1996. Second Assessment Report.

IPCC. 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. K(eds.); Ngara T(eds.); Tanabe K (eds.). Kanagawa, Japón.

MADES/PNUD/FMAM.2018. Segundo Informe Bienal de Actualización (IBA2). Proyecto IBA2. Asunción, Py. 336 p.

Nota ABC-Rural. <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/los-sistemas-silvopastoriles-593954.html>

Sato, T; Saito, M; Ramírez, D; Pérez de Molas, L; Toriyama, J; Monda, Y; Kiyono, Y; Herebia, E; Dubie, N; Duré, E; Ramírez, J; Vera, M. 2015. Development of Allometric Equations for Tree Biomass in Forest Ecosystems in Paraguay. Japan Agricultural Research Quaterly: 49(3) 281 - 291.

VMME. 2018. Balance energético nacional 2017. Asunción, PY. Disponible en: <https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/balance2017/BEN2017.pdf>

VMME. 2019. Reseña energética. Asunción, PY. Disponible en: https://www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com_content&view=article&id=1213&Itemid=598